FORMULACIÓN DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS QUE GENERAN ENTRE 10 MW Y MENOS DE 100 MW

RICHARD FERLEY CÁRDENAS DOMÍNGUEZ

JUAN DAVID CARVAJAL POLANIA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS NATURALES
BOGOTÁ D.C. 2019

FORMULACIÓN DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS QUE GENERAN ENTRE 10 MW Y MENOS DE 100 MW

RICHARD FERLEY CÁRDENAS DOMÍNGUEZ

JUAN DAVID CARVAJAL POLANIA

Tutor
ALEJANDRO COPETE PERDOMO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS NATURALES
BOGOTÁ D.C. 2019

NOTA DE ACEPTACIÓN:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Firma Tutor
Alejandro Copete Perdomo

Bogotá Julio de 2019

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, docentes y compañeros que apoyaron y aportaron en la realización de este trabajo de investigación.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Acuerdo 19 de 1988 del Consejo Superior Universitario.

Artículo 177. “La Universidad Distrital Francisco José de Caldas no será responsable por las ideas expuestas en el trabajo”.

Contenido

RESUMEN 12
INTRODUCCIÓN 14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16
2. JUSTIFICACIÓN 18
3. OBJETIVOS 22
3.1 Objetivo General 22
3.2 Objetivos Específicos 22
4. MARCO DE REFERENCIA 23
4.1 Antecedentes 23
4.2 Marco Técnico 31
4.3 Marco Normativo 48
5. METODOLOGÍA 52
5.1 Priorización de Impactos e indicadores 52
5.1.1 Tipo de Investigación 52
5.1.2 Población 53
5.1.3 Muestra 53
5.1.4 Hipótesis 53
5.1.5 Diseño de Variables 53
5.1.6 Recolección de la Información 54
5.1.7 Plan de Análisis 56
5.1.8 Matriz de Causa – Efecto 56
5.1.9 Diseño de Encuestas de Diagnostico Territorial 61
5.2 Formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental 63
5.2.1 Procesamiento de información en campo 63
5.2.2 Modelo de construcción de indicadores de sostenibilidad ambiental 64
6. RESULTADOS 70
6.1 Priorización de Impactos e indicadores 70
6.2 Formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental 112
6.2.1 Análisis de las encuestas 112
6.2.2 Análisis de entrevistas 129
6.2.3 Formulación de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental 143

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 152
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 154
9. BIBLIOGRAFÍA 158
ANEXOS 162

LISTADO DE FIGURAS E IMÁGENES

Figura 5. Propuesta metodológica para el proyecto de investigación 19
Figura 6. Fuentes de generación de energía eléctrica en Colombia 2013 25
Figura 7. Listado pequeñas centrales hidroeléctricas de Colombia en operación, año 2012 27
Figura 8. Ubicación de pequeñas centrales hidroeléctricas de Colombia en operación, año 2012 ... 28
Figura 1. Ubicación del proyecto “Charquito” 33
Figura 2. Climograma municipio de Soacha 34
Figura 3. Aporte en el sector agropecuario de Soacha 36
Figura 4. Marco Temporal del proyecto de investigación 37
Figura 9. Central Hidroeléctrica 38
Figura 10. Componentes del sistema de una PCH 40
Figura 11. Tipos de turbinas utilizadas en las PCH´S en Colombia a 2012 41
Figura 12. Etapas para un proyecto de PCHs 43
Figura 13. Clasificación de indicadores ambientales 47
Figura 14. Principales criterios de selección de IA con sus respectivas características 48
Figura 15. Plan de Análisis 56
Figura 16. Diseño de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental 65
Figura 17. Impactos más significativos 111

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Actividades susceptibles en los proyectos de PCHs que produzcan algún tipo de impacto 44
Tabla 2. Posibles impactos resultantes de la implementación de una PCH 46
Tabla 3. Metodología de recolección de información e instrumentos..... 55
Tabla 4. Resumen de los parámetros de calificación de importancia..... 60
Tabla 5. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto..... 61
Tabla 6. Formato de plantilla para indicadores de sostenibilidad ambiental 69
Tabla 7. IDS1 - Reducción de Emisiones de GEI en PCHs 144
Tabla 8. IDS2 - Disponibilidad del Recurso Hídrico 145
Tabla 9. IDS3 - Calidad visual del paisaje 146
Tabla 10. IDS4 - Morbilidad por enfermedades respiratorias..... 147
Tabla 11. IDS5 - Hallazgos arqueológicos de índole patrimonial y cultural 148
Tabla 12. IDS6 - Tiempo total de trabajo por sexo 149
Tabla 13. IDS7 - Compensación económica relacionado con la adquisición de terrenos y reasentamiento involuntario 150
Tabla 14. Índice de gobernabilidad socio-ambiental en los territorios de desarrollo energético 151

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Principal problema de las veredas 113
Gráfico 2. Posible solución a las problemáticas de las veredas 114
Gráfico 3. Aspecto negativo PCHs Charquito-Nueva Esperanza 115
Gráfico 4. Conflictos entre los proyectos y la comunidad 116
Gráfico 5. Pérdida de grandes cantidades de terreno por las PCHs 117
Gráfico 6. Pérdida de grandes cantidades de terreno por las PCHs 118
Gráfico 7. Calidad de vida de la comunidad por las PCHs 118
Gráfico 8. Pérdida de infraestructura física en las veredas por las PCHs 119
Gráfico 9. Efectos de los proyectos en la actividad porcícola y ganadería 120
Gráfico 10. Cambio en el ingreso monetario de la comunidad por los proyectos 121
Gráfico 11. Procesos erosivos generados por los proyectos de las PCHs 122
Gráfico 12. Efectos al entorno por la generación de escombros de los proyectos 123
Gráfico 13. Pérdida de cobertura vegetal de los proyectos 124
Gráfico 14. Contribución al cambio climático de los proyectos de PCHs 125
Gráfico 15. Actividades de reforestación en las veredas por parte de los proyectos 126
Gráfico 16. Actividades que ejecutan las empresas de las PCHs en las veredas 127
Gráfico 17. Diagnóstico de la población frente a los proyectos de PCHs en el país 128

LISTADO DE MATRICES

Matriz 1. Identificación de efectos 73
Matriz 2. Valoración de impactos ambientales 99

RESUMEN

La construcción y operación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCHs como toda actividad antrópica generan impactos ambientales y socio-económicos positivos y negativos como pérdida de biodiversidad, perdida de cobertura vegetal, remoción del suelo, generación de empleo, calidad de vida, beneficios económicos, entre otros. En Colombia los impactos que generan estos proyectos son evaluados y analizados con base a unos Términos de Referencia exigidos por la autoridad ambiental competente, para la entrega de Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental. Sin embargo, en la mayoría de estos estudios y planes la evaluación y análisis de los impactos dejan a un lado factores, variables y criterios claves tales como la gobernabilidad, cambio climático y equidad de género que arrojan como resultados un análisis que se queda corto a la realidad de la dinámica del territorio.

La formulación y definición de indicadores de sostenibilidad ambiental es como herramienta, una excelente alternativa para robustecer el análisis y evaluación de los impactos ambientales y sociales que generan estos proyectos. Por tal razón, este documento adopta una metodología coherente para formular indicadores de sostenibilidad ambiental adecuados que comprende un análisis de la población mediante encuestas en territorio, una recolección de insumos de información mediante entrevistas a expertos en el tema, un análisis de los diferentes actores implicados en el territorio (Stakeholders) y una revisión bibliográfica de información secundaria. Todo lo anterior, nos conduce a la definición de criterios para la estructura y formulación de los indicadores de sostenibilidad ambiental para los proyectos de construcción de PCHs con capacidad instalada entre 10 y menor a 100 MW.

Como resultado se obtuvo un conjunto de ocho indicadores de sostenibilidad ambiental orientados a temas de cambio climático, disponibilidad del recurso hídrico, paisaje, salud de la comunidad y los trabajadores, patrimonio cultura, equidad de género y gobernabilidad. Estos indicadores de sostenibilidad ambiental están orientados al cumplimiento de estándares internacionales del IFC y de la salvaguardas Ambientales y Sociales del BID, con el fin de

que contribuyan en el crecimiento de la sostenibilidad del sector energético y al cumplimiento de metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del país.

Palabras Claves: Indicadores, Hidroenergía, Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Impactos, Estudio de Impacto Ambiental, Turbina, Embalse, Regulación Hídrica, Capacidad Instalada.

INTRODUCCIÓN

Para empezar, la importancia de este trabajo de investigación se basa en que por medio de una revisión conceptual de impactos referente a la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas en el territorio colombiano y un trabajo de campo estructurante, permitió dar como resultado la formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental, priorizando algunos criterios sociales, ambientales, económicos e institucionales que en ocasiones no se tienen en cuenta por los promotores de proyectos, ni tampoco en los términos de referencia de las entidades territoriales cuando se solicita un licenciamiento ambiental para estas estrategias de desarrollo limpio.

Esta investigación se hace especialmente por la gran demanda de recurso energético que confronta el país, conforme a fenómenos como el "niño", las afectaciones al recurso hídrico por culpa de actividades antrópicas y la corrupción aplicada a proyectos con falta de estudios que causan gran impacto, "*el análisis de una solución energética viable y sostenible a largo plazo"* (Lemos & Izquiero, 2005) es una posible solución a la problemática energética; por consiguiente, se están aprobando cada vez más seguido estos proyectos como una alternativa al desarrollo; por tal motivo, es indispensable que los indicadores que se formularon en este trabajo, ayuden a analizar, manejar y valorar el grado de importancia de los impactos socio-ambientales; buscando que los involucrados sean de una menara justa compensados, tanto por las afectaciones como los beneficios que representa el costo de oportunidad de aceptar en los territorios estas construcciones, mantenimiento y operación de las pequeñas centrales hidroeléctricas; por ende, estos indicadores servirán como complemento y guía para los posibles proyectos que se puedan implementar en el país.

Si bien es cierto, la implementación de una PCH genera diversos impactos positivos y negativos al medio ambiente y a la sociedad, tales como la generación de empleo, incremento del turismo, remoción de la cobertura vegetal, variación en la estabilidad geotécnica, afectación de la biodiversidad, entre otros. Por tal razón, este documento propuso aportar por medio de una formulación de indicadores de sostenibilidad que permitan robustecer el análisis y evaluación de los impactos ambientales y sociales que se generan en

la promoción para proyectos de PCHs con capacidad mayor de 10 y menor a 100 MW. Lo anterior, debido a que existen una serie de criterios y parámetros que no se involucran en estos procesos de desarrollo sostenible.

El siguiente documento contiene una estructura que busca una directriz clara y especifica conforme a la formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental, en donde se tiene en cuenta una base conceptual relacionada a la implementación de PCHs, y a partir de allí, se realiza una depuración de criterios dimensionales que buscan priorizar impactos mediante una optimización de la información recolectada; lo anterior, soportado en un trabajo aplicado de campo, que resulta en unos indicadores con parámetros estructurales importantes para estos proyectos, como lo ejemplifican los resultados obtenidos en la investigación conforme a temáticas como equidad de género, compensación económica, afectación a la salud, cambio climático, disponibilidad del recurso hídrico, calidad visual del paisaje, patrimonio cultural y gobernabilidad.

Este proceso de implementación de la investigación, se obtuvo durante el primer semestre del año 2019 especificando las siguientes etapas con sus respectivos tiempos de ejecución; en primer lugar, la revisión documental de la temática de construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas y sus efectos transversales al entorno entre los meses de enero a marzo; en segundo lugar, la priorización de impactos mediante una identificación y valoración por medio de matrices en el mes de abril; en tercer lugar, la estructuración de herramientas y mecanismos como encuestas y entrevistas para ser aplicadas en campo en el mes de mayo; en cuarto lugar, la tabulación de los datos recolectados, el análisis de los resultados y la formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental en el mes de junio; y por último, en el mes de julio se entregó y sustentó el trabajo de investigación con sus respectivas conclusiones y recomendaciones conforme a los resultados obtenidos.

Con relación a lo realizado en el trabajo de campo (aplicando encuestas de diagnóstico territorial), este escenario fue escogido de acuerdo a la importancia y ventaja geográfica de generación de energía eléctrica que ocurre en la zona rural del municipio de Soacha Cundinamarca, ya que en las veredas de Charquito y San Francisco existen varias centrales hidroeléctricas que mediante una red de transmisión alimentan de este servicio a gran parte de la región.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El siguiente capítulo describe el planteamiento del problema y el sub problema de la investigación junto con sus diferentes enfoques sociales y ambientales.

"*Es cierto que la implementación de las centrales hidroeléctricas a nivel mundial al igual que toda actividad humana causan múltiples alteraciones sobre el entorno que lo rodea ya sea económico, social, cultural y ambiental"* (Mora, Zavala, Sánchez, & Salcedo , 2017); no obstante, si estos procesos se realizan de manera formal, sostenible y técnica, se trasforman en una alternativa adecuada y pertinente para el desarrollo territorial. Por otro lado, Colombia cuenta con un potencial en generación de energía eléctrica mediante la construcción de PCHs de 25.000 MW instalables, teniendo en cuenta la normativa ambiental colombiana (decreto único reglamentario 1076/15), se establece que los proyectos hidroeléctricos – PCHs con capacidad instalada de 10 y menor a 100 MW deben tramitar ante la autoridad ambiental el licenciamiento y presentar el estudio de impacto ambiental (EIA), de ser necesario según los términos de referencia específicos se requerirá de un diagnóstico ambiental de alternativas; en ese orden, las empresas interesadas por este tipo de proyectos realizan el respectivo análisis y evaluación de los impactos socio-ambientales, no obstante, las metodologías utilizadas de análisis en algunos casos no son tan sólidos y muy subjetivos para clasificarlos en una categoría de alto, mediano o de bajo impacto.

Con relación a los efectos que resultan de la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas en Colombia, es necesario describir y priorizar de manera específica todos los impactos que van de la mano con actividades de construcción, operación y desmantelamiento de estos proyectos. En ese orden, la presentación de estos efectos tendrá una relevancia significativa en la selección de parámetros y criterios para la formulación de indiciadores de sostenibilidad que fortalezcan el escenario de evaluación y valoración de impactos ambientales.

Acorde a lo anterior, es importante abordar ¿Cómo se define un indicador de sostenibilidad ambiental?; para ellos es clave la priorización de impactos ambientales, sociales y económicos que genera la implementación de PCHs, el desarrollo de las encuestas

y entrevistas en campo y la definición de criterios, el cual le dan el cuerpo y definen como tal el Indicador.

2. JUSTIFICACIÓN

Conforme a las necesidades del país, ligado a garantizar el acceso al recurso energético de toda la población y debido al gran potencial geográfico, se busca en los últimos años desarrollar proyectos que impliquen aprovechamientos hidráulicos. En ese orden, *"la explotación de fuentes de energía renovable provoca la disminución de sus beneficios y su impacto positivo en el desarrollo social"* (Mora, Zavala, Sánchez, & Salcedo , 2017) incurrir en la construcción de una PCH (pequeña central hidroeléctrica), en muchas ocasiones no se están valorando de una manera eficiente y certera los impactos ambientales y sociales, lo que conlleva a que los planes de manejo ambiental o de contingencia frente a una situación de emergencia, aborden impactos que resultan ser impredecibles y con resultados nefastos para el medio ambiente y la comunidad directamente involucrada; lo anterior, hace referencia a una falta notable de mecanismos y herramientas que permitan anticiparse y prevenir estos efectos o cambios insostenibles en un territorio deseable.

Debido a los procedimientos para la construcción de una PCH, se deben identificar las principales actividades con el objetivo de correlacionar esta caracterización con los posibles impactos a los procesos naturales y sociales de los territorios intervenidos; por consiguiente, se buscará establecer de forma coherente y organizada los diferentes indicadores socio-ambientales que demuestren información relevante y con los cuales se puedan analizar los posibles escenarios de impacto y repercusión; lo esencial en este aporte, es que se plantearán indicadores (para los aspectos bióticos, abióticos y socio-económicos) relacionados a impactos y amenazas al medio ambiente, como también enfocados al desarrollo y bienestar de la comunidad que se encuentren el área de influencia (directa o indirecta) de estos proyectos; para complementar, es importante mencionar, que los insumos aportados por esta herramienta va a hacer muy compleja y multidisciplinar, debido a que muchas revisiones similares, lo hacen de una forma singular, poco específica y muy superficial.

Permitir el análisis y la medición de muchas actividades que producen impactos socio-ambientales en estos proyectos, es pertinente resaltar que ya es un requisito (ya sea por normatividad o por responsabilidad) común en todos los escenarios; por lo tanto, este simple hecho lo volvería un factor sobresaliente en el momento en que se plantea este documento;

por tal motivo, este trabajo va a estar centrado en una estructuración de una ruta metodológica para formular una batería de indicadores que enfrasque los impactos, el seguimiento y el monitoreo de las actividades en la construcción de PCHs; por lo tanto, se complementará mediante una revisión de la documentación existente, la asignación de variables pertinentes, la definición de indicadores justificados y la priorización de impactos ambientales y sociales, que fomente una metodología estandarizada para estos proyectos sostenibles; No es suficiente una valorización, sino que, además se deberá formular un mecanismo de medición (indicador) adecuado con la información obtenida y las variables analizadas. En ese orden, se expone la propuesta metodológica adapta en la siguiente figura (Osorio & Quintana, 2010):

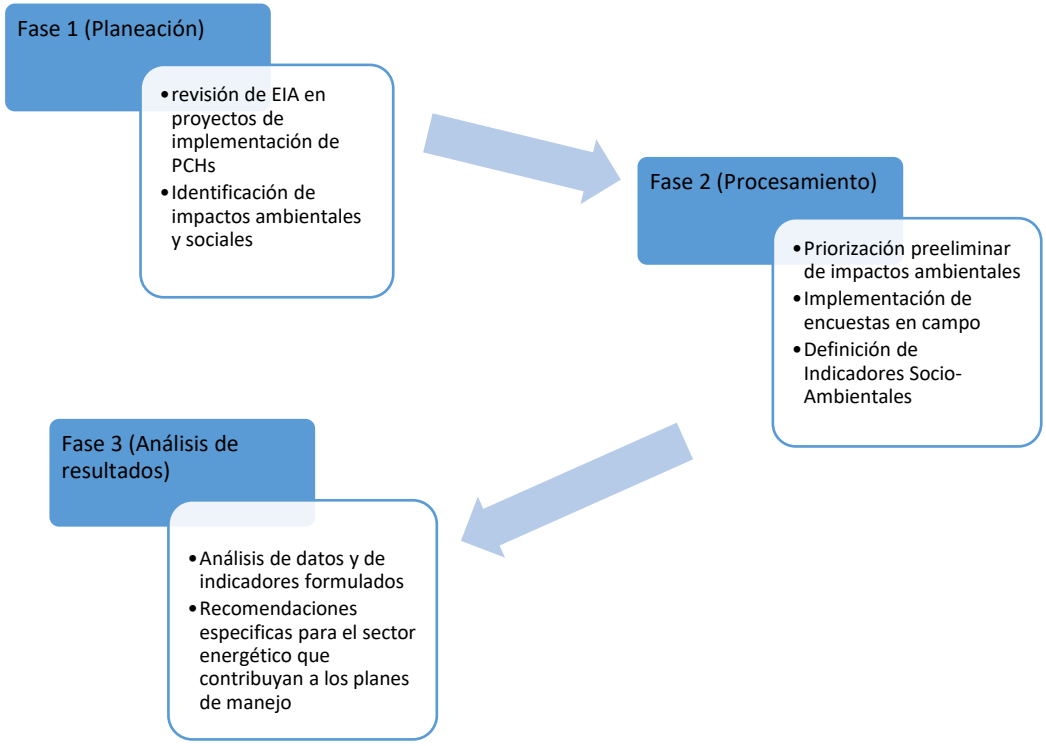


Figura 1. Propuesta metodológica para el proyecto de investigación
Fuente: Elaboración del autor

Estos proyectos enfrascan una cantidad considerable de impactos que pueden manifestarse de manera positiva o negativa dentro la construcción y puesta en marcha de las

PCH; en ese orden, afectaciones como la pérdida de la cobertura vegetal, alteraciones en la calidad del agua, fenómenos de erosión por alteraciones del suelo, generación de empleo formal e informal, regulación hídrica, cambios en los patrones ecológicos, deterioro del paisaje, entre muchos otros; la intención, es abordar estos impactos por medio de indicadores que demuestren parámetros concretos que se analicen y que permitan la toma de decisiones pertinentes por parte de los actores involucrados.

Por otro lado, como se podría evidenciar en el desarrollo local de las regiones o comunidades de difícil acceso, poseen una falta de disponibilidad energética; por lo tanto, cuando se descentraliza este recurso utilizándolos como lugares en donde se diversifican estos proyectos, puede ser una oportunidad para que socialmente se impulse el desarrollo (Morales, Corredor , Paba, & Pacheco, 2013); sin embargo, en la mayoría de los casos como no se compensa de manera adecuada, las repercusiones son intrínsecamente absorbidas por las comunidades de los territorios, como el desempleo, pérdidas de patrimonio cultural, cambios en las actividades productivas rurales, procesos de migración, entre otros aspectos que fomentan la inequidad y deterioro de los recursos en la región.

De acuerdo a lo anterior, se buscará sustentar mediante una base conceptual y de información secundaria, la necesidad de responder a las dinámicas de proyectos energéticos que se evidencian en el territorio colombiano; por lo tanto, se establecerán una serie análisis cuantitativos y cualitativos, lo que conlleva a que se fortalezca el soporte teórico y práctico.

Se puede evidenciar que las PCHs presentan grandes ventajas frente a sistemas de generación energético sostenible (que en muchas ocasiones son en zonas no interconectadas); por lo tanto, estos proyectos se convierten en una de las alternativas que se deben implementar para solucionar la falta de energía eléctrica en regiones donde se tienen las condiciones orográficas e hidrológicas aptas para su implementación (Morales, Corredor , Paba, & Pacheco, 2013). Por otro lado, "*los movimientos sociales comienzan a ver las represas solamente como construcciones gigantescas que provocan daños sociales directos como desplazamientos"* (Mendoza & Pérez, 2010); Por tal motivo, se hace indispensable apoyar con herramientas de gestión a instituciones (identificar con certeza ¿Cómo impactan? para que puedan ser viables dichos proyectos) y comunidades (ayudarles a argumentar sus

procesos de compensación), como lo pueden ser estos indicadores de sostenibilidad ambiental.

Aunado a lo anterior, se entiende que el hecho de contar con una herramienta de indicadores de sostenibilidad ambiental que contemplen variables y criterios de conformidad con la normatividad nacional vigente y se alineen a estándares internacionales tales como las normas de desempeño de IFC y las Salvaguardas Ambientales y Sociales del BID son indispensables para la contribución del cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el crecimiento en términos de sostenibilidad para Colombia.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Formular indicadores que permitan la evaluación de los impactos ambientales y sociales generados en la implementación de pequeñas centrales hidroeléctrica – PCHs que se encuentran dentro del rango de capacidad instalada de 10 MW y menores a 100 MW.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los impactos ambientales y sociales asociados a la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas – PCHs que cuentan con capacidad instalada de 10 MW y menores a 100 MW.

- Definir los indicadores ambientales, sociales y económicos con base en la priorización de los efectos y la aplicación de encuetas en campo que se asocian a la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas – PCHs, con capacidad instalada de 10 MW y menores a 100 MW bajo unos criterios previamente establecidos.

4. MARCO DE REFERENCIA

El capítulo del marco de referencia da a conocer un recuento de los antecedentes de la investigación y describe al detalle el marco técnico y el marco normativo.

4.1 Antecedentes

A nivel mundial el ser humano ha buscado diversas formas para generar y obtener la energía eléctrica, una de estas es el uso de fuentes de energía alternativa como lo es la producción de energía hidroeléctrica el cual consiste básicamente en aprovechar la fuerza que ejerce la gravedad en el agua permitiendo así el movimiento de turbinas para la generación de energía eléctrica. A inicios de la década de los Noventa, países como Canadá y Estados Unidos punteaban la lista a nivel mundial como mayores productores de energía hidroeléctrica. Otros países contribuyentes en la generación de energía hidroeléctrica son Zaire (97%), Noruega (99%), y Brasil (96%). (Campi, 2013)

A partir de la crisis de los precios del petróleo de los años setenta, se da la necesidad de buscar otras fuentes de generación de energía, impulsando así el mercado de las energías renovables e incentivando a su vez, programas, investigaciones y proyectos de origen nacional e internacional para el desarrollo de tecnologías de fuentes de energía no convencionales. (Campi, 2013) A lo largo de la década de los noventa, indicadores y criterios ambientales, sociales y de salud pública son los principales promotores para impulsar estas energías, una de las principales razones para impulsar el desarrollo de proyectos mediante energías no convencionales es la alta tasa de emisiones de gases efecto invernadero – GEI provenientes por lo general del uso de combustibles fósiles causantes del cambio climático en el planeta.

Colombia se ubica en el puesto número cuarto a nivel mundial con potencial y capacidad hidráulica, según estadísticas de la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME y la empresa XM los principales ríos como lo son el río Magdalena, el río Cauca, entre otros, se estima un caudal de 52.075 m^3 / Seg y un área total de 1.141.748 Km^2 aproximadamente de potencial en todo el territorio Nacional (UPME, 2015). Según el inventario de la empresa ISA, Colombia cuenta con un potencial de 93.085 MW que se

pueden originar mediante 308 proyectos mayores a 100 MW, de los cuales únicamente se han transformado a capacidad instalada 7.700 MW. En cuanto al potencial del país en generación de energía eléctrica mediante Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCHs, se estima una capacidad de 25.000 MW instalables, el cual según el reporte del inventario del Programa Nacional de Energías No Convencionales 168,2 MW corresponden a la generación de energía eléctrica proveniente de las 197 PCHs construidas. (Diaz A, 1992)

Ahora bien, a finales de los 80´s se comenzó a implementar las PCHs en Colombia con la operación de las plantas de Bogotá, Cúcuta y Bucaramanga, en el año de 1898 se construyó una PCH en la ciudad de Santa Marta, aunque se tienen fuentes de información que ya se había construido una. Entre los años 40 y 60 Colombia ya generaba un potencial de 45 MW producto de las PCHs a filo de agua y se instalaron gran cantidad de estas sobre todo el territorio nacional, en los años 60 y 80 no se registraron construcciones de PCHs a razón de la falta de interconexión y mantenimiento dejando así muchas de estas fueras de servicio. Durante la crisis energética que sufrió el país en el año 1992, nuevamente se impulsa la idea de ejecutar proyectos mediante fuentes no convencionales y se generan nuevas iniciativas por parte del gobierno creando así el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas – IPSE con el fin de cumplir con la tarea de suministrar y propender la expansión de la matriz energética para zonas no interconectadas. (IPSE, 2014)

A continuación, se especifica que las PCHs se empiezan a expandirse a partir del siglo XX, enfocándose en sus simples tecnologías de fácil instalación y adaptación, lo que resulta en la reducción de costos de operación y mantenimiento, añadiendo el bajo impacto ambiental, su larga duración de ejecución y la mejor opción viable para territorios no interconectados con ventajas topográficas e hidrológicas pertinentes para reemplazar generadores a base de combustibles fósiles e impulsar el desarrollo socio-económico en las zonas rurales. Sumado a esto, los proyectos energéticos, pueden complementarse en generadores eólicos y fotovoltaicos, tecnologías que brindan un gran atractivo para garantizar el acceso a la electricidad que no pueden obtener comunidades que no están interconectadas (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011).

Específicamente *"para el 2001, Canadá, China, Brasil, Estados Unidos y Rusia fueron los responsables de casi el 50% de toda la producción mundial de energía hidroeléctrica"* (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011); por otro lado, en Suramérica, se podría destacar *"Brasil con un 0,2% (0.483GW), en Centro América, Costa Rica con 4,2% (21.3MW) y en la Unión Europea, Italia"* (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011). Por lo tanto, se considera que de igual manera aparecen impactos socio-ambientales, en donde la lucha inicial por los derechos y la justicia es primordial para alcanzar intereses complejos y necesarios para el desarrollo; partiendo de una oposición al modelo neoliberal extractivo perpetuado en Latinoamérica con los fomentos normativos de los años 90´s (Mendoza & Pérez, 2010); por tal motivo, se debe tratar no buscar un incremento de producción energético, sino más bien ante la demanda de este recurso, es evidente el incentivo de su uso eficiente y sostenible.

Para el 2012 en Colombia el consumo de energía eléctrica fue de *"50.865 GW/h, siendo los sectores de mayor consumo el residencial con 40,9 %, el industrial con 30.5 %, el sector comercial y público con el 23,9 % y el sector agropecuario y minero con 4,2 %"* (Catillo , Castrillón, Vanegas, Valencia, & Villicaña, 2015).

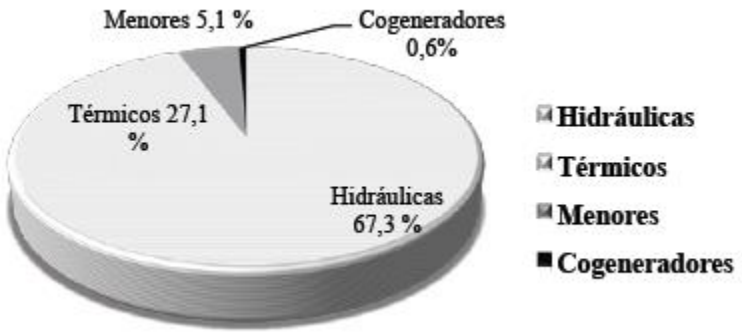


Figura 2. Fuentes de generación de energía eléctrica en Colombia 2013
Fuente: Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano (Catillo , Castrillón, Vanegas, Valencia, & Villicaña, 2015)

En concreto, la generación de energía por hidroeléctricas se está convirtiendo en una fuente convencional transformando la disponibilidad de los recursos renovables con el objetivo de que no se vuelvan escasos e incompletos; lo que sucede, es que en muchas ocasiones no se cuenta con los instrumentos técnicos, presupuesto o mano de obra calificada, para desarrollar una tecnología limpia que no implique una visión errónea del potencial

hidráulico. En ese orden, Colombia cuenta con más de 100 pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidad instalada de 560 MW, como también cuenta con más de 20 centrales hidroeléctricas, en donde "*las más relevantes según su aporte se encuentran situadas en Antioquia (San Carlos), Cundinamarca (Guavio), y Boyacá (Chivor) con capacidades instaladas de 1000, 1200 y 1240 MW respectivamente, ellas aportaron para el 2013 el 35% de la generación total de las centrales hidroeléctricas"* (Catillo , Castrillón, Vanegas, Valencia, & Villicaña, 2015) .

Además, América Latina es una de las regiones que tiene el mayor potencial para generar energía eléctrica y con alta capacidad de crecer rápidamente en proyectos principalmente relacionados a reducir emisiones de gases de efecto invernadero, especificando mecanismos de desarrollo limpio como lo son las PCHs; por tal motivo, estos proyectos hidroeléctricos generalmente son importantes para combatir el cambio climático a nivel mundial, lo que permite contar con ingresos representativos por su venta y fondear los costos de transacción con los mercados internacionales (con el negocio de los bonos de carbono) (Duque, 2016). Específicamente, se podría colocar el ejemplo de la central hidroeléctrica de Santa Ana que en su proceso de generación de energía alrededor de 6MW, alcanza a reducir emisiones de GEI y desplazar el uso de fuentes fósiles; "las reducciones de GEI totales estimadas con base en información de la Unidad de Planeación Minero Energética, fueron de 206.424 Toneladas equivalentes de CO2" (Medina & Torres, 2008). Por consiguiente, con este proyecto la empresa de Acueducto de Bogotá se presenta a los mercados internacionales del protocolo de Kyoto.

Paralelamente, el costo regular de implementar las pequeñas centrales hidroeléctricas *"varían desde 400 hasta 800 USD por 1 KW de capacidad instalada"*; sin embargo, otros costos como el transporte y las redes de conectividad pueden incrementar este rango entre 600 a 1200 USD por KW (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011). Por otro lado, en Colombia el potencial hidráulico en 1991 estaba ubicado como de los mejores a nivel mundial con *"118 GW para 351 ríos inventariados del cual, el 79% es aprovechable para proyectos de más de 100 MW, el 17% para centrales medianas (10 MW) y un 5% para PCHs"* (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011).

El INEA (Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas entre los años 1995-1997) realizó proyectos de diagnóstico técnico, para la rehabilitación de PCHs construidas en Colombia, con el objetivo de incrementar el potencial hídrico a pequeña escala; En síntesis, el instituto resalta que se encuentran en el año 2012 alrededor de 197 pequeñas centrales ubicadas en su mayoría en el centro del país; a continuación, se ilustra el listado de PCHs en funcionamiento para ese año y su ubicación en el territorio Colombiano. Sin embargo, por medio de cooperación internacional y de entidades privadas, se siguen desarrollando estudios para construir más centrales, en su mayoría ubicadas en las regiones pacífica y sur occidente del país (Torres Quintero, 2014).



1. SANTA RITA
2. CAICEDO
3. REMEDIOS
4. ARBEJORRAL
5. AMAGA
6. AMALFI
7. ANGOSTURA
8. ANTIOQUIA
9. ARMENIA
10. BARBOSA
11. BOLIVAR
12. CALERA
13. CARACOLI
14. CAÑASGORDAS
15. SAN JUAN
16. EL LIMON
17. CONCORDIA
18. FREDONIA
19. GRANADA
20. GUARNE
21. ITUANGO
22. JERICO
23. LA REBUSCA
24. OLAYA
25. PIEDRAS
26. PUEBLO RICO
27. RÍO ABAJO
28. SALGAR
29. SAN ANDRES
30. SAN JOSE
31. SAN PEDRO
32. EL CAIRO
33. SANTUARIO
34. SONSON
35. SOPETRAN
36. RÍO FRIO
37. TITIRIBI
38. TOLOMBO
39. URRAO
40. EL SALTO
41. MICOAHUMADO
42. PTE. GUILLERMO
43. SOATA
44. TEATINOS
45. CHIQUINQUIRA
46. LABRANZA GRANDE
47. PAJARITO
48. PASCA
49. PAYA
50. PISBA
51. ANSERMA
52. GUACAICA
53. ARANZAZU
54. BELEN DE UMBRIA
55. INTERMEDIA
56. MARULANDA
57. MUNICIPAL
58. PACORA
59. PENSILVANIA
60. PINZON HOYOS
61. SAN LORENZO
62. SALAMINA
63. SAN CANCIO
64. STA. R. DE CABAL
65. SUPIA
66. MANZANARES
67. GUACAMAYAS
68. ISLA GORGONA
69. FLORIDA I
70. INZA
71. OVEJAS
72. SILVIA
73. ASNAZU
74. CALOTO
75. COMODA
76. RÍO PALO
77. MONDOMO
78. SAJANDI
79. TORIBIO
80. ZIPAQUIRA
81. GUATICA
82. APULO
83. CAQUEZA
84. LA SALADA
85. ANOLAIMA
86. CHOACHI
87. FUSAGASUGA
88. GACHETA
89. MUÑA
90. NEUSA
91. PACHO
92. PANT. REDONDO
93. RIONEGRO
94. SALTO ANTIGUO
95. SESQUILE
96. TOCAIMA
97. LA VUELTA
98. JURIBIDA
99. CARACOLI
100. FORTALECILLAS
101. LA VICIOSA
102. GIGANTE
103. GUADALUPE
104. IQUIRA I
105. IQUIRA II
106. LA PITA
107. LAS DELICIAS
108. BONDA
109. GAIRA
110. MACHOSOLO
111. MIGUEL MEDINA
112. PALESTINA
113. PALMOR
114. PALOCEDONIA
115. RÍO PIEDRAS
116. SACRAMENTO
117. SIERVO ARIAS
118. CORRALES
119. EL CALVARIO
120. SAN JUANITO
121. COLORADOS
122. CONVENCION
123. OCAÑA
124. PAMPLONA
125. SALAZAR
126. JULIO BRAVO
127. RÍO BOBO
128. RÍO INGENIO
129. RÍO SAPUYES
130. SAPUYES
131. ALTAQUER
132. RÍO MAYO I
133. MAYO I
134. POTOSI
135. SANDONA
136. MULATO
137. COLON
138. MOCOA
139. SAN FRANCISCO
140. MONTENEGRO
141. PUAO
142. EL BOSQUE
143. LA UNION
144. ARMENIA
145. BAYONA
146. CALARCA
147. CAMPESTRE
148. EL CAIMO
149. SANTUARIO
150. NUEVO LIBARE
151. NUEVA
152. BELMONTE
153. DOS QUEBRADAS
154. SANTA ROSA
155. CALICHAL
156. ZARAGOZA
157. PALMAS
158. SERVITA
159. CASCADA
160. CHITOZA
161. LA COMODA
162. CERRITO
163. LA CASCADA
164. MALAGA
165. PIEDECUESTA
166. SAN GIL
167. SOCORRO
168. ZAPATOCA
169. RÍO RECIO I
170. RÍO RECIO II
171. VENTANAS
172. MEROLINDO
173. GUALI
174. LAGUNILLA
175. PASTALES
176. CAJAMARCA
177. LIBANO
178. VENADILLO
179. RIVERA
180. NIMA I
181. NIMA II
182. RUMOR
183. CONSOTA I
184. CONSOTA II
185. GUADALAJARA
186. CALI I
187. CALI II
188. CARTAGO
189. CUMBRE
190. EL HORMIGUERO
191. LA PUERTA
192. PRADERA
193. RÍO FRÍO
194. RÍO FRÍO II
195. PATICO – LA CABRERA
196. COCONUCO
197. SANTA ANA

Figura 3. Listado pequeñas centrales hidroeléctricas de Colombia en operación, año 2012 Fuente: Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas –INEA *(Torres Quintero, 2014)*



Figura 4. Ubicación de pequeñas centrales hidroeléctricas de Colombia en operación, año 2012

Fuente: Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas –INEA (Torres Quintero, 2014)

De igual forma, en consecuencia del incremento nacional de estos proyectos, hay ventajas importantes que toca resaltar principalmente la generación de pocos residuos contaminantes (que afecten de forma secuencial los recursos naturales), lo anterior, especialmente porque no requiere o utiliza combustibles fósiles ni otro sustituto similar; al recapitular, los impactos de las PCHs a nivel local son mucho menores a las granes centrales, es decir, son impactos que tienen un alto grado manejo y prevención, por ejemplo, el manejo de los residuos productos de la construcción, el grado de erosión, el control en la calidad del agua, entre otros; en particular, estos proyectos en su mayoría van acompañados de usos complementarios como lo son redes de riego (para cultivos), protección contra inundaciones y suministro de agua, procesos de eco-turismo, lo que se convierte ambiciosamente en un propósito para el uso de tecnologías limpias en el territorio Colombiano (Torres Quintero, 2014).

A nivel mundial se viene trabajando en diseñar y formular herramientas que fomentan las inversiones sostenibles a proyectos de infraestructura considerando criterios, indicadores y componentes ambientales y sociales, estos mecanismos los podemos ver reflejados en las normas de desempeño de la Corporación Financiera Internacional o los principios del Ecuador. (Principles, 2013)

Los Principios del Ecuador forman un compromiso voluntario, basados en una iniciativa de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés) del Banco Mundial para el fomento de las inversiones sostenibles del sector público y privado en los países en desarrollo (IFC, 2018).

Los 10 Principios de Ecuador permiten identificar la idoneidad social y ambiental de un proyecto a financiar, incluyendo una serie de criterios mínimos de impacto ambiental y social para que la solicitud de financiación sea aceptada. Esos criterios corresponden con los ocho (8) Estándares de Desempeño del IFC. (Internacional, 2012)

- PRINCIPIO 1 – Revisión y categorización (según estándares del IFC).
- PRINCIPIO 2 – Evaluación ambiental y social (según estándares del IFC).
- PRINCIPIO 3 – Normas ambientales y sociales aplicables.
- PRINCIPIO 4 – Sistema de gestión ambiental y social y plan de acción del proyecto.
- PRINCIPIO 5 – Participación de los grupos de interés (participación demostrada).
- PRINCIPIO 6 – Mecanismos de quejas.
- PRINCIPIO 7 – Revisión independiente.
- PRINCIPIO 8 – Compromisos contractuales.
- PRINCIPIO 9 – Seguimiento independiente y reporte.
- PRINCIPIO 10 – Presentación de informes y transparencia (como mínimo, un resumen de la Evaluación de Impacto Ambiental y Social del proyecto es accesible y está disponible online). (Principles, 2013)

Estos diez principios son adecuados para establecer relaciones satisfactorias con los beneficiarios, como con las entidades financieras, logrando así los objetivos de todas las partes interesadas. Ayudan a conservar las normas sociales y ambientales, y promueven la transparencia en los modelos de negocio. (Principles, 2013)

Los Principios de Ecuador se han convertido en el estándar de la industria financiera para la gestión de riesgos ambientales y sociales en proyectos. Las instituciones financieras adoptan los Principios para garantizar que los proyectos que financian se desarrollen de manera socialmente responsable y reflejen buenas prácticas de gestión medioambiental. Al hacerlo, deben evitarse los impactos negativos en los ecosistemas y las comunidades afectados por el proyecto cuando sea posible, y si es inevitable, deben reducirse, mitigarse y/o compensarse adecuadamente. (Internacional, 2012)

La colaboración y el aprendizaje sobre la aplicación de políticas más amplia, la interpretación y las metodologías entre los adoptadores, y con sus partes interesadas, ayuda a la transferencia de conocimiento, aprendizaje y desarrollo de mejores prácticas. El papel de los adoptadores como financistas les brinda oportunidades para promover la gestión ambiental responsable y el desarrollo socialmente responsable del país (INERCO, 2014).

Conforme a la dinámica de textos o trabajos que van relacionados con este tipo de proyectos de investigación enfocado al sector energético, se pueden resaltar algunos documentos específicos que se consultaron para este proceso como lo son:

"Indicadores de progreso hacia la sostenibilidad del sector minero energético" este informe involucra un contenido con interés en el sector energético y en escenarios de sostenibilidad, en donde pretende ser un instrumento que sea clave para la toma de decisiones en el ámbito político sectorial; por lo tanto, estos indicadores se basan en una priorización de valores sostenibles y que muestren relación con temas comportamentales del territorio colombiano (INERCO, 2014).

"*Diseño del sistema de indicadores ambientales aplicado al sistema de gestión ambiental de la central hidroeléctrica de Chivor"* este trabajo de grado busca generar una información ambiental, mediante la comparación de indicadores del sistema de gestión

ambiental de la central hidro-eléctrica, utilizando una metodología del ciclo PHVA (ISO 14001) para lo cual se utilizó el modelo de la norma ISO 14031: Evaluación del desempeño ambiental; por lo anterior, se obtiene, un conjunto de indicadores ambientales conforme a las necesidades de la compañía (Rodríguez Ortiz, 2007).

"Diseño de una metodología de evaluación de impacto ambiental en centrales hidroeléctricas en Colombia. Caso de estudio proyecto el quimbo" este proyecto de investigación surge de la información sobre los impactos generados por la construcción de las centrales hidroeléctricas en Colombia, ya que se encuentra que los EIAs ambientales en la mayoría de los casos son superficiales en comparación con la de otros países (García Cano, 2016).

4.2 Marco Técnico

A continuación, se desglosa el contenido del marco técnico que integra una caracterización geográfica, la temporalidad del trabajo de investigación, conceptos y aspectos técnicos ambientales y so-económicos.

Enfoque Socio-ambiental

A finales de la década de los 80´s Colombia comenzó la implementación de proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en todo el territorio nacional, esta nueva generación de energía eléctrica despertó el interés a empresas nacionales e internacionales ya que el país cuenta con un alto potencial por las características topográficas y de relieves que se destacan en el territorio. Ahora bien, la construcción y puesta en marcha de este tipo de proyectos trae consigo efectos ambientales y socioeconómicos tales como: la generación de empleo, regulación del cauce del río, incremento del comercio, modificación paisajística, afectación de la biodiversidad, remoción de la cobertura vegetal, entre otros. En este sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se vio en la obligación de incluir dentro del Decreto Único Reglamentario 1076, en la "*Sección 2. Competencia y exigibilidad de Licencia Ambiental, Articulo 2.2.2.3.2.3 competencia de las corporaciones autónomas Regionales"* (Sostenible, Decreto Único Reglamentario 1076, 2015), que la construcción y operación de centrales generadoras a partir del recurso hídrico con capacidad mayor o igual

a 10 y menor a 100 MW requieren de licencia ambiental. Por lo anterior, se infiere que por ser competencia de las CARs, estas tienen la autonomía de definir sus propios Términos de Referencia para la presentación de los Estudios de Impacto Ambiental para el trámite del correspondiente licenciamiento.

En algunos casos los TdR se quedan cortos en la parte de análisis y evaluación de impactos ambientales y sociales, ya que varios criterios, variables o actores presentes en la construcción e implementación de estos proyectos no se identifican ni se valoran de una forma transversal, lo que conlleva a que muchos de las consecuencias de estos fenómenos terminen en externalidades (que no se compensan o no se eviten) y que deterioran los factores ambientales y el desarrollo de las comunidades (Diaz A, 1992).

Marco Geográfico

Los proyectos de construcción de PCHs con capacidad instalada igual o mayor a 10 y menor a 100 MW en todo el territorio nacional. De manera detallada, este proyecto de investigación da lugar a una visita de campo en el cual se describe a continuación:

Generalidades

El proyecto seleccionado para la visita es la Pequeña Central Hidroeléctrica "Charquito", se encuentra ubicada a 46 Km de la ciudad de Bogotá sobre la vía mesitas del Colegio, cuenta con una capacidad instalada de 19.4 MW y entro en operación en el año 2003.

El proyecto de la PCH "Charquito" se encuentra ubicado en el Departamento de Cundinamarca en el Municipio de Soacha, más específicamente en la vereda de El Charquito el cual se localiza al occidente del casco urbano perteneciente al corregimiento 2. El municipio limita al Norte con los municipios de Bojacá y Mosquera, al Sur con los municipios de Sibaté y Pasca, al Oriente con la ciudad de Bogotá y al Occidente con los municipios de Granada y San Antonio de Tequendama. (Soacha, 2019)

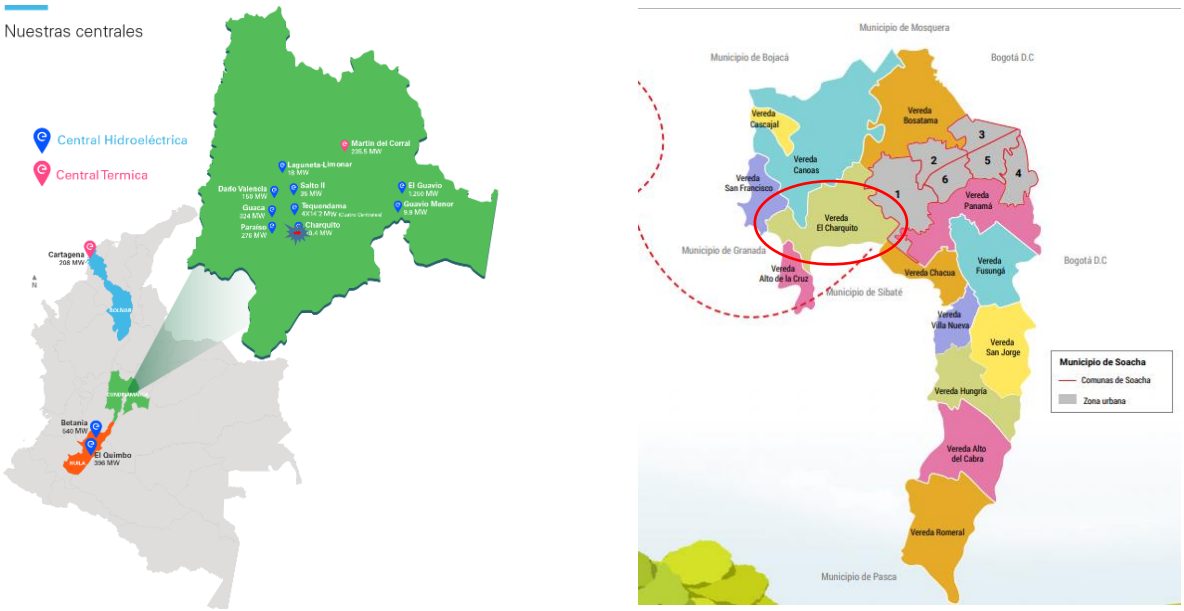


Figura 5. Ubicación del proyecto “Charquito”
Fuente: Documento Soacha Rural, ENEL CODENSA
(Soacha, 2019)

Contexto del área a visitar

EL municipio de Soacha cuenta con una extensión de área urbana de 19 Km2, una extensión rural de 165.45 Km2 para un total de 184.45 Km2, cuenta con una población de 556.268 habitantes ubicándolo en el municipio más poblado del departamento y con una altitud de la cabecera municipal corresponde a 2.256 m.s.n.m. (Soacha, 2019)

Su territorio tiene una importancia cultural importante ya que en él se asentaron indígenas de la confederación Muisca, el cual según sus tradiciones enseño como vocación la agricultura. Ahora bien, la vereda El Charquito es un territorio en su totalidad montañoso, bañado con las aguas del río Bogotá, su centro poblado se ubica entre las vías Mesitas de El Colegio – Soacha y Granada – Soacha, Colinda al Norte con las veredas de Canoas y de Bosatama, al oriente con la comuna 1 (compartir), al oeste con las veredas de San Francisco, el municipio de Granada y el Alto de la Cruz y al sur con el Municipio de Sibaté. (Soacha, 2019)

Clima

El municipio de Soacha manifiesta un clima cálido y templado, según la clasificación por Holdridge corresponde a bosque seco montano bajo (bs-MB), cuenta con altas precipitaciones de manera que en el mes más seco del año se manifiesta lluvias frecuentes. El clima presenta una temperatura promedio de 11.5 °C, su temperatura máxima es de 23°C y la mínima de 8°C. Cuenta con una precipitación media anual de 698 mm, con una distribución bimodal durante el año, es decir altas precipitaciones entre el mes de abril-junio y octubre-diciembre. Con una época de alto riesgo de heladas a finales del mes de diciembre y comienzos de enero. Las altitudes en el municipio oscilan entre los 2.400 hasta los 3.900 m.s.n.m. (Soacha, 2019).

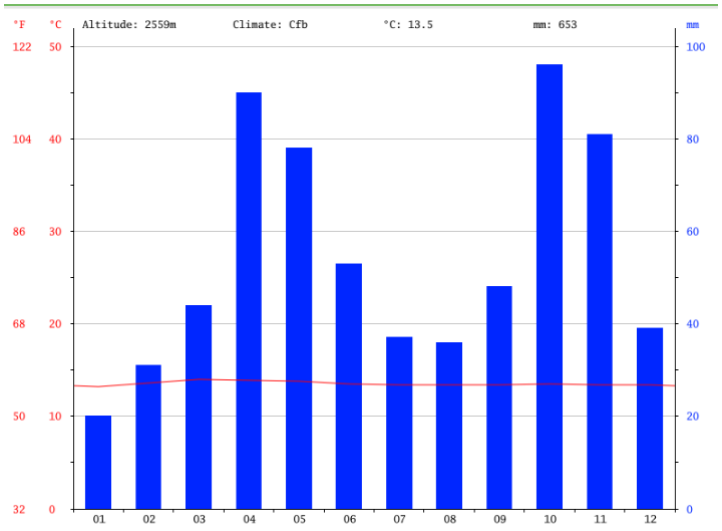


Figura 6. Climograma municipio de Soacha
Fuente: IDEAM
(Soacha, 2019)

Fauna y Flora

La fauna del municipio de Soacha se caracteriza principalmente por avifauna, mamíferos y reptiles pequeños, en cuanto a la vegetación, cuenta con bosques naturales, bosques introducidos e especies exóticas, bosques artificiales y pastos naturales e introducidos. Los ecosistemas presentes en el municipio son Bosque inundable el cual se

encuentra en las veredas Bosatama, Canoas, El Charquito y parte de la zona urbana, Bosque Andino Bajo, presente en la zona urbana y en las veredas Canoas, Panamá, Fusungá y Bosatama, Bosque Alto Andino de Niebla, ubicado en las veredas de San Francisco, Alto de la Cruz y Cascajal, Bosque Alto Andino localizado en las veredas San Jorge y Villanueva y Páramo ubicado en las vereda, Alto del Cabra, Romeral y Hungría. (Soacha, 2019)

Hidrología

El municipio de Soacha se ubica en la cuenca alta del Río Bogotá, esta cuenca ocupa una extensión de 4.305 Km2, el municipio recibe toda la afectación y carga contaminante del río desde su nacimiento hasta su paso por Soacha a causa de malas prácticas agrícolas e industriales. Por otra parte, el río Soacha nace en la zona de páramo al oriente del municipio, en la vereda Hungría, según reportes históricos el río estuvo rodeado de bosques de gran biodiversidad y drenado por gran cantidad de cuerpos de agua superficial. (Soacha, 2019)

La sub-cuenca del Río Soacha cuenta con un área total de 50 Km2, conformada por la quebrada Cachua que vierte sus aguas en el embalse del Muña, por la parte central con la quebrada de Sabaneta y pie de cuesta. Por otra parte, la red hidrológica está compuesta por las quebradas, Honda, Las Mirlas, Dos Quebradas, Duraznillos, Canastos, Uña de Gato, Hato viejo, Sabaneta y Cambray. Soacha posee varios humedales como lo son el Humedal Tierra Blanca, Tibanica, San Isidro, El Neuta entre otras. (Soacha, 2019)

Actividades Productivas

El Municipio de Soacha ha tenido una transición frente a sus actividades productivas, por lo que a hoy el municipio desarrolla actividades de agricultura y ganadería en su extensión rural y actividades industriales en la zona urbana del casco urbano y alrededores. También el municipio ha experimentado cambios en el uso del suelo por actividades económicas de minería tales como canteras y explotación de arcillas, areniscas y materiales de construcción. A continuación, se muestra una ilustración de la visión urbana. Regional del Municipio. (Soacha, 2019)

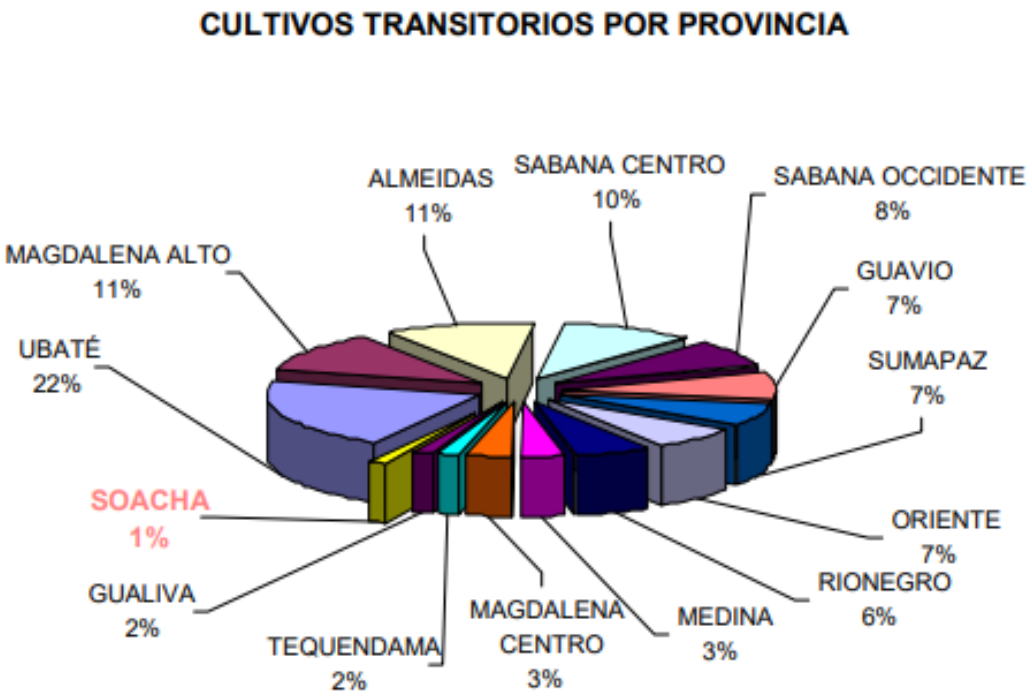


Figura 7. Aporte en el sector agropecuario de Soacha
Fuente: Alcaldía Municipal de Soacha
(Soacha, 2019)

Marco Temporal

Si bien, este trabajo de investigación establece una metodología para la formulación y definición de indicadores de sostenibilidad ambiental es importante considerar una temporalidad para el desarrollo y ejecución de las diferentes actividades. La figura No. 4 muestra la temporalidad del trabajo de investigación.

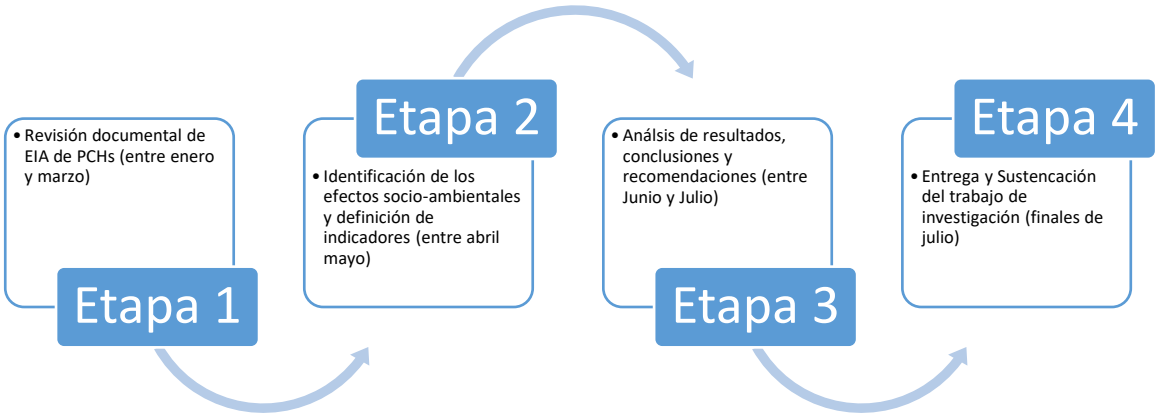


Figura 8. Marco Temporal del proyecto de investigación
Fuente: Elaboración del autor



La Hidro-energía es una fuente de energía renovable el cual se puede encontrar en territorios ricos en recurso hídrico, su aprovechamiento se ve reflejado por lo general con la construcción de centrales de generación (hidroeléctricas). La Hidro-energía consiste en aprovechar toda esa energía potencial que produce el agua cuando esta se desplaza por el cauce o en su defecto cuando se encuentra represada a cierta altura y se deja caer bajo los efectos de la gravedad produciendo energía eléctrica. (Energética, 2015)

Para generar energía eléctrica mediante centrales hidroeléctricas, la energía potencial que produce la caída del agua se debe transformar en energía cinética, el cual se logra con el contacto del agua con las turbinas que se encuentran acopladas a un generador transformando la energía cinética en mecánica. Ahora bien, el generador cumple la función de transformar esta energía mecánica en eléctrica, esta transformación surge de la interacción entre la parte móvil (rotor), y la estática (estator) que componen al generador. (Energética, 2015)

Una Central Hidroeléctrica es una infraestructura instalada en un área determinada que permite aprovechar el movimiento del agua para transformarla en energía eléctrica mediante turbinas conectadas a generadores, luego de que este proceso termina el agua es devuelta al cauce del rio en las condiciones en las que se captó de tal manera que otra central

de generación ubicada aguas abajo puede aprovecharla nuevamente el recurso o ser utilizada para el consumo. (XM E. , s.f.)Los principales componentes de una central hidroeléctrica son:

Presa: cumple la función de retener el paso del agua de un río para almacenarla en un embalse.

Casa de Maquinas: Infraestructura donde son ubicadas las turbinas, alternadores, máquinas y elementos que regulan y controlan la central

Turbina: Principal elemento que se encarga de transformar la energía cinética producida por el agua en energía mecánica.

Alternador: Conocidos también como generador eléctrico el cual transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

Conducciones: Encargados de alimentar de agua a las turbinas de la central mediante un sistema complejo de canalizaciones.

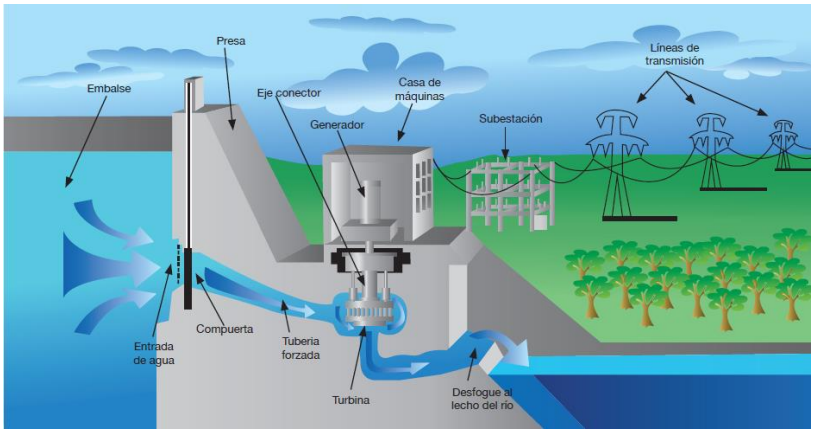


Figura 9. Central Hidroeléctrica
Fuente: Atlas Hidro-generación en Colombia (IngFocol, 2015)

Las centrales hidroeléctricas cuentan con ventajas y desventajas, sus principales ventajas son: el bajo costo de su operación, no requieren de combustible, es una fuente de energía estable, la producción de energía es segura, no existe emisiones de gases contaminantes a la atmosfera y que se puede regular los controles de flujo en caso de que exista riesgo de una inundación. Sus desventajas se pueden ver reflejadas en la perdida de cobertura vegetal, disminución del caudal del río, cambios irreversibles en los ecosistemas fluviales y en los costos altos de capital por Kv producido (IngFocol, 2015).

Existen varios tipos de centrales hidroeléctricas; a continuación, se describe cada una de ellas:

Central de Agua Fluyente

Caracterizadas por ser construidas en zonas donde la energía cinética producida por el agua debe aprovecharse de inmediato para activar las turbinas hidráulicas. Estas centrales no cuentan con reserva de agua, la generación de energías eléctrica de estas se encuentra directamente influenciadas por las estaciones del año en donde aumenta o disminuye la dinámica del cauce (IngFocol, 2015).

Centrales de Regulación

Son aquellas que emplean la construcción de una o más presas para almacenar cierto volumen de agua, generando así espejos de agua artificial. Estas centrales permiten regular la cantidad de agua que entran a las turbinas, con el propósito de estabilizar las variaciones y dinámicas de los caudales de los ríos. Por lo general, estas centrales requieren de mayor recurso de inversión para su construcción; no obstante, facilitan el incremento de producción energética y decreciendo el costo de la energía generada (IngFocol, 2015).

Central de acumulación por Bombeo

Se encuentran constituidas por dos embalses ubicados a distinto nivel, su funcionamiento consiste en operar las turbinas y el generador de la presa aguas arriba durante el día mientras que la presa aguas abajo acumula el flujo, posterior a esto en las horas donde el flujo del caudal es menor bombear el agua de nuevo al embalse aguas arriba e iniciar el ciclo de nuevo y generar energía eléctrica (IngFocol, 2015).

Centrales mareomotrices

Este tipo de centrales aprovecha la energía que transmite la marea para transformarla en electricidad, su funcionamiento es similar al de un embalse de rio, ya que se espera a que el depósito se llene con la marea y cuando este baje su nivel conducir el agua mediante presión a las turbinas y generar energía eléctrica. Por lo general se construyen en bahías o estuarios para aprovechar al máximo la energía de la marea (IngFocol, 2015).

Considerando la capacidad instalada las hidroeléctricas se pueden clasificar en Pico-centrales (entre 0.5 y 5 kW), Micro-centrales (entre 5 y 50 Kw), Mini-centrales (entre 50 y 500 kW), hidroeléctricas – PCH (entre 500 y 20.000 kW) y Centrales Hidroeléctricas – CH (Mayor de 20 MW); sin embargo, no existe un criterio a nivel mundial que los categorice a todas de esta manera, esta clasificación la adopto la UPME y fue tomada del Ministerio de Minas y Energía como sugerencia por parte de la Organización Latinoamericana de Energía (Energética, 2015).

Las PCHs están constituidas normalmente por una pequeña fuente energética con sus respectivas adecuaciones técnicas, para su óptima operación; por consiguiente, este proceso transforma una proveniente energía hidráulica en energía mecánica que en la mayoría de los casos es ocasionada por una turbina y a partir de esto, por medio de trasformadores se convierte en energía eléctrica; luego, en una red de distribución la aprovechen los consumidores de este recurso; a continuación, se evidencia un esquema clásico de este proceso (APROTEC, 2009):

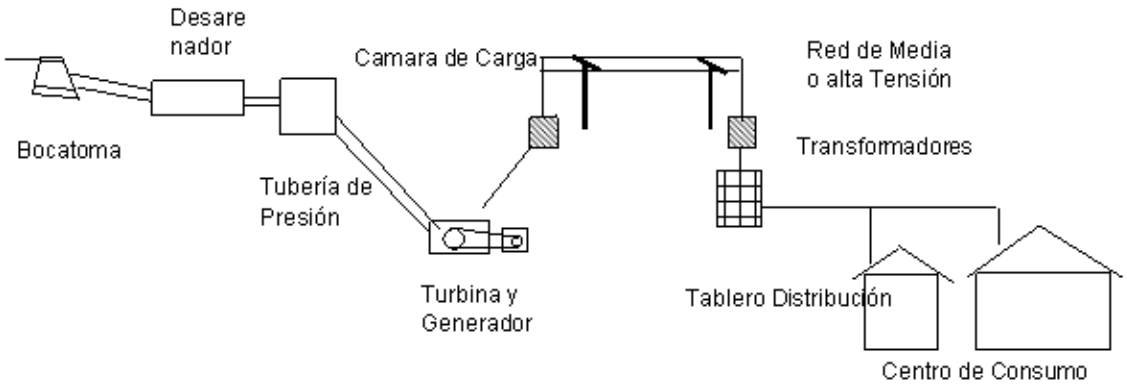


Figura 10. Componentes del sistema de una PCH
Fuente: (APROTEC, 2009)

Gracias a que existen diferentes tipos de PCHs (como ya se mencionó en el marco teórico), hay una alta posibilidad de poder aprovechar estas potencialidades hidráulicas de los territorios y comunidades; sin embargo, se hace importante aclarar que, de acuerdo a los tipos de operación de las centrales, también existe una diversificación de turbinas que permiten seleccionar el tipo de tecnología de acuerdo a la altura y caudal disponible del recurso hídrico; complementando, con respecto a la tecnología de las turbinas, se hace

referencia que se crearon desde el siglo XIX y sus avances tecnológicos no son los mejores, lo que conlleva a que sus eficiencias energéticas oscilen entre el 85% y 95% (Sierra, Sierra, & Guerrero, 2011); en ese orden, en Colombia las turbinas más utilizadas en las implementaciones de PCHs son:

Tipo de Turbina	N° Centrales	Potencia Instalada en Kw
PELTON	48	33.926
FRANCIS	52	68.249
MICHELL-BANKI	4	100
COMBINADOS (Pelton-Francis)	8	13.231
KAPLAN	1	1.500
OTROS	1	-
SIN INFORMACIÓN	87	52.656,9
TOTAL	**197**	**168.162,9**

Figura 11. Tipos de turbinas utilizadas en las PCH´S en Colombia a 2012
Fuente: (Torres Quintero, 2014)

Ahora bien, conforme al alcance de este documento un indicador se puede definir como una herramienta que en cierta forma representa una situación en términos de variables para cuantificar y medir los cambios. En este sentido podríamos afirmar que los indicadores permiten considerar varios aspectos tales como, el económico, social, ambiental, político, entre otros. (Ortiz, 2007)

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico – OCDE, define un indicador como el conjunto de *"parámetros, que ofrece información sobre un Fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro"*. (Ortiz, 2007) Recogiendo los anteriores conceptos podemos definir un indicador como una herramienta que brinda analizar una situación, sistema o proceso cuantitativamente permitiendo dar un juicio o toma de decisión.

Por otra parte, si hablamos de indicadores ambientales este se puede definir como una herramienta que permite conocer el estado del medio ambiente frente a la inquietud de la sociedad, si bien el componente ambiental anteriormente no era tenido muy en cuenta, con

esos indicadores se busca que se incorporen en la toma de decisiones de diversas situaciones. (Ortiz, 2007)

Debido que las PCHs presentan unas grandes ventajas de construcción y/o operación frente a los impactos socio-ambientales que pueden llegar a producir, como también, el alcance de desarrollo sostenible que adquiere por ser una alternativa que es limpia (debido a que son cambiadas por las convencionales centrales térmicas) y que especialmente operan en zonas no interconectadas; en consecuencia, se convierten en la mejor alternativa a implementarse para solucionar la falta de energía eléctrica en regiones donde se tienen las condiciones topográficas e hidrológicas aptas para su implementación. A continuación, se muestran las etapas a tener en cuenta en la presentación de proyectos para PCHs (Morales, Corredor , Paba, & Pacheco, 2013).

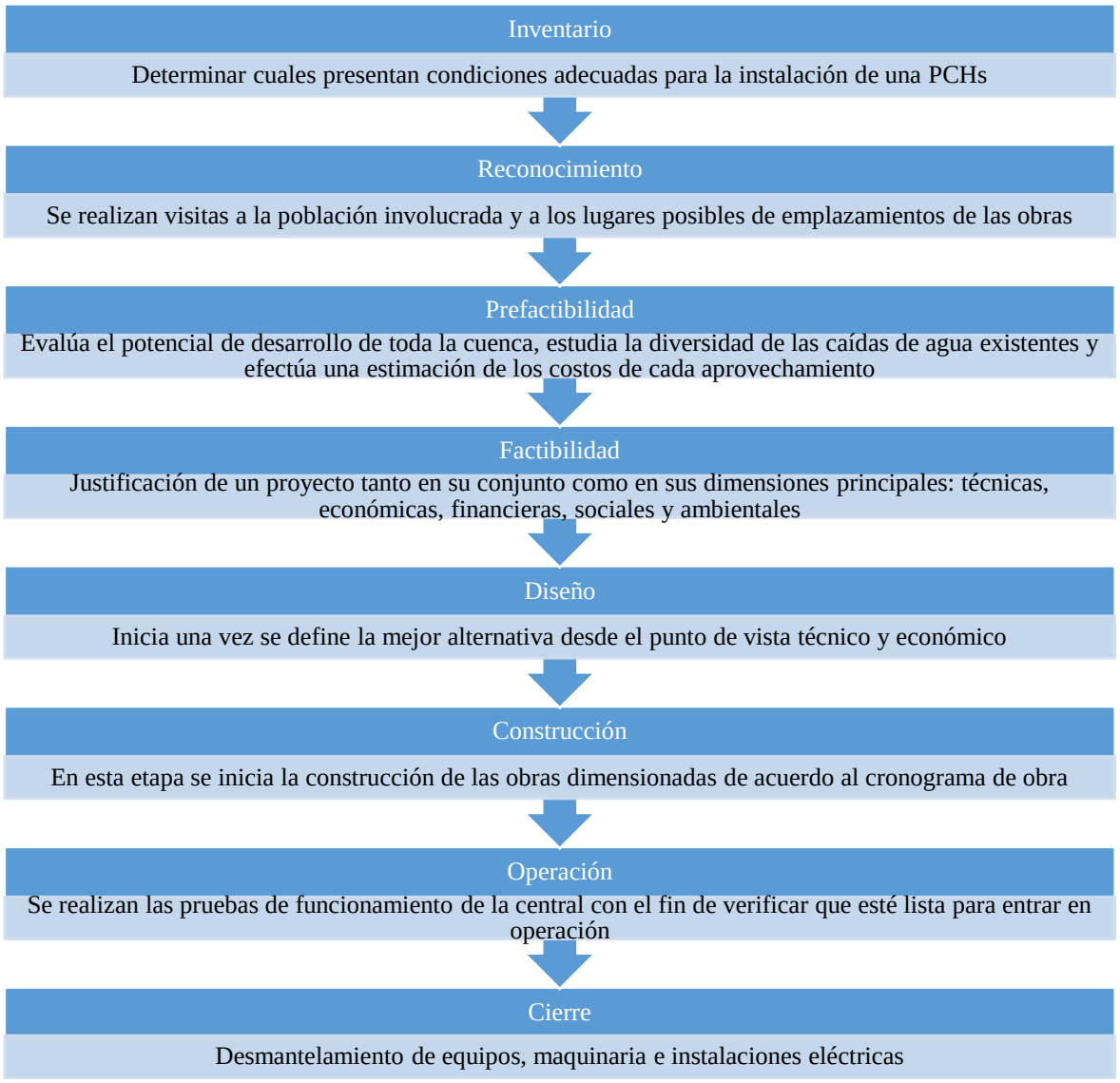


Figura 12. Etapas para un proyecto de PCHs
Fuente: (Morales, Corredor , Paba, & Pacheco, 2013)

Dado que la dinámica de este trabajo de investigación, busca contribuir en la complementación de los mecanismo y herramientas de indicadores socio-ambientales que valoren de una manera integral los impactos negativos o positivos para estos proyectos de implementación de PCHs; en consecuencia, para tener una visión holística de estos procesos, es necesario distinguir cuales son las principales actividades en la implementación de estos proyectos, que logran cierto grado de impacto cuantitativo y cualitativo; a continuación se evidencian estas actividades considerando que se encuentran sujetas a modificaciones dependiendo del alcance y cronograma especifico de cada proyecto (Iglesias, 2011):

Fases	Actividades
Previa Construcción	Interacción del promotor con la comunidad
	Compra de predios
	Reasentamiento voluntario e involuntario en el área de influencia directa
Construcción	Contratación de personal
	Suministro de servicios públicos (energía, sanitarios, agua potable, entre otros)
	Ocupación y mantenimiento de campamentos
	Construcciones superficiales (Vías e infraestructura)
	Construcciones Subterráneas (Túneles)
	Transporte de equipos y maquinaria
	Transporte de materiales para la construcción
	Mantenimiento de equipos y maquinaria
	Disposición de materiales sobrantes
	Movimientos de tierras en área a hacer inundada
	Remoción de suelo y vegetación
	Desviación del cauce del recurso hídrico
Llenado de embalse	Desbroce y limpieza de residuos de vegetación
	Llenado de embalse (si aplica)
Operación	Captación del cauce
	Reasentamiento voluntario e involuntario en el área de influencia directa
	Carga y generación de energía
	Mantenimiento de la central hidroeléctrica
	Disposición de residuos de mantenimiento de la central (sedimentos)
	Descarga
Desmantelamiento	Movilización de equipos y maquinaria para desmonte y demolición
	Disposición final de los residuos sólidos
	Recuperación y revegetalización

Tabla 1. Actividades susceptibles en los proyectos de PCHs que produzcan algún tipo de impacto
Fuente: Elaboración propia, modificado de (Iglesias, 2011)

Especialmente, "*la hidroelectricidad es una fuente energética con un impacto sobre el entorno que ofrece normalmente un balance bastante positivo*" (Iglesias, 2011); por consiguiente, los análisis ambientales requieren de un estudio profundizado de evaluación de los impactos socio-ambientales, en donde se pueda determinar en cada una de las etapas, las

medidas pertinentes para compensar o mitigar estos efectos sobre el territorio; a continuación, se muestra un ejemplo de algunos impactos que pueden resultar por la implementación de una PCH (considerando que está sujeta a cambios dependiendo del escenario) (INGETECSA, 2008):

Posibles impactos que podrían resultar de la implementación de una PCH
TÉCNICOS – AMBIENTALES
* Alteración de la calidad del agua
* Colmatación de los cuerpos de agua
* Alteración de los niveles de recarga de agua subterránea
* Afectación en la estabilidad de la roca
* Alteración de la calidad del aire
* Alteración de niveles de presión sonora
* Afectación por generación de residuos de excavación
* Generación de residuos sólidos domésticos e industriales
* Adaptación al cambio climático
* Alteración del microclima en los alrededores del embalse
* Perdida y alteración de suelos
* Cambios en el uso del suelo
* Pérdida del suelo
* Alteraciones de las propiedades del suelo
* Procesos erosivos
* Pérdida de cobertura vegetal
* Reforestación
* Calidad del paisaje
* Afectación de fauna terrestre
* Afectación de la flora
* Formación de nuevos hábitats acuáticos
* Regulación hídrica (control de inundaciones y de sequías)
* Alteración de las comunidades hidrobiológicas
SOCIO-ECONÓMICO
* Migración en las cabeceras municipales
* Afectación de asentamientos nucleados y dispersos
* Pérdida de actividades productivas
* Perdida de infraestructura física
* Vinculación de mano de obra
* Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad
* Pérdida de fuentes de empleo

* Posible afectación de los servicios sociales del área adyacente al embalse
* Ecoturismo (si aplica)
* Afectación de la infraestructura de uso público
* Aparición de conflictos con comunidades
* Afectación predial
* Afectación de acceso y caminos veredales
* Cambio en las relaciones de poder
* Enfermedades a la comunidad
CULTURAL
* Alteración y pérdida del patrimonio arqueológico
* Pérdida de patrimonio cultural inmueble
* Cambio en la dinámicas del uso de la conectividad vial
INSTITUCIONAL
* Incremento en presupuesto a los entes territoriales por transferencias
Impactos relacionados con seguridad y salud en el trabajo
* Lesiones de los trabajadores (fracturas, traumas, cortes, amputación traumática, estrés por calor, quemaduras, ceguera)
* Pérdida de la vida de los trabajadores
* Variaciones del umbral auditivo y perdida de la audición
* Enfermedades de los trabajadores (cáncer de piel, problemas respiratorios, intoxicaciones)

Tabla 2. Posibles impactos resultantes de la implementación de una PCH
Fuente: Elaboración propia, modificado de (INGETECSA, 2008)

En particular, estos impactos se podrían reducir, mitigar y compensar con la debida valoración correspondiente en el estudio de impacto ambiental y los planes de manejo; conjuntamente, lo que se busca es implementar de una forma intrínseca los posibles indicadores socio-ambientales que correspondan directamente con las actividades realizadas en la ejecución de una PCH e impactos relevantes que se producen en estos proyectos sostenibles (INGETECSA, 2008).

En consecuencia, las diferentes políticas energéticas se direccionan hacía el uso de fuentes no convencionales, en donde por medio de entidades como el ministerio de minas y energía, la UPME, el IPSE, la CREG (comisión de regulación de energía y gas), entre otras, se interpreta que la implementación de proyectos de gran potencial energético es un avance hacía el desarrollo; sin embargo, se debe tratar de involucrar con este trabajo la necesidad de establecer herramientas de medición acordes a los escenarios de las PCHs e incentivar la adjudicación de estos indicadores en los marcos normativos (Catillo , Castrillón, Vanegas, Valencia, & Villicaña, 2015).

Existen diferentes tipos de indicadores ambientales los cuales varían según la perspectiva y de las necesidades de información, las variables de medición y el objetivo de la información requerida; a continuación, se muestra una clasificación posible de los indicadores ambientales (Ortiz, 2007):

Cualitativos	• Medidas en cantidades o número
Cuantitativos	• Se tratan de aspectos que no son cuantificados directamente provenientes de percepciones o juicios
Directos	• Son aquellos que se obtienen de forma concreta, con cálculos sencillos
Indirectos	• se recurre a indicadores sustitutivos o conjuntos de indicadores relativos al fenómeno que nos interesa medir o sistematizar
Positivos	• Si se incrementa su valor estarían indicando un avance en el alcance de las metas
Negativos	• Si su valor se incrementa estarían indicando un retroceso en el alcance de las metas
De Proceso	• Cuantifican procesos, las características y actividades internas de estos
De Resultado	• Captan las salidas o resultados directos de programas y proyectos
De Impacto	• Consideran los cambios que se producen sobre el ambiente o aspecto en general
De Eficiencia	• Es la medida de la combinación de factores de producción que se utilizan en un proceso
De Suficiencia	• Miden la capacidad para desarrollar un proceso
De Acceso	• Aspectos determinantes que condicionan el acceso a recursos para satisfacer necesidades al desarrollo de las actividades
De Insumo	• Se refieren a los recursos humanos, financieros y físicos que se destinan al logro de metas

Figura 13. Clasificación de indicadores ambientales
Fuente: elaboración propia, modificado de (Ortiz, 2007)

Esta clasificación mencionada, es importante definirlo como base conceptual para utilizarlo en los criterios de selección de indicadores; conforme a que los mismos son necesarios para evaluar y dar seguimiento a procesos de implementación de PCHs. En ese orden, los criterios para formular y seleccionar indicadores se especifican a continuación (Ortiz, 2007):

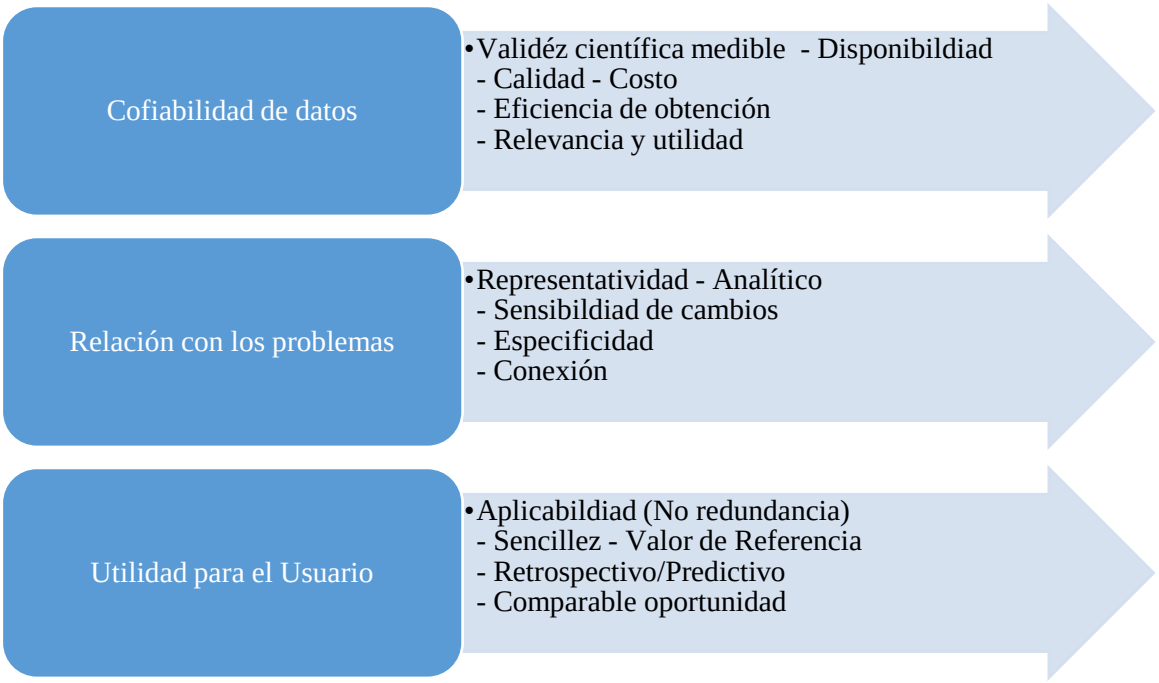


Figura 14. Principales criterios de selección de IA con sus respectivas características
Fuente: Elaboración propia, modificado de (Ortiz, 2007)

Partiendo de lo anterior, se especifica que la revisión de las herramientas es importante para el diseño de indicadores socio-ambientales, aclarando que se conocen las actividades, los aspectos e impactos y los compromisos normativos de la implementación de estos proyectos; por tal motivo, se fundamenta el contenido, la estructura y los resultados de un sistema y batería de indicadores (Ortiz, 2007).

4.3 Marco Normativo

Para el desarrollo de esta investigación es importante considerar el siguiente marco legal en donde se citan leyes, artículos, resoluciones y decretos producto de las organizaciones territoriales y las entidades públicas nacionales de Colombia para el control y regulación de las actividades que se describen a lo largo de este documento en el sector ambiental y de energía:

Artículos Constitucionales - Son aquellas consideraciones legales de orden general, en el cual el estado protege los derechos humanos y rige los derechos de estos, en ellos se integran derechos y obligaciones con los que cuenta la nación de un país. (Nación, 1991)

- Artículo.79: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. (Nación, 1991)

Ley - Regla o norma que se formula y aprueba mediante el poder legislativo el cual su incumplimiento conlleva a una sanción o sentencia. (Nación, 1991)

- Ley 99 de 1993 articulo 5 numeral 1, Establece al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible funciones para formular la política nacional de medio ambiente y los recursos naturales renovables y establece reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes. (Colombia C. d., 1993)
- Ley 2 de 1973, concedió el poder y las facultades necesarias para reorganizar el sector minero energético, dando al gobierno los elementos y herramientas para el cumplimiento de las funciones del Ministerio de Minas y Energía como líder y responsable del óptimo desarrollo de los recursos naturales renovables y no renovables que son destinados para el abastecimiento energético de Colombia. (Republica, 1973)
- Ley 697 de 2001 Reglamentada parcialmente por el Decreto 3683 de 2003, Fomenta el uso racional y eficiente e la energía y promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. (Hábitat, 2001)
- Ley 1715 de 2014, Regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. (Colombia C. d., 2014)
- Ley 143 de 1994 modificada por la Ley 1151 de 2007, establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en todo el territorio Nacional, y se dictan otras disposiciones en materia energética (Senado, 1994).

Decreto – Este es formulado por el poder ejecutivo, es una disposición dictada por una autoridad bajo sus competencias generalmente bajo el marco de un contenido normativo reglamentario. (Nación, 1991)

- Decreto 1076 de 2015, por el cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. (Sostenible, 2003)
- Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente. (Sostenible, 2003)
- Decreto 1180 de 2003, Derogado por el Art. 41, Decreto Nacional 1220 de 2005, El cual reglamenta el Título VIII de la Ley 99 DE 1993 con relación a las Licencias Ambientales. (Sostenible, 2003)
- Decreto 1753 de 1994 Art. 8, reglamenta parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales en cuanto a la construcción de Centrales Generadoras de Energía inferiores o iguales a 100.000 Kw de capacidad Instalada. (MADS, 1994).

Resolución – Es aquella acción que toma una decisión de dar solución a un problema o dificultad. (Nación, 1991).

- Resolución 1280 de 2006, "acoge los Términos de Referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la construcción y operación de Centrales Hidroeléctricas generadoras y se adoptan otras determinaciones". (Sostenible, 2003)
- Resolución 865 de 2004, adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales el cual se refiere el artículo 21del Decreto 155 de 2004. (Sostenible, Decreto Único Reglamentario 1076, 2015)
- Resolución 1519 de 2017, adopta los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental, requeridos para el trámite de licenciamiento ambiental de proyectos de construcción de centrales generadoras de energía hidroeléctrica y se adoptan otras determinaciones (Minenergía, 2019).
- Resolución 181401 de 2004, se adopta el factor de emisión de gases efecto invernadero para los proyectos de generación de energía con fuentes renovables

conectados al sistema interconectado nacional con capacidad instalada igual o menor a 15 MW (Minenergía, 2019).

CONPES No. 3918, Contiene la hoja de ruta y estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. (CONPES, 2018).

5. METODOLOGÍA

A continuación, se relacionan los siguientes ítems a considerar el cual se dividen en dos grandes partes para el desarrollo metodológico de esta investigación.

5.1 Priorización de Impactos e indicadores

La metodología acá planteada define la forma de priorización de los impactos ambientales y sociales y para cada uno de ellos los indicadores asociados. Conforme a lo anterior se muestra al detalle la metodología adoptada para la priorización.

5.1.1 Tipo de Investigación

En primer lugar, se implementará un estudio de tipo descriptivo, ya que con la formulación de la batería de indicadores se buscará incorporar variables complementarias que permita robustecer el análisis y evaluación de los impactos ambientales y sociales que se generan en la construcción de PCHs que cuentan con capacidad instalada de 10 MW y menor a 100 MW.

Seguido a lo anterior, el documento tendrá un gran esfuerzo de revisión documental y bibliográfica frente a los impactos ambientales y sociales que se generan al construir una PCH, considerando aspectos políticos y normativos, componentes estructurales, tipos, características y criterios de indicadores, inventario de PCHs en el país, entre otros. Los resultados del documento mediante el tipo de investigación documental consideran en cierta forma un análisis investigativo en términos cuali-cuantitativos que se ven reflejados en la formulación de los indicadores que compone la batería, el cual sirven para establecer si las variables son conexas.

Finalmente, en el trabajo se aplicará el tipo de investigación analítico ya que antes de formular la batería de indicadores se deben analizar y priorizar en paralelo los impactos ambientales y sociales resultantes de la revisión documental, lo que permitirá definir el propósito, la clasificación y los criterios del sistema de indicadores.

5.1.2 Población

Según la plataforma de PARATEC, realizado por la empresa primada XM, en donde se especializan en la gestión de sistemas de tiempo real para el sector minero energético; en ese orden, según la plataforma a corte del 20 de febrero de 2019, se cuenta con una población total de 114 PCHs que están en funcionamiento en el territorio colombiano; sin embargo, no todas se encuentran en el rango de capacidad instalada entre 10 y 100 MW, por lo que al simplificar este rango, se encuentra que aparecen 37 PCHs que cumplen con nuestro objetivo investigativo, resultando en una población o universo muestral (XM, 2019).

5.1.3 Muestra

Ya obteniendo la población, se procede a escoger un Estudio de Impacto Ambiental completo de una PCH que se encuentre en el rango de 10 y menor a 100 MW con el fin de ser revisado al detalle y usar su información como base para la identificación de impactos y aspectos socio-ambientales. También se extrajo información secundaria de diferentes documentos técnicos como ayuda para la clasificación de las etapas y actividades.

La muestra que se toma es la PCH El Charquito, ubicada a 46 km de Bogotá D.C. sobre la vía a Mesitas del Colegio, cuyo constructor fue Emgesa y actualmente lo opera Ener-Codensa; Esta central genera alrededor de 19.4 MW.

5.1.4 Hipótesis

La formulación de indicadores permite complementar el análisis y evaluación integral de los impactos ambientales y sociales que son generados por la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas que cuentan con capacidad instalada de 10 MW y menor a 100 MW.

5.1.5 Diseño de Variables

Para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación es importante considerar las siguientes variables, el cual permitirán correlacionarse entre ellas para complementar el análisis y evaluación de los impactos socio-ambientales causados por la construcción de PCHs.

- Capacidad instalada de las PCHs.
- Impactos ambientales.
- Impactos socio-económicos.
- Criterios a utilizar en los indicadores.
- Población objeto.
- Indicadores socio-ambientales.
- Características ambientales del territorio.
- Actividades económicas del territorio.
- Actividades cotidianas o sociales del territorio.

5.1.6 Recolección de la Información

En el siguiente cuadro se describen las diferentes fases del proyecto, el instrumento y las actividades para la recolección de información, su procesamiento y análisis.

Fases	Instrumento	Actividades
1. Fase de Planeación * Revisión documental * Consultas bibliográficas	Revisión de documentos técnicos relacionados con la investigación, y revisión del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA y el Estudio de Impacto Ambiental - EIA del proyecto de la PCH "La Chorrera", lo anterior para establecer el análisis correspondiente y que ayuden como soporte para las variables de investigación cualitativas y cuantitativas.	° Búsqueda de documentos técnicos. ° Recolección de información secundaria. ° Análisis de variables de investigación. ° Identificación de impactos socio-ambientales.
2. Fase de Procesamiento *Definición de criterios de priorización de los impactos que conlleve al diseño de Indicadores	* Matriz de causa – efecto preliminar que contenga indicadores para cada impacto a evaluar, con el fin de priorizar los impactos socio-ambientales. El resultado de dicha	° Elaboración de la matriz de causa y efecto preliminar.

Socio-Ambientales y de desarrollo sostenible en la construcción de PCHs.	matriz brindará un panorama inicial de los indicadores propuestos alineados con los objetivos de desarrollo sostenible del país como también, que posean una directriz a estándares internacionales (normas de desempeño del IFC); debido a que estos lineamientos nacionales e internacionales por lo general no se tienen en cuenta en los análisis de los estudios de impacto ambiental. * Encuesta de Diagnostico Territorial que integre preguntas enfocadas a los indicadores priorizados en la matriz de causa y efecto preliminar y que esté dirigida a las autoridades locales, comunidad aledaña y personal técnico de la central.	° Valoración de los impactos ambientales y sociales. ° Estructuración de los indicadores socio-ambientales y económicos. ° Diseño de nuevos indicadores de sostenibilidad. ° Diseño de las encuestas de Diagnostico Territorial.
3. Análisis de resultados * Análisis de los datos y de indicadores formulados para la construcción de PCHs.	° Mapa de actores identificados en territorio. ° Resultados de las encuestas. ° Matriz de causa y efecto final (con los indicadores detallados).	° Análisis de datos resultado de las encuestas. ° Construcción de la matriz de causa efecto con los indicadores corroborados en campo. ° Recomendaciones específicas para el sector de energía que contribuya en los planes de manejo ambiental. ° Entrega y sustentación del proyecto de investigación.

Tabla 3. Metodología de recolección de información e instrumentos
Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Plan de Análisis

La siguiente figura muestra de una forma más detallada el Plan de Análisis que integra el proyecto de investigación.

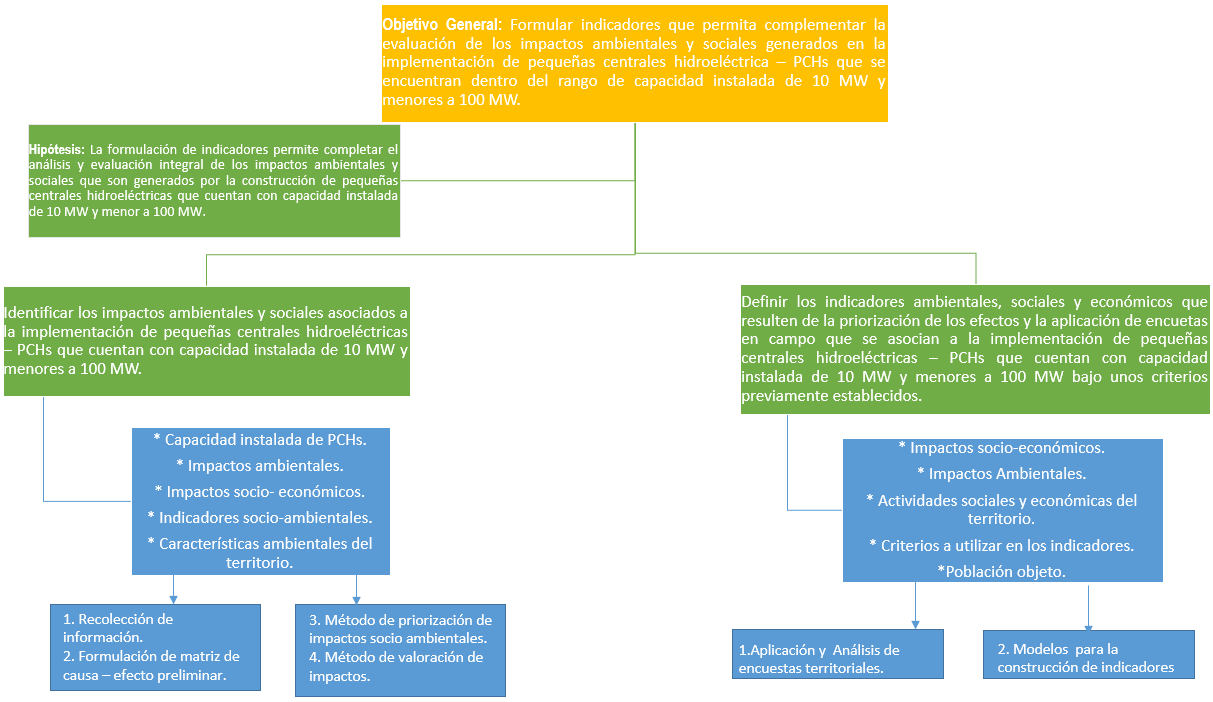


Figura 15. Plan de Análisis
Fuente: Elaboración propia

5.1.8 Matriz de Causa – Efecto

La evaluación del impacto ambiental es un proceso destinado a proveer e informar sobre los efectos que un determinado proyecto puede ocasionar en el medio ambiente. El estudio del impacto ambiental hace referencia a identificar las consecuencias de la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente y establecer medidas correctivas que pueden ser de control, mitigación, prevención, compensación o recuperación de los impactos causados.

Ahora bien, previo a la elaboración de la matriz de causa – efecto se debe identificar los elementos del ambiente como lo son el medio biótico, abiótico y socio-económico y las actividades más relevantes a ejecutar en cada etapa del proyecto y las que se desarrollan actualmente en el territorio. Seguido a lo anterior, se deben identificar y analizar los efectos ambientales y socio-económicos para cada una de las actividades identificadas anteriormente.

Para la estructuración de la Matriz, se define poner en el eje "x" las actividades para cada etapa del proyecto y, en el eje "y" los componentes del medio natural, los subcomponentes, los efectos y para cada efecto los indicadores correspondientes. La interacción de ambos ejes se analiza conforme a una relación de causa y efecto. Cabe resaltar, que se identificaron todos los efectos para la construcción de PCHs, estos son depurados parcialmente antes de su calificación como efectos más representativos aplicables a todas las PCHs.

Calificación de los efectos Socio-Ambientales

Luego de contar con la estructuración de la matriz de Causa – Efecto, se formula dicha matriz para obtener la calificación de los efectos ambientales y sociales, esta matriz es conocida también como matriz de importancia. En la Actualidad existe gran variedad de métodos para la evaluación de impactos ambientales, en este caso la calificación de los efectos se basa en la metodología de Vicente Conesa Fernández modificado por el Ing. Forestal – Msc Miguel Ángel Gamboa Castellanos, el cual consiste en la formulación de una matriz de causa-efecto que analiza los parámetros y a su vez dentro de los mismos establece una serie de atributos, que al plasmarlos en la ecuación propuesta por el autor arrojan un resultado numérico, que corresponden a la importancia del impacto. Los parámetros evaluados por la metodología son:

Naturaleza: Define si el impacto/efecto es POSITIVO o Beneficio (+) y/o ADVERSO o Dañino (-) al ambiente.

- Criterios de evaluación cualitativa:

- Positivo (+): Los cambios son considerados como beneficios para el ambiente.
- Negativo (-): Las alteraciones son consideradas como dañinas para el ambiente.

Magnitud - Mg: Está determinado por el grado de daño o beneficio al ambiente.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Alto: Genera modificaciones muy significativas o de alta gravedad a los recursos naturales, al ambiente, y que puede producir repercusiones irreversibles.
  - Medio: Genera modificaciones significativas, con repercusiones poco reversibles.
  - Bajo: Genera modificaciones significativas, totalmente reversibles o manejables.

Cobertura – Co: Definida por el área de influencia o por la distribución espacial del impacto/efecto ambiental:

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Directa: Se presentan los cambios al ambiente dentro del perímetro del proyecto.
  - Indirecto: Se presentan los cambios al ambiente por fuera del perímetro del proyecto.

Periodicidad – Pe: Se define por el plazo en que se manifiesta el impacto/efecto ambiental.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Corto Plazo o Inmediato: Se genera en el momento de realizar la actividad/acción o se presenta en un corto tiempo (segundo, minutos, horas).
  - Mediano Plazo: Se produce en tiempos cortos (días, semanas).
  - Largo Plazo: Se genera en tiempos más largos (meses, años).

Duración – Du: Se define por el tiempo en que permanece o dura el impacto/efecto ambiental.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Fugaz: si el impacto/efecto permanece muy poco tiempo (segundos o minutos).
  - Temporal: Si el impacto/efecto permanece por periodos de tiempo (horas, días, meses).
  - Permanente: si el impacto/efecto permanece todo el tiempo que dura la actividad.

Acumulación – Ac: Está determinado por la cantidad de recursos naturales o componentes ambientales que se puedan afectar.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Simple: Cuando el impacto y/o efecto ambiental, afecta varios recursos naturales o componentes ambientales.
  - Compuesto: Cuando el impacto y/o efecto ambiental, afecta varios recursos naturales o componentes ambientales.
  - Sinérgico: Cuando la incidencia de un impacto compuesto supone una mayor incidencia sobre el ambiente (alguno o algunos componentes ambientales o recursos naturales), es decir genera consecuencias al ambiente (efectos).

Recuperabilidad – Rc: Se define por el grado de restablecimiento de los recursos naturales o el ambiente, por medio de medidas o programas de manejo ambiental.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Recuperable: Las modificaciones causadas al ambiente, son restablecidas totalmente con la implementación de medidas o programas de manejo ambiental.
  - Recuperabilidad parcial: Las modificaciones causadas al ambiente, son restablecidas parcialmente con la implementación de medidas o programas de manejo ambiental.
  - Irrecuperable: las modificaciones causadas al ambiente, no pueden ser restablecidas con medidas y/o programas de manejo ambiental.

Reversibilidad – Re: cuando el impacto/efecto ambiental generado puede ser restituido por medios naturales (resiliencia, autodepuración, asimilación, …) sin intervención humana.

- Criterios de evaluación cualitativa:
  - Corto y mediano plazo: Cuando la recuperación del ambiente se produce de forma inmediata o en un lapso de tiempo no mayor a un (1) año.
  - Largo plazo: Cuando la recuperación del ambiente se produce en un lapso de tiempo mayor a un (1) año.
  - Irreversible: Cuando no puede haber la recuperación del ambiente de forma natural.

A continuación, se relaciona la tabla resumen de los parámetros de calificación de importancia.

CARÁCTER Impacto Positivo Impacto Negativo	 + -	MAGNITUD - Mg (Grado de Cambio) Bajo: Medio: Alto:	 1 2 3
COBERTURA - Co (Área de Influencia) Directa: Indirecta:	 1 3	PERIODICIDAD - Pe (Plazo de manifestación) Largo Plazo: Medio Plazo: Corto Plazo o Inmediato:	 1 2 3
DURACIÓN - Du (Permanencia o duración) Fugaz: Temporal: Permanente:	 1 2 3	ACUMULACIÓN - Ac (Afectación o Componentes Ambientales) Simple: Compuesto: Sinérgico (EFECTOS):	 1 2 3
RECUPERABILDIAD - Rc (Por medio de manejo ambiental) Recuperable: Parcialmente Rec: Irrecuperable	 1 2 3	REVERSABILDIAD - Re (Reconstrucción por medios naturales) Corto y mediano plazo: Largo Plazo: Irreversible:	 1 2 3

Tabla 4. Resumen de los parámetros de calificación de importancia

Seguido a lo anterior, la función de importancia se refleja en la siguiente ecuación propuesta por la metodología:

Ecuación 1. Ecuación de importancia del efecto

$$\text{Importancia del impacto} = CI = +/- (Mg + Co + Pe + Du + Ac + Rc + Re)$$

Valoración de los efectos socio-ambientales

La metodología de Vicente Conesa Fernández establece un rango de 0-100 y a los cuatro rangos propuestos le asigna la clase de efecto que hace referencia a si es compatible, moderado, critico o severo y a su vez establece un color para cada uno. Por lo anterior es necesario conocer al detalle el significado de cada categoría.

Impacto Bajo. Impactos con calificación de importancia (7 – 11) unidades de calificación. Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.

Impacto Medio. Impactos con calificación de importancia entre (12 – 16) unidades de calificación. Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.

Impacto Alto. Impactos con calificación de importancia entre (17 – 21) unidades de calificación. Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.

La siguiente tabla presenta las diferentes categorías de valoración de los efectos ambientales que define la metodología. Para consultar los resultados arrojados por la matriz de causa – efecto de la fase preliminar al trabajo de campo.

Rango de importancia	Clase de efecto	Trama
17 a 21	Alto	Rojo
12 a 16	Medio	Amarillo
7 a 11	Bajo	Verde

Tabla 5. Rangos de jerarquización de la importancia del efecto

5.1.9 Diseño de Encuestas de Diagnostico Territorial

El trabajo de investigación tiene contemplado la formulación, implementación y puesta en marcha de encuestas a los actores involucrados en el área directa e indirecta del proyecto de la Pequeña Central Eléctrica “Charquito” ubicado en la vereda el Charquito en el Municipio de Soacha. En este sentido, los resultados arrojados por la matriz de importancia preliminar es insumo principal para la construcción y diseño de las encuestas. Por lo anterior, se platea los siguientes pasos metodológicos.

1. Previo al diseño y formulación de la encuesta, es necesario realizar una clasificación censal de los actores y sus roles en el área de estudio, es decir conocer la densidad poblacional, genero, edad, actividades que desarrollan, conflictos sociales, dinámica de las actividades económicas entre otras variables de interés.

2. Luego de identificar los actores involucrados (comunidad, autoridades locales, promotor del proyecto), se decide escoger aquellas personas que son núcleo de familia y representan liderazgo; por tal motivo, tanto para hombres o mujeres se escogerán los siguientes rangos de edad (14 a 26 / 27 a 59 / > 60) que cuenten con conocimiento del proyecto y conozcan su funcionamiento.

3. Seguido a lo anterior, se formula un listado de las posibles preguntas a realizar en campo que tengan un enfoque cualitativo o cualitativo y permitan determinar información primaria relevante para la investigación. Para el estudio se formulan preguntas de carácter cualitativo y cuantitativo relacionadas con efectos ambientales y sociales priorizados y resultantes de la matriz y los indicadores previamente propuestos. Es importante resaltar que el diseño de la encuesta integra los indicadores previamente propuestos pero la formulación de las preguntas cambia dependiendo al actor que va dirigida.
4. Del listado de preguntas se escogen las más relevantes y de mayor importancia y se diseña el formato de la encuesta.



5. Se realiza la construcción de las encuestas enfocadas a los diferentes actores escogidos (comunidad y expertos en la temática), donde primero se deberá hacer prueba piloto con el objetivo de observar e identificar los diferentes errores en la elaboración de la encuesta previa; en ese orden, se establece la reconstrucción de la herramienta, y se conlleva a aplicarla conforme a la muestra.

6. Por último, se diseñará un formato de entrevista para ejecutarla con diferentes profesionales expertos en el tema, que complemente los criterios a definir.

5.2 Formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental

A continuación se detalla el paso a paso para la selección de criterios, definición de la estructura y formulación de los indicadores de sostenibilidad ambiental.

5.2.1 Procesamiento de información en campo

Para el procesamiento de la información recolectada en campo se divide en dos partes; la primera, relacionada con la información recopilada en campo de la comunidad de la vereda el Charquito y la vereda San Francisco el cual se encuentran circundantes al proyecto hidroeléctrico de la PCH “Charquito”, aunque primero se realizó la encuesta piloto (Ver Anexo A) y, en segundo lugar, analizar y discutir el criterio resultante de las entrevistas a los expertos del tema. A continuación, se detalla cada una de estas partes:

Encuestas en campo a la comunidad:

La información recolectada en campo se realiza con la ayuda del formato “Encuesta de diagnóstico ambiental territorial - Comunidad”, y se ejecuta a sesenta (60) personas de las veredas Charquito y San Francisco (Ver Anexo B). De las sesenta personas se espera encuestar 50% mujeres y 50% hombres y distribuir por edades cantidades de veinte personas para edades entre los 14 y 26 años, 27 a 59 años y mayores de 60 años.

Seguido a lo anterior, se recolecta esta información en un máximo de tres (3) visitas al lugar, dicha información recolectada es clasificada en respuestas similares o relacionadas para cada una de las preguntas. Dicha información se normaliza en una base de datos en Excel diseñada para cada pregunta de la encuesta.

Finalmente, se analiza la información resultante por pregunta tomando como base estadística frente a la edad, sexo y ocupación de los encuestados.

Entrevista técnica a expertos:

Inicialmente, se escoge a dos (2) profesionales de índole ambiental expertos en el tema de impactos socio-ambientales que se originan por la implementación de las PCHs en el territorio colombiano. Con el aval de los expertos, las entrevistas son grabadas en un audio como constancia de la investigación y procesar la información en el documento.

La información que se transcribe de las encuestas, es un insumo importante para la formulación de los indicadores ya que nos brinda un panorama de información para definir los criterios a tener en cuenta.

5.2.2 Modelo de construcción de indicadores de sostenibilidad ambiental

La definición de indicadores de sostenibilidad, son una ruta utilizada para la implementación de proyectos donde intervienen servicios eco-sistémicos; por lo tanto, esta formulación de indicadores de manera general consiste en un trabajo inductivo de identificación de impactos producto de la implementación y construcción de PCHs en el territorio colombiano. En ese orden, el desarrollo de indicadores cuantitativos permite

obtener parámetros numéricos que facilitan la toma de decisiones en relación con las políticas ambientales nacionales, sin perder de vista el horizonte de los estándares internacionales.

Se detalla a continuación la metodología para la construcción de los indicadores; los mismos que están ligados a la actividad energética y a la vulnerabilidad del ecosistema por utilización de recursos naturales en la implementación de PCHs; por consiguiente, este proceso obedece a un análisis técnico de las especificaciones y parámetros concretos que deben adquirir al conjunto de criterios e indicadores que promueven las medidas complementarias de los objetivos propuestos.

La metodología que se propone para este caso, busca generar un seguimiento de los factores y criterios socio-ambientales tanto para fases de licenciamiento, como para etapas de control o seguimiento; esta metodología es el resultado de la experiencia de los investigadores e identificación de factores claves que se evidenciaron en campo. A continuación, se muestra el diagrama general del proceso de construcción de los indicadores:

Diseño del sistema de indicadores de sostenibilidad

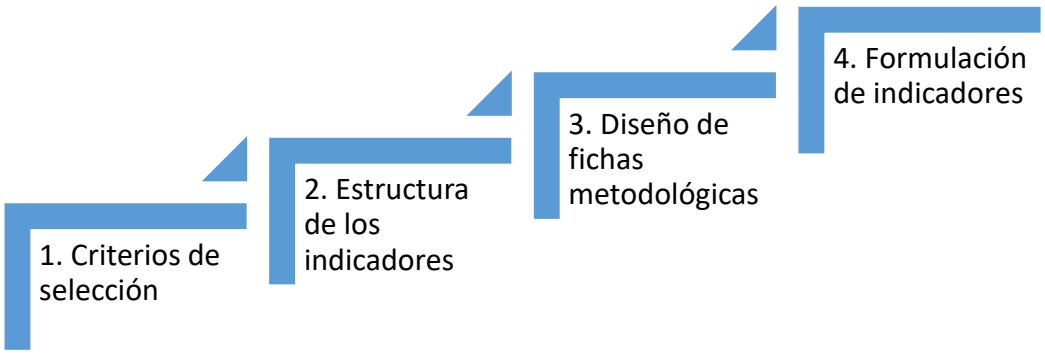


Figura 16. Diseño de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental

1. Criterios de selección

Conforme a la primera metodología “Priorización de Impactos e indicadores”, en donde se especifica los pasos necesarios para la selección de los correspondientes criterios con sus respectivos indicadores de sostenibilidad ambiental, se busca establecer por medio de un diagnóstico en donde se analiza y se comprueba las actividades de la implementación de los proyectos de PCHs de forma general, complementado con matrices de identificación

y otras de evaluación de impacto ambiental; todo lo anterior, se complementan con medios de verificación en campo (en las veredas de Charquito y San Francisco del municipio de Soacha), lo que conlleva a que la priorización de los criterios de selección sean internalizados y verificables en escenarios y territorios reales.

2. Estructura de los indicadores

Por consiguiente, se especifica la estructura o elementos que caracterizan los criterios seleccionados, que contempla la construcción de los respectivos indicadores; por tanto, estos elementos son llamados a considerar una base conceptual clara y específica en donde se escogen estos parámetros que se mencionan a continuación:

- Objetivo
- Descripción del indicador
- Alcance
- Gradualidad
- Actores implicados (StakeHolders)
- Medición (unidad de medida)
- Legislación aplicable

a. Objetivo

Conforme a los indicadores ambientales, parte del hecho de que cuantifican importantes evoluciones en la gestión ambiental de los proyectos y las hacen comparables con el transcurso del tiempo. Por lo tanto, esta parte debe contemplar un concepto sencillo, fácil de interpretar y capaz de mostrar aspectos globales que resalte un elemento clave en la sostenibilidad.

b. Descripción del indicador

Hace referencia a una visión de las condiciones y respuestas del indicador y como se relaciona de manera simple o compleja con la sociedad y/o proyecto; en ese orden, las

tendencias temporales, responden a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas, en donde se precisa el qué, el para qué y el por qué.

c. Alcance

La normalización radica en facilitar la integración de los diferentes sistemas de recopilación de datos con un alcance determinado; en ese orden, este alcance puede llegar a afectar el comportamiento de la implementación de las PCHs. Cuando los indicadores son considerados un instrumento de planificación se pueden añadir a una visión general o detallada del alcance del proyecto.

d. Gradualidad

Es importante establecer que, a la hora de construir indicadores se debe tener en cuenta la capacidad de gestión de instituciones y de actores involucrados, buscando determinar las competencias que se realizan a lo largo del proyecto o proceso que avancen en la promoción y evaluación de la sostenibilidad, en donde permita la fijación de metas que sean ajustables en el tiempo; en ese orden, se precisa este elemento de la siguiente manera:

Corto Plazo: Entre el primero y tercer año.

Mediano Plazo: Entre el cuarto y sexto año.

Largo Plazo: Del séptimo año en adelante.

e. Actores implicados (StakeHolders)

El análisis de actores también distingue entre conflictos y compensaciones, los conflictos son situaciones de competencia y desacuerdo potencial entre dos o más grupos de interés sobre el uso de uno o más escasos recursos y se pueden establecer en conflictos a nivel local y extenderse a zonas de influencia indirecta del proyecto. Tales conflictos con frecuencia se originan a partir de las averías en los sistemas de gestión de la propiedad común, por eso se hace importante la caracterización de dichos actores involucrados y que responsabilidad (el rol que adquieren) de acuerdo al impacto.

f. Medición (unidad de medida)

La formulación de indicadores de sostenibilidad para la implementación de proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas – PCHs en el territorio colombiano debe contar con una variable o criterio de medición ya que permite que el indicador determine el estado de una situación o escenario en particular y que maneje unidades de medidas que se interrelacionen entre sí. De esta manera, el indicador va poder demostrar la realidad de una situación. Si bien, algunos indicadores son de naturaleza cualitativa, es importante encontrar la manera para que este se vuelva cuantitativo y medible.

g. Legislación aplicable

Si bien, la Legislación obedece a un conjunto de leyes que permite regular un Estado o una actividad en particular, es necesario contar con este elemento para la formulación de indicadores de sostenibilidad en la ejecución de PCHs, ya que establece un límite en el indicador permitiendo que este obedezca a lo establecido en la legislación colombiana. En este orden, considerar la legislación Aplicable del sector ambiente y Minero energético, brinda una lógica y define un sentido para cada indicador.

Es importante acotar, que la formulación de estos indicadores no contempla únicamente la legislación Nacional aplicable sino también estándares internacionales que contribuyen al desarrollo sostenible y van hacia el mismo de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles planteados por la ONU.

3. Diseño de fichas metodológicas

Considerando los anteriores criterios definidos para la formulación de los indicadores de sostenibilidad ambiental, en la tabla No 6 se muestra la plantilla diseñada para los indicadores.

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN -</td><td>IDS-XXX</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo:</td><td colspan="2">Gradualidad:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td>Alcance:</td><td colspan="2">Medición (Unidad de Medida):</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:
-
-
-
-
-</td></tr>
</table>

Tabla 6. Formato de plantilla para indicadores de sostenibilidad ambiental

6. RESULTADOS

En concordancia con el capítulo Metodológico, a continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología establecida para esta investigación.

6.1 Priorización de Impactos e indicadores

Teniendo en cuenta la primera parte de la metodología se obtuvieron como resultados los siguientes productos:

- Matriz de identificación de efectos.

				ETAPAS DEL PROYECTO																									
				PREVIA CONSTRUCCIÓN			CONSTRUCCIÓN												LLENADO DE EMBALSE			OPERACIÓN					DESMANTELAMIENTO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	CRITERIOS Y/O IMPACTOS	INDICADORES	Interacción del promotor con la comunidad	Compra de predios	Reasentamiento voluntario e involuntario en el área de influencia directa	Contratación de personal	Suministro de servicios públicos (energía, sanitarios, agua potable, entre	Ocupación y mantenimiento de campamentos	Construcciones superficiales (Vías e infraestructura)	Construcciones Subterráneas (túneles)	Transporte de equipos y maquinaria	Transporte de materiales para la construcción	Mantenimiento de equipos y maquinaria	Disposición de materiales sobrantes	Movimientos de tierras en área a hacer inundada	Remoción de suelo y vegetación	Desviación del cauce del recurso hídrico	Desbroce y limpieza de residuos de vegetación	Llenado de embalse (si aplica)	Captación del cauce	Reasentamiento voluntario e involuntario en el área de influencia directa	Carga y generación de energía	Mantenimiento de la central hidroeléctrica	Disposición de residuos de mantenimiento de la central (sedimentos)	Descarga	Movilización de equipos y maquinaria para desmonte y demolición	Disposición final de los residuos sólidos	Recuperación y revegetalización
ATMOSFERICO	AIRE	Alteración de la calidad del aire	Emisiones					x	x	x		x	x		x	x	x					x		x	x		x	x	
			Calidad					x	x	x		x	x		x	x	x					x		x	x		x	x	
	RUIDO	Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)					x	x	x		x	x	x	x	x	x					x		x	x	x	x	x	
CLIMA	CAMBIO CLIMÁTICO	Adaptación al cambio climático	% de reducción de GEI																				x						x
		Reforestación	Captación de TON - CO2 Equivalente																										x
RECURSO HÍDRICO	AGUA	Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad	x		x	x	x		x				x	x	x		x				x		x	x		x	x	
		Alteración de la calidad del agua	Calidad	x				x		x	x			x		x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	
			Cantidad																										
			Caudales																										
		Regulación hídrica (control de inundaciones y de sequías)	Periodicidad de regulación								x							x	x	x	x		x			x			
GEOSFERICO	SUELO	Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante																										
			Superficie removida							x	x				x	x	x										x	x	
			Niveles de Erosión																										
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos	x		x		x	x	x	x			x	x	x						x		x	x		x	x	
		Alteración de suelos	Superficie removida			x		x	x	x	x			x	x	x	x			x	x			x		x	x	x	
			Niveles de Erosión																										
		Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso																										
			Cambio en la condición de la tierra		x	x				x										x					x				
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra							x	x				x	x	x			x					x		x	x	
			# de hectáreas perdidas																										
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH																										
			Salinidad					x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	

			Condiciones físicas del suelo																										
			Cantidad de nutrientes																										
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación							x	x				x	x	x	x		x	x				x	x		x	
			Aridez en hectáreas																										
			Escorrentía																										
BIOSFERICO	FLORA	Pérdida de cobertura vegetal	% de cobertura removida																										
			Fragmentación de hábitats naturales			x				x	x					x	x			x		x							
			# de Especies																										
		Afectación de la flora	Grado de afectación					x		x						x	x			x	x					x		x	
			# de Especies																										
	FAUNA	Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Abundancia relativa								x							x	x	x	x					x			
		Formación de nuevos hábitats acuáticos	# de hábitats formados								x							x		x	x					x			x
		Afectación de fauna terrestre	Grado de afectación					x		x						x	x										x		
			# de especies																										
ANTROPOSFERICO	SOCIAL	Migración en las cabeceras municipales	# de personas que migran		x	x	x														x								
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados		x	x				x						x					x					x			
			# de personas afectadas																										
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas		x	x				x		x	x								x					x			
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x			x			
			# de Conflictos atendidos																										
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
			Tipo de Empleo																										
			Tipo de persona vinculada																										
			Grado de satisfacción																										
		Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad	Calidad de vida		x		x							x															
		Pérdida de fuentes de empleo	# de personas afectadas																										
			Tipo de persona afectada		x	x	x			x						x						x								
			Tipo de empleo perdido																										
		Ecoturismo	# de turistas																										
			# de visitas							x										x			x						x
			Ciclo de Vida																										
		Afectación predial	# de predios																										
			# de personas afectadas																										
			Medios de vida afectados		x	x				x											x					x			
			# de actas de vecindad																										
			Uso del predio																										
		Afectación de acceso y caminos veredales	# de veredas afectadas																										
			PQR´s resueltas							x	x					x							x				x		
			# de personas afectadas																										
			# de actas de vecindad		x	x															x								

		Cambio en las relaciones de poder	# de actas de compromiso																										
			# de Servidumbres																										
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas		x	x		x	x	x					x	x	x				x	x			x	x	x	x	
			Origen de la enfermedad																										
			Tipo de enfermedad																										
	CULTURAL	Alteración y perdida del patrimonio arqueológico	Tipo de Cosmovisión		x					x	x					x	x			x									
			Grado de afectación del patrimonio																										
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# de vestigios culturales		x	x				x	x					x	x				x	x				x			
			# de inmuebles culturales afectados																										
	ECONÓMICO	Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas		x	x				x					x		x				x								
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida		x	x				x		x	x			x						x					x	x	
			Valor de Compensación																										
		Generación temporal de empleo	Valor salarial	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad	Inversión de los recursos obtenidos		x		x							x									x						
		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos		x	x	x			x					x		x				x								
		Afectación predial	Valor predial																										
			Valor de la compensación		x	x				x					x						x								
			Uso del predio																										
PAISAJISTICO	PAISAJISTICO	Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual							x					x	x	x									x	x		
		Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual												x									x		x	x		
		Calidad del paisaje	Calidad Visual		x	x		x		x	x				x	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x

Matriz 1. Identificación de efectos

Autor: Elaboración propia

- Matriz de valoración de impactos ambientales.

VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES															
ETAPA	ACTIVIDAD	CRITERIO Y/O IMPACTO AMBIENTAL	INDICADORES	COMPONENTE	SUB-COMPONENTE	Carácter	Magnitud (Mg)	Cobertura (Co)	Periocidad (Pe)	Duración (Du)	Acumulación (Ac)	Recuperabilidad (Rc)	Reversibilidad (Re)	CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA	¿Cuál es la relevancia del impacto ambiental?
PREVIA CONSTRUCCIÓN	Compra de predios	Cambio en el Uso del suelo	Cambio en su uso	TÉCNICO-AMBIENTAL	SUELO	-1	2	1	1	1	2	1	2	-10	BAJO
			Cambio en la condición de la tierra			-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
		Migración en las cabeceras municipales	# de personas que migran	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos			-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
			# de personas afectadas			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas			-1	2	3	2	3	1	1	2	-14	MEDIO
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad			-1	2	3	2	2	1	1	2	-13	MEDIO
			# de conflictos atendidos			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	2	3	2	2	2	2	3	16	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	1	2	2	2	2	3	15	MEDIO +
			Grado de satisfacción			1	3	3	2	2	2	2	3	17	ALTO +
		Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad	Calidad de vida			1	2	3	3	1	2	2	3	16	MEDIO +

		Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de empleo perdido			-1	2	3	3	1	2	2	3	-16	MEDIO
			Tipo de persona afectada			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
			# de personas afectadas			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
		Afectación predial	# de predios afectados			-1	2	1	2	3	2	2	3	-15	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Medios de vida afectados			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			# de actas de vecindad			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Uso del predio			-1	2	1	2	3	2	2	3	-15	MEDIO
		Cambio en las relaciones de poder	# de actas de vecindad			-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
			# Actas de compromiso			-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
			# de Servidumbres			-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
		Afectación de la salud	# de Personas enfermas			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
			Origen de la enfermedad			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
			Tipo de enfermedad			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
		Alteración y perdida del patrimonio arqueológico	Tipo de cosmovisión		CULTURAL	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Grado de afectación del patrimonio			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales			-1	2	1	2	3	2	1	2	-13	MEDIO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Generación temporal de empleo	valor Salarial		ECONOMICO	1	2	3	2	2	2	2	3	16	MEDIO
		Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad	Inversión de los recursos obtenidos			1	2	1	2	2	2	1	2	12	MEDIO +

		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos			-1	2	1	2	2	2	1	3	-13	MEDIO
		Afectación predial	Valor predial			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Valor de la compensación			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Uso del predio			-1	2	1	2	3	2	2	3	-15	MEDIO
		Calidad del paisaje	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
	Reasentamiento voluntario e involuntario en el área de influencia directa	Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad	TÉCNICO-AMBIENTAL	AGUA	-1	1	1	1	1	2	1	3	-10	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos		SUELO	-1	2	1	1	1	2	1	3	-11	BAJO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	1	1	1	1	2	1	2	-9	BAJO
			Niveles de Erosión			-1	1	1	1	1	1	1	2	-8	BAJO
		Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso			-1	1	1	1	1	1	1	2	-8	BAJO
			Cambio en la condición de la tierra			-1	1	1	1	1	2	1	2	-9	BAJO
		Pérdida de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura removida		FLORA	-1	2	1	1	1	2	1	3	-11	BAJO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	2	1	1	1	2	2	2	-11	BAJO
			# Especies			-1	1	1	1	1	2	2	2	-10	BAJO
		Migración en las cabeceras municipales	# de personas que migran	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	3	2	2	1	1	1	2	-12	MEDIO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados			-1	3	1	2	1	1	1	2	-11	BAJO
			# de personas afectadas			-1	3	1	2	1	1	1	2	-11	BAJO
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas			-1	3	3	3	2	2	1	2	-16	MEDIO
		Aparición de conflictos	Tipo de comunidad			-1	2	3	2	2	1	1	2	-13	MEDIO

		con comunidades	# Conflictos atendidos			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
		Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de empleo perdido			-1	3	3	3	3	2	1	2	-17	ALTO
			Tipo de persona afectada			-1	3	3	3	3	2	1	2	-17	ALTO
			# de personas afectadas			-1	3	3	3	3	2	1	2	-17	ALTO
		Afectación predial	# de predios afectados			-1	2	1	3	3	2	1	2	-14	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	2	1	3	3	2	1	2	-14	MEDIO
			Medios de vida afectados			-1	2	3	3	3	2	1	2	-16	MEDIO
			# de actas de vecindad			-1	2	1	3	3	2	1	2	-14	MEDIO
			Uso del predio			-1	2	1	3	3	2	1	2	-14	MEDIO
		Cambio en las relaciones de poder	# de actas de vecindad			-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
			# Actas de compromiso			-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
			# de Servidumbres			-1	1	1	1	1	2	1	1	-8	BAJO
		Afectación de la salud	# de Personas enfermas			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
			origen de la enfermedad			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
			Tipo de enfermedad			-1	1	1	1	1	1	2	2	-9	BAJO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales		CULTURAL	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			# de inmuebles culturales afectados		CULTURAL	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas		ECONOMICO	-1	3	3	2	3	2	1	3	-17	ALTO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida		ECONOMICO	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			valor de compensación		ECONOMICO	-1	3	3	2	3	2	1	3	-17	ALTO

		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos			-1	2	3	3	3	2	1	3	-17	ALTO
		Afectación predial	Valor predial			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Valor de la compensación			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Uso del predio			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	1	3	3	3	2	1	2	-15	MEDIO
CONSTRUCCIÓN	Construcciones superficiales (Vías e infraestructura)	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO-AMBIENTAL	AIRE	-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
			Calidad			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	2	1	2	1	1	1	3	-11	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	2	3	2	2	1	2	2	-14	MEDIO
			Cantidad			-1	2	3	2	1	1	2	2	-13	MEDIO
			Caudales			-1	2	3	2	1	1	2	2	-13	MEDIO
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Superficie removida			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	3	3	3	2	2	3	2	-18	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Cambio en la condición de la tierra			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO

		Pérdida del suelo	Cambio en a condición de la tierra			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Número de hectáreas perdidas			-1	3	3	3	2	2	3	2	-18	ALTO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Aridez en Ha			-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
			Escorrentía			-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
		Pérdida de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura removida		FLORA	-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
			# Especies			-1	3	3	3	2	2	3	2	-18	ALTO
		Afectación de la flora	Grado de afectación			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			# Especies			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Afectación de fauna terrestre	Grado de afectación		FAUNA	-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			# de especies			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
			# de personas afectadas			-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas			-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
		Aparición de conflictos con comunidades	tipo de comunidad			-1	2	1	2	2	2	2	3	-14	MEDIO
			# Conflictos atendidos			-1	2	1	2	2	2	2	3	-14	MEDIO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	2	3	2	2	2	2	3	16	MEDIO +
			tipo de empleo			1	3	1	2	2	2	2	3	15	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	1	2	2	2	2	3	15	MEDIO +
			Grado de satisfacción			1	3	1	2	2	2	2	3	15	MEDIO +
			Tipo de empleo perdido			-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO

		Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de persona afectada			-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
			# de personas afectadas			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Ecoturismo	# de turistas			1	1	3	1	1	1	1	1	9	BAJO +
			# de visitas			1	1	3	1	1	1	1	1	9	BAJO +
			Ciclo de vida			1	1	3	1	1	1	1	1	9	BAJO +
		Afectación predial	# de predios afectados			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			Medios de vida afectados			-1	3	1	3	2	2	2	2	-15	MEDIO
			# de actas de vecindad			-1	3	1	3	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Uso del predio			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
		Afectación de acceso y caminos veredales	# de veredas afectadas			-1	2	3	2	1	1	1	2	-12	MEDIO
			PQR´s resueltas			-1	2	3	2	1	2	1	2	-13	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	2	3	2	1	1	1	2	-12	MEDIO
		Afectación de la salud	# de Personas enfermas			-1	2	1	2	2	2	2	3	-14	MEDIO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	2	2	2	1	3	-14	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	1	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración y perdida del patrimonio arqueológico	Tipo de cosmovisión		CULTURAL	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
			Grado de afectación del patrimonio			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales			-1	2	1	2	3	2	1	2	-13	MEDIO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas		ECONOMICO	-1	2	1	2	1	3	1	2	-12	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida			-1	3	3	3	2	2	1	3	-17	ALTO

			valor de compensación			-1	3	3	3	2	2	1	3	-17	ALTO
		Generación temporal de empleo	valor Salarial			1	2	1	2	2	2	1	2	12	MEDIO +
		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos			-1	2	1	2	3	2	1	3	-14	MEDIO
		Afectación predial	Valor predial			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			Valor de la compensación			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			Uso del predio			-1	3	1	3	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
	Construcciones Subterráneas (túneles)	Alteración de la calidad del agua	Calidad	TÉCNICO - AMBIENTAL	AGUA	-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
			Cantidad			-1	3	3	2	2	2	1	2	-15	MEDIO
			Caudales			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
		Regulación hídrica (control de inundaciones y de sequías)	Periodicidad de regulación			1	2	1	3	2	2	2	2	14	MEDIO +
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	3	1	3	2	2	3	2	-16	MEDIO
			Superficie removida			-1	3	1	2	2	2	3	3	-16	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	3	1	2	2	2	2	3	-15	MEDIO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	3	1	2	2	2	2	3	-15	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	2	2	3	-17	ALTO
		Pérdida del suelo	Cambio en a condición de la tierra			-1	3	1	2	2	2	2	3	-15	MEDIO

			Número de hectáreas perdidas			-1	3	3	2	3	2	2	3	-18	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	3	1	2	2	2	2	3	-15	MEDIO
			Salinidad			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Cantidad de nutrientes			-1	2	1	2	2	2	1	1	-11	BAJO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	3	1	2	2	3	2	2	-15	MEDIO
			Aridez en Ha			-1	3	1	2	2	1	1	1	-11	BAJO
			Escorrentía			-1	3	1	2	2	3	1	2	-14	MEDIO
		Pérdida de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura removida		FLORA	-1	3	1	3	2	2	1	2	-14	MEDIO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	2	1	3	2	2	1	1	-12	MEDIO
			# Especies			-1	2	1	3	2	2	1	2	-13	MEDIO
		Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Abundancia relativa		FAUNA	1	2	3	2	2	2	2	2	15	MEDIO +
		Formación de nuevos hábitats acuáticos	# de hábitats formados			-1	2	1	3	2	2	1	2	-13	MEDIO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	1	2	1	2	2	1	1	2	11	BAJO +
			tipo de empleo			1	2	1	2	1	1	1	2	10	BAJO +
			Tipo de persona vinculada			1	2	1	2	1	1	1	2	10	BAJO +
			Grado de satisfacción			1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Afectación de acceso y caminos veredales	# de veredas afectadas			-1	2	1	1	2	1	1	1	-9	BAJO
			PQR´s resueltas			-1	2	1	1	2	2	1	1	-10	BAJO
			# de personas afectadas			-1	2	1	1	2	2	1	1	-10	BAJO
		Alteración y perdida del	tipo de cosmovisión		CULTURA	-1	2	1	1	1	1	1	2	-9	BAJO

		patrimonio arqueológico	Grado de afectación del patrimonio			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales			-1	2	1	1	1	1	1	2	-9	BAJO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	2	1	1	1	1	1	2	-9	BAJO
		Generación temporal de empleo	valor Salarial		ECONOMICO	1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Calidad del paisaje	Calidad Visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	2	3	2	3	2	1	3	-16	MEDIO
	Disposición de materiales sobrantes	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO-AMBIENTAL	AIRE	-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
			calidad			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Superficie removida			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Pérdida del suelo	Cambio en a condición de la tierra			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO

			Número de hectáreas perdidas			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Salinidad			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Condiciones físicas del suelo			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
			Cantidad de nutrientes			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Aridez en Ha			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Escorrentía			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Aparición de conflictos con comunidades	tipo de comunidad	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
			# Conflictos atendidos			-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	2	3	2	2	1	1	3	14	MEDIO +
			tipo de empleo			1	2	3	2	2	1	1	3	14	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	2	3	2	2	1	1	3	14	MEDIO +
			Grado de satisfacción			1	2	3	2	2	2	1	3	15	MEDIO +
		Afectación de la salud	# de Personas enfermas			-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
			Origen de la enfermedad			-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	2	1	2	2	1	1	2	-11	BAJO
		Generación temporal de empleo	Valor salarial		ECONOMICO	1	2	3	2	2	2	1	3	15	MEDIO +
		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	3	3	3	3	2	2	3	-19	ALTO

		Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual			-1	3	3	3	1	2	2	3	-17	ALTO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	3	3	3	1	2	2	3	-17	ALTO
	Movimientos de tierras en área a hacer inundada	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO - AMBIENTAL	AIRE	-1	2	1	2	1	1	1	1	-9	BAJO
			calidad			-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	2	1	2	1	1	1	2	-10	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	3	2	2	2	1	2	-14	MEDIO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	2	3	2	2	2	1	3	-15	MEDIO
			Cantidad			-1	2	3	2	2	2	1	3	-15	MEDIO
			Caudales			-1	2	3	2	2	2	1	2	-14	MEDIO
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Superficie removida			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	3	1	2	2	3	-17	ALTO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
		Pérdida del suelo	Cambio en a condición de la tierra			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Número de hectáreas perdidas			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
			PH			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MIEDO

		Alteraciones de las propiedades del suelo	Salinidad			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MIEDO
			Condiciones físicas del suelo			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
			Cantidad de nutrientes			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Aridez en Ha			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Escorrentía			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Pérdida de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura removida		FLORA	-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	MEDIO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	MEDIO
			# Especies			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	MEDIO
		Afectación de la flora	Grado de afectación			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			# Especies			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Afectación de fauna terrestre	Grado de afectación		FAUNA	-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			# de especies			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	3	3	2	3	3	3	2	-19	ALTO
			# de personas afectadas			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			# Conflictos atendidos			-1	3	3	2	2	2	3	3	-18	ALTO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	3	3	2	2	2	2	2	16	MEDIO +
			Tipo de empleo			1	3	3	2	2	2	2	2	16	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	2	2	2	2	2	16	MEDIO +
			Grado de satisfacción			1	3	3	2	2	2	2	2	16	MEDIO +
		Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de empleo perdido			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de persona afectada			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO

			# de personas afectadas			-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
		Afectación de acceso y caminos veredales	# de veredas afectadas			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			PQR´s resueltas			-1	3	3	2	3	2	2	2	-17	ALTO
			# de personas afectadas			-1	3	3	2	3	2	2	2	-17	ALTO
		Afectación de la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Origen de la enfermedad			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
		Alteración y perdida del patrimonio arqueológico	Tipo de cosmovisión		CULTURAL	-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
			Grado de afectación del patrimonio			-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales			-1	2	3	3	3	1	2	3	-17	ALTO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	2	3	3	3	2	1	3	-17	ALTO
		Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas		ECONOMICO	-1	2	3	2	2	1	1	3	-14	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Valor de compensación			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Generación temporal de empleo	Valor salarial			1	2	3	2	2	2	1	3	15	MEDIO +
		Aumento de los niveles de ingresos de la comunidad	Inversión de los recursos obtenidos			1	2	3	2	2	2	1	3	15	MEDIO +
		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Afectación predial	Valor predial			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Valor de la compensación			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
			Uso del predio			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO

		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	3	3	2	2	2	3	2	-17	ALTO
	Remoción de suelo y vegetación	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO -AMBIENTAL	AIRE	-1	2	1	2	2	2	1	2	-12	MEDIO
			Calidad			-1	1	1	2	2	1	1	1	-9	BAJO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	2	1	2	2	1	1	1	-10	BAJO
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	2	1	2	2	1	2	2	-12	MEDIO
			Superficie removida			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	2	1	1	3	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	3	2	2	-17	ALTO
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			# de hectáreas perdidas			-1	3	3	3	2	3	2	2	-18	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Salinidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Cantidad de nutrientes			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	3	1	3	3	3	2	2	-17	ALTO

			Aridez en hectáreas			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Escorrentía			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Pérdida de cobertura vegetal	% de cobertura removida		FLORA	-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
			# de Especies			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Afectación de la flora	Grado de afectación			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			# de Especies			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Afectación de fauna terrestre	Grado de afectación		FAUNA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			# de especies			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	1	3	3	3	3	2	3	3	20	ALTO +
			# de Conflictos atendidos			1	3	1	3	2	2	2	3	16	MEDIO +
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	3	3	3	2	2	2	1	16	MEDIO +
			Tipo de Empleo			1	2	3	3	2	2	2	1	15	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	3	2	2	2	2	17	ALTO +
			Grado de satisfacción			1	3	1	2	2	2	2	2	14	MEDIO +
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	2	3	2	2	-17	ALTO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
		Alteración y pérdida del patrimonio arqueológico	Tipo de Cosmovisión		CULTURAL	1	2	3	2	2	2	2	3	16	MEDIO +
			Grado de afectación del patrimonio			-1	3	1	3	3	2	3	3	-18	ALTO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# de vestigios culturales			1	2	1	3	2	2	2	3	15	MEDIO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	3	1	3	3	3	2	2	-17	ALTO

		Generación temporal de empleo	Valor salarial		ECONÓMICO	1	3	3	3	2	2	2	2	17	ALTO +
		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	3	1	3	2	2	2	2	-15	MEDIO
EMBALSE	Llenado de embalse (si aplica)	Alteración de la calidad del agua	Calidad	TÉCNICO AMBIENTAL	AGUA	-1	3	1	3	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Cantidad			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Caudales			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Regulación hídrica (control de inundaciones y de sequías)	Periodicidad de regulación			1	3	3	3	2	2	2	2	17	ALTO +
		Alteración de suelos	Superficie removida		SUELO	-1	3	1	2	2	3	3	3	-17	ALTO
			Niveles de Erosión			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso			-1	3	1	3	3	2	2	3	-17	ALTO
			Cambio en la condición de la tierra			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
			# de hectáreas perdidas			-1	3	1	2	3	3	2	3	-17	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Salinidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Cantidad de nutrientes			-1	3	3	3	2	3	2	2	-18	ALTO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	2	1	1	2	2	2	2	-12	MEDIO

			Aridez en hectáreas			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Escorrentía			-1	2	1	2	2	3	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de cobertura vegetal	% de cobertura removida		FLORA	-1	3	1	3	3	2	2	3	-17	ALTO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	2	1	2	2	3	2	2	-14	MEDIO
			# de Especies			-1	3	1	2	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Afectación de la flora	Grado de afectación			-1	3	1	2	2	3	2	2	-15	MEDIO
			# de Especies			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Alteración de las comunidades hidrobiológicas	Abundancia relativa		FAUNA	-1	2	1	2	2	3	2	2	-14	MEDIO
		Formación de nuevos hábitats acuáticos	# de hábitats formados			1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	3	3	3	2	3	2	3	-19	ALTO
			# de Conflictos atendidos			-1	3	3	3	2	3	2	3	-19	ALTO
		Ecoturismo	# de turistas			1	3	3	2	3	3	1	2	17	ALTO +
			# de visitas			1	2	3	1	3	3	2	2	16	MEDIO +
			Ciclo de Vida			1	2	3	1	3	3	2	2	16	MEDIO +
		Alteración y perdida del patrimonio arqueológico	Tipo de Cosmovisión		CULTURAL	-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			Grado de afectación del patrimonio			-1	3	1	3	3	3	3	3	-19	ALTO
		Generación temporal de empleo	Valor salarial		ECONÓMICO	1	3	3	3	2	2	3	3	19	ALTO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
OPERACIÓN	Reasentamiento voluntario e involuntario	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO - AMBIENTAL	AIRE	-1	1	3	3	1	1	1	1	-11	BAJO
			Calidad			-1	1	3	3	1	1	1	1	-11	BAJO

	en el área de influencia directa	Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	1	3	3	1	1	1	1	-11	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	1	1	2	1	1	2	2	-10	BAJO
			Cantidad			-1	1	1	2	1	1	2	2	-10	BAJO
			Caudales			-1	1	1	2	1	1	2	2	-10	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos		SUELOS	-1	1	1	2	1	1	2	2	-10	BAJO
		Pérdida de cobertura vegetal	% de cobertura removida		FLORA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Fragmentación de hábitats naturales			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			# de Especies			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Migración en las cabeceras municipales	# de personas que migran	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	3	1	3	2	2	3	3	-17	ALTO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	3	1	3	2	2	3	3	-17	ALTO
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas			-1	2	1	3	2	2	2	3	-15	MEDIO
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad			-1	3	3	3	2	3	2	3	-19	ALTO
			# de Conflictos atendidos			-1	3	3	3	2	3	2	3	-19	ALTO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Tipo de Empleo			1	2	1	3	2	2	2	2	14	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Grado de satisfacción			1	3	3	2	3	2	2	2	17	ALTO +
			# de personas afectadas			-1	3	1	3	3	3	2	3	-18	ALTO

		Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de persona afectada			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
			Tipo de empleo perdido			-1	2	3	3	2	2	2	1	-15	MEDIO
		Cambio en las relaciones de poder	# de actas de vecindad			-1	3	1	1	2	2	2	3	-14	MEDIO
			# de actas de compromiso			-1	3	1	1	2	2	2	3	-14	MEDIO
			# de Servidumbres			-1	3	3	2	2	3	2	2	-17	ALTO
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	3	3	2	2	-18	ALTO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
		Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# de vestigios culturales		CULTURAL	-1	2	1	3	2	2	2	3	-15	MEDIO
			# de inmuebles culturales afectados			-1	2	1	3	2	2	2	3	-15	MEDIO
		Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas		ECONÓMICO	-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida			-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO
			Valor de Compensación			1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Generación temporal de empleo	Valor salarial			1	2	1	3	2	3	2	2	15	MEDIO +
		Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos			-1	3	3	3	2	3	2	2	-18	ALTO
		Afectación predial	Valor predial			-1	2	1	2	1	2	2	2	-12	MEDIO
			Valor de la compensación			1	3	1	2	3	3	2	3	17	ALTO +
			Uso del predio			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
	Disposición de residuos de mantenimiento de la central (sedimentos)	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO-AMBIENTAL	AIRE	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Calidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	1	1	2	1	1	2	2	-10	BAJO

		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	3	3	3	2	3	2	2	-18	ALTO
			Cantidad			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
			Caudales			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos		SUELO	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso			-1	1	1	2	2	1	2	2	-11	BAJO
			Cambio en la condición de la tierra			-1	1	1	2	2	1	2	2	-11	BAJO
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra			-1	1	1	2	2	1	2	2	-11	BAJO
			# de hectáreas perdidas			-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Salinidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	1	1	2	2	1	2	2	-11	BAJO
			Cantidad de nutrientes			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	1	1	2	2	1	1	1	-9	BAJO
			Aridez en hectáreas			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Escorrentía			-1	1	1	2	2	1	1	1	-9	BAJO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Tipo de Empleo			1	2	1	3	2	2	2	2	14	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Grado de satisfacción			1	2	3	2	3	2	2	2	16	MEDIO +
		Afectación de acceso y	# de veredas afectadas			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO

		caminos veredales	PQRS resueltas			1	3	3	3	2	3	2	2	18	ALTO +
			# de personas afectadas			-1	3	1	2	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	3	3	2	2	-18	ALTO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
		Generación temporal de empleo	Valor salarial		ECONÓMICO	1	3	3	3	2	3	2	2	18	ALTO +
		Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
	Movilización de equipos y maquinaria para desmonte y demolición	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO-AMBIENTAL	AIRE	-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Calidad			-1	3	1	3	2	3	2	1	-15	MEDIO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)		RUIDO	-1	2	1	3	1	2	1	1	-11	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	2	1	2	1	2	-11	BAJO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	2	1	3	1	1	1	1	-10	BAJO
			Cantidad			-1	1	1	3	1	1	1	1	-9	BAJO
			Caudales			-1	2	1	3	2	1	1	1	-11	BAJO
		Afectación por generación de residuos de excavación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Superficie removida			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	3	2	2	-17	ALTO
		Generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos			-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO

		domésticos e industriales													
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	2	1	3	2	2	2	1	-13	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra			-1	2	1	3	3	2	2	2	-15	MEDIO
			# de hectáreas perdidas			-1	3	1	3	3	3	2	2	-17	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Salinidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	2	1	2	1	1	2	2	-11	BAJO
			Cantidad de nutrientes			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	-1	3	1	3	3	3	2	3	-18	ALTO
			# de personas afectadas			-1	3	3	3	2	2	2	2	-17	ALTO
		Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas			-1	3	3	3	2	3	2	3	-19	ALTO
		Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad			-1	3	1	3	2	3	3	3	-18	ALTO
			# de Conflictos atendidos			-1	3	3	3	2	2	2	2	-17	ALTO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Tipo de Empleo			1	2	1	3	2	2	2	2	14	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Grado de satisfacción			1	2	3	2	3	2	2	2	16	MEDIO +
		Afectación predial	# de predios			-1	3	1	3	2	2	2	3	-16	MEDIO
			# de personas afectadas			-1	2	1	3	2	2	1	3	-14	MEDIO
			Medios de vida afectados			-1	3	3	3	2	2	2	3	-18	ALTO

			# de actas de vecindad			-1	3	1	3	2	3	2	3	-17	ALTO
			Uso del predio			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	3	3	2	2	-18	ALTO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida		ECONÓMICO	-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO
			Valor de Compensación			1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Generación temporal de empleo	Valor salarial			1	3	3	2	2	3	2	3	18	ALTO
		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual			-1	1	1	3	1	1	2	2	-11	BAJO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
	Disposición final de los residuos sólidos	Alteración de la calidad del aire	Emisiones	TÉCNICO-AMBIENTAL	AIRE	-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Calidad			-1	3	1	3	2	3	2	1	-15	MEDIO
		Alteración de niveles de presión sonora	Magnitud del Ruido (Decibeles)			-1	2	1	3	1	2	1	1	-11	BAJO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad		AGUA	-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Alteración de la calidad del agua	Calidad			-1	2	3	3	2	2	2	2	-16	MEDIO
			Cantidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Caudales			-1	2	1	3	2	1	2	2	-13	MEDIO
		Afectación por generación	Volumen total de material sobrante		SUELO	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO

		de residuos de excavación	Superficie removida			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	3	3	2	2	3	2	2	-17	ALTO
		Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Cantidad de residuos			-1	2	3	2	2	2	2	2	-15	MEDIO
		Alteración de suelos	Superficie removida			-1	2	1	3	2	2	2	1	-13	MEDIO
			Niveles de Erosión			-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO
		Pérdida del suelo	Cambio en la condición de la tierra			-1	2	1	3	3	2	2	2	-15	MEDIO
			# de hectáreas perdidas			-1	3	1	3	3	3	2	2	-17	ALTO
		Alteraciones de las propiedades del suelo	PH			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Salinidad			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Condiciones físicas del suelo			-1	2	1	2	1	1	2	2	-11	BAJO
			Cantidad de nutrientes			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
		Procesos Erosivos	Grado de inclinación			-1	1	1	2	2	1	1	1	-9	BAJO
			Aridez en hectáreas			-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			Escorrentía			-1	1	1	2	2	1	1	1	-9	BAJO
		Afectación de la flora	Grado de afectación		FLORA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			# de Especies			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Afectación de fauna terrestre	Grado de afectación		FAUNA	-1	2	1	2	2	2	2	2	-13	MEDIO
			# de especies			-1	2	1	3	2	2	2	2	-14	MEDIO
		Vinculación de mano de obra	# de personas empleadas	ANTROPOSFERICO	SOCIAL	1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Tipo de Empleo			1	2	1	3	2	2	2	2	14	MEDIO +
			Tipo de persona vinculada			1	3	3	3	2	2	2	3	18	ALTO +
			Grado de satisfacción			1	2	3	2	3	2	2	2	16	ALTO +

		Afectación de acceso y caminos veredales	# de veredas afectadas			-1	3	1	2	2	2	2	2	-14	MEDIO
			PQR´s resueltas			1	3	3	3	2	3	2	2	18	ALTO +
			# de personas afectadas			-1	3	1	2	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Afectación a la salud	# de Personas enfermas			-1	3	3	2	3	3	2	2	-18	ALTO
			Origen de la enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
			Tipo de enfermedad			-1	3	1	3	2	3	2	2	-16	MEDIO
		Pérdida de infraestructura física	Valor monetario de la pérdida		ECONÓMICO	-1	2	1	2	2	2	2	1	-12	MEDIO
			Valor de Compensación			1	2	1	2	2	2	2	2	13	MEDIO +
		Generación temporal de empleo	Valor salarial			-1	3	3	2	2	2	2	2	-16	MEDIO
		Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual	PAISAJISTICO	PAISAJE	-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO
		Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual			-1	1	1	3	1	1	2	2	-11	BAJO
		Calidad del paisaje	Calidad Visual			-1	2	1	3	2	3	2	2	-15	MEDIO

Matriz 2. Valoración de impactos ambientales

Autor: Elaboración propia.

Metodología Tomada de Vicente Conesa-Fernández; modificada por Ing. Forestal – Msc. GA Miguel Ángel Gamboa Castellanos

- Encuesta piloto de diagnóstico territorial – Comunidad.

Buenos días/ tardes. Soy estudiante de la especialización en Gerencia de Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C, solicito su permiso para realizar la siguiente encuesta, con el propósito de establecer un diagnóstico territorial que vincule los efectos o impactos que se generaron por la implementación de la pequeña central hidroeléctrica - PCH del "Charquito", mediante una perspectiva comunitaria; con fines netamente académicos.

Sexo: F ___ M ___
Edad: 14 a 26 ___ 27 a 59 ___ > 60 ___
Profesión u oficio:
_____
Ingresos: B____ M____ o A____

1) ¿Cuál es el principal problema de la vereda e Charquito?
   _____
   _____
   _____
   _____

2) ¿Cuál sería la posible solución que usted plantearía a dicho problema?
   _____
   _____
   _____
   _____

3) Mencione un (1) aspecto positivo y otro negativo que resultó de la implementación de la central eléctrica "Charquito":
   _____
   ___y
   _____
   __

4) ¿Qué conflictos generó con la comunidad de la vereda la construcción y operación de la central eléctrica del "Charquito"?
   _____
   _____
   _____
   _____

5) ¿Se perdieron grandes cantidades de terreno por la implementación de la central eléctrica el "Charquito"?
   _____
   _____
   _____
   _____

6) ¿Se vio afectada su salud durante la construcción y ejecución de la Central eléctrica "Charquito"?
   _____
   _____
   _____
   _____

7) ¿Mejoró su calidad de vida con la implementación de la central eléctrica "Charquito"?
   _____
   _____
   _____
   _____

8) ¿Hubo una gran pérdida de infraestructura física en la vereda por la implementación de la central eléctrica “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

9) ¿Qué efecto provocó en la actividad pesquera la implementación de la central eléctrica “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

10) ¿Hubo un cambio con el ingreso monetario de la comunidad de la vereda por la implementación de la central eléctrica “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

11) ¿Qué procesos erosivos (inestabilidad del suelo) generó la construcción y operación de la central eléctrica “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

12) ¿Qué efectos al entorno causó la implementación de la central eléctrica por la generación de escombros?

_____
_____
_____
_____

¿Hubo pérdidas significativas de cobertura vegetal por la implementación de la central eléctrica “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

13) ¿Está de acuerdo de que estos proyectos de generación de energía contribuyen a la lucha contra el cambio climático?

_____
_____
_____
_____

14) ¿La empresa encargada de operar la central eléctrica “Charquito” ah implementado acciones de reforestación?

_____
_____
_____
_____

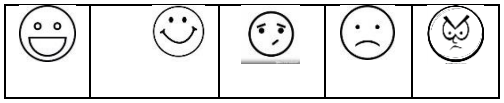
15) ¿Qué actividad la empresa encargada de operar la PCH (EMGESA) ha realizado para disminuir las problemáticas actuales que a usted le interesan del “Charquito”?

_____
_____
_____
_____

16) Conforme a lo anterior ¿Está usted de acuerdo con la implementación de estos proyectos sostenibles de generación de energía hidroeléctrica en el territorio colombiano?

_____
_____
_____
_____

17) Indique la expresión, que represente lo que siente al observar la PCH “Charquito”:



a.____ b.____ c.____ d.___ e.____

Gracias por la atención prestada

- Encuesta ajustada de diagnóstico territorial – Comunidad.

Buenos días/ tardes. Soy estudiante de la especialización en Gerencia de Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C, solicito su permiso para realizar la siguiente encuesta, con el propósito de establecer un diagnóstico territorial que vincule los efectos o impactos que se generaron por la implementación de la pequeña central hidroeléctrica - PCH del "Charquito", mediante una perspectiva comunitaria; con fines netamente académicos.

Sexo: F ___ M ___
Edad: 14 a 26 ___ 27 a 59 ___ > 60 ___
Profesión u oficio:
_____
Ingresos: B____ M____ o A____

1) ¿Cuál es el principal problema de la vereda e Charquito/San Francisco?
   _____
   _____
   _____
   _____

2) ¿Cuál sería la posible solución que usted plantearía a dicho problema?
   _____
   _____
   _____
   _____

3) Mencione un (1) aspecto positivo y otro negativo que resultó de la implementación de las centrales eléctricas del "Charquito" y Nueva Esperanza:
   _____
   ___y
   _____
   __

4) ¿Qué conflictos generó con la comunidad de la vereda la construcción y operación de las centrales eléctricas del "Charquito" y Nueva Esperanza?
   _____
   _____
   _____
   _____

5) ¿Se perdieron grandes cantidades de terreno por la implementación de las centrales eléctricas el "Charquito" y Nueva Esperanza?
   _____
   _____
   _____
   _____

6) ¿Se vio afectada su salud durante la construcción y ejecución de las Centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?
   _____
   _____
   _____
   _____

7) ¿Mejoró su calidad de vida con la implementación de las centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?
   _____
   _____
   _____
   _____

8) ¿Hubo una gran pérdida de infraestructura física en la vereda por la implementación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

_____
_____
_____
_____

9) ¿Qué efecto causo en la actividad Porcícola y de ganadería la implementación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

_____
_____
_____
_____

10) ¿Hubo un cambio con el ingreso monetario de la comunidad de la vereda por la implementación de las centrales eléctrica “Charquito” y Nueva Esperanza?

_____
_____
_____
_____

11) ¿Qué procesos erosivos (inestabilidad del suelo) generó la construcción y operación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

_____
_____
_____
_____

12) ¿Qué efectos al entorno causó la implementación de las centrales eléctricas por la generación de escombros?

_____
_____
_____
_____

13) ¿Hubo pérdidas significativas de cobertura vegetal por la implementación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

_____
_____
_____
_____

14) ¿Está de acuerdo de que estos proyectos de generación de energía contribuyen a la lucha contra el cambio climático?

_____
_____
_____
_____

15) ¿La empresa encargada de operar las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza han implementado acciones de reforestación?

_____
_____
_____
_____

16) ¿Qué actividad han realizado las empresas encargadas de operar las PCHs (EMGESA y EPM) para disminuir las problemáticas actuales que a usted le interesan de

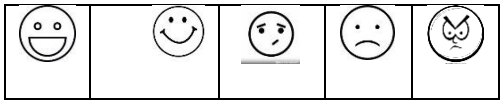
las veredas Charquito y San Francisco?

_____
_____
_____
_____

17) Conforme a lo anterior ¿Está usted de acuerdo con la implementación de estos proyectos sostenibles de generación de energía hidroeléctrica en el territorio colombiano?

_____
_____
_____
_____

18) Indique la expresión, que represente lo que siente al observar las PCHs "Charquito" y Nueva Esperanza:



a.____ b.____ c.____ d.___ e.____

Gracias por la atención prestada

- Entrevista de diagnóstico territorial socio-ambiental – Expertos

Buenos días/ tardes. Soy estudiante de la especialización en Gerencia de Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C, solicito su permiso para realizar la siguiente entrevista, con el propósito de establecer un diagnóstico territorial que vincule los efectos o impactos que son generados por la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas - PCHs en el territorio Nacional, teniendo en cuenta el criterio como experto en el tema.

Datos personales:

Nombre Completo: _____
Sexo: F ___ M ___
Nivel Educativo: _____
Profesión u oficio: _____
Años de experiencia en el tema: _____

Generalidades:

1) Puede usted decirnos para usted ¿qué es una Pequeña Central Hidroeléctrica?
2) ¿Cuál es la principal funcionalidad que brinda una PCH en la comunidad?

3) Mencione un (1) aspecto positivo y otro negativo que resulta de la implementación de las PCHs en el país (para la comunidad aledaña y la empresa)

Tema: Socio- económico

4) ¿La construcción y operación de PCHs en el país generan conflictos con las comunidades?

4.1) ¿Qué tipo de conflictos?

5) Cree usted ¿que las PCHs deben contar con un mecanismo para atender quejas y reclamos tanto de trabajadores como de la comunidad?

6) Tiene conocimiento si en las PCHs ¿Se emplean trabajadores migrantes o estacionales para realzar trabajos peligrosos?

7) ¿La implementación de PCHs en el país generan en su área de influencia directa grandes pérdidas de tierra?

8) ¿La construcción y operación de PCHs generan alguna enfermedad o efecto adverso a la comunidad aledaña?

8.1) ¿Qué enfermedades?

9) ¿La Generación de empleo temporal para los miembros de la comunidad aledaña a las PCHs causa un efecto positivo significativo en ellos?

9.1) Por lo General ¿Qué tipo de perfiles son empleados en este tipo de proyectos?

a) Bachiller

b) Técnico

c) Tecnólogo

d) Profesional

e) Especializado

f) Otro ¿Cuál?

9.2) Podría indicarnos un aproximado de ¿cuántos empleados temporales se llegan a contratar en este tipo de proyectos?

10) Según su experticia. Se pierde o afecta más viviendas en el Área de influencia de la central o En la subestación y tendido de torres de transmisión:

Cantidades:

a) De 0 a 20 casas. (Bajo)
b) De 21 a 49 casa. (Medio)
c) Mayor > a 50 casas. (Alto)
d) Sin afectación

11) ¿Cómo es el proceso de adquisición de predios (comprados, compensados) y de servidumbres durante la construcción de PCHs en el país?

12) ¿Qué efectos positivos o negativos causa en las actividades económicas la construcción y operación de PCHs?

a) Agricultura
b) Producción Pecuaria
c) Silvicultura
d) Porcícola.
e) Productos elaborados (cuajada, Panela, entre otros)
f) Otros ¿Cuál?

13) ¿Mejora notablemente la calidad de vida de la comunidad aledaña por la implementación de estos proyectos?

14) ¿Cómo se aborda el tema de equidad de género en proyectos de esta índole?

Tema Técnico / Ambiental

15) ¿Cuáles efectos erosivos, causa en el suelo la implementación de las PCHs?

a) Inestabilidad del suelo.
b) Pérdida de fertilidad del suelo.
c) Aridez del suelo.
d) Otro ¿Cuál?

16) ¿Qué efectos causa al entorno la generación de escombros y material sobrante durante la construcción de PCHs?

17) ¿Cuáles efectos causa la construcción y operación de PCHs en los servicios eco-sistémicos que ofrece el componente vegetal?

17.1) ¿Qué servicios eco-sistémicos?

18) ¿Es representativo la remoción de cobertura vegetal en este tipo de proyectos?

19) Con la implementación de PCHs ¿consideran que estas contribuyen positivamente en la lucha contra el cambio climático?

19.1) ¿Podría darnos un dato aproximado de reducción de emisiones de GEI que contribuyen estos proyectos?

20) ¿Cuáles de los siguientes efectos al suelo causan este tipo de proyectos?

a) Afectación en las propiedades del suelo.
b) Afectación por generación de residuos de construcción
c) Aumento o generación de erosión.
d) Perdida del recurso suelo.
e) Otro ¿Cuál?

21) ¿Cuáles son los principales efectos que causa la implementación de estos proyectos en el recurso hídrico?

a) Efecto en la calidad
b) Efecto en el Caudal
c) En la Disponibilidad del recurso. d) En la Periodicidad de regulación
e) Otro ¿cuál?

22) ¿Qué efectos causa la implementación de PCHs en la calidad visual del paisaje?

23) ¿Las empresas encargadas de operar las PCHs en el país, realizan actividades para disminuir las problemáticas actuales que se presentan?

¿Como cuáles?

24) Frente a este tipo de proyectos, que oportunidades de mejora o recomendaciones plantearía usted para robustecer el análisis y la evaluación ambiental y social para estos casos.

Gracias por la atención prestada

A continuación, se muestra el cuadro resumido de los impactos e indicadores priorizados que produjo la matriz causa-efecto y se resalta que no todos los efectos serán involucrados en la encuesta.

VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES			
CRITERIO Y/O IMPACTO AMBIENTAL	INDICADORES	COMPONENTE	¿Cuál es la relevancia del impacto ambiental?
Aparición de conflictos con comunidades	Tipo de comunidad	SOCIAL	ALTO +
	# de conflictos atendidos		ALTO -
Vinculación de mano de obra	Grado de satisfacción		ALTO +
	# de personas empleadas		
	Tipo de persona vinculada		
Afectación de acceso y caminos veredales	PQR´s resueltas		ALTO +
	# de personas afectadas		ALTO -
Afectación predial	Medios de vida afectados		ALTO -
	# de actas de vencidad		
Ecoturismo	# de turistas		ALTO +
Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	Cantidad de asentamientos afectados		ALTO -
	# de personas afectadas		
Cambio en las relaciones de poder	# de Servidumbres		ALTO -
Afectación a la salud	# de Personas enfermas		ALTO -
Pérdida de fuentes de empleo	Tipo de persona afectada		ALTO -
	Tipo de empleo perdido		
	# de personas afectadas		
Pérdida de infraestructura física	# de personas afectadas		ALTO -
Migración en las cabeceras municipales	# de personas que migran		ALTO -

Pérdida de patrimonio cultural inmueble	# vestigios culturales	CULTURAL	ALTO -
	# de inmuebles culturales afectados		
Alteración y pérdida del patrimonio arqueológico	Grado de afectación del patrimonio		ALTO -
Pérdida de actividades productivas	# de actividades productivas afectadas	ECONÓMICO	ALTO -
Pérdida de infraestructura física	valor de compensación		ALTO -
	Valor monetario de la pérdida		
Afectación predial	Valor predial		ALTO -
	Valor de la compensación		
Vinculación de mano de obra	Tipo de persona vinculada		ALTO +
Generación temporal de empleo	Valor salarial		ALTO +
Afectación de medio de vida o sustento Pérdida de fuentes de empleo	Pérdida de ingresos		ALTO -
Alteración de suelos	Superficie removida	TÉNICO-AMBIENTAL	ALTO -
	Niveles de Erosión		
Pérdida del suelo	Cambio en a condición de la tierra		ALTO -
	# de hectáreas perdidas		ALTO -
Pérdida de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura removida		ALTO -
	% de cobertura removida		
	Fragmentación de hábitats naturales		
	# Especies		
Regulación hídrica (control de inundaciones y de sequías)	Periodicidad de regulación		ALTO +
Alteración de la calidad del agua	Calidad		ALTO -
	Caudales		
Afectación por generación de residuos de excavación	Superficie removida		ALTO -
	Volúmen total de material sobrante		
	Niveles de Erosión		

Cambios en el uso del suelo	Cambio en su uso		ALTO -
Procesos Erosivos	Grado de inclinación		ALTO -
Alteraciones de las propiedades del suelo	Salinidad		ALTO -
	Condiciones físicas del suelo		
	Condiciones físicas del suelo		
	Cantidad de nutrientes		
Afectación del paisaje por generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Calidad visual		ALTO -
Afectación del paisaje por generación de residuos de excavación	Calidad visual		ALTO -
Calidad del paisaje	Calidad visual		ALTO -

Conforme a lo anterior, se presentan los impactos más significativos de acuerdo a los criterios profesionales y los aspectos relevantes del territorio.



Figura 17. Impactos más significativos

6.2 Formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental

La formulación de indicadores de sostenibilidad ambiental se compone en un análisis inicial de las encuestas registradas en campo y un análisis de las entrevistas realizadas a los dos (2) expertos en el tema. A continuación, se detalla cada uno de estos análisis.

6.2.1 Análisis de las encuestas

El análisis de la información recolectada en campo, se compone de dos partes; la primera relacionada con la ejecución de encuestas en campo y la segunda con una entrevista técnica asociada al tema de impactos ambientales y sociales generados por la implementación de PCHs en el territorio colombiano. A continuación, se describe al detalle cada una de estas partes:

Encuestas de diagnóstico territorial:

Se realizaron tres (3) visitas en campo a la comunidad de las veredas Charquito y San Francisco, se encuestaron a sesenta (60) personas de ambos sexos, diferente ocupación y edades. Se encuestaron treinta y cuatro (34) mujeres y veintiséis (26) hombres. A continuación, se desglosa el análisis para cada pregunta:

1. ¿Cuál es el principal problema de la vereda e Charquito/San Francisco?

La comunidad dio diferentes respuestas a esta pregunta, en donde se reflejan problemas como Olores ofensivos emitidos por el Río Bogotá, Olores Ofensivos por las actividades de porcicultura, Generación de vectores, Falta de servicios de transporte, falta de servicio de gas, insuficiente servicio de electricidad, falta de vías e infraestructura, movimiento del suelo, inseguridad y La contaminación del Río Bogotá. De las anteriores opciones la respuesta más común fue La contaminación del Río Bogotá con una representación del 57%, y en segundo lugar la insuficiencia del servicio eléctrico. Ambos sexos encuestados coinciden en que el mayor problema es la contaminación del Río. La siguiente Grafica muestra la tendencia obtenida para esta pregunta.

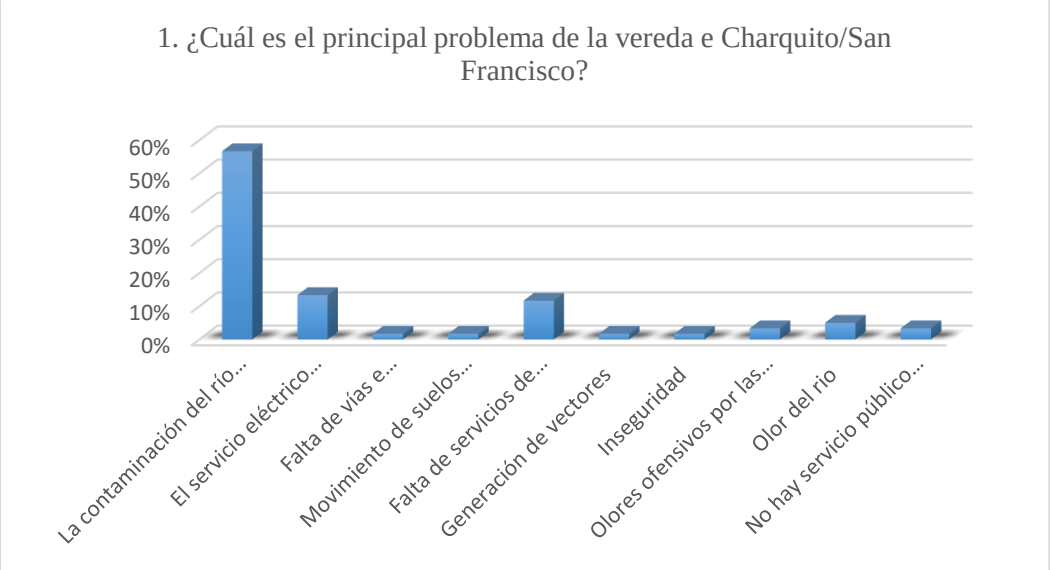


Gráfico 1. Principal problema de las veredas

Por otra parte, se identificó que solamente fueron encuestadas cuatro personas mayores de 60 años, por lo que la mayoría de personas encuestadas son personas jóvenes que desarrollan actividades como independientes y estudiantes, muy pocas personas cuentan con una tecnología o un técnico de nivel superior al bachiller.

2. ¿Cuál sería la posible solución que usted plantearía a dicho problema?

Con base al análisis anterior relacionado con la contaminación del río Bogotá, los datos obtenido por parte de la comunidad arrojo dos posibles soluciones, la primera es la construcción de una Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR y la segunda desarrollar programas de limpieza al Río Bogotá, Ambas soluciones que plantan los lugareños mostro un comportamiento tendencial igual con un porcentaje del 13%. La siguiente Grafica nos muestra el comportamiento de los datos asociado a cada respuesta.

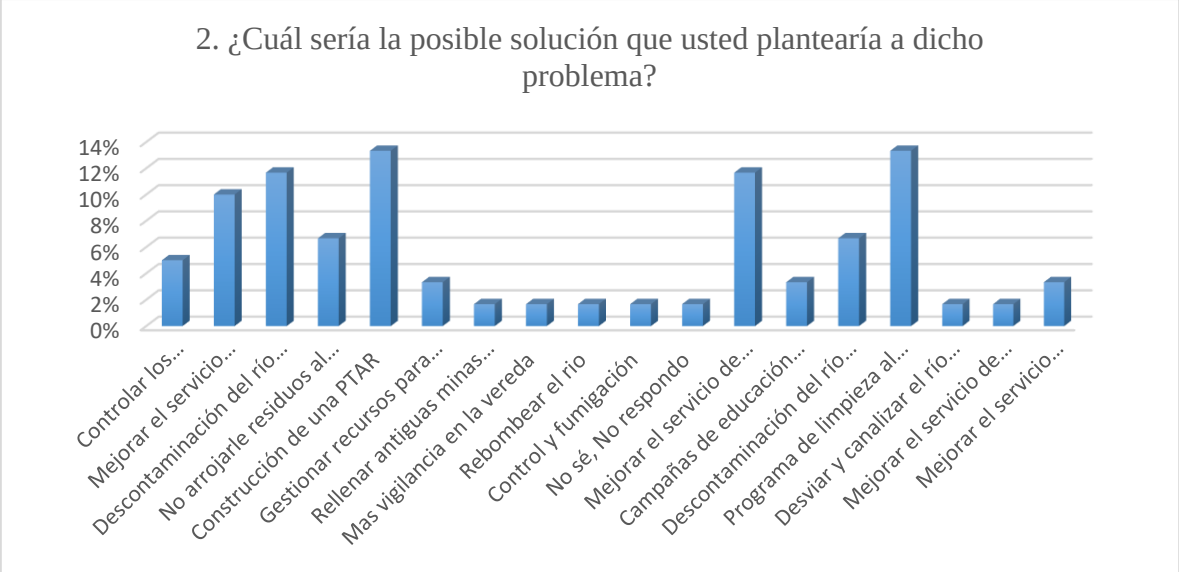


Gráfico 2. Posible solución a las problemáticas de las veredas

En cuanto a los jóvenes entre los 14 y 26 años, ellos plantean diferentes soluciones tales como descontaminar el Río Bogotá, construir una PTAR, Rebombear el Río entre otras, son respuesta que se relacionan entre sí para aunar esfuerzos para combatir la contaminación del Río, por otra parte se evidencia que la segunda respuesta más común es la solución al problema del transporte en la vereda en donde ellos nos informan que se debe solicitar mayor frecuencia y más empresas de transporte para el desplazamiento de la comunidad a sus sitios de interés y de trabajo.

3. Mencione un (1) aspecto positivo y otro negativo que resultó de la implementación de las centrales eléctricas del “Charquito” y Nueva Esperanza

Con un porcentaje equivalente al 52% la Generación de Empleo temporal fue la respuesta con mayor tendencia frente al aspecto positivo, ya que en el momento en que se estaban construyendo la Micro-central “Charquito” y nueva esperanza estas contrataron a personal calificado y no calificado provenientes de las veredas más cercanas. Curiosamente el aspecto más negativo de la implementación de estos proyectos fue la deficiencia del servicio eléctrico en las veredas Charquito y Nueva esperanza con un porcentaje del 35% en la tendencia, la comunidad nos informó que en ocasiones cuando se hacía corte de luz los

electrodomésticos que dañaban y no recibían una compensación por parte de la empresa. La siguiente grafica muestra la tendencia del aspecto negativo en las veredas.

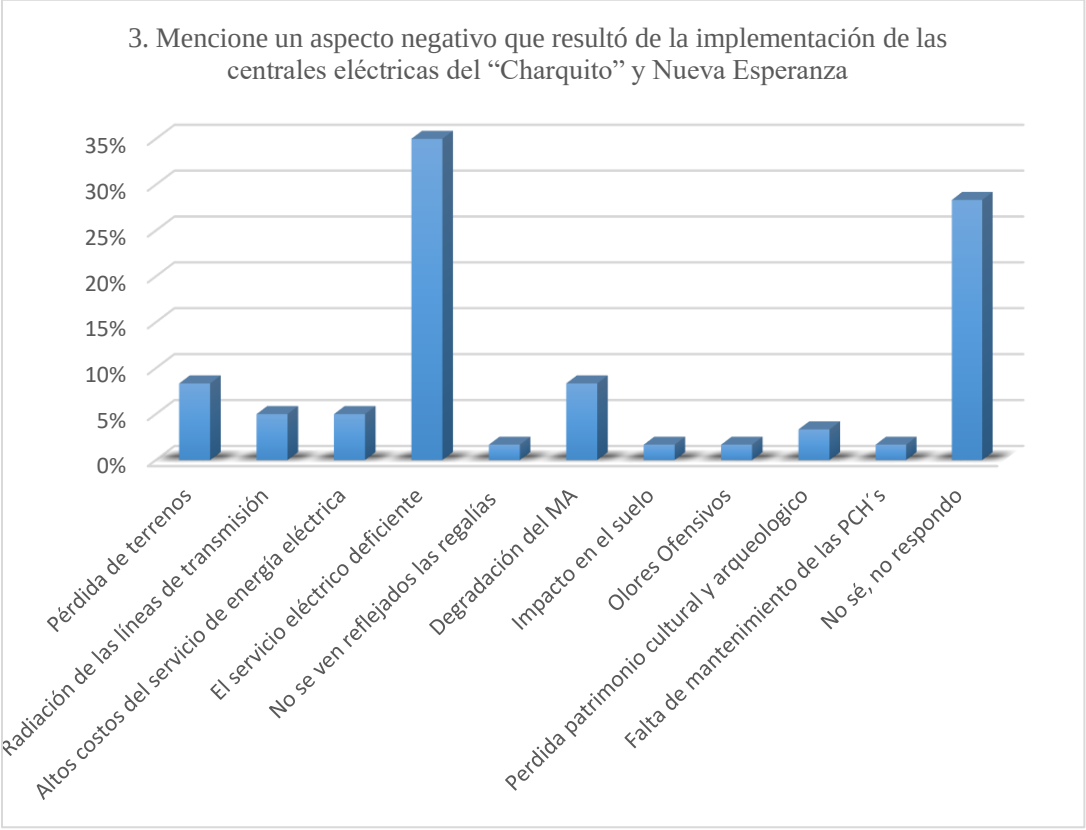


Gráfico 3. Aspecto negativo PCHs Charquito-Nueva Esperanza

Por otra parte, la opción de No sé, no respondo arrojó una tendencia para el aspecto positivo del 15% y para el aspecto negativo del 28%, por lo cual podemos afirmar que dicha respuesta se da por el desconocimiento de estos proyectos, sobre todo por la población joven que no estuvo presente en la construcción de estos proyectos o porque simplemente se desconoce la finalidad y objetivo de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.

4. ¿Qué conflictos generó con la comunidad de la vereda la construcción y operación de las centrales eléctricas del "Charquito" y Nueva Esperanza?

Entre hombre y mujeres encuestadas con una tendencia del 88% respondieron que no se generó conflicto, ya que esto proyectos se encuentran ubicados entre 3 a 4 Km de distancia de las veredas. Adicionalmente, dos personas respondieron que se generó conflicto por la

compra de predios pero en la vereda de San Francisco, en algunas fincas que se encuentran muy cercanas al proyecto Charquito y que por su ubicación en el trazado de las líneas de transmisión se compraron parte de los predios y se ejecutó servidumbres.

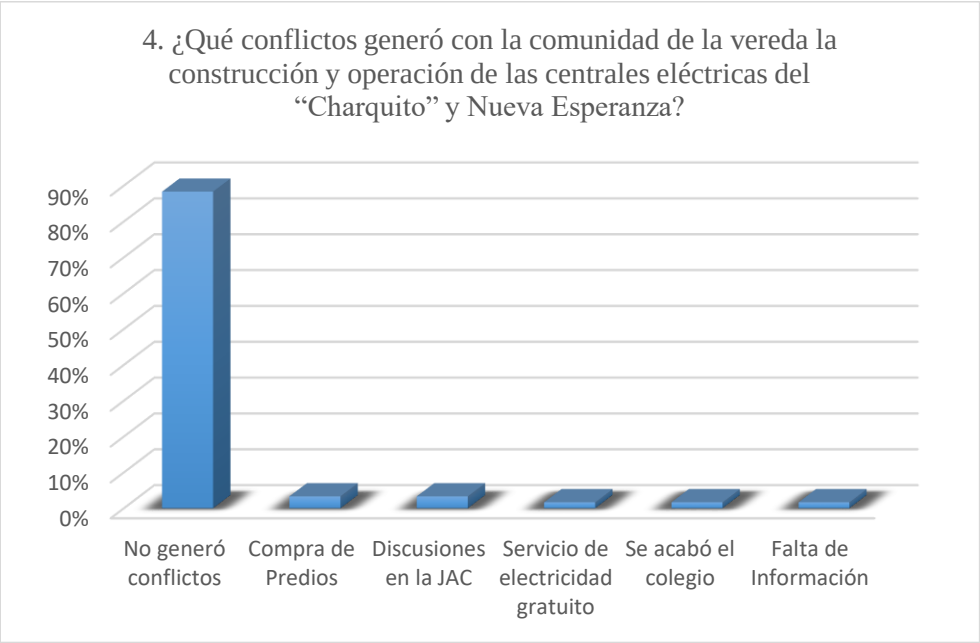


Gráfico 4. Conflictos entre los proyectos y la comunidad

5. ¿Se perdieron grandes cantidades de terreno por la implementación de las centrales eléctricas el "Charquito" y Nueva Esperanza?

Con 31 respuesta similares y un equivalente al 52% del total, la comunidad respondió que no se perdieron grandes cantidades de terreno ya que no son grandes proyectos y por qué en el lugar donde se construyeron el terreno ya estaba intervenido por actividad agrícola, el 20% de los encuestados respondió que si se perdieron grandes cantidades de terreno a causa de que en el área del proyecto se afectaron varias fincas que desarrollaban actividad agrícola y algunas fincas por que se encontraban ubicadas en el lugar proyectado para el tendido de las torres de distribución de energía. Por otra parte, el 15% de los encuestados respondieron también que si se perdieron grandes cantidades pero que estas fueron de bosque que estaba dentro del área de la construcción. A continuación, se muestra la tendencia de la información en la siguiente Grafica.

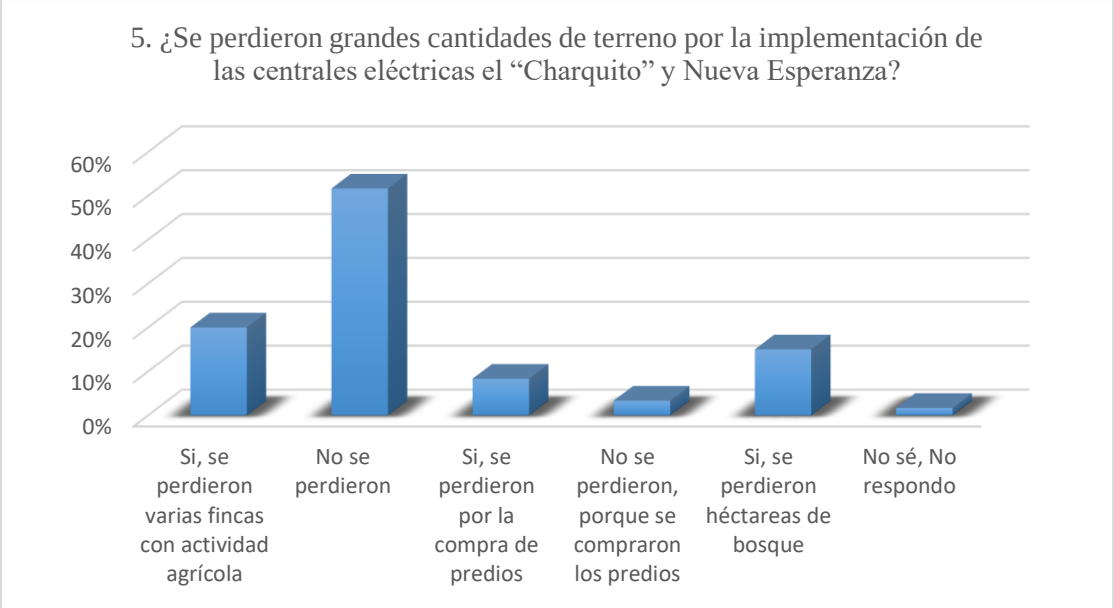


Gráfico 5. Pérdida de grandes cantidades de terreno por las PCHs

6. ¿Se vio afectada su salud durante la construcción y ejecución de las Centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?

El 93% de los encuestados respondió que no se vio afectada su salud por dos grandes razones, la primera por que los proyectos se encuentran ubicados fuera del casco urbano de las veredas y la segunda por que la población joven no alcanzó a estar presente en el momento de la construcción de los proyectos. Por otra parte, dos personas encuestadas respondieron que si, a causa del transporte de escombros en el momento de la construcción, las fincas de estas dos personas se encuentran en la vereda de San francisco, ubicadas sobre la vía de acceso de estos dos proyectos por tal razón el paso de tractores y camiones genero la suspensión de polvo generando problemas respiratorios.

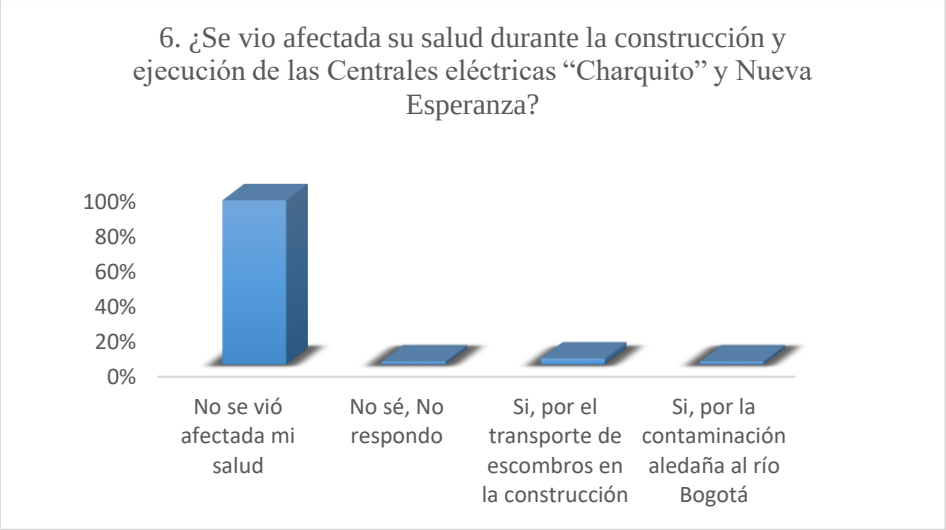


Gráfico 6. Pérdida de grandes cantidades de terreno por las PCHs

7. ¿Mejoró su calidad de vida con la implementación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

El 58% de los encuestados respondió que su calidad de vida continuo igual, es decir la implementación de estos proyectos no causo ningún efecto positivo o adverso en ellos. No obstante, los jóvenes de las veredas entre los 14 y 26 años respondieron que si mejoro por la generación de empleo ya que tienen familiares que trabajan o trabajaron en los proyectos.

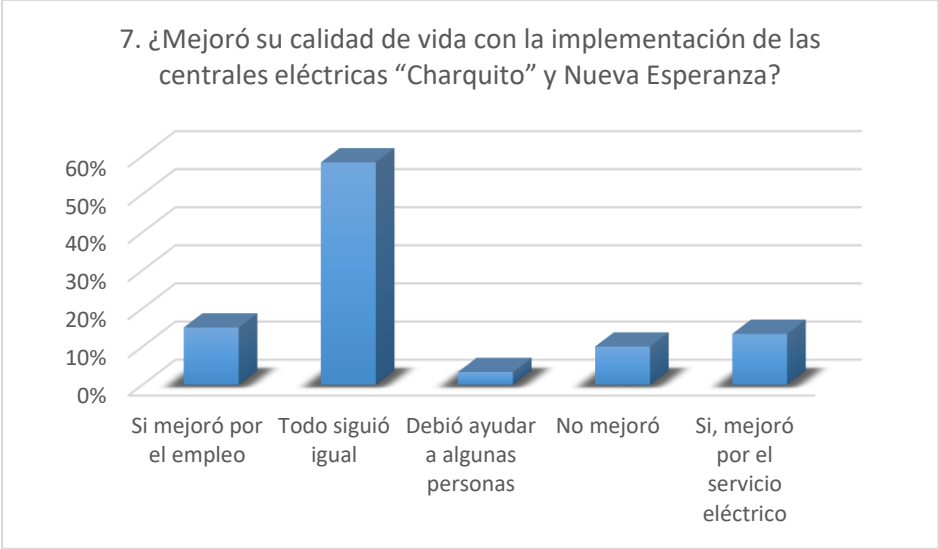


Gráfico 7. Calidad de vida de la comunidad por las PCHs

Por otra parte, seis del total de los encuestados respondieron que no mejoro su calidad de vida, ya que el servicio de electricidad no es el mejor, la mayoría de estas seis personas tiene ingresos medios y una edad entre los 27 y 59 años.

8. ¿Hubo una gran pérdida de infraestructura física en la vereda por la implementación de las centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?

Cincuenta y dos personas de la comunidad encuestada respondieron que no hubo gran pérdida de infraestructura física en la vereda por la presencia y ejecución de estos proyectos, no obstante, el 12% de los encuestados respondió que si hubo una afectación de algunas actividades económicas asociadas a fincas y ganadería en la vereda de San francisco. La siguiente Grafica muestra la tendencia de los datos.

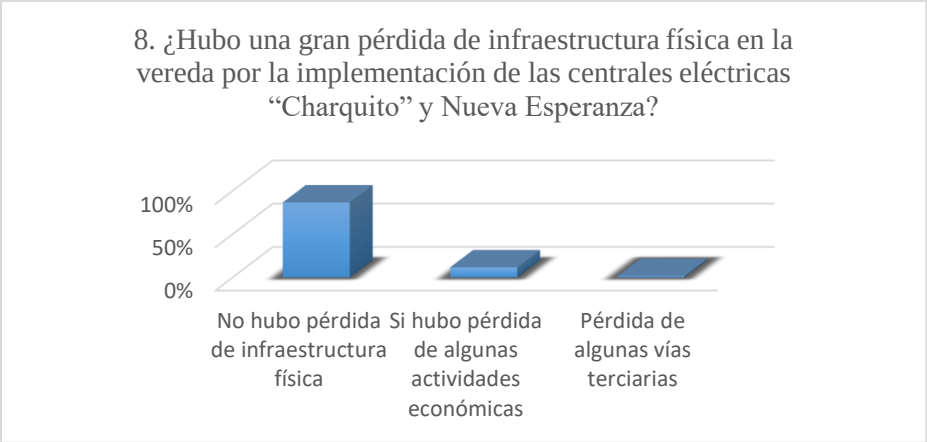


Gráfico 8. Pérdida de infraestructura física en las veredas por las PCHs

9. ¿Qué efecto causo en la actividad Porcícola y de ganadería la implementación de las centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?

Si bien, el 83% de los encuestados respondieron que no se causó afectación en la actividad Porcícola y de Ganadería, siete personas con ingresos medios debido a actividades de Ganadería y agricultura tiene conocimiento que en la vereda San Francisco se perdieron hectáreas de pastizales para el ganado a causa del proyecto del Charquito y la línea de transmisión asociada.

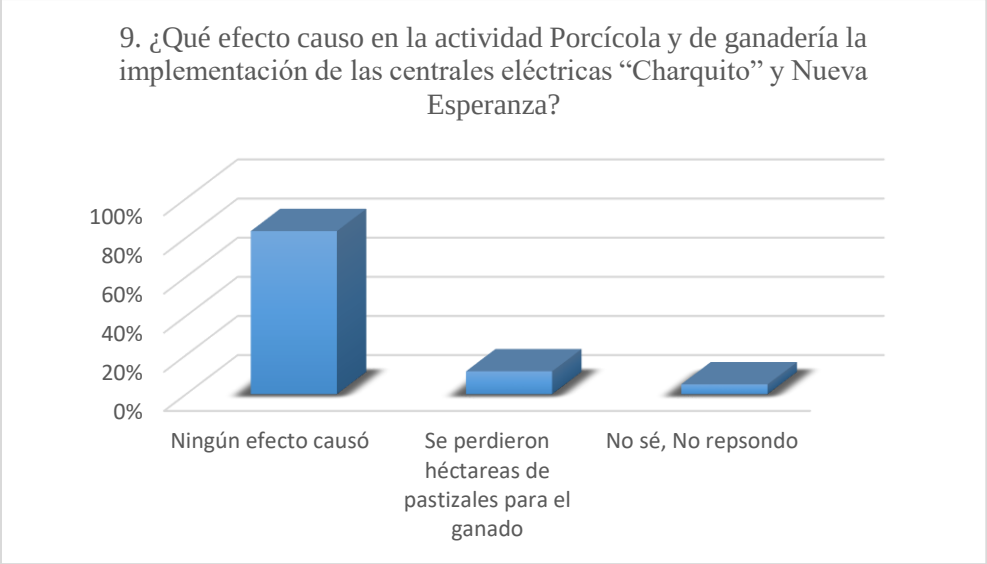


Gráfico 9. Efectos de los proyectos en la actividad porcícola y ganadería

10. ¿Hubo un cambio con el ingreso monetario de la comunidad de la vereda por la implementación de las centrales eléctrica “Charquito” y Nueva Esperanza?

El 62% de la población encuestada respondió que No hubo ningún cambio en el ingreso monetario de la comunidad debido a que los proyectos no causo ningún efecto en su dinámica, no obstante, doce personas de las sesenta encuestadas respondió que la dinámica en los ingresos monetarios si se mejoró en el momento en que se contrató temporalmente a personas de la comunidad para trabajar en las centrales. La siguiente Grafica muestra la tendencia de los datos frente a cada opción de respuesta.

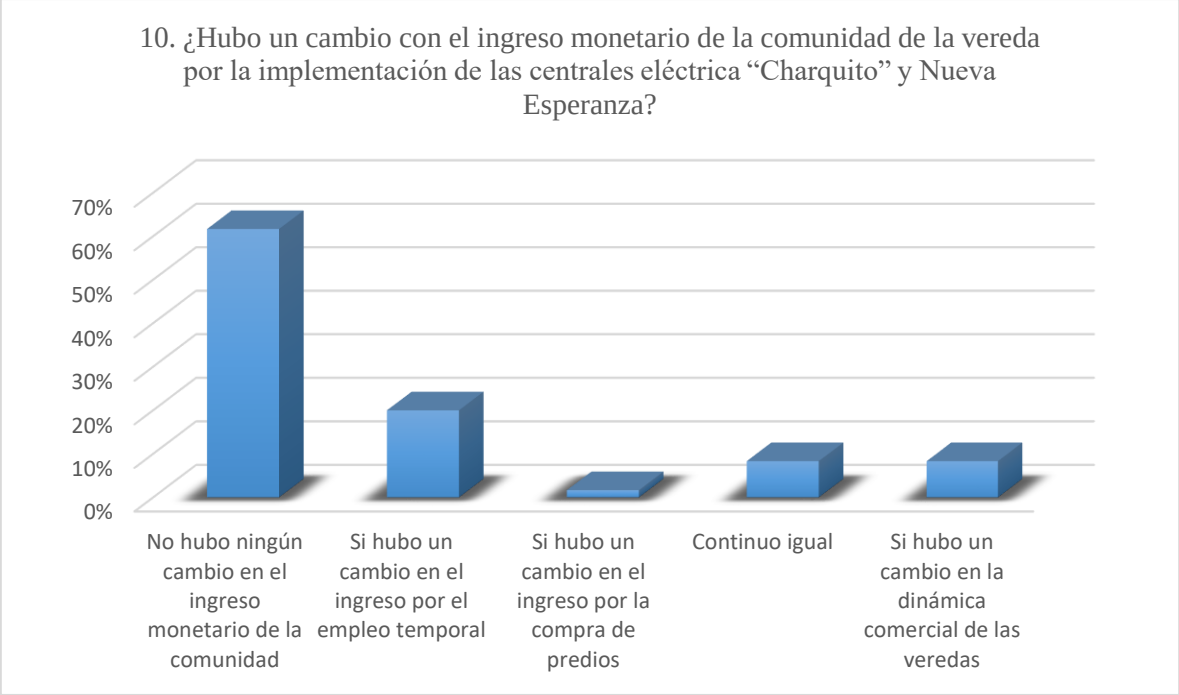


Gráfico 10. Cambio en el ingreso monetario de la comunidad por los proyectos

Por otra parte, cinco personas de las encuestadas respondieron que la dinámica continuo igual, mientras que otras cinco de las personas encuestadas que son comerciantes o cuentan con un empleo independiente respondieron que Si hubo un cambio en la dinámica comercial de las veredas ya que los empleados de las empresas consumían los productos de las tiendas existentes en las veredas.

Aunado a lo anterior, se detectó en la información recolectada que la compra de predios no tuvo gran relevancia en el cambio de los ingresos monetarios de la comunidad de las veredas.

11. ¿Qué procesos erosivos (inestabilidad del suelo) generó la construcción y operación de las centrales eléctricas “Charquito” y Nueva Esperanza?

Frente a esta pregunta el 82% de la comunidad encuestada respondió que no se generó procesos erosivos en la construcción y operación de las centrales. Si bien, solo cuatro personas respondieron que No saben, no responde, se puede concluir que en el momento de preguntar a la comunidad la mayoría de ellos desconocen el concepto de erosión y su proceso; únicamente tres personas respondieron que si evidenciaron procesos erosivos pero generados

por la actividad minera en la zona y otras dos detectaron deslizamientos cerca de la ronda del Río Bogotá producto de temporadas de invierno. A continuación, se muestra la Grafica que describe la dinámica de los datos.

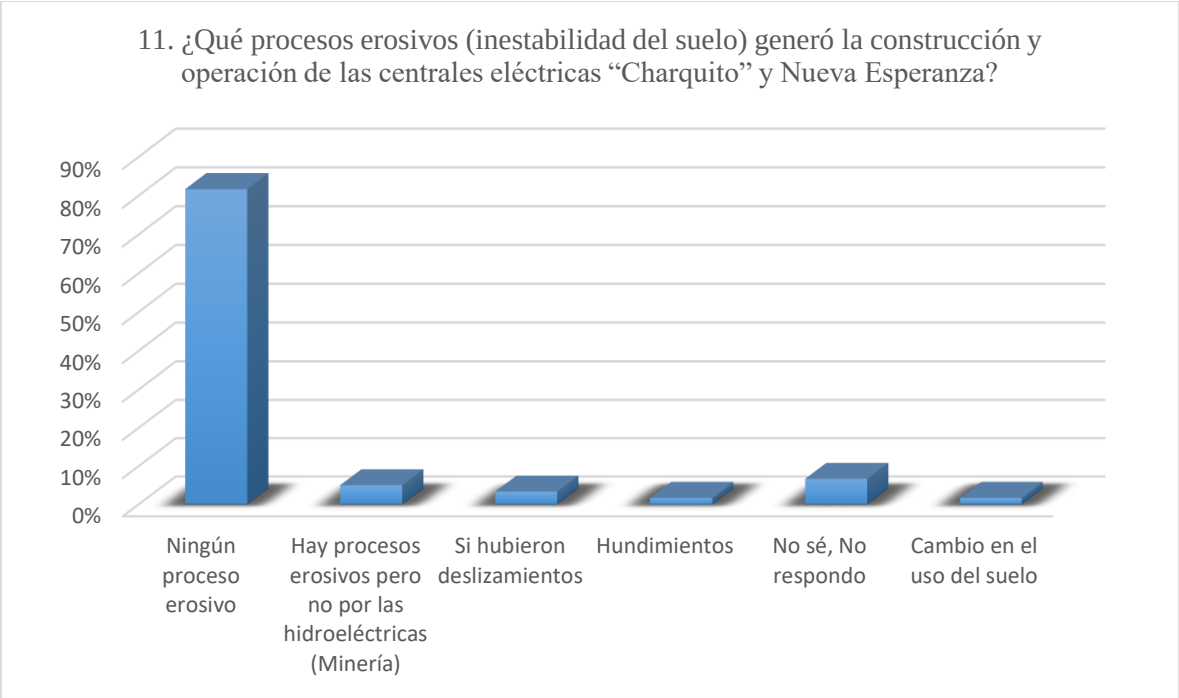


Gráfico 11. Procesos erosivos generados por los proyectos de las PCHs

12. ¿Qué efectos al entorno causó la implementación de las centrales eléctricas por la generación de escombros?

El 73% de los encuestados respondieron que no hubo ningún efecto al entorno por la generación de escombros de los proyectos, ellos asumen que deben contar con un debido manejo de estos residuos. Por otra parte, un 13% de los encuestados por el contrario respondió que, si se generó un efecto adverso, ya que en el transporte de los escombros para su disposición los camiones suspendían polvo en las vías de acceso causando molestias en la comunidad. La siguiente Grafica muestra el comportamiento de los datos frente a las diferentes respuestas.

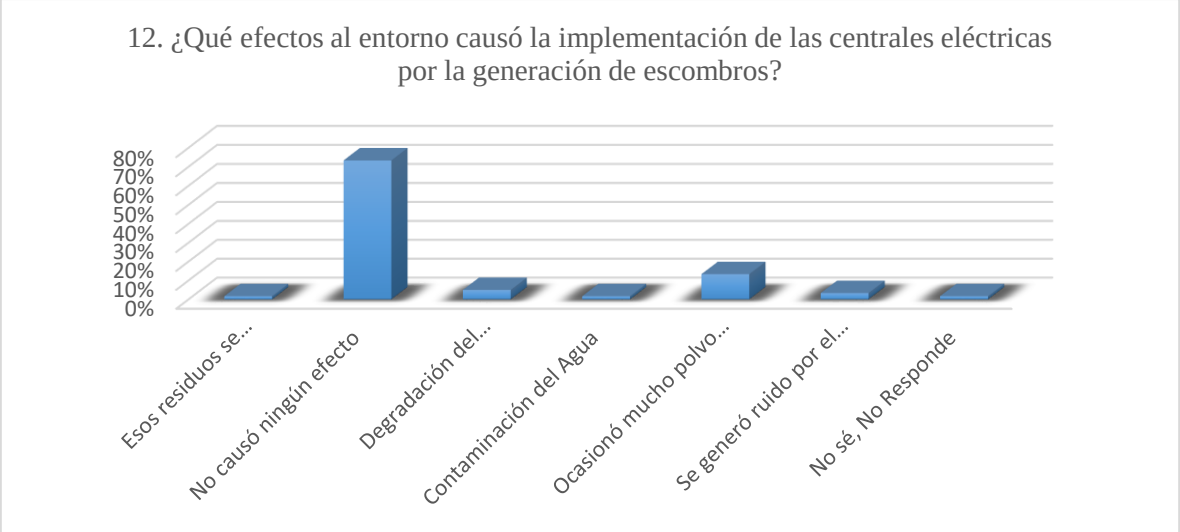


Gráfico 12. Efectos al entorno por la generación de escombros de los proyectos

Adicional a lo anterior, tres mujeres que fueron encuestadas, dos de ellas estudiantes la otra ama de casa, respondieron que si se generó un efecto adverso por la generación de escombros ya que esta actividad causa un deterioro y degrada el Medio Ambiente.

13. ¿Hubo pérdidas significativas de cobertura vegetal por la implementación de las centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza?

Frente a la pérdida significativa de cobertura vegetal diecinueve mujeres personas respondieron que, si hubo pérdida de Bosque y once hombres también, para un total de treinta personas, ellos concuerdan que la pérdida significativa se dio en el momento de la construcción de las centrales hidroeléctricas. Por otro lado, una persona con mayor conocimiento describió que si se removió cobertura vegetal y que en su mayoría eran Eucaliptos. Por otro lado, el 38% de los encuestados entre hombres y mujeres respondieron que no hubo pérdida significativa de cobertura vegetal, ya que en el momento de la construcción de los proyectos no había árboles, ya este terreno había sido intervenido para agricultura.

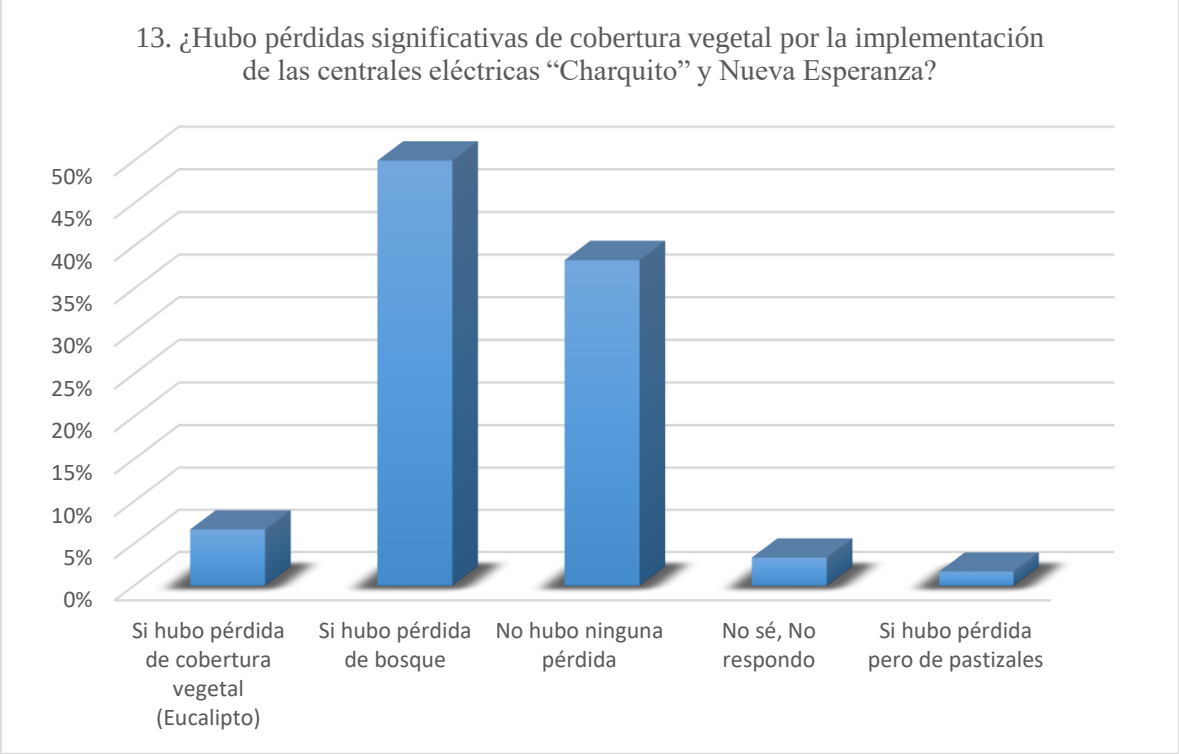


Gráfico 13. Pérdida de cobertura vegetal de los proyectos

14. ¿Está de acuerdo de que estos proyectos de generación de energía contribuyen a la lucha contra el cambio climático?

Del total de las personas encuestadas, frente a las mujeres dieciséis de ellas respondieron que estos proyectos si contribuyen a la lucha contra el cambio climático, mientras que otras dieciséis piensa que estos proyectos no contribuyen para nada y que únicamente buscan su interés individual; únicamente dos mujeres respondieron que no saben y no responden a la pregunta, no obstante en el ejercicio de la ejecución de las encuestas se notó que las personas desconocen el concepto de cambio climático y no lo saben asociar a los proyectos.

Por otro lado, quince hombres del total encuestados respondieron que si contribuye y tienen un poco más claro el concepto de cambio climático ya que en muchas de sus respuestas lo asocian a proyectos de energías limpias, únicamente once de ellos respondió que no contribuye con una incertidumbre de conocer bien el concepto de cambio climático y el funcionamiento de una hidroeléctrica.

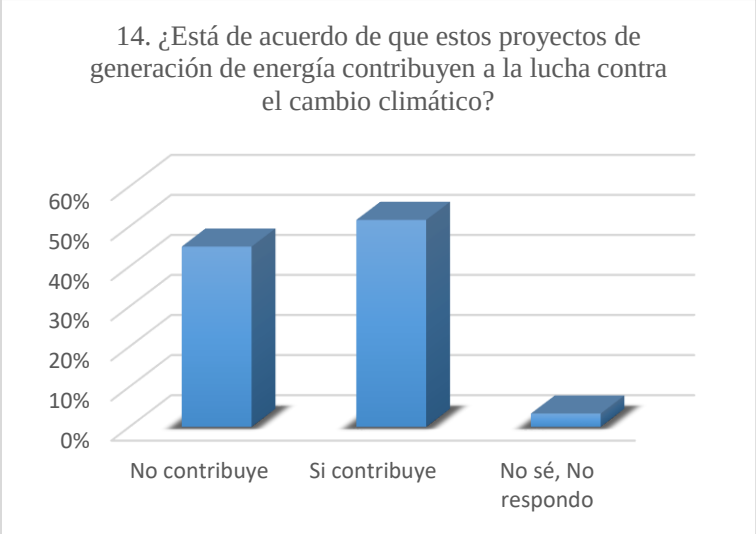


Gráfico 14. Contribución al cambio climático de los proyectos de PCHs

Aunado a lo anterior, podemos concluir que el 52% del total encuestado respondió que no contribuye por lo que podemos concluir que es un tema de desconocimiento del funcionamiento y la existencia de estos proyectos y del concepto de cambio climático.

15. ¿La empresa encargada de operar las centrales eléctricas "Charquito" y Nueva Esperanza han implementado acciones de reforestación?

Del total de encuestados el 53% respondió que sí hicieron plantaciones y que estas fueron especies nativas, veintiuna mujeres dieron esta respuesta contra once hombres, en este caso fueron más las mujeres que conocen las actividades que hacen las empresas en las veredas ya que los hombres están más ocupados en actividades laborales y las mujeres son las que en su mayoría asisten a las reuniones con la JAC. Dichas plantaciones se hicieron en la parte baja de la vereda San Francisco, por la biblioteca de la Vereda Charquito, la ladera de la montaña y por la ronda del Río Bogotá.

Por otro lado, el 43% de los encuestados entre hombres y mujeres respondió que no se hicieron actividades de reforestación, se puede concluir que estas personas desconocen las actividades que desarrollan y ejecutan las empresas que operan las centrales ya que en la Vereda Charquito hay un bosque que se llama Renace el cual es producto de la reforestación de las empresas.

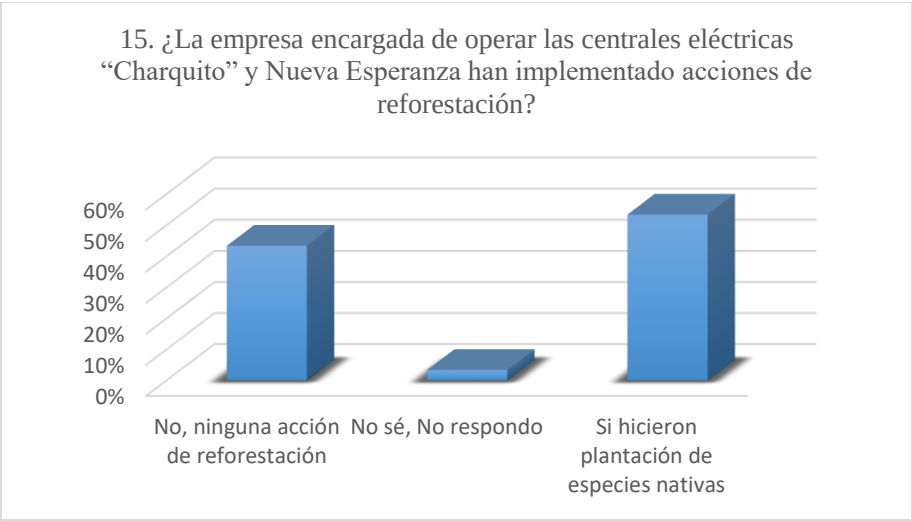


Gráfico 15. Actividades de reforestación en las veredas por parte de los proyectos

16. ¿Qué actividad han realizado las empresas encargadas de operar las PCHs (EMGESA y EPM) para disminuir las problemáticas actuales que a usted le interesan de las veredas Charquito y San Francisco?

El 73% del total de los encuestados respondió que no realizan ninguna actividad, nuevamente se concluye que la comunidad desconoce las actividades y programas que desarrollan las empresas operadoras en la vereda ya que el 17% restante si conocen actividades y programas tales como abastecimiento de rutas para el transporte, creación de salas de sistemas, construcción de escuelas, establecimiento del bosque Renace, Proyectos de huertas caseras y reciclaje, contratación de la comunidad y creación de un museo arqueológico en Soacha del hallazgo arqueológico del proyecto de nueva esperanza.

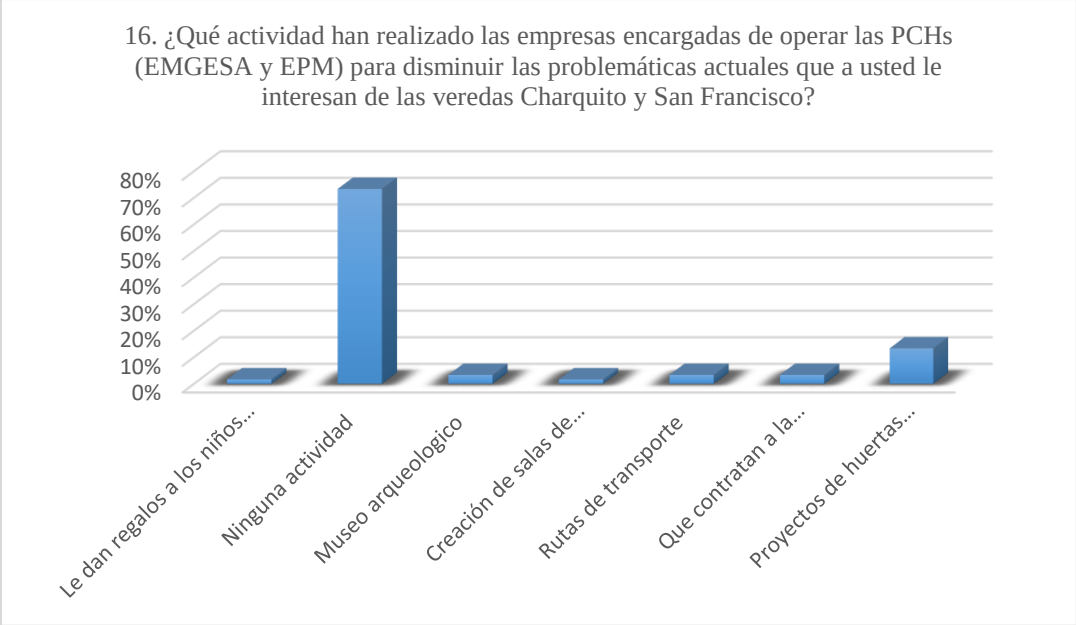


Gráfico 16. Actividades que ejecutan las empresas de las PCHs en las veredas

17. Conforme a lo anterior ¿Está usted de acuerdo con la implementación de estos proyectos sostenibles de generación de energía hidroeléctrica en el territorio colombiano?

De las sesenta personas encuestadas veintiséis mujeres respondieron que si están de acuerdo con este tipo de proyectos ya que son necesarios y generan energía eléctrica, mientras que solo cinco mujeres respondieron lo contrario sin tener una justificación sólida. En los Hombres, solo dos de ellos respondieron que no están de acuerdo con estos proyectos por que buscan un interés individual y veintidós de ellos consideran que son necesarios estos proyectos y que están de acuerdo por lo que podemos concluir que tanto hombres como mujeres ven la necesidad de seguir haciendo este tipo de proyectos en el territorio colombiano.

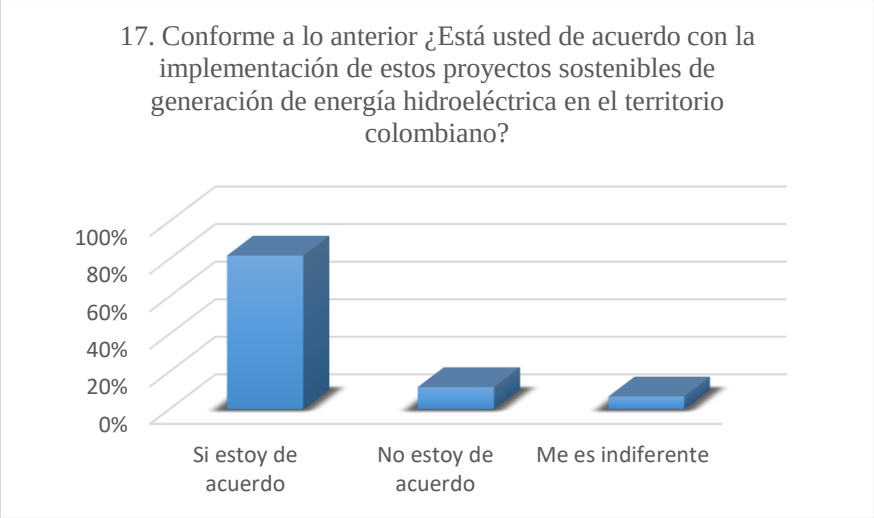
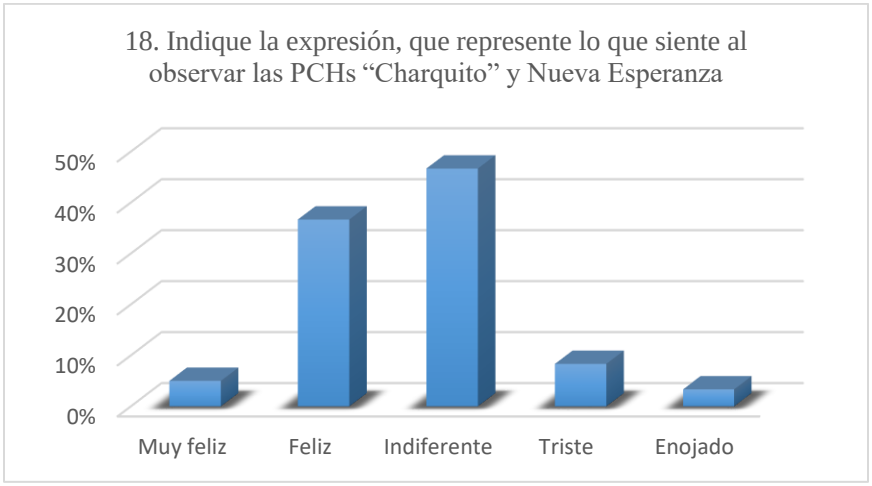


Gráfico 17. Diagnóstico de la población frente a los proyectos de PCHs en el país

18. Indique la expresión, que represente lo que siente al observar las PCHs "Charquito" y Nueva Esperanza



Finalmente, se le pregunto a los encuestados de la comunidad que sensación les causa la ejecución de estos proyectos en sus territorios, el cual para el 47% de los encuestados respondieron que le es indiferente la ejecución de estos proyectos mientras que el 37% les produce felicidad a causa de que les ofrece un servicio como la electricidad. De las veintidós personas que respondieron Feliz catorce son mujeres y solo siete hombres, por lo que podemos concluir que estos proyectos causan mejor satisfacción a las mujeres que a los hombres.

6.2.2 Análisis de entrevistas

Con relación a robustecer la información y el análisis en la formulación de los indicadores de sostenibilidad, se contempló desarrollar una entrevista técnica a dos (2) expertos, con conocimiento en gestión energética y ambiental. A continuación, exponen los resultados y el análisis de la información:

Datos personales de los expertos:

Experto 1	Experto 2
Diego Grajales	Jorge Gualdron Duarte
Masculino	Masculino
Profesional Especializado	Profesional Master
Ingeniero Ambiental / Gestión Energética y Ambiental	Biólogo / Master en Gestión Ambiental
7 Años de experiencia específica	4 Años de experiencia específica

Generalidades:

1) Puede usted decirnos para usted ¿qué es una Pequeña Central Hidroeléctrica?

Rta – Exp1: Es la Generación eléctrica con la ayuda del recurso hídrico, en Colombia la legislación ambiental no ha definido como tal que es una PCH; No obstante, se entiende como centrales menores a 20 MW. (Pueden ser a filo de agua o con un embalse).

Rta – Exp2: Es un sistema de generación de energía eléctrica, que toma como fuente base el recurso hídrico (la velocidad del RH); en ese orden, no es un sistema que requiera de grandes represas, sino desviaciones puntuales del río muy pequeñas que no altera su caudal ecológico (natural).

Análisis: Existe un enfoque diferencial entre los dos expertos, frente a la definición de PCH en Colombia; sin embargo, ambos coinciden en que su funcionalidad es la generación eléctrica, mediante el recurso hídrico.

2) ¿Cuál es la principal funcionalidad que brinda una PCH en la comunidad?

Rta – Exp1: Es dar energía eléctrica a la sociedad, a nivel nacional es factible, pero a nivel local se debe detallar más en diferentes aspectos.

Rta – Exp2: Es una construcción o instalación que va a generar energía y va a dar el servicio eléctrico a las comunidades presentes en el territorio; aprovechando las ventajas geomorfológicas de la región y los recursos hídricos presentes, ofrecen unos servicios o beneficios eléctricos a la comunidad.

Análisis: Ambos expertos coinciden en que la principal funcionalidad, es brindar un servicio de energía eléctrica a la comunidad; Sin embargo, el experto Diego afirma que dicho servicio a nivel nacional es factible, pero a nivel local se deben tener en cuenta más aspectos.

3) Mencione un (1) aspecto positivo y otro negativo que resulta de la implementación de las PCHs en el país (para la comunidad aledaña y la empresa).

Rta – Exp1: Hablémoslo en dos temas

Mercado Eléctrico: (Positivos) Generación eléctrica muy eficiente y permite mantener una base para atender toda la demanda eléctrica. Su construcción genera impactos a menor escala y es mucho más rápida.
(Negativos): Dependen mucho de la dinámica del Río o del cuerpo de captación entonces son vulnerables en cuanto a la variabilidad climática.
Territorio: (Positivos) Nueva entrada de ingresos al territorio, no solo laborales, sino en el tema de transferencias del sector eléctrico, recursos destinados al municipio o a las CARs. También están otros ingresos o inversiones como las compensaciones y la inversión no menor al 1%.
(Negativos): Su operación genera impactos sociales y ambientales. (Remoción de la cobertura vegetal, dinámicas diferentes en el territorio).

Rta – Exp2: Lo positivo, aprovechando las formaciones geográficas, se está brindando un servicio energético para las comunidades; ya que es algo importante, porque no se hace necesario utilizar otras fuentes energéticas como el carbono o el petróleo.

En lo negativo, yo creo que son muy pocos, debido a que no se generan unas grandes represas de agua; digamos tendrá algún impacto espacial por la construcción de la misma (la trasformación del territorio, pero a pequeña escala).

Análisis: Frente a la opinión del experto 1, él sugiere una visión frente al mercado eléctrico y un territorio dado, por lo que considera al mercado eléctrico un aspecto positivo para mantener una base y satisfacer la demanda eléctrica; como también, la ventaja orográfica del territorio que permite el aprovechamiento del recurso hídrico sin utilizar fuentes convencionales (combustibles fósiles).

Tema: Socio- económico

4) ¿La construcción y operación de PCHs en el país generan conflictos con las comunidades?

Rta – Exp1: Hay que particularizar el tema, genera unas nuevas dinámicas de relacionamiento en territorio, o también puede pasar que los promotores del proyecto no tuvieron en cuenta a la comunidad desde un principio.

Rta – Exp2: Si se genera un conflicto.

Análisis: Básicamente si aparecen conflictos, no obstante, hay particularizar el tema por proyectos; sin embargo, existe la posibilidad que algunos promotores del proyecto tengan en cuenta variables socio-económicas.

4.1) ¿Qué tipo de conflictos?

Rta – Exp1: Dinámica diferente de relacionamiento.

Rta – Exp2: Este conflicto radica en un desconocimiento de cómo funcionan estos proyectos; por lo general, siempre existe el problema de que el agua se va a terminar y para las actividades productivas va a estar escasa; pero yo creo que es un conflicto de saber cómo funciona este sistema, ya que lo que busca este tipo de centrales, es no alterar el flujo natural de los ríos, sino aprovechar una parte y ser devuelta al caudal.

Análisis: Adicionalmente, los expertos afirman que este tipo de proyectos transforman las dinámicas relacionables del territorio.

5) Cree usted ¿que las PCHs deben contar con un mecanismo para atender quejas y reclamos tanto de trabajadores como de la comunidad?

Rta – Exp1: Si, estos proyectos que cambian la dinámica en territorio deben hacerlo por sistemas de gestión y sistemas de calidad, a parte es obligatorio tener una oficina de atención al ciudadano.

Rta – Exp2: Claro, es un deber de todo proyecto (infraestructura) tener una oficina de quejas y reclamos, tanto de manera interna de la compañía, como otra que pueda recibir quejas de las comunidades como tal; no sé si sea el enfoque, pero si no existe estos escenarios de que las comunidades puedan acudir, se podrá dirigirse a las autoridades ambientales territoriales como Alcaldías y CAR´s para que sean voceros de estas comunidades ante alguna inconformidad.

Análisis: Ambos expertos coinciden en que este tipo de proyectos deben contar un espacio para atender PQR´s (tanto internas, como externas); especificando que la normatividad colombiana vigente exige su obligatoriedad; para complementar, se evidencia la importancia de las entidades territoriales a la hora de velar (ser voceros) por las necesidades de las comunidades.

6) Tiene conocimiento si en las PCHs ¿Se emplean trabajadores migrantes o estacionales para realizar trabajos peligrosos?

Rta – Exp1: Casos particulares pueden darse, pero desde la generalidad los promotores llegan a acuerdos con la comunidad, tales como la contratación de mano de obra no calificada, en ese sentido es difícil encontrar en estos proyectos este tipo de informalidad. También es importante mencionar que esto va en contra de las políticas de las empresas.
Rta – Exp2: Lo que yo conozco, es que los trabajadores tienen que estar en un sistema laboral legal, y lo que exigen como mínimo un nivel técnico de las personas que se reciben (demostrar el manejo de equipo especializado); en el tema de personas migrantes, estas compañías tienen que demostrar que estén bajo la norma.

Análisis: Desde el punto de vista general, este tipo de proyectos no contratan trabajadores migrantes ni estacionales, para realizar labores; debido a que esto está en contra de las políticas de las empresas. Lo anterior, conforme a que las personas

involucradas deben demostrar ciertos conocimientos técnicos a la hora de desarrollar sus actividades.

7) ¿La implementación de PCHs en el país generan en su área de influencia directa grandes pérdidas de tierra?

Rta – Exp1: No, si hablamos en términos comparativos con otros grandes proyectos como el Quimbo, En ese orden por las características técnicas de este tipo de proyectos considero que No.

Rta – Exp2: Obviamente hay un impacto sobre el territorio, pero no son grandes cantidades de terreno ya que son PCH´s, yo creería que no es más de 5 hectáreas que se utilizan (depende de su capacidad claro está), contando el área de maquinaria y de donde trabajan las personas.

Análisis: Ambos expertos coinciden, que los proyectos de PCHs no generan grandes pérdidas de tierra. Por lo tanto, por las características técnicas que estos contemplen.

8) ¿La construcción y operación de PCHs generan alguna enfermedad o efecto adverso a la comunidad aledaña?

Rta – Exp1: No, por las características de la tecnología, si nos vamos a un punto de vista más detallado, en la etapa de construcción si puede existir alguna afectación por suspensión de material particulado.

Rta – Exp2: La no verdad no conozco problemas a las comunidades; por el contrario, las personas que hacen parte de esa red eléctrica, son beneficiadas.

Las autoridades ambientales cuando presentan un proyecto, en el estudio de impacto ambiental tienen que tener un estudio de zonificación municipal (de que predios están autorizados para el desarrollo); obviamente, si el desarrollo de un proyecto, va a impactar un territorio arqueológico que tenga una importancia de alguna comunidad por ejemplo grupos Afros, que se evidencia la amenaza en su cultura y aparecen la conflictividad; sin embargo, las empresas ya están evitando eso y generando más estudios como los análisis de riesgos sociales, les permite generar alertas tempranas en estos aspectos, ya que si no

se contemplan pueden llegar a generar problemas en salud de las comunidades en el tema psicológico.

Análisis: Los dos (2) expertos afirman que puede existir un efecto adverso a la comunidad aledaña; Diego por su parte, manifiesta que pueden existir algunos efectos a la salud, por la suspensión de material particulado; mientras que el experto Jorge, complementa que se pueden generar algunos efectos por el Ruido.

8.1) ¿Qué enfermedades?

Rta – Exp1: Afectación por la suspensión de polvo en etapa de construcción.

Rta – Exp2: Lo que tocaría mirar en los Estudios de impacto ambiental, cuando se construye la infraestructura, si hay un tema de ruido (tendrá que ser evaluado, si hay exceso o no).

Análisis: Las posibles afectaciones a la salud, son asociadas a la calidad del aire que afecta el sistema respiratorio de la comunidad (en la etapa de construcción); por otro lado, se evidencia una posible afectación auditiva y riesgos físicos (estrés, dolores de cabeza, entre otros) por exceso de ruido.

9) ¿La Generación de empleo temporal para los miembros de la comunidad aledaña a las PCHs causa un efecto positivo significativo en ellos?

Rta – Exp1: A diferencia de los proyectos de minería y de hidrocarburos, este tipo de proyecto no requiere de una gran cantidad de trabajadores en su etapa de operación.

Rta – Exp2: Depende, si la empresa tiene dentro de su política social, incluir personas de la región como prestadores de servicios; esto vienen más de las directrices de la empresa. E el tema de responsabilidad social, muchas compañías hacen guías o programas de capacitación para las personas aledañas al proyecto y poderlas involucrar.

Como toda infraestructura cuando se está desarrollando, utiliza mucha mano de obra de comunidad aledañas, pero cuando se termina esta etapa, ya viene el involucrar personas técnicas para la operación, entonces ahí se estabilizaría el trabajo.

Análisis: En la etapa de construcción de estos proyectos, depende de la política social de la empresa involucrar a las comunidades aledañas; sin embargo, ya en etapas de operación, disminuye la contratación temporal de la comunidad del área de influencia.

9.1) Por lo General ¿Qué tipo de perfiles son empleados en este tipo de proyectos?

Rta – Exp1: Bachiller y Técnicos en su gran mayoría, ya que es difícil encontrar en el territorio, personas especializadas para actividades puntuales.

Rta – Exp2: Bachiller, técnicos estos primeros se contratan más en la etapa de construcción y los tecnólogos, profesional se involucran más en la etapa de operación.

Análisis: Frente a la opinión de los expertos, se establece que se contratan técnicos y bachilleres en la mayoría de los casos; en ocasiones se pueden contratar tecnólogos y/o profesionales dependiendo de la actividad especializado que se requiera.

9.2) Podría indicarnos un aproximado de ¿cuántos empleados temporales se llegan a contratar en este tipo de proyectos?

Rta – Exp1: 20 empleados para la etapa de operación.

Rta – Exp2: Yo pensaría, que alrededor de 30 personas, que están prestando estos servicios.

Análisis: En promedio, con relación a la opinión de los expertos las personas que se emplean para la implementación de estas PCHs son de alrededor 25 personas entre bachilleres, técnicos, tecnólogos y profesionales.

10) Según su experiencia, se pierde o afecta más viviendas en el área de influencia de la central o en la subestación y tendido de torres de transmisión:

Rta – Exp1: Este tipo de proyectos requieren de un área para su casa de máquinas, pero esta área no será mayor a 30 Ha, en este orden de ideas no se afecta infraestructura física y vivienda en lo general, los promotores prefieren evitar este tipo de procesos en lo general a menos que la línea si o si deba pasar por ese sector. El efecto estará más asociado a las líneas de transmisión. Por lo anterior, considero que es una afectación de 0 a 20 casas. (Bajo).

Rta – Exp2: Para una PCH´s es mínimo el impacto en área, con la línea de transmisión puede tener u impacto alrededor de 12 metros de impacto lineal, pues yo creo que no hay un impacto significativo; además, en la mayoría de los casos esta línea puede tener un arrendamiento y esto puede beneficiar más a la comunidad y estos no van a afectar otras actividades productivas de la región, en vez de eso la potencia, por la construcción de vías y demás. Por lo anterior, considero que es una afectación de 0 a 20 casas. (Bajo).

Análisis: Los expertos coinciden que la afectación o pérdida de la infraestructura física (vivienda) en este tipo de proyectos es baja; estos expertos informan que, en temas de compras se asocian directamente a casa de máquinas e infraestructura y de servidumbres cuando se refiere a líneas de transmisión.

11) ¿Cómo es el proceso de adquisición de predios (comprados, compensados) y de servidumbres durante la construcción de PCHs en el país?

Rta – Exp1: Las PCHs son proyectos que requieren de poca área por sus dimensiones, en el caso de casa de máquinas, o las subestaciones se surten el proceso de compra total del terreno, el tendido de las líneas de transmisión si se hacen procesos de servidumbres.
Rta – Exp2: Pues yo tengo el conocimiento es de servidumbres (arrendamientos), mediante la evaluación de un estudio económico para llegar a acuerdos con los propietarios; por el contrario, con el tema de compensaciones ambientales, se siguen a la ley conforme al manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad o también por el uso del agua del 1%.

Análisis: Conforme a la opinión de los expertos, los proyectos de PCHs dentro de su etapa de construcción, no requieran de una gran extensión de área; por lo tanto, el proceso de adquisición de predios es bajo.

12) ¿Qué efectos positivos o negativos causa en las actividades económicas la construcción y operación de PCHs?

Rta – Exp1: No hay relación, la afectación solo sería en el terreno de construcción, pero esto no va cambiar la dinámica económica del territorio es muy difícil. En algunos casos será afectado algunos terrenos que ejecuten actividades de agricultura.

Rta – Exp2: Muchas veces las personas piensan, que donde el trazado eléctrico pasa (la red), por ejemplo, que el agua se va a reducir; es más es un desconocimiento, tampoco hay reducción de impactos en sistemas productivos.

Análisis: Según los expertos, la afectación solo se dará en la etapa de construcción, pero no existe una relación directa en las dinámicas económicas del territorio; sin embargo, habrá algunos que desarrollen actividades de agricultura y estos se verán afectados.

13) ¿Mejora notablemente la calidad de vida de la comunidad aledaña por la implementación de estos proyectos?

Rta – Exp1: Es indiferente, es obvio que va a mejorar la vida de alguno por el beneficio de empleo temporal, compra de predios o servidumbre, pero esto no tiene un cambio significativo.

Rta – Exp2: Si, siempre en cuando esas PCHs vayan a alimentar la red eléctrica de la región; creo que, si pueden mejorar, obviamente para aumentar un sistema económico, hay necesidades energéticas y cuando se provee, habrá un tema positivo para los mercados.

Con el tema de las concesiones a las empresas, el proyecto puede estar en el territorio, pero no abastecer esa zona sino otra, entonces por eso aparecen los altos costos; esas empresas hacen un estudio de mercados y la capacidad de pago es poca y por consiguiente, el proyecto es dirigido hacia otro lado.

Esto no debería ser gratuito, ya que todo servicio tiene costos, y más si es una empresa privada (que invierte), porque debe haber ganancia, si se podría hacer por cobros diferenciados, para las personas más necesitadas.

Análisis: El experto Jorge afirma que, si mejora la calidad de vida, teniendo en cuenta que va a alimentar la red de energía de la región.

14) ¿Cómo se aborda el tema de equidad de género en proyectos de esta índole?

Rta – Exp1: Para este tipo de proyecto, no es que los promotores no quieras contratar mujeres, sino que las actividades por lo general son de trabajo pesado y la desarrollan hombres en su etapa de construcción; por el contrario, para la etapa de operación puede existir contratación de mujeres para trabajos administrativos o de campo en temas de supervisión.

Rta – Exp2: El tema de equidad es muy nuevo, y toda la industria está mirando cómo hacerlo; lo más fácil es decir contratar (50/50) y ya se cumplió, pero eso va más allá; por ejemplo, el ministerio de Minas y Energía ha ido avanzado en este tema creando agendas de género, en donde se contempla y se entiende un poco mejor el criterio; por ejemplo, la diferenciación de actividades, las madres cabeza de familia (horarios), entre otros.

Análisis: El experto Jorge relaciona que, el sector energético aborda está comenzando a abordar agendas de género, no sólo en temas de contratación equitativa (50/50), sino que contemplan aspectos como la diferenciación de actividades o la jornada laboral, o temas como madres cabeza de familia (horarios diferenciados), entre otros.

Tema Técnico / Ambiental

15) ¿Cuáles efectos erosivos, causa en el suelo la implementación de las PCHs?

Rta – Exp1: Si bien, este tipo de proyectos para la construcción de la casa de máquinas o la subestación causan un cambio en el uso del suelo, no se generan procesos erosivos de gran magnitud (pero sí aridez del suelo), a ellos les conviene que el suelo en su alrededor tenga buenas condiciones, por el contrario, invierten recursos para mejorarlo.

Rta – Exp2: Puede ser compactación del suelo, como también descapote del suelo, debido a la desviación del recurso hídrico; adicional, se debe tener en cuenta el suelo donde se va a construir la infraestructura para evitar riesgos.

Análisis: Los efectos no son significativos, pero de igual forma si existen, como lo son, aridez del suelo, cambios en el uso del suelo, descapote del suelo.

16) ¿Qué efectos causa al entorno la generación de escombros y material sobrante durante la construcción de PCHs?

Rta – Exp1: Si existen efectos, el transporte de estos residuos que generan suspensión de material particulado.
Rta – Exp2: Las empresas tienen que saber, donde se van a depositar esos residuos y cuando no existe, se tienen que buscar soluciones para ese manejo y se afectan áreas en el territorio, impactando de manera paisajística (con su respectivo plan de manejo). Como también, alteraciones hidrológicas en la zona.
Análisis: Se tiene que saber dónde disponer adecuadamente esos residuos y si no existe, se tiene que buscar soluciones o áreas de disposición; debido a que puede haber una afectación de paisaje y material particulado (teniendo en cuenta manejo paisajístico y relaciones hidrológicas).

17) ¿Cuáles efectos causa la construcción y operación de PCHs en los servicios eco-sistémicos que ofrece el componente vegetal?

Rta – Exp1: Se asocia mucho al uso del suelo, en las áreas donde se van a construir infraestructura ya no se va a poder tener vegetación y debe ser compensada, entonces esos servicios que ofrecía si se van a ver afectados, pero no van a ser representativos.
Rta – Exp2: Los efectos que pueden llegar a causar pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de especies de fauna, cambio en los ciclajes de nutrientes del suelo.
Análisis: Según los expertos, estas etapas pueden causar efectos como pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de especies, discontinuidad de los ciclos de nutrientes y la falta de fijación de carbono.

17.1) ¿Qué servicios eco-sistémicos?

Rta – Exp1: Ninguno, más allá de la etapa de construcción.
Rta – Exp2: Estos servicios afectados son la retención de sedimentos, hábitats para las especies de la región (se genera fragmentación a menor escala), la fijación de carbono

y el ciclaje de nutrientes pueden ser alterados, adicionando en servicios culturales, el tema paisajístico.

Análisis: Servicios como, de retención de sedimentos, hábitats para especies de la región (fragmentación a menor escala), captación de carbono, ciclaje de nutrientes por el suelo y un nivel paisajístico.

18) ¿Es representativo la remoción de cobertura vegetal en este tipo de proyectos?

Rta – Exp1: No, es poca.

Rta – Exp2: No es representativo, debido a su infraestructura, diferentes a otros como Hidroituango, el Quimbo, entre otras; sin embargo, los cambios son mínimos y hay que mirar en donde se puede hacer los menores impactos posibles a las coberturas. Análisis: Según los expertos afirman que no es representativo, ya que las remociones son mínimas.

19) Con la implementación de PCHs ¿consideran que estas contribuyen positivamente en la lucha contra el cambio climático?

Rta – Exp1: Sí, estos proyectos no dejan de ser una fuente de generación de energía no convencional, ayuda en la captación y la reducción de GEI y son una buena herramienta para efectos de cambio climático. Por otra parte, las PCHs si son más vulnerables a la adaptación al cambio climático por que dependen de la dinámica de las condiciones del Río.

Rta – Exp2: Definitivamente, es una energía limpia y renovable, aprovechando la dinámica del recurso hídrico (aprovechamiento físico del agua) y hace que se reduzca el uso de carbón y petróleo para generación de energía; contribuyen obviamente para alcanzar los objetivos internacionales de reducción de emisiones GEI y ayuda al sector energético a cumplir sus metas.

Análisis: La opinión de ambos expertos, afirman que estos proyectos, son una buena herramienta para combatir los efectos del cambio climático, ya que no hacen uso de combustibles fósiles.

19.1) ¿Podría darnos un dato aproximado de reducción de emisiones de GEI que contribuyen estos proyectos?

Rta – Exp1: No tengo un aproximado, depende de la magnitud del proyecto y frente a diversas variables como el territorio.
Rta – Exp2: No lo tengo en estos momentos, pero eso si está, desde el ministerio de Minas y Energía lanzó el año pasado el plan de adaptación al cambio climático del sector minero-energético, en donde parte de un diagnóstico y se viene manejando bastante información que busca establecer cuantas son las emisiones del sector, entre ellas las de las PCHs.
Análisis: Los expertos no cuentan con un dato aproximado; sin embargo, el experto Jorge nos dice, que el ministerio de Minas y energías se lanza el plan de adaptación al cambio climático, en donde el documento en su diagnóstico debe contener las metas establecidas por el sector.

20) **¿**Cuáles de los siguientes efectos al suelo causan este tipo de proyectos?

a) Afectación en las propiedades del suelo Rta – Exp2
b) Afectación por generación de residuos de construcción
c) Aumento o generación de erosión.
d) Perdida del recurso suelo.
e) Otro ¿Cuál? Cambio de uso suelo - Rta – Exp1

Rta – Exp2: Son impactos puntuales, con el tema de ciclaje de nutrientes, debido a la remoción, el tema hídrico subterráneo en cierta medida y la riqueza biótica del suelo (esos microrganismos).
Análisis: Si hay efectos dirigidos al suelo, por ejemplo, asociados al ciclaje de nutrientes y en el cambio del uso del suelo.

21) ¿Cuáles son los principales efectos que causa la implementación de estos proyectos en el recurso hídrico?

Rta – Exp1: El mayor efecto es la disponibilidad del recurso hídrico en algunos tramos en cuanto a actividades de captación. Esto genera efectos en el Caudal y Dinámicas del rio.

Rta – Exp2: Frente al recurso, no hay una alteración significativa sino hay un cambio del curso del río; en vez de eso, yo creo que es positivo, cuando se desvía esa línea de agua, antes de entrar al proceso, lo filtran para que sea "limpia" y se utilizan desarenadores para captar residuos sólidos suspendidos y no dañar las hélices de las turbinas. Entonces este recurso vuelve al cauce, con mejores condiciones.

Análisis: Ambos expertos coinciden en que la mayor afectación, es la disponibilidad del recurso hídrico, relacionado en la actividad de captación.

22) ¿Qué efectos causa la implementación de PCHs en la calidad visual del paisaje?

Rta – Exp1: En la etapa de construcción de estos proyectos notablemente se va a evidenciar un efecto por la remoción de coberturas de suelo y vegetación; no obstante, para su etapa de operación ellos compensan muy bien todas estas áreas y todo este efecto mejora en términos de calidad visual.

Rta – Exp2: Si hay impacto, pero es muy puntual y puede ser corregido, debido al tamaño de la obra.

Análisis: Los expertos afirman que, si existe una afectación en su etapa de construcción, pero dichas afectaciones por lo general son compensadas en términos de calidad visual.

23) ¿Las empresas encargadas de operar las PCHs en el país, realizan actividades para disminuir las problemáticas actuales que se presentan? ¿Como cuáles?

Rta – Exp1: Si, todas las asociadas a gestión ambiental y que se encuentran en el marco de la licencia ambiental.

Rta – Exp2: Las empresas no se les tienen que cargar todo el tema social de un territorio, es un actor más, pero obviamente las empresas pueden comenzar a generar programas o proyectos que involucra a la comunidad enfocados al tema relacionado con el recurso

hídrico, pueden generar actividades de restauración de zonas (siembra de especies nativas).

Análisis: Las empresas pueden comenzar a establecer programas y actividades, de protección al recurso hídrico, de restauración y siembra de árboles nativos y actividades que estén dentro del marco de la licencia ambiental.

24) Frente a este tipo de proyectos, que oportunidades de mejora o recomendaciones plantearía usted para robustecer el análisis y la evaluación ambiental y social para estos casos.

Rta – Exp1: Mejorar en temas de Gestión ambiental, y un tema de relacionamiento entre los diferentes actores del territorio, es decir mejorar la gobernabilidad para que el sector mejore la dinámica en el territorio colombiano.

Rta – Exp2: Hacer un análisis frente a escenarios de cambio climático; por ejemplo, en épocas de sequía algunas PCHs pueden dejar de producir energía por el bajo novel del recurso, toca empezar a mirar donde se pueda asegurar que estos proyectos puedan tener una constante generación; En segundo lugar, es un instrumento que se puede generar energía, sin impactar muchos los ecosistemas en el territorio, se entraría a revisar cual es la viabilidad de construir grandes represas como Hidroituango versus construir varias PCHs, y colocarlo en una balanza; por ejemplo instalemos 10 PCHs en vez de ese mega-proyecto y nos hubiéramos ahorrado el conflicto socio-ambiental que hay en estos momentos, contemplando dentro de las alternativas, ya que en otros países se están desmontando las grandes represas y se está haciendo manejo de cuenca, sin arriesgar las comunidades y ecosistemas.

Análisis: Debe existir mayor gobernabilidad en el territorio, en temas de gestión ambiental y social, para que el sector mejore su dinámica en el territorio. Para complementar, se debe avanzar en la mirada de los impactos acumulativos de una región y no de un solo proyecto.

6.2.3 Formulación de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental

A continuación, se exponen la formulación de los indicadores de sostenibilidad, considerando la metodología diseñada e implementada para este proyecto de investigación.

<table>
<tr><th colspan="2">DIMENSIÓN – TÉCNICO-AMBIENTAL</th><th>IDS-01</th></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Reducción de Emisiones de GEI en PCHs</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo:

Cuantificar la reducción de emisiones GEI por la implementación de PCHs</td><td colspan="2">Gradualidad: Mediano plazo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)

El promotor del proyecto, la empresa operadora, autoridades nacionales (Ministerio de Minas y Energía – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), comunidades del área de influencia, entidades locales</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

Este indicador de sostenibilidad permite tener una visión frente a la reducción de GEI que se origina en la implementación de proyectos de PCHs; lo anterior, con el fin de ir de la mano en el cumplimiento del objetivo número 13 de desarrollo sostenible – ODS, que busca afrontar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Proyectos de PCHs desarrollados en el país con capacidad instalada mayor de 10 y menor a 100 MW</td><td colspan="2">Medición (Unidad de Medida):

Toneladas de CO2 equivalente capturadas anualmente
Ton CO2-eq / Año</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicables:

- CONPES 3918 de 2018 Hoja de ruta para el cumplimiento de los ODS (Objetivo N° 13 “Acción por el clima”)
- Resolución 40807 de 2018 “Se adopta el plan integral de gestión para el cambio climático del sector Minero-Energético”
- Ley 1931 de 2018 “por el cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”
- Salvaguardas ambientales y sociales del BID
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC
- Resolución 181401 de 2004, se adopta el factor de emisión de gases efecto invernadero para los proyectos de generación de energía con fuentes renovables conectados al sistema interconectado nacional con capacidad instalada igual o menor a 15 MW</td></tr>
</table>

Tabla 7. IDS1 - Reducción de Emisiones de GEI en PCHs

<table>
<tr><th>DIMENSIÓN - TÉCNICO AMBIENTAL</th><th>IDS-02</th></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre Indicador: Disponibilidad del Recurso Hídrico</td></tr>
<tr><td>Objetivo:

Generar alertas frente a la disponibilidad del recurso hídrico a posibles eventos de fenómenos de sequía que pueden causar un desabastecimiento en la provisión de energía electica de la comunidad</td><td>Gradualidad: Mediano Plazo

Actores implicados (Stakeholders)

Empresa Operadora, Promotor del proyecto, Entidades locales. (CAR, ONGs, Alcaldía Municipal), comunidad aledaña</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:

En el marco de la sostenibilidad del sector energético (energía eléctrica), este indicador permite aunar esfuerzos para que el sector garantice la disponibilidad de energía eléctrica para el desarrollo regional y nacional; su relación con el territorio es directa frente a la satisfacción de las necesidades de los hogares de la comunidad. Por lo anterior, es considerado un indicador de alta importancia regional para elevar la confiabilidad de la provisión de energía eléctrica frente a posibles efectos del cambio climático de fenómenos de sequía (fenómeno del niño) que pueden llegar a disminuir la disponibilidad del recurso hídrico</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Proyectos de PCHs que desarrollen actividades de captación de cuerpos de agua en una escala regional. (sub-cuencas, microcuencas)</td><td>Medición:

Caudal en Metros cúbicos sobre segundos

Q en m3 / s</td></tr>
<tr><td colspan="2">Legislación Aplicable:

- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC.
- Resolución No. 40807 de 2018 “Adopta el Plan Integral de Gestión para el Cambio Climático del Sector Minero Energético” - CONPES 3918 de 2018. “Hoja de Ruta para el cumplimiento de los ODS”. (Objetivo No. 7 Energía Asequible y No Contaminantes”
- Resolución No 1519 de 2017 “Adopta los TdR para la elaboración de EIAs, requeridos para el trámite de licenciamiento ambiental de proyecto de construcción de centrales Generadoras de Energía Eléctrica”.
- Ley 373 de 1997 – “Establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”
- Ley 142 de 1994 – “Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”</td></tr>
</table>

Tabla 8. IDS2 - Disponibilidad del Recurso Hídrico

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – TÉCNICO AMBIENTAL</td><td>IDS-03</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Calidad visual del paisaje</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo:

Asignar una importancia frente a la calidad visual del paisaje que causa la implementación de proyectos de PCHS con capacidad de 10 y menor a 100 MW en el territorio Colombiano.</td><td colspan="2">Gradualidad: Largo Plazo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)

Promotor del proyecto, Empresa Operadora, Autoridad local (Corporación Autónoma Regional, Alcaldía Municipal), ONGs, Comunidades del área de fluencia.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

Como punto de partida es importante considerar que los proyectos de PCHs no son grandes o mega proyectos que ocupen grandes extensiones de área. No obstante, se evidencia un impacto hacia el medio ambiente como afectación en la calidad del paisaje. En este tipo de proyecto se puede manifestar dicha afectación en dos etapas, en su etapa de construcción frente al descapote, remoción de suelo y cobertura vegetal y en la etapa de desmantelamiento del proyecto cuando este ya está incorporado en el paisaje. En este orden, el paisaje se vuelve en un componente esencial en el ambiente donde brinda al espectador un goce, y bienestar al disfrutarlo; por tal razón, el contar con un indicador de calidad visual del paisaje que asigne valor en el disfrute se vuelve tan importante para todos los proyectos</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Proyectos de PCHs con capacidad de 10 y menor a 100 MW implementados a nivel Regional</td><td colspan="2">Medición:

Nivel de percepción de la calidad del paisaje

Encuestas de satisfacción del paisaje / total de encuestas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

- Decreto Ley 2811 de 1974, Parte XII – Respecto a los recursos del paisaje y protección.
- Decreto 1715 de 1978 – Reglamenta la protección del Paisaje.
-CONPES 3918 DE 2018 “Hoja de Ruta para el cumplimiento de los ODS” (Objetivo 3 Salud y Bienestar).</td></tr>
</table>

Tabla 9. IDS3 - Calidad visual del paisaje

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – SOCIAL</td><td>IDS-04</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Morbilidad por enfermedades respiratorias</td></tr>
<tr><td>Objetivo:

Identificar el porcentaje de la población que padecen alguna enfermedad respiratoria debido a la implementación de proyectos de PCHs</td><td colspan="2">Gradualidad: Mediano Plazo</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)

El promotor del proyecto, autoridades locales (Secretaria de salud y Alcaldía Municipal), comunidades del área de influencia, personal vinculado al proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

En los proyectos de implementación de las PCHs, específicamente en su etapa de construcción se identifican diferentes efectos ligados a la generación de emisiones (material particulado PM10 – PM2.5 y polvo fugitivo); por consiguiente, la exposición a estas partículas puede afectar tanto al sistema respiratorio como el cardiovascular de las personas aledañas al proyecto, lo que conlleva a que se generen enfermedades respiratorias tanto agudas, como crónicas</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Implementación de proyectos de PCHs con capacidad instalada mayor de 10 y menor a 100 MW de orden local</td><td colspan="2">Medición:

Personas que padecen alguna enfermedad respiratoria durante la concesión o licencia del proyecto de implementación de PCHs

(N° Personas con enfermedades respiratorias / Total de la población) *100%
Nota: La anterior medición, está sujeta al periodo de ejecución del proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

- CONPES 3918 de 2018 Hoja de ruta para el cumplimiento de los ODS (Objetivo número 3 “salud y bienestar”)
- Resolución 2254 de 2017 “Se adopta la norma de calidad del aire ambiente”
- Norma de Desempeño del IFC ND4 – “Salud y seguridad a la comunidad”</td></tr>
</table>

Tabla 10. IDS4 - Morbilidad por enfermedades respiratorias

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – SOCIAL</td><td>IDS-05</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Hallazgos arqueológicos de índole patrimonial y cultural</td></tr>
<tr><td>Objetivo:

Identificar el porcentaje de arraigo cultural y la apropiación de las comunidades frente a hallazgos arqueológicos en el territorio en donde se implementen proyectos de PCHs</td><td colspan="2">Gradualidad: Corto Plazo

Actores implicados (Stakeholders)

Autoridades nacionales (Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), autoridades locales (Alcaldía municipal), promotor del proyecto.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

Conforme a la gestión sostenible del patrimonio cultural, se busca proteger y valorar de manera simbólica las diferentes representaciones y expresiones de los territorios en el marco de una diversidad cultural; por lo que es necesario fomentar e impulsar estos procesos, por medio de mecanismos de valor patrimonial y preservación de estos bienes mediante salvaguardas ambientales y sociales en hábitats naturales y sitios culturales. De esta manera es pertinente vincular indicadores destinados a la identificación, inventariado y comunidades participantes en la conservación del patrimonio. No se puede negar que muchas personas aprecian el patrimonio cultural única y exclusivamente como recurso económico; sin embargo, resulta más valioso cuando se considera un bien Cultural que puede ser apreciado desde diferentes perspectivas</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Implementación de proyectos de PCHs con capacidad instalada mayor de 10 y menor a 100 MW de orden local</td><td colspan="2">Medición:

Número de visitas al sitio de exposición del hallazgo cada mes frente al total de la población en el territorio

(N° de visitantes / Total de la población) *100%</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

- Articulo 8 es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y natrales de la nación.
- Artículos 63 y 72 de la Constitución Política de Colombia de 1991 - El patrimonio cultural de la Nación está bajo la protección del Estado. El patrimonio arqueológico y otros bienes culturales que conforman la identidad nacional
- Decreto 1080 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura
- Salvaguardas ambientales y sociales del BID (“hábitats naturales y sitios culturales”) -Normas de desempeño del IFC ND8 – Patrimonio Cultural</td></tr>
</table>

Tabla 11. IDS5 - Hallazgos arqueológicos de índole patrimonial y cultural

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – SOCIAL</td><td>IDS-06</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Tiempo total de trabajo por sexo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo:

Conocer el total de tiempo laborado del personal vinculado a los proyectos de PCHs por cada género</td><td colspan="2">Gradualidad: Corto Plazo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)

Promotor del proyecto, Empresa Operadora, Personal vinculado. Autoridad local (Defensoría del pueblo)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

Los indicadores de género son herramientas claves que permiten medir la situación de las mujeres frente a la de los hombres teniendo en cuenta las distintas actividades que ambos géneros desarrollen, también hacen visible la intensidad de las distintas formas de inequidad que pueden surgir. En este orden, un indicador que permita medir el tiempo total de trabajo por género, permite ampliar el panorama frente a los tiempos diferenciados que puede manejar una empresa o corporación para cada sexo sin desdibujar la perspectiva de equidad de género, de igual forma es un indicador que permite orientarse frente al cumplimiento del ODS No. 5 “Igualdad de Género” que tiene como meta el país</td></tr>
<tr><td>Alcance:

Proyectos de PCHs con capacidad de 10 y menor a 100 MW implementados a nivel Local</td><td colspan="2">Medición:

Total de horas diarias trabajadas por sexo
∑ total de Horas/día</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

- CONPES 3918 de 2018. “Hoja de Ruta para el cumplimiento de los ODS”. (Objetivo No. 5 Igualdad de Género”
- Ley 1468 de 2011, amplia la licencia de maternidad de 12 a 14 semanas.
- Política Pública Nacional de Equidad de género para las Mujeres y el Plan Integral para garantizar a las mujeres una vida libre de violencias
- Salvaguardas Ambientales y Sociales del BID, Política De Genero.</td></tr>
</table>

Tabla 12. IDS6 - Tiempo total de trabajo por sexo

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – ECONÓMICO</td><td>IDS-07</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Compensación económica relacionado con la adquisición de terrenos y reasentamiento involuntario</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objetivo:

Medir el valor a compensar de los predios que son adquiridos como interés para el proyecto y la retribución económica que se brinda en el reasentamiento involuntario a causa del beneficio / costo que deja de obtener los reasentados</td><td>Gradualidad: Corto Plazo.

Actores implicados (Stakeholders)

Promotor del proyecto, Empresa Operadora, Autoridad local (Defensoría del pueblo, Alcaldía Municipal), comunidades en el área de influencia</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

Si bien es cierto, la implementación de proyectos de PCHs en el territorio tiene una relación directa con la comunidad, es indispensable conocer los factores que causan un efecto en ella. Por tal razón, el tema Social no se puede aislar en la implementación de estos proyectos en temas como la Socialización, Capacitación, contratación, seguridad y salud a la comunidad, adquisición de predios y el tema de reasentamiento. En este sentido, un indicador que permita medir el valor compensado sea este por la adquisición de tierras o por la reubicación total de una comunidad asigna juicios al valor asignado en la compensación</td></tr>
<tr><td colspan="2">Alcance:

Proyectos de PCHs con capacidad de 10 y menor a 100 MW implementados a nivel Regional</td><td>Medición:

Valor del Avaluó del predio a adquirir ó valor de la compensación económica

$ M/CTE</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

-Salvaguardas Ambientales y Sociales del BID. “Adquisición de Tierras y Reasentamiento Involuntario”.
-Normas de Desempeño del IFC. “Adquisición de Tierras y Reasentamiento Involuntario”.
-Constitución Política de Colombia Art. 51 “Todo colombiano Tiene derecho a una vivienda digna”.</td></tr>
</table>

Tabla 13. IDS7 - Compensación económica relacionado con la adquisición de terrenos y reasentamiento involuntario

<table>
<tr><td colspan="2">DIMENSIÓN – INSTITUCIONAL</td><td>IDS-08</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nombre Indicador: Índice de gobernabilidad socio-ambiental en los territorios de desarrollo energético</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objetivo:

Medir el nivel de gobernabilidad socio-ambiental del territorio frente a las dinámicas de los actores involucrados en el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica</td><td colspan="2">Gradualidad: Largo plazo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Actores implicados (Stakeholders)

Promotor del proyecto, Empresa Operadora, Autoridad local (Alcaldía Municipal, corporaciones autónomas regionales), ONG´s, comunidades en el área de influencia</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:

El desarrollo regional ha estado fuertemente condicionado por la falta de presencia del Estado en los territorios de desarrollo energético; por consiguiente, la gestión social de las empresas continúa siguiendo patrones asistencialistas que inducen pérdida de valores, legitimidad y gobernabilidad social. En ese orden, las empresas sectoriales se han visto sometidas a la obligación de cubrir responsabilidades del Estado en los territorios; sin embargo, tanto el Estado como las empresas intentan atender múltiples demandas ambientales y sociales de las comunidades terminando con resultados notablemente deficientes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Alcance:

Proyectos de PCHs con capacidad de 10 y menor a 100 MW implementados a nivel Regional.</td><td>Medición:

Índice de Gobernabilidad

Número de actas de socialización y comunicación de programas sociales y ambiental / Mes</td></tr>
<tr><td colspan="3">Legislación Aplicable:

- CONPES 3918 de 2018. “Hoja de Ruta para el cumplimiento de los ODS”. (Objetivo No. 17 alianza para lograr los objetivos”
- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”</td></tr>
</table>

Tabla 14. Índice de gobernabilidad socio-ambiental en los territorios de desarrollo energético

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Teniendo en cuenta el informe de 2014 realizado por la consultora INERCO para el Ministerio de Minas y Energía donde se formulan los indicadores de progreso hacia la sostenibilidad del sector minero energético, se evidencia que dicho informe contempla unos antecedentes del sistema de indicadores de la política de sostenibilidad del sector, un propósito y el alcance de los indicadores conforme a la política de sostenibilidad, no obstante el modelo para la construcción de los indicadores e sostenibilidad no es claro frente a los criterios y el alcance para los indicadores. Por otro lado, el informe contiene una priorización de temas que son de primer orden para el sector y por ende se deben atender con urgencia; sin embargo, el listado de asunto priorizados que obedecen a la construcción de la batería de indicadores no contiene información detallada para cada tema, por lo que da la sensación de un listado sencillo e incompleto.

  Frente a la formulación de la batería de indicadores de sostenibilidad para el sector minero energético, es claro que los temas y las dimensiones priorizadas concuerdan con la necesidad del sector, sin embargo la estructura de cada indicador es incompleta y deja por fuera criterios importantes tales como los actores implicados (Stakeholders), la legislación aplicable y el instrumento de medida acompañado por su respectiva unidad de medida, por tal razón se considera que dichos indicadores deben ser más robustos en su contenido más aún si estos buscan contribuir en la sostenibilidad de un sector tan importante y complejo como el Minero Energético.

- Acorde al trabajo de grado denominado "*Diseño del sistema de indicadores ambientales aplicado al sistema de gestión ambiental de la central hidroeléctrica de Chivor",* este responde al sistema de indicadores ambientales de la central hidroeléctrica el cual proporcional información comparable frente al desempeño ambiental del pasado y del presente y frente a las metas y objetivos establecidos dentro del sistema de gestión de la central. Frente a la metodología el trabajo de grado adopto una metodología coherente que permita establecer metas y objetivos ambientales acorde al sistema de gestión ambiental de la central; en este sentido el

trabajo se basó en utilizar el modelo de la norma ISO 14031 el cual relaciona la evaluación del desempeño ambiental, sin embargo se detectó que dichos indicadores únicamente se empeñan en el aspecto ambiental dejando a un lado el aspecto económico y social el cual se considera de gran importancia ya que estos tres aspectos interactúan entre sí aparte de que las consecuencias ambientales radican de un efecto social y viceversa.

- Conforme al trabajo de grado "*Diseño de una metodología de evaluación de impacto ambiental en centrales hidroeléctricas en Colombia. Caso de estudio proyecto el quimbo"* se especifica que existen una diversidad de escenarios que corresponden a como evaluar e identificar los criterios ambientales en la implementación de centrales hidroeléctricas en el territorio colombiano; sin embargo, la temática queda corta a la hora de estudiar las diferentes metodologías para valorar diferentes efectos en estos proyectos, ya que lo verdaderamente importante radica en que las licencias ambientales son autorizadas por las entidades territoriales sin tener en cuenta algunos factores e indicadores de sostenibilidad que son relevantes en el sector energético.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La ejecución del piloto de las encuestas territoriales dirigido a la comunidad de las Veredas Charquito y San Francisco correspondientes al Municipio de Soacha, permitieron identificar aspectos y dinámicas de las actividades del territorio no identificadas en el momento del diseño de la encuesta. Los aspectos y dinámicas identificadas fueron, La compra y negociación de algunos predios ubicados en la zona alta de la vereda San francisco y la inexistencia de actividades de pesca por las condiciones del Río Bogotá en ambas veredas.

- Los Indicadores de Sostenibilidad Ambiental formulados para la implementación de proyectos de PCHs que cuentan con capacidad de 10 y menor a 100 MW, brindan un acompañamiento importante en los efectos y aspectos claves identificados mediante las encuestas de ordenamiento territorial a la comunidad y las entrevistas desarrolladas con los expertos, que necesitan reforzarse en las dimensiones técnico-Ambientales, sociales, económica e institucional.

- El resultado del diagnóstico territorial, incorporando los objetivos del desarrollo sostenible, el trabajo de campo, la aplicación de encuestas y la entrevista a expertos refleja que efectos como la pérdida de cobertura vegetal, los procesos erosivos, la afectación por generación de residuos, la aparición de conflictos con comunidades, el cambio climático, la afectación en la salud, cambios en las relaciones de poder, deterioro en la calidad del paisaje, la pérdida de patrimonio cultural, relacionado en la implementación de PCHs causan impactos significativos en los territorios; en ese orden, se formularon ocho (8) indicadores de sostenibilidad ambiental que buscan robustecer el análisis, la evaluación, el complemento en la implementación de proyectos energéticos en el territorio colombiano.

- De acuerdo a la ejecución de las encuestas territoriales a la comunidad de las Veredas Charquito y San Francisco el resultado de la información recolectada permitió

concluir que el principal problema es la Contaminación del Río Bogotá y plantean como solución la construcción de una PTAR seguido de acciones de descontaminación al Río.

- Frente a los aspectos negativos y positivos que resulta de implementar el proyecto de la microcentral Charquito y Nueva Esperanza la comunidad se inclina que el mayor aspecto es la Generación temporal de Empleo y como aspecto negativo un servicio de energía deficiente; Por tal razón y frente a la información que ofrece la comunidad podemos afirmar que el hecho de que en el territorio exista proyectos de generación de energía eléctrica no garantiza la provisión constante y de calidad del servicio.
- La comunidad aledaña a los proyecto de la PCH Charquito y Nueva Esperanza manifestaron por medio de las encuestas que dichos proyectos no generaron ningún conflicto con la comunidad aledaña de gran relevancia, salvo algunas discusiones con los propietarios de predios que fueron adquiridos o negociados mediante servidumbres para el tendido de las líneas de transmisión del proyecto. Lo anterior, se subsano en su momento mediante acuerdos entre la empresa y los propietarios. De igual forma, la comunidad informó que dichos proyectos no se encuentran a menos de un kilómetro de distancia de donde ellos se encuentran por tal razón afirman que no se ven afectados.
- Acorde a una de las preguntas de las encuestas relacionadas con la calidad de vida, la comunidad informó que la implementación de los proyecto de la PCH Charquito y Nueva Esperanza no causo ningún efecto en la calidad de vida de las personas, su dinámica continua igual a antes de implementar estos proyectos en el territorio.
- La información que se recolecto mediante las encuestas territoriales a la comunidad de las Veredas Charquito y Nueva Esperanza, permitió identificar un importante desconocimiento de las personas en temas de cambio climático, procesos erosivos del suelo y en el funcionamiento o finalidad que tienen estas empresas en el territorio. En este sentido, se concluye que hace falta mayor acompañamiento de parte de las empresas (promotores y operadores) frente a brindar y capacitar mejor a la comunidad circundante.
- Los Indicadores de Sostenibilidad Ambiental formulados, brinda un apoyo frente al mejoramiento continuo en la evaluación y análisis de los efectos causados por la

implementación de estos proyectos en el territorio, además van acorde al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que tiene como meta el País y se alinea a los estándares internacionales que maneja el BID y el IFC.

- Según el ejercicio de las entrevistas a expertos, se resalta que el concepto de pequeña central eléctrica, en estos momentos no se encuentra definido en la legislación colombiana; sin embargo, algunas comunidades entienden estos procesos como beneficiosos para los territorios y escenarios prospectivos de aprovechamiento de recursos naturales, lo que establece un pequeño desarrollo para las personas aledañas a estos proyectos, involucrando aún más temas de compensación ambiental, equidad de género, servidumbres (trazado de la red eléctrica), alertas tempranas (minimizar conflictos) y la gobernabilidad en el área de influencia.
- La consistencia del sistema de indicadores dependerá de su capacidad para reflejar las prioridades de sostenibilidad en los territorios, a partir de una base normativa, la política ambiental y lineamientos internacionales; esta batería de indicadores orientado a un criterio energético busca facilitar la implementación, el seguimiento y el comportamiento de los proyectos de PCHs; por lo tanto, que sean capaces de adaptarse a posibles cambios de escenarios y de prioridad.

- Si bien es cierto, la información recolectada mediante las entrevistas a los expertos permitió robustecer los criterios y la construcción de los indicadores. sin embargo, es recomendable corroborar la información recolectada por parte de la comunidad con los responsables directos de los proyectos, tales como expertos o personal técnicos de las empresas encargadas.

- Para la construcción y formulación de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental que comprendan la dinámica y los diferentes actores en territorio, es indispensable el trabajo en campo para recolectar información de la comunidad, promotores y operadores de los proyectos y entidades territoriales. En este sentido, se recomienda tomar una muestra más amplia de visitas técnicas a más proyectos de PCHs con

capacidad de 10 y menor a 100 MW en el territorio colombiano para contrastar la dinámica de los proyectos ubicados en diferentes regiones del País.

- En el momento de priorizar los efectos causados por la implementación de las PCHs de 10 y menor a 100 MW, se recomienda la revisión por parte de un experto de dicha priorización con el fin de obtener un resultado más acertado antes de la formulación de los Indicadores de Sostenibilidad Ambiental.

- De acuerdo a los escenarios de desarrollo energético que el país se encuentra implementando en estos momentos, aparece la incógnita de establecer si en realidad los megaproyectos hidroeléctricos son de verdad la solución que necesita el territorio colombiano para el abastecimiento del servicio; en consecuencia, se recomienda evaluar de manera intrínseca la factibilidad de implementar más proyectos de PCHs en el territorio, por ejemplo, en vez de un proyecto como Hidroituango, se pudieron haber construido unas 20 pequeñas centrales, ya que estos proyectos según lo diagnosticado en esta investigación, generan menores presiones sobre las comunidades y ecosistemas.

9. BIBLIOGRAFÍA

APROTEC. (2009). *Aprotec SAS Energías Alternativas*. Recuperado el 19 de 02 de 2019, de Componentes de Sistemas Hidroeléctricos: http://aprotec.com.co/hidroenergia/componentes-del-sistema/

Campi, M. T. (Julio de 2013). *La Energía Hidroeléctrica ayer y hoy*. Obtenido de http://www.tremp.cat/public/153/file/Laenergiahidroelectricaayeryhoy.pdf

Catillo , Y., Castrillón, M., Vanegas, M., Valencia, G., & Villicaña, E. (2015). Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano. *Prospect. Vol. 13*, 39 - 51.

Colombia, C. d. (1993). *Ley 99 de 93.* Obtenido de http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf

Colombia, C. d. (2014). *Secretaria del Senado.* Recuperado el 19 de 02 de 2019, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html

CONPES. (15 de marzo de 2018). *CONPES 3918, Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS en Colombia.* Recuperado el 19 de 02 de 2019, de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf

CORPOEMA, C. E. (2010). *FORMULACIÓN DE UN PLAN DE DESARROLLO PARA LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN COLOMBIA (PDFNCE).* Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

Diaz A, O. O. (1992). *Inventario Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas* . Bogotá.

Duque, E. (2016). Alternativa de las pequeñas centrales hidroeléctricas de Antioquia en el mecanismo de desarrollo limpio. *Revista Ciencias Estratégicas*, 73 - 100.

Energética, U. d. (2015). Atlas de potencial Hidroenergético de Colombia. En U. d. Energética, *Atlas de potencial Hidroenergético de Colombia.*

García Cano, K. D. (2016). *DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS EN COLOMBIA. CASO DE ESTUDIO PROYECTO EL QUIMBO.* Bogotá D.C.: Universidad Católica.

Hábitat, S. D. (2001). *Régimen Legal de Bogotá.* Recuperado el 19 de 02 de 2019, de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449

IFC. (2018). *Corporación Financiera Internacional*. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de Acerca del IFC:

https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/multilingual_ext_content/ifc_external_corporate_site/home_es

Iglesias, S. (2011). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Recuperado el 19 de 02 de 2019, de GUÍA DE IMPACTO AMBIENTAL PARA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2314/3337932I24.pdf;jsessionid=BD218F106C05BA4982469321F025EAD4?sequence=1

INERCO. (2014). *Indicadores de progreso hacia la sostenibilidad del sector minero energético.* Bogotá D.C.

INGETECSA. (2008). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO.* Bogotá D.C.: EMGESA SA ESP.

IngFocol. (2015). *Atlas Hidroenergía - UPME*. Obtenido de Primer Atlas hidroenergético revela gran potencial en Colombia: http://www1.upme.gov.co/Paginas/Primer-Atlas-hidroenergetico-revela-gran-potencial-en-Colombia.aspx

Internacional, C. F. (01 de enero de 2012). *Normas de Desempeño Sobre Sostenibilidad Ambiental y Social.* Obtenido de https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/55d37e804a5b586a908b9f8969adcc27/PS_Spanish_2012_Full-Document.pdf?MOD=AJPERES

IPSE. (Julio de 2014). *Soluciones Energéticas para las zonas no interconectadas de Colombia*. Obtenido de https://www.minminas.gov.co/documents/10180/742159/09C-SolucionesEnergeticasZNI-IPSE.pdf/2871b35d-eaf7-4787-b778-ee73b18dbc0e

Lemos, J. A., & Izquiero, J. M. (2005). *ANÀLISIS DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUAPI - CAUCA.* Bogotá D.C.: Universidad Libre.

MADS. (1994). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Recuperado el 19 de 02 de 2019, de http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto1753_19940803.htm

Medina , S., & Torres, E. (2008). PROYECTO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE CON EL USO DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL), CASO “PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA SANTA ANA, EAAB – ESP”. *Universidad Libre*, 1 - 19.

Mendoza, E., & Pérez, V. (2010). Energías renovables y movimientos sociales en América Latina. *Instituto de Estudios Internacionales - Universidad de Chile*, 109 - 128.

Minenergía. (2019). *Ministerio de Minas y Energía*. Recuperado el 28 de 02 de 2019, de Normatividad: https://www.minminas.gov.co/normatividad

Mora, A. B., Zavala, A. I., Sánchez, T. X., & Salcedo , V. (2017). Construcción hidroeléctrica “minas san francisco” en el sector Sara yunga – Ecuador: su impacto socio-económico. *Revista mensual de la UIDE extensión Guayaquil*, 132 - 147.

Morales, S., Corredor , L., Paba, J., & Pacheco, L. (2013). Etapas de desarrollo de un proyecto de pequeñas centrales hidroeléctricas: Contexto y criterios básicos de implementacion. *DYNA*, 178-185.

Nación, P. G. (1991). *Constitución Política de Colombia.* Recuperado el 19 de 02 de 2019, de https://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso%20Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm

netquest. (2018). *Calculadora Muestral*. Recuperado el 20 de 09 de 2018, de https://www.netquest.com/es/gracias-calculadora-muestra?submissionGuid=598be569-5a80-4848-8b81-9947447ee382

Ortiz, L. X. (2007). *Universidad de la Salle* . Obtenido de Diseño del Sistema de Indicadores Ambientales aplicados al sistema de gestión ambiental de la central Hidroeléctrica de Chivor: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14047/T41.07%20R618d.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Osorio, A., & Quintana, Y. (2010). Methodology to define environmental indicators to monitor ports. *Revista Gestión y Ambiente*, 7-22.

Principles, E. (junio de 2013). *Los Principios del Ecuador*. Obtenido de https://equator-principles.com/wp-content/uploads/2018/01/equator_principles_spanish_2013.pdf

Republica, C. d. (1973). Recuperado el 19 de 02 de 2019, de https://www.minminas.gov.co/historia1;jsessionid=koPQny4R15VH9gsh-RJf3Qp2.portal2

Rodríguez Ortiz, L. X. (2007). *DISEÑO DEL SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES APLICADO AL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DECHIVOR.* 2007: UNIVERSIDAD DE LA SALLE / AES Chivor.

SDS. (2017). *Subred Integrada de Serviivcios de Salud Sur.* Recuperado el 20 de 09 de 2018, de Análisis de Condiciones, Caldiad de Vida, Salud y Enfermedad: http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnsticos%20distritales%20y%20locales/Local/2017/Subred%20Sur/CIUDAD%20BOL%C3%8DVAR.pdf

Senado. (12 de Julio de 1994). *LEY 143 DE 1994*. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0143_1994.html

Sierra, F. E., Sierra, A. F., & Guerrero, C. A. (2011). Pequeñas y microcentrales hidroeléctricas: alternativa real de generación eléctrica. *Informador Técnico (Colombia)*, 73 - 85.

Soacha, A. M. (2019). *Nuestro Municipio.* Obtenido de http://www.alcaldiasoacha.gov.co/municipio/nuestro-municipio

Sostenible, M. d. (2003). Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2003/dec_1180_2003.pdf

Sostenible, M. d. (2015). *Decreto Único Reglamentario 1076.* Obtenido de http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-1076-de-2015.pdf

Torres Quintero, E. (2014). INVESTIGACIÓN EN PEQUEÑAS CENTRALES EN COLOMBIA. *Ingenio Libre - Universidad Libre de Colombia*, 1- 15.

UPME. (enero de 2015). *Plan Energetico Nacional Colombiano: Ideario Energetico 2050*. Obtenido de https://www.minminas.gov.co/documents/10192/24027269/004_presenta_plan_nal_energetico_col.pdf/4fde255c-9899-4b2e-91e4-0f6b80667675

XM. (2019). *PARATEC*. Recuperado el 20 de 02 de 2019, de XM: http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=lista

XM, E. (s.f.). *Glosario XM*. Obtenido de http://www.xm.com.co/corporativo/Paginas/Herramientas/glosario.aspx

ANEXOS

- Anexo A. Soporte de encuestas piloto
- Anexo B. Soporte de encuestas de diagnóstico territorial
- Anexo C. Encuestas de diagnóstico territorial tabuladas
- Anexo D. Entrevista experto N° 1 Jorge Gualdron
- Anexo E. Entrevista experto N° 2 Diego Grajales