

Para las hidroeléctricas, el agua es solamente su materia prima

Diana Lucía Ramírez García

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Durante las veinticuatro horas del día se consumen cantidades inimaginables de energía eléctrica en todo el planeta, al preparar una taza de café en la mañana el gasto de energía inicia desde el momento de siembra y cosecha, riegos de agua, transporte de fertilizantes, alimentación del campesino, mano de obra que se paga con dinero, dinero que necesita maquinas, papel, algodón y tintas para su elaboración, bolsas para empacar el grano limpio y seco, moliendas, máquinas de expresso o cafeteras convencionales, tuberías transportadoras de agua, ¡Energía Eléctrica!. Todas nuestras acciones conllevan un gasto energético directo e indirecto. Desde el tiempo del *Homo Erectus* cuando se descubrió el fuego gracias al movimiento impuesto en dos pequeñas rocas, se empezaron a generar cambios en el comportamiento humano enfocados a sobrevivir en tiempos de invierno o verano, ataques de animales y para la alimentación; a medida que el hombre evolucionó, se generó la necesidad de usar la naturaleza para crear comodidad; el planeta poseía infinitas posibilidades de materia prima para construir, transportar y disminuir el tiempo de trabajo empleado en tareas diarias; el agua empezó a usarse como fuente de energía para moler cereales por medio de molinos, con el paso de los años se siguen usando recursos naturales para hacer más cómoda la existencia, la diferencia entre el pasado y el presente es el crecimiento poblacional y la disminución casi a cero de muchos de estos recursos.

GIPEM 05, diciembre (2023)
pp. 77-84
www.gipem.co/revista-gipem
gipem_fiarman@unal.edu.co
©Derechos patrimoniales
Universidad Nacional de
Colombia

El agua es la sustancia más importante para la permanencia y vitalidad de todos los seres vivos en este planeta, el 70 % de la superficie de la Tierra es agua, y de esa totalidad, sólo el 2.5 % es dulce, el porcentaje de agua dulce se divide entre glaciares, nieve o hielo 70 %, subterráneas 29 % y sólo el 1 % es disponible para consumo humano y ecosistémico (Fundación Aqueae, 2021), una parte de este último porcentaje es direccionado al sector agropecuario, industrial y poblacional; este recurso natural está siendo usado de manera inconsciente, el consumo en industrias, casas, restaurantes y hoteles es sólo una parte del problema, todas las aguas residuales no son tratadas , son liberadas

al ambiente contaminando ríos, mares y océanos, también se deben tener en cuenta algunos patrones climáticos naturales como el fenómeno de El Niño que aumenta la temperatura de las aguas superficiales, especialmente en el océano Pacífico central y oriental provocando sequías e incluso incendios forestales en bosques tropicales húmedos (IDEAM, 2023). En muchos lugares del planeta, el agua es usada para generar electricidad, este proceso no altera el ciclo de vida del recurso natural mencionado ni tampoco lo contamina; el sector industrial y poblacional debe pagar por el servicio de acueducto y electricidad, las plantas hidroeléctricas brindan uno de estos servicios a la población, sin embargo, estas empresas se lucran a partir del uso de un recurso natural indispensable para la vida humana que no representa ningún gasto monetario para ellas.

El consumo de energía eléctrica ha aumentado con el paso del tiempo, los cambios en las construcciones, las adaptaciones tecnológicas, las maquinarias con mejor diseño y material, la disminución del tiempo empleado para obtener un producto, el aumento poblacional y la producción de alimento para suplir las necesidades básicas de la población han generado una disminución de los recursos naturales debido a la destrucción parcial o total de algunos ecosistemas. Con el fin de asegurar una mejor calidad de vida se han implementado otras formas de generación de energía eléctrica diferentes a las térmicas donde se usan recursos naturales renovables como el agua, el sol y el viento. Colombia es un país ubicado en medio de tres cordilleras por lo que cuenta con una geografía montañosa que favorece la producción de agua, permitiendo la formación de fuentes hídricas que proporcionan sustento al ser humano, la fauna y la flora. La demanda de energía eléctrica en este país se suplir en gran medida por hidroeléctricas ubicadas en los departamentos de Boyacá, Antioquia, Huila, Caldas, Cundinamarca, Córdoba y Santander, la construcción de estos embalses genera impactos en el ambiente y en la población, modificando la economía, agricultura, pesca y ganadería del territorio. (Hernández, 2011)

Los conflictos generados en la población a causa de las construcciones de hidroeléctricas son recurrentes y es indispensable poner en equilibrio aspectos políticos, religiosos, económicos, sociales, salubres y de protección ecosistémica para llegar a acuerdos que sean beneficiosos para todos los implicados, una parte de la población es flexible con respecto a los cambios territoriales, la mayoría de las veces se encuentra solución en la venta o permutación de sus predios, desenlace que muchas poblaciones indígenas no aceptan ya que ven el universo compuesto por dos tiempo-espacio coexistentes (lo divino y lo mundano), para ellos es importante conservar y respetar la naturaleza para mantener el equilibrio del cosmos y permanecer de manera armoniosa en este plano terrenal (López, 2012). Es difícil para los inversionistas o responsables del proyecto llegar a un acuerdo con cada una de las partes, porque deben respetar los lineamientos estatales, las leyes ambientales y la conservación del equilibrio ecosistémico, también deben ser capaces de comprender y apaciguar el miedo de la población a los cambios, al conflicto armado, la corrupción y los actos erróneos que se han vivido en las últimas décadas, donde la violencia, el asesinato y el chantaje son una de las maneras para conseguir que un proyecto de este tipo se pueda consolidar.

Algunas de las luchas sociales que se generan cuando se quiere poner en marcha estos proyectos son por la conservación del territorio y los derechos fundamentales de cada persona que habita el presente, sin embargo, esta lucha por el bienestar no se limita sólo al presente puesto que se adquiere un compromiso con las generaciones futuras para asegurar una calidad de vida mejor o igual a la actual en la que puedan contar, por lo menos, con los mismos recursos que se tienen en la actualidad. Las hidroeléctricas encontraron un equilibrio perfecto entre la energía mecánica, potencial y cinética con un fluido que permite generar electricidad, el servicio que brindan a la comunidad no es el problema, de hecho, el producto que ofrecen es indispensable para todas las labores cotidianas en la industria, el comercio y el transporte. Las luchas sociales entorno a este escenario son en su mayoría por la defensa de la materia prima que usan dichas empresas y todos los cambios espaciales que se realizan para llevar a cabo la construcción de la planta. Entonces, surge el siguiente cuestionamiento para crear consciencia sobre la situación que viven ambas partes. Las hidroeléctricas deben suplir la demanda

energética poblacional, pero ¿Cuánta agua y energía eléctrica de la que usamos es indispensable para vivir bien? ¿Cuánta es desperdiciada?

Los recursos naturales aprovechables de Colombia pueden generar mucho dinero a inversionistas, sin embargo, existen aspectos que convierten estos proyectos hidráulicos en una entidad más, llena de poder sobre el territorio y el pueblo pues aprovechan la poca solvencia económica y tecnológica de la población para ser atractivas fuentes de progreso, en ocasiones miembros de dichos proyectos tienen conexión con grupos subversivos de la región que intimidan a la población rural y los obligan a abandonar sus tierras, cuando no cumplen con sus requerimientos recurren al asesinato de personas y líderes sociales que hacen respetar sus derechos fundamentales, es este el punto de inflexión para que la sociedad rechace estos proyectos (Bolaños, 2014). La historia de violencia y miedo de este país, marca el presente y no permite ver con claridad el futuro, el beneficio obtenido de las hidroeléctricas es significativo pero la mayoría de la población sólo tiene presente el caos inicial, la deformación de una estructura social, espacial y económica ya establecida, el abuso de poder político y la violencia. Para disminuir los impactos sociales que desencadenan estos conflictos es necesario contar con espacios adecuados que generen tranquilidad a todas las partes afectadas y beneficiadas, en los que se lleven a cabo reuniones y conciliaciones donde se brinden discursos honestos, se expongan propuestas claras y soluciones viables a posibles problemas, espacios en los que se muestre el verdadero proceso generador de energía eléctrica, el uso del agua y los beneficios que se pueden obtener en cuanto a desarrollo económico. (Morales, 2022)

Hasta este punto, han tenido mayor prevalencia temas ecosistémicos, de afectación poblacional, de infraestructura, costo de materia prima y uso de la energía eléctrica, sin embargo, debe darse importancia a los flujos de inversión extranjera que aportan cerca del 44 % en el sector hidroeléctrico de Colombia, diversificando la economía y beneficiando el Producto Interno Bruto del país, los recursos naturales, la mano de obra barata y la tecnificación se convierten en un atractivo para muchos inversionistas. Hay aspectos positivos y negativos, directos e indirectos respecto a estos proyectos; entre los beneficios que se obtienen está la integración de la economía con multinacionales y empresas nacionales (pequeñas y medianas), se promueve el crecimiento productivo, se aumenta el desarrollo industrial y tecnológico y se aumentan los niveles de empleo (Martínez & Castillo, 2016); los factores negativos se centralizan en el campo ambiental y el uso de dicho recurso natural sin pagar ningún valor monetario, lo que convierte a las hidroeléctricas en la forma de generar energía eléctrica más rentable del mercado pues la inversión mayor se hace al inicio del proyecto, en el momento de la construcción del embalse, el redireccionamiento del río, la compra e instalación de turbinas, generadores, computadoras y demás; a lo largo del tiempo los gastos están delimitados a los mantenimientos, la mano de obra, empleados de diferentes ramas de la ciencia, administrativos y contribuciones en la parte social de la región donde se encuentra ubicada la represa. Entonces, se hace evidente otro cuestionamiento: ¿Es moral y económicamente acertado una ausencia de pago por el uso del agua?

Se ha expuesto la ambivalencia de las hidroeléctricas en cuanto a beneficio y perjuicio, la balanza siempre tiende a ir al lado negativo; escenarios como los mencionados anteriormente son en su mayoría afectaciones sociales y ambientales; sin embargo, cuando se tiene la posibilidad de visitar y recorrer una hidroeléctrica para ver su funcionamiento e infraestructura el panorama cambia drásticamente. El impacto inicial generado por la transformación del paisaje, causa miedo e incertidumbre, pero una vez está todo instaurado se crea un sistema de intercambio entre la región donde se encuentra la planta generadora de energía y la misma planta. Un embalse es un escenario que permite ver la inigualable capacidad de imaginación y creación de los seres humanos, el deseo de inversión, de suplir las necesidades energéticas y de generar dinero hace que la ingeniería encuentre diferentes formas y diseños para conseguir un producto de calidad y con mejor eficiencia, son estos escenarios llamativos los que atraen a turistas y diversifica la economía del sector. Es importante destacar que una hidroeléctrica no es solamente su infraestructura, muchas hectáreas de bosque crean

un anillo alrededor de la planta generadora de energía contribuyendo a la mitigación de la huella de carbono; son terrenos privados a los que la comunidad no tiene acceso, pero que, por medio de entidades y fundaciones de protección animal, ayudan a conservar y reproducir especies de flora y fauna en vía de extinción, un ejemplo es la hidroeléctricas El Quimbo, ubicada en el departamento del Huila cuenta con planes de conservación y restauración de bosques secos tropicales. (Fundación Natura, 2017)

Las hidroeléctricas deben cumplir con normativas sobre concesión de aguas y regirse a las leyes ambientales vigentes propias del país, antes y durante su funcionamiento, si no tienen una licencia ambiental no podrán llevar a cabo el proyecto. Estas condiciones legislativas permiten asegurar que la construcción de la planta no afecte de manera radical el ecosistema, para esto es pertinente realizar estudios hidrológicos, socioeconómicos, cartográficos y topográficos, geológicos, geomórficos y estudios de impacto ambiental, también tienen limitaciones con respecto al uso del cuerpo de agua que actúa como su materia prima; una de las principales condiciones es respetar un nivel mínimo de agua del río y preservar la biota que pertenece al lecho fluvial, cuando devuelven al río la materia prima usada luego de la generación de energía eléctrica deben hacer mediciones de oxígeno y aquietar el agua, con el fin de asegurar que no se afecte la vida acuática aguas abajo. Muchas hidroeléctricas generan empleo a un gran número de personas que se encuentran en la región, para hacer un seguimiento detallado de los peces y confirmar que en el lecho y la ribera del río a lo largo de varios kilómetros no haya muerte ni afectación de vida acuática. (Del Valle, 2017)

A través de los años, el crecimiento poblacional, los avances tecnológicos, la industria, el mercado y la excesiva comodidad, han llevado a la industria generadora de energía eléctrica a mejorar sus procesos y aprovechar al máximo los recursos naturales con el fin de dar abasto a la demanda energética requerida en el planeta. Se han implementado alternativas que sean amables con el ambiente y permitan diversificar la matriz energética mundial. La energía eléctrica en Colombia depende en gran medida de la generación hidráulica con un porcentaje aproximado del 68 % que es un valor alto comparado con otras fuentes energéticas como la térmica 30.3 %, fotovoltaica 0.8 %, eólica 0.1 % y de cogeneración 1.1 %. Aumentar los porcentajes que están por debajo del 1 % contribuiría a la diversificación de la matriz energética sin embargo los altos costos para ensamblar e implementar dichos proyectos resultan poco favorables cuando se analizan y comparan los principales indicadores financieros de viabilidad puesto que la generación hidráulica tiene mejores resultados para los diferentes tamaños de plantas; en el afán de erradicar el uso de hidrocarburos en la mayor parte de procesos industriales debido a los altos niveles de contaminación, el mercado se ha enfocado en generar electricidad a partir del agua, puesto que resulta ser un proceso más limpio que la producción de energía a partir de carbón, Diesel o gas natural. (Ramírez, 2022)

En un país como Colombia, donde la historia social está llena de violencia y miedo, es difícil para la población mostrarse abierta a los cambios que implican dichos proyectos, por lo tanto, se realizan consultas populares con el fin de llegar a acuerdos justos para cada una de las partes, el problema radica en que muchas veces los inversionistas no tienen una comunicación abierta y honesta con la población que generan discusiones y se adoptan contraposiciones que muchas veces son solucionadas con violencia o incluso asesinatos. Una solución a este escenario es mostrar con evidencia científica la realidad de las hidroeléctricas, aceptar que inicialmente, afectan el ecosistema, pero son necesarias para suplir la demanda energética del país. La mayoría de inversionistas en este campo son extranjeros que buscan ganancias económicas a partir de los abundantes recursos naturales del territorio, sin darle un valor más amplio a dicho recurso y enfocando su importancia como materia prima generadora de dinero, sin embargo para evitar un uso inadecuado del agua y prevenir impactos ambientales irreversibles estas empresas deben contar con una licencia ambiental y seguir a término, leyes establecidas que tienen como único fin la preservación de la vida y la protección del territorio. (Muñoz Gaviria, 2018)

Se estima que más de 80 millones de colombianos han sido víctimas de desplazamiento forzado, en ocasiones por medio de violencia policial debido a la construcción de hidroeléctricas, muchas de estas personas no han sido reubicadas ni recompensadas económicamente, cuando resultaba necesario comprar predios para iniciar la construcción de algunas represas muchos campesinos vendieron sus propiedades 40 % menos que el valor comercial lo que provocó pérdidas económicas a la comunidad. Para mostrar otras afectaciones se presenta el caso del proyecto hidroeléctrico El Quimbo donde debido a su construcción se destruyeron por completo 78 áreas de interés arqueológico y se vieron afectadas edificaciones declaradas patrimonio cultural, en el año 2019 en el río Cauca se reportó la muerte de cerca de 12.300 muertes de peces a causa del cierre no previsto de una de las compuertas de Hidroituango (Morales, 2022). Este tipo de situaciones que afectan sectores del país surgen porque los responsables o encargados de estos proyectos desean generar la mayor cantidad de ingresos sin tener en cuenta muchos factores que dependen directamente del embalse y su funcionamiento, es por esta razón que se generan resistencias o contraconductas individuales y colectivas para garantizar derechos fundamentales, procedimientos, contratos y negociaciones. (Muñoz, 2019)

En Colombia los flujos de inversión extranjera abarca un gran porcentaje con respecto a la generación de energía eléctrica, por lo tanto es importante que los entes gubernamentales encargados de dar licencia ambiental y permisos de construcción a dichos proyectos realicen seguimiento periódicos para evitar la extinción de los recursos naturales usados, también es necesario seguir lineamientos socioeconómicos que ayuden a prevenir el abuso y violencia que muchas veces se genera antes y después de poner en funcionamiento las hidroeléctricas, realizar estudios analíticos con respecto a la oferta y demanda energética del país permite cuantificar qué tan viables son los nuevos proyectos de este tipo (Fernández, 2017). Realizar estudios de impacto ambiental, hidrológicos, geomórficos, cartográficos, socioeconómicos y topográficos antes de construir la hidroeléctrica evitará daños irreparables a futuro en cuanto a la población, la economía y el ecosistema. Diversificar la matriz energética en el país usando otros recursos naturales renovables como el viento y el sol contribuirían a la disminución de la huella de carbono y a tener un sistema energético menos propenso en términos de desabastecimiento eléctrico causado por factores climáticos como El Niño y La Niña.

Referencias

- Andrade, G., Valderrama, E., Vanegas, H.A., Gonzáles, S. (2013). Regeneración del hábitat en áreas con presencia documentada de especies amenazadas. Una contribución a la conservación asociada a la operación del proyecto Central Hidroeléctrica Miel 1, cordillera Central De Colombia, departamento de Caldas. 32 registros. Versión 14.0. http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=biota_v14_n2_12
- Arango-Aramburo, S., Turner, S. W. D., Daenzer, K., Ríos-Ocampo, J. P., Hejazi, M. I., Kober, T., Álvarez-Espinosa, A. C., Romero-Otalora, G. D., & van der Zwaan, B. (2019). Climate impacts on hydropower in Colombia: A multi-model assessment of power sector adaptation pathways. *Energy Policy*, 128, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.057>
- Arias-Gaviria, J., van der Zwaan, B., Kober, T., & Arango-Aramburo, S. (2017). The prospects for small hydropower in Colombia. *Renewable Energy*, 107, 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.01.054>
- Ariza, J., Vargas-Prieto, A., & García-Estévez, J. (2020). The effects of the mining-energy boom on inclusive development in Colombia. *The Extractive Industries and Society*, 7(4), 1597–1606. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.10.002>
- Arregocés, H. A., Rojano, R., & Restrepo, G. (2021). Impact of lockdown on particulate matter

- concentrations in Colombia during the COVID-19 pandemic. *The Science of the Total Environment*, 764(142874), 142874. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142874>
- Bacca-García, J. O., & Toro, J. (2021). Análisis de la vulnerabilidad de la hidroelectricidad en Colombia. *Gestión Y Ambiente*, 24(Supl2), 27-45. <https://doi.org/10.15446/ga.v24nsupl2.92923>
- Bolaños, F.A. (2014). Esquema socio-empresarial para la gestión de la pequeña central hidroeléctrica (PCH) en la comunidad de Camawari, del municipio de Ricaurte. <https://sired.udenar.edu.co/2090/1/90082.pdf>
- Boodoo, K. S., McClain, M. E., Vélez Upegui, J. J., & Ocampo López, O. L. (2014). Impacts of implementation of Colombian environmental flow methodologies on the flow regime and hydropower production of the Chinchiná River, Colombia. *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology*, 14(4), 267-284. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2014.07.001>
- Bulut, M., & Özcan, E. (2021). A new approach to determine maintenance periods of the most critical hydroelectric power plant equipment. *Reliability Engineering & System Safety*, 205(107238), 107238. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107238>
- 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.
- Duarte-Abadía, B., Boelens, R., & Roa-Avenidaño, T. (2015). Hydropower, encroachment and the re patterning of hydrosocial territory: The case of hidrosogamoso in Colombia. *Human organization*, 74(3), 243-254. <https://doi.org/10.17730/0018-7259-74.3.243>
- Duque, E. A., González, J. D., & Restrepo, J. C. (2016). Developing sustainable infrastructure for small hydro power plants through clean development mechanisms in Colombia. *Procedia Engineering*, 145, 224-233. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.066>
- Espinel, A., Díaz, I., & Vega, A. (2021). Distributed electrical resources with micro hydroelectric power plants in Colombia – Study case. *Energy Reports*, 7, 169-176. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.059>
- Fernández, S.R., Ochoa, K.A., Martínez, L.A. (2017). Efectos de la llegada de flujo de inversión extranjera en el sector hidroeléctrico colombiano. *Contabilidad y negocios* (12) 24, pp. 19-42 / ISSN 1992-1896 <https://doi.org/10.18800/contabilidad.201702.002>
- Fundación Aequae. (2021). Distribución del agua en la tierra - Fundación Aequae. <https://www.fundacionaqua.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/>
- García, R. & Zerda, A. (2018) Caracterización de la función de valor empleada en las decisiones ambientales por las grandes organizaciones: estudio de los grandes proyectos hidroeléctricos en Colombia. En: *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*. rev.fac.cienc.econ, XXVI (1), <https://doi.org/10.18359/rfce.1884>
- Hernández Torres, C. A. (2011). Análisis ambiental de las grandes centrales hidroeléctricas de Colombia aplicando metodología multiobjetivo. Tesis de licenciatura en Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá: Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 23 de noviembre de 2023 de, https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/600

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2020). Proceso de inducción y entrenamiento en el puesto de trabajo. Recuperado el 22 de noviembre 2023 de, <http://sgi.ideam.gov.co/documents/41590/97150214/Presentaci%C3%B3n%20Inducci%C3%B3n%20y%20EPT%20actualizada%20a%20agosto%20de%202020.pdf/2f6234a0-2dd9-4ebd-899f-c0523ef1cc5c?version=1.0>
- Lemos Cano, S., & Botero, S. (2012). Optimización del portafolio de generación hidro-térmico en el mercado eléctrico colombiano, *dyna*, 79 (175), 62-71. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532012000500007
- López Arenas, R (2021). La ejecución del proyecto Hidroituango y sus afectaciones al derecho [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, desde https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25427/1/L%C3%B3pezRamiro_2021_HidroituangoAfectacionesTrabajo.pdf
- López, A. (2012). Cosmovisión y pensamiento indígena. Universidad nacional autónoma de México.
- López-Casas, S., Jiménez-Segura, L. F., & Pérez-Gallego, C. M. (2014). Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia. *Biota Colombiana*, 15(2), 26-39, desde <https://www.redalyc.org/pdf/491/49140782003.pdf>
- Martínez, V., & Castillo, O. L. (2016). The political ecology of hydropower: Social justice and conflict in Colombian hydroelectricity development. *Energy research & social science*, 22, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.08.023>
- Montes, C. (2018). La incertidumbre climática y el dilema energético colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(165), 392. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.664>
- Montoya Ramírez, R. D., Cuervo, F. I., & Monsalve Rico, C. A. (2016). Technical and financial valuation of hydrokinetic power in the discharge channels of large hydropower plants in Colombia: a case study. *renewable energy*, 99, 136-147. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.06.047>
- Morales, H.J. (2022). Análisis del impacto socioambiental de las hidroeléctricas El Quimbo e Hidroituango en Colombia [Trabajo de especialización, Fundación universidad de América]. Repositorio universidad de América. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8954/1/555465-2022-1-GA.pdf>
- Morales, S. R., Corredor, L. M., Paba, J., & Pacheco, L. (2014). Stages in the development of a small hydropower project: context and implementation Basic criteria. *Dyna-colombia*, 81(184), 178. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.39757>
- Morales, S., Álvarez, C., Acevedo, C., Diaz, C., Rodriguez, M., & Pacheco, L. (2015). An overview of small hydropower plants in Colombia: Status, potential, barriers and perspectives. *renewable and sustainable energy reviews*, 50, 1650-1657. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.026>
- Moscoso Marín, L. B., & Montealegre Torres, J. L. (2013). Impactos en la flora terrestre por la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas en Alejandría, Antioquia. *Producción + Limpia*, 8(2), 85-93. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200009

- Muñoz Gaviria, G. A. (2019). El estudio de impacto ambiental como elemento de construcción de realidad. El caso de la central hidroeléctrica Porce III. *Territorios*, (41), 223-243. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6535>
- Muñoz Gaviria, G. A. (2018). Formas de resistencia en la construcción de proyectos hidroeléctricos. *Hallazgos*, 14(28). <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2017.0028.02>
- Naranjo-Silva, S., Punina-Guerrero, D., Barros-Enriquez, J., Almeida-Dominguez, J., & Alvarez del Castillo, J. (2023). Hydropower development in three south American countries: Brazil, Colombia, and Ecuador. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 14(2), 102-110. <https://doi.org/10.5829/ijee.2023.14.02.02>
- Oviedo-Ocaña, E. R. (2018). Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(3), 191-192. <https://doi.org/10.18273/revsal.v50n3-2018003>
- Pless, J., & Fell, H. (2017). Bribes, bureaucracies, and blackouts: Towards understanding how corruption at the firm level impacts electricity reliability. *Resource and Energy Economics*, 47, 36-55.
- Pless, J., & Fell, H. (2017). Bribes, bureaucracies, and blackouts: Towards understanding how corruption at the firm level impacts electricity reliability. *Resource and Energy Economics*, 47, 36-55. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2016.11.001>
- Polanco, J.-A. (2018). Exploring governance for sustainability in contexts of violence: the case of the hydropower industry in Colombia. *Energy, sustainability and society*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13705-018-0181-0>
- Ramírez, J.E. (2022). Comparación de las tecnologías fotovoltaica e hidroeléctrica en Colombia [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Tamayo Rincón, M. A. (2022). Panorama actual de la generación hidráulica en Colombia y Antioquia ante el crecimiento de la demanda de energía [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Temel, P., Kentel, E., & Alp, E. (2023). Development of a site selection methodology for run-of-river hydroelectric power plants within the water-energy-ecosystem nexus. *The Science of the Total Environment*, 856(159152), 159152. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159152>
- Villa-Loaiza, C., Taype-Huaman, I., Benavides-Franco, J., Buenaventura-Vera, G., & Carabalí-Mosquera, J. (2023). Does climate impact the relationship between the energy price and the stock market? The Colombian case. *Applied Energy*, 336(120800), 120800. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120800>
- Villamarin, G., & Díaz-Piraquive, F. N. (2017). Methodological proposal for risk management in new small hydroelectric power plants SHPPs in Colombia. *Edu.co*. Recuperado el 24 de octubre de 2023 de, <https://centrodeconocimiento.ccb.org.co/buscador/Record/ir-10336-13812>