

## Environmental impacts generated by small hydropower plants (SHPs) in Colombia

### Los impactos ambientales generados por las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) en Colombia

**ANDRADE, J. M.<sup>1</sup>; JIMENEZ, E. M.<sup>2</sup>; ROJAS, L. E.<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Ph.D. Juan Manuel Andrade N. Profesor Tiempo Completo.**

Programa de Administración Turística y Hotelera. Facultad de Economía y Administración. Universidad Surcolombiana. e-mail:

[juanmanuel.andrade@usco.edu.co](mailto:juanmanuel.andrade@usco.edu.co). Enlace ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-9644-0040>

**<sup>2</sup>PhD. Elvia María Jiménez Z. Profesora de Tiempo Completo.**

Programa de Contaduría Pública. Facultad de Economía y Administración. Universidad Surcolombiana. [elvia.jimenez@usco.edu.co](mailto:elvia.jimenez@usco.edu.co).

Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5820-0505>

**<sup>2</sup>MSc. Lenin Eduardo Rojas G. Profesor de Tiempo Completo.**

Programa de Derecho. Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas. Universidad Surcolombiana. [lenin.rojas@usco.edu.co](mailto:lenin.rojas@usco.edu.co). Enlace ORCID:

<https://orcid.org/0009-0001-9025-7912>

#### Entidad

Avenida Pastrana Borrero, Carrera 1. Neiva, Huila, Colombia.

E-mail: [juanmanuel.andrade@usco.edu.co](mailto:juanmanuel.andrade@usco.edu.co)

**Recibido: 08/02/2024 / Aceptado: 28/06/2024**

#### Resumen

El presente artículo de investigación identificó los impactos ambientales generados por la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs) en el territorio colombiano. Para esto se adoptó la clasificación realizada por la normatividad colombiana que los distingue en impactos socioeconómicos, bióticos y abióticos (físicos). Para su identificación se recurrió a la técnica de análisis de fuentes documentales principalmente sobre los estudios de impactos ambientales y, en menor medida, las licencias ambientales. En consecuencia, se analizaron veinticuatro (24) pequeñas centrales hidroeléctricas en todo el país y se establecieron ochenta y seis (86) impactos ambientales, positivos y negativos. Igualmente, se midió la frecuencia de los impactos, resaltando que los siguientes impactos, connotación negativa, alcanzaron una frecuencia de aparición superior al 90% de los casos abordados: disminución de la calidad del agua del río, disminución del caudal del río aguas abajo del embalse, y disminución de la cobertura vegetal.

**Palabras clave:** Impactos ambientales, impactos bióticos, impactos abióticos, impactos socioeconómicos, pequeñas centrales hidroeléctricas, estudios de impacto ambiental.

### Abstract

This research article identified the environmental impacts generated by the construction of small hydroelectric power plants (SHPs) in the Colombian territory. For this purpose, the classification made by Colombian regulations was adopted, which distinguishes between socioeconomic, biotic and abiotic (physical) impacts. For their identification, the technique of analysis of documentary sources was used, mainly on environmental impact studies and, to a lesser extent, environmental licenses. Consequently, twenty-four (24) small hydroelectric power plants throughout the country were analyzed and eighty-six (86) environmental impacts, positive and negative, were established. Likewise, the frequency of impacts was measured, highlighting that the following impacts, with a negative connotation, reached a frequency of occurrence higher than 90% of the cases addressed: decrease in river water quality, decrease in river flow downstream of the reservoir, and decrease in vegetation cover.

**Keywords:** Environmental impacts, biotic impacts, abiotic impacts, socioeconomic impacts, small hydroelectric power plants, environmental impact studies.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, las hidroeléctricas grandes y pequeñas se han constituido en la alternativa preferida de los gobiernos en su afán por atender la creciente demanda de energía eléctrica renovable (Zhang et al., 2014), máxime cuando el desarrollo económico y bienestar social de muchos países dependen de su disponibilidad energética (Apergis et al., 2016).

En Colombia, a partir de la crisis energética experimentada a principios de la década de 1990, que incluyó el establecimiento del racionamiento del suministro eléctrico en las ciudades capitales, la matriz energética se vio abocada a contemplar la implementación de PCH en múltiples regiones, dando vida a la Ley 141 del 28 de junio de 1994, con el fin de alivianar la carga de demanda sobre las grandes hidroeléctricas, especialmente en regiones que distaban de las grandes fuentes de

generación (Jiménez, 2022; Ministerio de Minas y Energía, 1997).

Los proyectos hidráulicos de generación de energía eléctrica, como todos los proyectos de construcciones de obras, requieren de permisos para su implementación y operación, por lo que el Decreto 1076 del año 2015 estableció las condiciones necesarias para que el propietario del proyecto obtenga su respectiva licencia que permite el inicio de la obra. Asimismo, se determina la autoridad ambiental encargada de otorgarla, puesto que dependiendo de la magnitud del proyecto puede ser la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) o las corporaciones Autónomas Regionales (CAR) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Para la normatividad nacional colombiana, las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCHs) son centrales de generación hidroeléctrica, con una potencia de generación que oscila entre 1 y 20 MW. Las

PCHs aprovechan el caudal de los ríos para la producción de energía eléctrica y generalmente el consumo se realiza en lugares cercanos a la planta de generación (Jiménez, 2022).

A diferencia de las grandes hidroeléctricas, en las que se inundan miles de hectáreas para la construcción del embalse en el que se almacena el agua que, posteriormente, alimentará las turbinas de generación (Andrade & Olaya, 2021; 2023), frente a las PCH existe cierto consenso en afirmar que el impacto ambiental es menor, es decir, comparado con las grandes hidroeléctricas, sus afectaciones resultan con menores niveles de gravedad ambiental y social (Gallego, 2015) y una reducción superior al 70% de la inversión (Osorio, 2017).

Aunque en un principio se establecieron excepciones en la normatividad estableciendo que las PCHs que generaran menos de 10 MW no requerían el trámite de licencia ambiental y se limitaban a tramitar la concesión del uso de aguas, con el Decreto 2820 de 2010, se estableció que la construcción y operación de las PCHs que generan más de 10 MW y menos de 100 MW requieren de licencia ambiental, lo cual continúa vigente (Del Valle, 2017).

En ese orden, las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible, creadas mediante la Ley 768 de 2002, son las encargadas de otorgar o negar las licencias ambientales para los proyectos, obras o actividades relacionadas con la construcción y operación de centrales generadoras energía a partir recurso hídrico con una capacidad menor a 100 MW (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Así, las licencias ambientales son concebidas como autorizaciones emitidas por la autoridad ambiental correspondiente para la construcción de proyectos u obras que ocasionen afectaciones ambientales. Para lo anterior, el propietario del proyecto debe cumplir con unos requisitos y obligaciones previas con el fin de prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales generados con la intervención (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

El procedimiento establecido para la obtención de licencias ambientales establece que los solicitantes deben realizar un estudio de impacto ambiental en el que se identifiquen los impactos ambientales que ocasionará el proyecto, con el objetivo de tomar las medidas respectivas frente a las consecuencias generadas, especialmente cuando son afectaciones negativas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Los estudios de impacto ambiental son documentos técnicos interdisciplinarios que tienen la misión de identificar de manera predictiva los impactos ambientales que deben ser atendidos mediante acciones de prevención, mitigación, corrección y/o compensación en un plan de manejo ambiental derivado del estudio. En consecuencia, con base en los resultados obtenidos en el estudio de impacto ambiental, la autoridad ambiental determinará la conveniencia de permitir la construcción de la obra y determinará las acciones que debe adelantar el propietario de esta (Coria, 2008).

Así, dentro de los estudios de impacto ambiental se comparan la situación actual del entorno con las eventuales

consecuencias, denominados impactos ambientales, que ocasionará el proyecto en las diferentes etapas de ejecución y operación (Coria, 2008). Al respecto, los impactos ambientales son alteraciones, favorables o desfavorables, que presentan algunos de los componentes ambientales (salud humana, naturaleza o bienestar socioeconómico) como consecuencia de la acción humana (Juan, 2017).

Conesa (2009) considera que los impactos ambientales no deben comprenderse con una connotación negativa, puesto que existen impactos sobre el entorno que pueden ser positivos o negativos. Aunque existen muchas formas de clasificación de los impactos ambientales (Juan, 2017; Conesa, 2009), la normatividad colombiana los clasifica dentro de tres ámbitos de afectación: bióticos (flora y fauna), abióticos o físicos (agua, aire, tierra, clima y paisaje) y socioeconómicos (factores sociales, económicos y culturales) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Finalmente, existen evidencias empíricas sobre los impactos ambientales negativos generados por las PCHs en el contexto nacional (ver Duque, 2021; Hernández & Hernández, 2017; Osorio, 2017) e internacional (ver Bueno et al., 2019; Jesus et al., 2004; Zelenáková et al., 2019).

Con motivo de lo anterior, el presente estudio sistematizó los impactos ambientales (bióticos, abióticos y socioeconómicos) generados por las pequeñas centrales hidroeléctricas a partir de la revisión de fuentes documentales.

## 2. METODOLOGIA

En la presente investigación se utilizó el método deductivo para el análisis del fenómeno de estudio, es decir, se utilizaron las perspectivas teóricas relacionadas con los impactos ambientales para reconocer las posibles afectaciones generadas por las PCHs en el ambiente. Asimismo, el tipo de investigación fue de carácter descriptivo en la medida en que se busca establecer las características relevantes del fenómeno y realizar una descripción de estas (Hernández et al., 2014).

Por su parte, la técnica de investigación que orientó la recolección de investigación correspondió al análisis de fuentes documentales. Para Peña & Pirela (2004) el análisis de fuentes documentales corresponde al ejercicio de seleccionar las ideas más relevantes dentro de un documento a partir de los esquemas mentales que posea el interesado.

En el presente estudio, se analizaron una serie de documentos correspondientes a estudios de impactos ambientales, planes de manejo ambiental y/o licencias ambientales de veinticuatro (24) PCHs (ver Tabla 1).

**Tabla 1:** Relación de PCHs y sus fuentes documentales.

| Nombre de la PCH | Fuente documental   |
|------------------|---|
| PCH Río Chili    | Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima (2014), Generadora Unión S.A. (2010) |
| PCH Río Amoyá    | Cortolima (1999), Generadora Unión S.A. – ISAGEN S.A. (2010).                             |
| PCH Totaré       | Hidrogeneradora Pijao S.A.S. (2016)   |
| PCH Río San Juan | INGETEC – Ingenieros Consultores (2017)   |

|                      |   |
|----------------------|---|
| PCH Churimo          | Consultora Endémica S.A.S. (2019)                           |
| PCH Cocorná III      | Priming – Proyectos Amigables de Ingeniería (2020)          |
| PCH Aures Bajo II    | Aures Bajo S.A.S. E.S.P. (2020)                             |
| PCH Yopal-Aguazul    | INARGOS Ingenieros (1986)                                   |
| PCH Río Grande       | Empresas Públicas de Medellín – EPM (1984)                  |
| PCH El Retiro        | Desarrollos Energéticos de Oriente (2018)                   |
| PCH San Matías       | HMV Ingenieros (2012)                                       |
| PCH San Alberto      | Corporación Autónoma Regional del Cesar – Corpocesar (2016) |
| PCH Montebonito      | Sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito (2015)          |
| PCH Guapi            | Instituto Colombiano de Energía Eléctrica – ICEL (1995)     |
| PCH Escuela de Minas | Mincivil (2015)   |
| PCH San Miguel       | HMV Ingenieros (2009)                                       |
| PCH Cocorná I        | Taborda Vélez y Compañía (2020)                             |
| PCH Nare             | Hidronare S.A.S. (2018)                                     |
| PCH El Popal         | HWV Ingenieros (2009a)                                      |
| PCH San Francisco    | HWV Ingenieros (2014)                                       |
| PCH Aures Bajo I     | I-Consult (2012)  |
| PCH El Buey          | HWV Ingenieros (2018)                                       |
| PCH El Trapiche II   | Priming – Proyectos Amigables de Ingeniería (2012)          |
| PCH Sonsón           | Empresas Públicas de Medellín – EPM (2018)                  |

**Fuente:** Autores

Posteriormente se construyó una tabla en la que sistematizaron los impactos ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos, y su nivel de aparición en cada uno de los casos analizados, por lo que se aprecia el tipo de impacto y su nivel de repetición, con el fin de establecer los impactos más recurrentes en este tipo de proyecto energéticos.

### 3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Frente a los resultados obtenidos durante la revisión y análisis de los estudios de impactos ambientales, planes de manejo ambiental y licencias ambientales investigación, se realizó una síntesis de los impactos ambientales generados por las PCHs en Colombia. Así, en la Tabla 2 se condensaron los impactos de los veinticuatro (24) casos ubicados en el territorio nacional en las cuales se identificaron ochenta y seis (86) impactos entre los ámbitos físicos (22), bióticos (11) y socioeconómicos (53).

Al respecto, se realizó la discriminación entre impactos positivos y negativos, encontrando predominancia de los impactos con connotación negativa con sesenta y seis (66) mientras los impactos positivos se limitaron a veintidós (22). Asimismo, entre los impactos más frecuentes (por encima del 80% de las PCHs), medidos por el número de apariciones fueron: 1) Disminución de la calidad del agua del río, 2) Disminución del caudal del río aguas abajo del embalse, 3) Disminución de la cobertura vegetal, 4) Aumento de la degradación del suelo, 5) Disminución del atractivo paisajístico de la zona, 6) Aumento del desplazamiento de fauna terrestre, 7) Incremento en la mortalidad de especies nativas de fauna terrestre.

De otra parte, entre los impactos con menor frecuencia (por debajo del 10% de las PCHs) de aparición en los casos estudiados fueron: 1) Inundación de tierras, 2) Aumento de olores desagradables, 3) Disminución de la calidad de las aguas del embalse, 4) Disminución de nacaderos de

agua, 5) Mayor control de inundaciones, 6) Disminución de zonas de reserva, 7) Interrupción de los ciclos de reproducción de peces, 8) Incremento de los vectores de enfermedades, 9) Pérdida de referentes territoriales, 10) Incremento del precio de la tierra, 11) Disminución del área de tierras fértiles, 12) Pérdida de espacios de interacción social y comunitario, 13) Incremento de la presencia institucional en la zona, 14) Incremento de enfermedades auditivas, 15) Aumento de la prostitución, 16) Disminución del ingreso agropecuario, 17) Incremento de fenómenos de la drogadicción y alcoholismo, 18) Incremento de la actividad pesquera, 19) Tráfico ilegal de piezas arqueológicas, 20) Aumento de incapacidades físicas temporales y definitivas, 21) Disminución de formas de trabajo y producción tradicionales, 22) Incremento en las nuevas y mejores formas de trabajo y producción, 23) Disminución de actividades económicas tradicionales – minería, 24) Incremento de actividades económicas mineras, 25) Aumento de la creación de empresas prestadoras de servicios de transporte, y 26) Disminución de las actividades económicas asociadas al turismo.

Finalmente, fueron determinados una serie de impactos con una frecuencia de aparición moderada, solo por mencionar algunos: 1) Disminución de la disponibilidad de agua del río para consumo humano, 2) Disminución de hábitats terrestres, 3) Incremento de la erosión aguas abajo del embalse, 4) Disminución de hábitats terrestres, 5)

Disminución de hábitats acuáticos, 6) Disminución de infraestructura, 7) Incremento del nivel de ruido, 8) Aumento de inmigración de personas hacia la zona de influencia, 9) Incremento de enfermedades de salud pública, 10) Aumento de la presión sobre los servicios públicos de la zona, 11) Aumento de los ingresos de las entidades territoriales por transferencias, 12) Pérdida o deterioro de sitios arqueológicos, 13) Incremento de expectativas sobre los beneficios del proyecto, 14) e, Incremento de conflictos sociales motivados por el proyecto.

Los impactos ambientales identificados y evaluados en términos de su frecuencia de aparición son similares a los identificados en otros estudios de impacto ambiental en las PCHs, tanto a nivel nacional (Duque, 2021; Hernández & Hernández, 2017; Osorio, 2017) como en el plano internacional (ver Bueno et al., 2019; Jesus et al., 2004; Zelenáková et al., 2019), por lo que los resultados del presente estudio se consideran consistentes con la literatura actual.

Por otro lado, si se realiza una comparación con los impactos ambientales (bióticos, abióticos y socioeconómicos) generados por las grandes hidroeléctricas (ver Andrade et al., 2024; Andrade & Olaya, 2021; 2023), se puede apreciar cierta coincidencia en los dos casos; no obstante, la magnitud de los impactos ambientales generados por las PCHs se considera mucho menores.



| Ámbito del impacto  | Pequeñas Centrales Hidroeléctricas  |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |       | Frecuencia (%)                      |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        |        |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|
|   | Río Chili                           | Río Amoyá                           | Totará                              | San Juan                            | Churimo                             | Cocomá III                          | Aures Bajo II                       | Yopal-Aguazul                       | Riogrande                           | El Retiro                           | San Matías                          | San Alberto                         | Montebonito                         | Guapi |                                     | Escuela de Minas                    | San Miguel                          | Cocomá I                            | Hidronare                           | El Popal                            | San Francisco                       | Aures Bajo I                        | El Buey                             | Trapiche II                         | Sonsón |        |
| Pérdida de la conectividad del río (-)                              | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        | 12,5%  |
| Aumento de la inestabilidad geológica (-)                           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |       | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |        | 70,83% |
| Disminución del atractivo paisajístico de la zona (-)               | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |       | <input checked="" type="checkbox"/> |        | 87,5%  |
| Aumento de la contaminación del aire (-)                            | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |       | <input checked="" type="checkbox"/> |        | 79,17% |
| Incremento de la erosión aguas abajo del embalse (-)                | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        | 29,17% |
| Disminución en la sedimentación del río aguas abajo del embalse (-) |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        | 12,5%  |
| Aumento en la sedimentación del embalse (-)                         |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |        | 12,5%  |
| Disminución de la calidad de las aguas del embalse (-)              |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        | 4,17%  |
| Aumento de los niveles freáticos (-)                                |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |       |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |        | 25%    |

| Ámbito del impacto                  | Impactos  | Pequeñas Centrales Hidroeléctricas  |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|
|                                     |   | Río Chili                           | Río Amoyá                           | Totará                              | San Juan                            | Churimo                             | Cocomá III                          | Aures Bajo II                       | Yopal-Aguazul                       | Rtogrande                           | El Retiro                           | San Matías                          | San Alberto                         | Montebonito                         | Guapi                               | Escuela de Minas                    | San Miguel                          | Cocomá I                            | Hidronare                           | El Popal                            | San Francisco                       | Aures Bajo I                        | El Buey                             | Trapiche II                         | Sonsón                              | Frecuencia (%)                      |                                     |        |
| Biótico                             | Aumento de la presión sobre los recursos naturales en la zona de influencia (-) | <input checked="" type="checkbox"/> | 79,17%                              |        |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 75%                                 |        |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 91,67% |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 25%    |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
|                                     |   | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 4,16%                               |                                     |        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>   |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |        |











| Ámbito del impacto  | Impactos                            | Pequeñas Centrales Hidroeléctricas  |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |               |               |           |                                     | Frecuencia (%)                      |                                     |             |                                     |                                     |                                     |            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |             |        |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|--------|
|   |                                     | Río Chili                           | Río Amoyá                           | Tolaré                              | San Juan                            | Churimo                             | Cocomá III                          | Aures Bajo II | Yopal-Aguazul | Riogrande | El Retiro                           |                                     | San Matías                          | San Alberto | Montebonito                         | Guapi                               | Escuela de Minas                    | San Miguel | Cocomá I                            | Hidronare                           | El Popal                            | San Francisco                       | Aures Bajo I                        | El Buey                             | Trapiche II | Sonsón |
| Aumento de incapacidades físicas temporales y definitivas (-)                 | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |               |               |           |                                     |                                     |                                     |             |                                     |                                     |                                     |            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |             | 8,33%  |
| Incremento de conflictos sociales motivados por el proyecto (-)               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |               |               |           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |                                     |             | 50%    |
| Incremento de expectativas sobre beneficios del proyecto (+)                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |               |               |           | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |            | <input checked="" type="checkbox"/> |             | 58,33% |
| Tráfico ilegal de piezas arqueológicas (-)                                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |               |               |           |                                     |                                     |                                     |             | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |            |                                     |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |             | 8,33%  |
| Pérdida o deterioro de sitios arqueológicos (-)                               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |               |               |           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 62,5%       |        |
| Incremento de los ingresos de la población (+)                                |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |               |               |           |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |             |                                     |                                     |                                     |            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |             | 4,17%  |
| Aumento de los ingresos de las entidades territoriales por transferencias (+) |                                     |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |               |               |           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |            | <input checked="" type="checkbox"/> | 54,17%      |        |



| Ámbito del impacto  | Impactos | Pequeñas Centrales Hidroeléctricas  |                                     |                                     |                                     |                                     |            |               |                                     |                                     |           |            |             |                                     |       |                  |            | Frecuencia (%) |          |           |          |               |              |         |             |        |
|---|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------------------------------|-------|------------------|------------|----------------|----------|-----------|----------|---------------|--------------|---------|-------------|--------|
|   |          | Río Chili                           | Río Amoyá                           | Totará                              | San Juan                            | Churimo                             | Cocomá III | Aures Bajo II | Yopal-Aguazul                       | Rtogrande                           | El Retiro | San Matías | San Alberto | Montebonito                         | Guapi | Escuela de Minas | San Miguel |                | Cocomá I | Hidronare | El Popal | San Francisco | Aures Bajo I | El Buey | Trapiche II | Sonsón |
| Disminución de las actividades económicas asociadas al turismo (-)                    |          |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |                                     |            |               |                                     |                                     |           |            |             |                                     |       |                  |            |                |          |           |          |               |              |         |             | 4,17%  |
| Incremento de actividades económicas asociadas al turismo (+)                         |          |                                     |                                     |                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |            |               | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |           |            |             | <input checked="" type="checkbox"/> |       |                  |            |                |          |           |          |               |              |         |             | 12,5%  |
| Aumento de la creación de negocios prestadores de servicios de bar y restaurantes (+) |          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |                                     |            |               |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> |           |            |             |                                     |       |                  |            |                |          |           |          |               |              |         |             | 16,67% |
| Aumento de la creación de empresas prestadoras de servicios de transporte (+)         |          |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |            |               |                                     |                                     |           |            |             |                                     |       |                  |            |                |          |           |          |               |              |         |             | 4,17%  |

#### 4. CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue la identificación de los impactos ambientales bióticos, abióticos y socioeconómicos generados por las PCHs a partir de la revisión de los estudios de impactos ambiental, las licencias y los planes de manejo ambiental. Al respecto, se analizaron 24 PCHs y se establecieron ochenta y seis (86) impactos (físicos; 22, bióticos: 11, y socioeconómicos: 53) y la frecuencia de aparición de estos.

#### 5. AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Surcolombiana por el apoyo recibido en los procesos investigativos.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, J. M., & Olaya, A. (2021). Impactos económicos, sociales y ambientales generados por las grandes hidroeléctricas. Una revisión. *Interciencia*, 46(1), 19-25.

- <https://www.redalyc.org/journal/339/33965751003/33965751003.pdf>
- Andrade J. M., & Olaya, A. (2023). Impactos ambientales asociados a las hidroeléctricas en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 14(2), 217 - 250. <https://doi.org/10.22490/21456453.6074>
- Andrade; J., Olaya, A., & Caviedes, D. (2024). Environmental impacts generated by the hydroelectric power plant El Quimbo - Colombia. An ex-post evaluation. *Pensamiento Americano*, 17(34), 1-22. <https://doi.org/10.21803/penamer.17.34.759>
- Apergis, N., Chang, T., Gupta, R., & Ziramba, E. (2016). Hydroelectricity consumption and economic growth nexus: Evidence from a panel of ten largest hydroelectricity consumers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.075>
- Aures Bajo S.A.S. E.S.P. (2020). *Estudio de Impacto Ambiental de la hidroeléctrica Aures Bajo II*. Resumen Ejecutivo. [https://www.cornare.gov.co/Licencia\\_Ambiental/Resumen\\_Ejecutivo\\_Aures\\_Bajo.pdf](https://www.cornare.gov.co/Licencia_Ambiental/Resumen_Ejecutivo_Aures_Bajo.pdf)
- Bueno, M., Alencar, M. J., Rondon, Y., & Lima-Junior, S. E. (2019). Changes in diet of a neotropical cichlid in response to river damming. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 41, e43880. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v41i1.43880>
- Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. España: Mundi-Prensa.
- Consultora Endémica S.A.S. (2019). *Estudio de Impacto Ambiental de la Hidroeléctrica Churimo. Capítulo VIII*. Evaluación Ambiental. <https://www.cornare.gov.co/informacion-de-interes/audiencia-publica-ambiental-proyecto-pch-churimo/>
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11(20), 125-135. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima (1999). *Resolución 1858 de diciembre 16 de 1999*. “Por medio del cual se otorga una Licencia Ambiental y se dictan otras disposiciones”.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima (2014). *Resolución No.2558 de 2014*. “Por medio del cual se otorga una Licencia Ambiental y se dictan otras disposiciones”. <http://www.gunion.com/wp-content/uploads/2016/11/14-Resolucion-2558-Licencia-Ambiental-20141024.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Cesar – Corpocesar (2016). *Resolución 0860 del 25 de agosto de 2016*. “Por medio de la cual se otorga a la Hidroeléctrica del Cesar, con identificación tributaria N° 900.970.600-2, licencia ambiental para la construcción y operación del proyecto denominado Pequeña Central Hidroeléctrica San Alberto, localizado en la jurisdicción del municipio de San Alberto – Cesar sobre el río San Alberto del Espíritu Santo”. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Resolucion-0860-24-08-2016-DG.pdf>
- Del Valle, E. (2017). *Reflexiones prácticas y jurídicas sobre la regulación ambiental aplicable a las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH)*. En Derecho de Aguas. Tomo VII (pp. 149-186). Bogotá: Universidad Externado de Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstre>

- am/001/2349/1/MKA-spa-2017-Reflexiones\_practicas\_y\_juridicas\_sobre\_la\_regulacion\_ambiental\_aplicable\_a\_las\_pequeñas\_centrales\_hidroeléctricas\_PCH
- Desarrollos Energéticos de Oriente (2018). *Estudio de impacto ambiental para la pequeña central hidroeléctrica PCH El Retiro*. Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – Corponor. [https://corponor.gov.co/AudienciasPublicasAmbientales/2018/pch\\_elretiro/capitulos/CAP%205\\_Evaluación%20impacto.pdf](https://corponor.gov.co/AudienciasPublicasAmbientales/2018/pch_elretiro/capitulos/CAP%205_Evaluación%20impacto.pdf)
- Duque, H. A. (2021). *Análisis de los impactos sociales de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) en las comunidades del oriente antioqueño: caso PCH el popal, municipio de Cocorná* [Tesis de maestría, Universidad de Medellín]. Repositorio institucional. [https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/6409/T\\_MA\\_490.pdf](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/6409/T_MA_490.pdf)
- Empresas Públicas de Medellín – EPM (1984). *Proyecto de aprovechamiento múltiple del Río Grande*. Declaración de impacto ambiental.
- Gallego, J. (2015). *Políticas para el Aprovechamiento del Potencial Hidroenergético en Colombia mediante Pequeñas Centrales* [Tesis de magister, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repository.unal.edu.co/handle/unal/53574>
- Generadora Unión S.A. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental (Vol.1)*. Proyecto hidroeléctrico del río Chilí. [https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/VOL\\_1\\_ESTUDIO\\_DE\\_IMPACTO\\_AMBIENTAL.pdf](https://cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/edictos/VOL_1_ESTUDIO_DE_IMPACTO_AMBIENTAL.pdf)
- Generadora Unión S.A. – ISAGEN S.A. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental*. Proyecto hidroeléctrico del río Amoyá. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/992071468744095085/pdf/E8420VOL102010PAPER.pdf>
- Hernández, T. E., & Hernández, S. (2017). *Impactos ambientales de las pequeñas centrales hidroeléctricas a filo de agua en montañas andinas. Caso “El Edén”- Pensilvania – Caldas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17533/1054991505.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación (6° edición)*. México D.F.; McGrawHill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodología%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hidrogenadora Pijao S.A.S. (2016). *Estudio de impacto ambiental pequeña central hidroeléctrica Hidrototaré 2016*. [https://corponor.gov.co/AudienciasPublicasAmbientales/2018/pch\\_elretiro/capitulos/CAP%201\\_Generalidades.pdf](https://corponor.gov.co/AudienciasPublicasAmbientales/2018/pch_elretiro/capitulos/CAP%201_Generalidades.pdf)
- Hidronare S.A.S. (2018). *Estudio de impacto ambiental de la hidroeléctrica de Nare – Hidronare*.
- HMV Ingenieros (2014). *Estudio de impacto ambiental proyecto hidroeléctrico San Francisco*. Empresas Públicas de Medellín – EPM.
- HMV Ingenieros (2012). *Estudio de impacto ambiental proyecto hidroeléctrico San Matías*. Servicios Ambientales y Geográficos S.A. <https://www.idbinvest.org/sites/default/files/2018-03/san-matias-2148-12-ev-st-010-05.pdf>

- HMV Ingenieros (2009). *Estudio de impacto ambiental proyecto hidroeléctrico San Miguel*. Servicios Ambientales y Geográficos S.A.
- HMV Ingenieros (2009a). *Estudio de impacto ambiental proyecto hidroeléctrico El Popal*.
- Instituto Colombiano de Energía Eléctrica – ICEL (1995). *Pequeña central hidroeléctrica de Guapi*. Silva Carreño y Asociados S.A.  
<https://repositoriobi.minenergia.gov.co/bitstream/handle/123456789/1921/1008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- I-Consult (2012). *Estudio de impacto ambiental proyecto hidroeléctrico Aures Bajo I*. Geominas Ingenieros S.A.
- INARGOS Ingenieros (1986). *Estudio de impacto ambiental de la Pequeña Central Hidroeléctrica de Yopal – Aguazul*. Informe Final. ICEL.
- INGETEC – Ingenieros Consultores (2017). *Estudio de impacto ambiental proyecto sistema hidroeléctrico Río San Juan*. Hidroeléctrica Río San Juan S.A.S.
- Jesus, T., Formigo, N., Santos, P., & Tavares, G. R. (2004). Impact evaluation of the Vila Viçosa small hydroelectric power plant (Portugal) on the water quality and on the dynamics of the benthic macroinvertebrate communities of the Ardena river. *Limnetica*, 23(3-4), 241-256.  
<https://doi.org/10.23818/limn.23.21>
- Jiménez, J. A. (2022). *Revisión de pequeñas centrales hidroeléctricas para electrificar zonas no interconectadas de Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82846/1039453386.2022.pdf?sequ>
- Juan, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca, México. *Acta Universitaria*, 27(3), 36-56.  
<https://www.redalyc.org/pdf/416/41652062005.pdf>
- Mincivil (2015). *Estudio de impacto ambiental del proyecto hidroeléctrico Escuela de Minas*. Proyectos de Ingeniería Especializada S.A.S.
- Ministerio de Minas y Energía (1997). *Guía de Diseño para las Pequeñas Centrales*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). *Decreto 1076 de mayo de 2015* “Por medio del cual se expide el Decreto Único para el sector Ambiente”.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Osorio, I. (2017). *Impactos ambientales, sociales y económicos de las pequeñas centrales hidroeléctricas en Antioquia* [Tesis de maestría, Universidad Eafit]. Repositorio institucional.  
<https://repository.eafit.edu.co/items/a5c19f4f-4dba-45b6-8624-a1cddae3342a>
- Peña, T., & Pirela, J. (2004). La complejidad del análisis documental. *Información, Cultura y Sociedad: Revista del Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas*, 16(1), 55-81.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2630/263019682004.pdf>
- Praming – Proyectos Amigables de Ingeniería (2012). *Estudio de Impacto Ambiental de la pequeña central hidroeléctrica El Trapiche II*.
- Praming – Proyectos Amigables de Ingeniería (2020). *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Cocorná III*. Resumen ejecutivo.

[https://www.cornare.gov.co/Licencia\\_Ambiental/Resumen\\_Ejecutivo\\_Cocorna\\_III.pdf](https://www.cornare.gov.co/Licencia_Ambiental/Resumen_Ejecutivo_Cocorna_III.pdf)

Sociedad Central Hidroeléctrica Montebonito (2015). *Modificación de la licencia ambiental central hidroeléctrica Montebonito*.

Taborda Vélez y Compañía (2020). *Estudio de impacto ambiental hidroeléctrica Cocorná I*. Ingeniería Elemental.

Zelenáková, M., Fijko, R, Diaconu, D. C., & Remenáková, I. (2018). Environmental

Impact of Small Hydro Power Plant—A Case Study. *Environments*, 5(12), 1-10. <https://doi.org/10.3390/environments5010012>

Zhang, L. X., Pang, M. Y., & Wang, C. B. (2014). Emergy analysis of a small hydropower plant in southwestern China. *Ecological Indicators*, 38, 81– 88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.037>