

# **Impacto ambiental y desarrollo energético: un análisis comparativo entre termoeléctricas e hidroeléctricas a lo largo de la historia**

Carlos Arturo Trujillo Vidales – David Alejandro Velásquez Ramos  
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación  
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Desde el inicio de la historia para lo que precedió al ser humano actual se han evidenciado diversos avances significativos tanto en el área científica como tecnológica ubicados en las distintas etapas del desarrollo humano, como el uso del entorno como herramientas y la formación de tribus, la creación de escritos ubicado en la edad antigua. Un acontecimiento crucial que dejó su marca en la Edad Media fue la llegada al continente americano. Posteriormente, la Edad Moderna trajo consigo un evento de gran importancia que alteró drásticamente el mundo conocido: la Revolución Científica. Este fenómeno impulsó notables avances en física, química y astronomía, generando aceleración en áreas como la medicina, las telecomunicaciones, la informática y el transporte. La Revolución Industrial, que tuvo lugar en el siglo XVIII, supuso una auténtica transformación de la sociedad, con la mecanización de la producción, nuevas fuentes de energía, como el vapor, y un enorme desarrollo tecnológico que aumentó exponencialmente las capacidades humanas de los cuales se hablara más adelante, por último, nos encontramos en la etapa actual, la Edad Contemporánea, caracterizada por notables avances científicos y tecnológicos que continúan moldeando nuestro mundo (La Agencia de la ONU para los Refugiados - ACNUR, 2018).

GIPeM 05, diciembre (2023)  
pp. 35-42  
[www.gipem.co/revista-gipem](http://www.gipem.co/revista-gipem)  
[gipem\\_fiarman@unal.edu.co](mailto:gipem_fiarman@unal.edu.co)  
©Derechos patrimoniales  
Universidad Nacional de  
Colombia

Sin embargo, para lograr estos desarrollos mencionados anteriormente, se ha generado un impacto en el medio ambiente, ya sea por la agricultura invasiva o la cacería, o por otras prácticas un poco menos cotidianas como la minería, el ser humano tiene un largo historial de impacto ambiental, esto gracias a que la mínima interacción con el entorno conlleva un impacto ambiental (Rodríguez, 2019), siguiendo una “ley” que dice: “Para obtener algo determinado, se debe entregar un equivalente de cantidad y composición”. En este contexto, para obtener estos desarrollos, es necesario sacrificar una parte del medio ambiente, y tarde o temprano, se pagará el precio de estas acciones. Evidentemente el impacto ambiental generado

en la antigüedad no se puede comparar con el que se genera hoy en día, esto se observa con un aumento del 106 % en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre 1980 a 2014, esto gracias a todas las comodidades a las que estamos acostumbrados, una de estas, o la de nuestro interés, “la generación y el consumo de energía eléctrica”. La industria energética representa alrededor del 40 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, dicho porcentaje abarca la producción de combustibles, extracción de gas natural y la generación de energía eléctrica (Gallego, 2021) Esta última faceta se asocia a que la primera central eléctrica de la historia fue una termoeléctrica, la cual tiene un fuerte impacto ambiental en comparación a otras formas de generación de energía eléctrica (Iberdrola, 2023). Cabe resaltar que, a pesar de su notable impacto, es una tecnología que se sigue usando hasta el día de hoy.

Para poder comprender un poco más los inicios de esta tecnología es necesario remontar hasta el año 1760, en Gran Bretaña, donde dio inicio la primera revolución industrial y con esta, la llegada de las primeras máquinas a vapor (Villas-Tinoco, 2012). Estas máquinas aprovechan la energía expansiva del vapor de agua con el fin de generar un movimiento, estas funcionan mediante la combustión de carbón para provocar el cambio de fase en el cuerpo de trabajo (Equipo Editorial, Etecé, 2023). Este proceso liberaba una considerable cantidad de gases de combustión al ambiente, los cuales generan un impacto ambiental significativo. Teniendo en cuenta que muchas industrias de la época habrían adquirido dichas máquinas con el objetivo de maximizar su producción en el momento, hoy en día se sabe que gracias a esto la concentración de CO<sub>2</sub> aumento de 284 ppm a 300 ppm (WWF, 2014). Ahora la pregunta que surge es, ¿fue equivalente hacer este intercambio?

A simple vista, se pueden identificar ciertos problemas causados por el funcionamiento de las termoeléctricas, el más evidente de estos es la liberación de gases contaminantes y de efecto invernadero al medio ambiente, debido al modo de operar de las mismas, dichos gases pueden variar desde óxidos hasta metales pesados, los cuales afectan la calidad del aire y contribuyen a la contaminación ambiental. Además, estas emisiones pueden generar impactos negativos en la salud de las personas, provocando diversas afecciones (Soto, 2020). Es importante explorar a profundidad estas problemáticas y poder desarrollar soluciones en pro de la salud pública.

Con lo mencionado, en el mismo año de la creación de la termoeléctrica, específicamente en el año 1882, surge la primera hidroeléctrica del mundo, viéndose como una alternativa a las termoeléctricas ya que sus contaminantes no consisten en exposición atmosférica, sin embargo, no se debe ignorar el hecho de que aun aportan un impacto ambiental. Como se menciona anteriormente, para poder obtener, algo se debe entregar un equivalente, siendo que las hidroeléctricas no contamina el medio ambiente de forma atmosférica, se puede evidenciar que el cuerpo de trabajo usado para la generación de energía eléctrica puede verse afectado por el medio en el que se distribuye.

Una de las formas poco conocida en las que se genera contaminación por hidroeléctricas es la suspensión de material orgánico que llega a los embalses, debido a que éstos pueden permitir la proliferación de microorganismos los cuales al momento de hacer una bio digestión generan metano el cual se libera al medio ambiente provocando así un efecto invernadero, además estos gases de metano pueden afectar toda la biodiversidad que se encuentra en el agua (Oviedo-Ocaña, 2018), a pesar de esto, se ha implementado un plan de mitigación contra este tipo de contaminación que son aplicables en el momento que se producen. Es necesario abordar estos problemas no tan conocidos y hallar una solución para poder asegurar la sostenibilidad ambiental de la hidroeléctricas.

Aunque se está comprometiendo un recurso tan esencial como el agua, es necesario tener en cuenta que la eficiencia de generación eléctrica que tienen las hidroeléctricas supera por mucho a la eficiencia de las termoeléctricas, por esto, se puede considerar como un intercambio equivalente entre el impacto ambiental y la producción de energía eléctrica, ya que los efectos adversos son reversibles al momento, a diferencia de los contaminantes atmosféricos. Estos últimos, en cambio, requieren de métodos de tratamiento, los cuales no aseguran una gran eficiencia, lo que implica la liberación de gases nocivos al

medio ambiente. En la actualidad, garantizar la sostenibilidad en la producción de energía eléctrica es una preocupación a nivel global, pues Shahariar en su estudio afirma que “Reducir el agotamiento de la energía procedente de la generación de energía puede reducir las emisiones y contribuir a la sostenibilidad.” (Hossain, y otros, 2020). Teniendo en cuenta que la generación de electricidad es importante en la actualidad, se busca activamente mejorar la eficiencia de los sistemas utilizados, donde lo principal es encontrar nuevas herramientas que ayuden al medio ambiente, al ser humano y en general al ecosistema en el que habitamos. Es necesario resaltar que, más allá de solo cubrir la nueva demanda energética, estas nuevas herramientas minimicen el impacto ambiental.

En este contexto, las plantas hidroeléctricas representan un ejemplo destacado de sostenibilidad en la generación de electricidad, aprovechando la energía potencial gravitatoria del agua de un embalse. El agua almacenada fluye por una tubería hacia turbinas, cuyo movimiento rotatorio acciona un generador que produce electricidad (Ramos-Gutiérrez & Montenegro-Fragoso, 2012). Los recursos básicos utilizados en este tipo de plantas son el agua y su caudal. Así, las hidroeléctricas representan una forma sostenible de obtener electricidad (Ente nacional para la energía eléctrica - ENEL, s.f.) Estas plantas alcanzan un rendimiento cercano al 90 %, ya que aprovechan la energía potencial del agua para producir electricidad de forma renovable. Al transformar la fuerza del agua en energía eléctrica, evitan la emisión de contaminantes atmosféricos como serían los gases de combustión presentes en una planta termoeléctrica. Además, reducen la dependencia energética exterior al utilizar un recurso abundante e ilimitado actualmente. Las hidroeléctricas pueden responder rápidamente a los picos de demanda eléctrica, por lo que contribuyen a garantizar la seguridad del suministro. Algunas compañías apuestan por esta tecnología desde sus inicios, convencidas de sus beneficios ambientales y estratégicos (Chica-Romero, 2017)

Aunque generar electricidad en plantas hidroeléctricas tiene numerosos beneficios como los mencionados anteriormente, el manejo de caudales también conlleva desafíos. Uno de ellos es la acumulación de sedimentos en los embalses, que disminuye su capacidad de almacenamiento. Además, puede incrementar los costos operativos al bloquear o dañar equipos como compuertas, tuberías y turbinas. Asimismo, perturba el flujo natural del agua, dificultando su control y reduciendo su calidad. Por lo que se han generado estudio que evidencian como retener estos sedimentos y reducir este impacto negativo que contiene. Según estos estudios las estrategias más utilizadas son la reducción del aporte de sedimentos aguas arriba del embalse, el control del trayecto de sedimento o enrutamiento y remoción de depósitos de sedimento (Montañez-Guillén, 2017). Entender de forma acertada estos desafíos, es esencial para lograr optimizar la sostenibilidad y eficiencia de las plantas hidroeléctricas. Para la primera estrategia, Angela Fuentes (Fuentes-Norambuena, 2018) en su estudio realizado presenta que para reducir el aporte de sedimentos se puede optar por 2 estrategias donde la primera sería el control de erosión con vegetación, el cual se enfoca en reforestar áreas sin vegetación o erosionadas permitiendo disminuir la erosión de la tierra y por ende el aporte de sedimentos, el otro camino es la construcción de tanques de retención las cuales son estructuras construidas transversalmente en los cauces de los afluentes aguas arriba lo que permite que disminuya la velocidad que lleva el caudal y así retener los sedimentos que vayan en el flujo antes de que lleguen al embalse. Para el control del trayecto de sedimento existen varias formas, según el Ing. Juan Portalatín (L.-Morris & Portalatín, 2015) las técnicas efectivas son el bypass y la descarga de densidad siendo métodos pasivos y continuos o el flushing y sluicing siendo estos métodos de operación activos y dependiendo de las crecidas que se ocasionen en la operación. Por último, para la remoción de depósitos de sedimento se tienen técnicas de dragado de tipo hidráulico o hidrosucción, mecánico, desfogue de corrientes densas, remoción de sedimentos durante avenidas y extracción por chorros de agua. Aunque hay más técnicas estas resultan ser las eficientes para la remoción de sedimentos (García-Camacho, 2005).

Las plantas termoeléctricas constituyen una de las principales fuentes de contaminación atmosférica, por lo que es necesario analizar y mejorar sus sistemas de manejo de residuos a fin de disminuir su impacto ambiental (Lifeder, 2022). El tipo y cantidad de residuos generados depende en gran medida

del combustible utilizado. El carbón es uno de los que producen mayor cantidad de residuos sólidos como cenizas. Los combustibles fósiles como diésel y gas natural generan menos residuos sólidos pero importantes emisiones gaseosas con óxidos de nitrógeno, azufre y material particulado (Cavaleri, 2019). Un inadecuado manejo de los gases de combustión provoca graves daños ambientales. Es clave que las termoeléctricas cuenten con modernos sistemas de captura de material particulado y control de óxidos de nitrógeno. Así mismo, las cenizas deben disponerse de forma segura para evitar la contaminación de suelos y aguas subterráneas, por lo que la implementación de nuevas tecnologías de control de emisiones y una correcta disposición de residuos sólidos es clave para disminuir el impacto de las termoeléctricas y avanzar hacia un principal camino energético más sustentable (Gestion en Recursos Naturales - GRN, 2015).

Enfrentando el desafío de reducir la contaminación de las termoeléctricas, el carbón, uno de los contaminantes más fuertes, es necesario conocer técnicas que ayuden a disminuir su contaminación, de acuerdo con (Ferrer-Mendoza, 2018), en las plantas termoeléctricas que utilizan carbón como combustible, el manejo de residuos se centra en el tratamiento de cenizas, así como en los sistemas de control de emisiones gaseosas. Las cenizas generadas se recolectan mediante precipitadores electrostáticos o filtros de mangas y luego son dispuestas en celdas de confinamiento diseñadas para prevenir la lixiviación de contaminantes y además para el control de gases, se utilizan reactores con caliza para la reducción de SO<sub>2</sub>, filtros para material particulado, y sistemas de reducción catalítica selectiva que permiten disminuir los óxidos de nitrógeno que se generan en estos procesos que utilizan carbón como fuente. Estas prácticas son esenciales para poder mitigar el impacto generado por el uso de este combustible en las termoeléctricas y poder avanzar hacia la sostenibilidad ambiental.

La construcción de plantas hidroeléctricas y termoeléctricas conlleva impactos sociales significativos, ya que estos proyectos pueden llevar a la deforestación, afectar la vida acuática, emitir gases de efecto invernadero y llegar a desplazar poblaciones (Osorio-Londoño, 2017). generando resistencias, protestas y movilizaciones por parte de los grupos afectados, que reclaman una mayor participación en el proceso de toma de decisiones, y compensación por los daños causados gracias a los proyectos. Sin embargo, estos impactos negativos están plenamente identificados, lo que facilita prevención en la planificación de cualquier proyecto de esta magnitud. De esta manera, se abren las puertas a estrategias más inclusivas con las partes afectadas, donde se busquen soluciones que minimicen los impactos sociales y ambientales, permitiendo el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica.

Además del impacto social, estas plantas también tienen impactos económicos tanto positivos como negativos. Por un lado, contribuyen significativamente a la generación de empleos y ayudan a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, aprovechando recursos renovables, como el agua, como es el caso de las plantas hidroeléctricas. Sin embargo, estos beneficios deben ser evaluados en relación con los costos económicos asociados a la construcción, operación y mantenimiento de estas plantas. La inversión inicial y los gastos permanentes deben ser analizados en su rentabilidad a largo plazo y su contribución al desarrollo sostenible, evaluar estos impactos económicos es fundamental para la toma de decisiones y garantizar un avance positivo.

La estrecha conexión entre los temas de la economía y la sociedad, crea la necesidad de analizar más a fondo estos proyectos en el contexto colombiano donde la política juega un papel muy crucial y los intereses económicos son los más llamativos y suelen primar sobre otros factores. Es claro ver que hay plantas que se construyen debido a que se requiere en el país, pero el manejo que se les da puede no ser el óptimo ya que las normativas y regulaciones orientan el desarrollo del sector eléctrico pueden que influyen en dónde y cómo se construyen estas plantas. A diferencia de algunas políticas mundiales, las políticas locales se guían de las amistades y los contactos impidiendo así un desarrollo óptimo del sector eléctrico y de la población colombiana en general, una muestra de esto es el desarrollo de las energías renovables en Alemania en las últimas décadas, donde se evidencia una mayor integración de la misma en la generación y los mercados energéticos (Lauber & Jacobsson, 2015)

Dejando esto claro es bueno analizar la historia que se presenta en nuestro país, pues para el caso de las plantas hidroeléctricas, se tiene el ejemplo de la famosa represa de Hidroituango, la cual es una de la que genera controversia en Colombia por los múltiples casos que se presentan donde el mal manejo que se tiene con esta planta ha traído consigo daños tanto ambientales como sociales, pues para el tema ambiental se tiene la vez que al no abrir la compuerta género que el río del Cauca se secase, además a mediados de 2018 fueron evacuadas decenas de personas de tres departamentos ante el riesgo de posibles inundaciones causadas por problemas en la estructura de la represa y la crecida del caudal del Cauca viéndolo del lado social. Estas problemáticas surgen debido a lazos políticos que hacen los contratos, pues se toman parte del dinero haciendo que se compren materiales de mala calidad o implementan de personal con poca experiencia debido a que el pago es menor que el de un experto (Boris, 2019).

La influencia determinante de la política en Colombia abarca diversas áreas de análisis, de esta forma, analizando el área de la salud de las comunidades que viven en áreas cercanas a las plantas o trabajan en las mismas, ya sean hidroeléctricas o termoeléctricas, se producen una serie de afectaciones, debido a la emisión de contaminantes atmosféricos como partículas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono y/o metales pesados. Estos contaminantes pueden causar enfermedades respiratorias, cardiovasculares, neurológicas y cáncer, así como afectar el desarrollo infantil y el sistema inmunológico (Guzmán-González, 2020). Es importante conocer y entender al respecto de dichas afectaciones para poder tomar cartas en el asunto y poder llevar a cabo un desarrollo ecológico y limpio. Para finalizar a lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico y científico del ser humano ha generado impactos significativos en cómo se lleva nuestra calidad de vida, donde el tema ambiental es uno de los más afectados, siendo la industria energética una de las principales fuentes actuales de contaminación. Las termoeléctricas y las hidroeléctricas tienen efectos negativos, pero las primeras son más contaminantes debido al uso de gases de combustión, las hidroeléctricas, aunque no son inofensivas, representan una alternativa más sostenible que las termoeléctricas, al aprovechar un recurso renovable como lo es el agua y poseer mayor eficiencia energética, sin embargo, su impacto en los ecosistemas acuáticos debe gestionarse adecuadamente. Este tema es clave debido a la categoría de planta hidroeléctrica que se analiza, pues las que poseen embalses pueden presentar inundaciones vastas alrededor de su ubicación donde generalmente están ricas en recursos bióticos y minerales, haciendo que estas transformaciones alteren las condiciones térmicas y aumente el impacto de las aguas residuales y desechos industriales (Pivar, Paglianib, Lemos, Lima, & Gravena, 2021).

Debido al tema ambiental y su repercusión en nuestra vida es necesario implementar mejoras tecnológicas en las termoeléctricas e hidroeléctricas, donde la primera requiere especialmente sistemas efectivos de control de emisiones de gases y manejo de residuos sólidos como las cenizas, para disminuir la contaminación que se produce al ser puestas en funcionamiento, ya que el carbón es el combustible fósil que mayor cuidado requiere por la cantidad de residuos que genera, así garantizando la sostenibilidad en la producción de energía eléctrica cuando se utilicen estas plantas, además es un reto global buscar sistemas mixtos que combinen fuentes renovables como lo realiza la planta hidroeléctrica con métodos térmicos más limpios, minimizando el impacto ambiental y social de la generación eléctrica.

Los impactos sociales y económicos de los proyectos energéticos también deben tenerse en cuenta, involucrando a las comunidades afectadas y compensando los daños. En Colombia, se requiere mayor control para evitar prácticas corruptas y priorizar el beneficio de las comunidades, aunque este tema es un poco denso y requiere de un análisis más riguroso ya que la política no es el fuerte de Colombia donde vemos que hasta lo ilegal es legal, y tiene más fuerza llenarse los bolsillos de dinero que tener humanidad por estos proyectos tan grandes que se presentan ya que la construcción de las plantas hidroeléctricas y termoeléctricas no son cuentos tan fáciles de leer.

## Referencias

- Boris, M. (8 de febrero de 2019). Hidroituango seca el río Cauca: cómo la controversial represa redujo en 80% el caudal del segundo río de Colombia. *BBC news mundo*, págs. 1-1. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-47169139>
- Cavaleri, M. (2019). *Plan de Minimización de Residuos en Central Termoeléctrica. Diseño e Implementación*. (Vol. 1). Tandil, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. UCPBA. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/d0d0383e-5dbe-4b72-b586-02d311bfce4f/content>
- Chica-Romero, Y. (1 de enero de 2017). *Generación de Energía Eléctrica a través de la Tecnología de Microturbina en la finca La Pomba* (Vol. 1). Bogota, Cundinamarca, Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/tecnolog%C3%ADa-apropiada-para-la-generaci%C3%B3n-y-el-uso-de-energ%C3%ADa-medina-6e/?originalSubdomain=es>
- Ente nacional para la energía eléctrica - ENEL. (s.f.). *La energía hidroeléctrica*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de ENEL green power: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica>
- Equipo Editorial, Etecé. (13 de febrero de 2023). *Máquina de vapor*. (E. Equipo Editorial, Editor) Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Etecé: <https://concepto.de/maquina-de-vapor/>
- Ferrer-Mendoza, M. (2018). *Alternativas de utilización de los residuos de combustión de la central termoeléctrica Bocamina* (Vol. 1). Valparaiso, Valparaiso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46305/3560900259725UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fuentes-Norambuena, A. (2018). *Evaluación De Alternativas De Reducción Del Volumen Para Almacenamiento De Sedimentos Aportantes A Embalses De Riego Mayores. Aplicación A Un Caso En Chile* (Vol. 1). Santiago de Chile, Santigo, Chile: Universidad de Chile. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170041/Evaluaci%C3%B3n-de-alternativas-de-reducci%C3%B3n-del-volumen-para-almacenamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallego, J. (18 de febrero de 2021). *Emisiones de CO2 del sector energético y fuentes renovables en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Centro de Pensamiento Independiente - Cepei: <https://cepei.org/documents/emisiones-del-sector-electrico/>
- García-Camacho, S. (2005). *Estudio Teórico y Experimental de la Remoción Hidráulica de Sedimentos en un Embalse* (Vol. 1). Cuernavaca, Morelos, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/587/14/garciacamacho.pdf>
- Gestion en Recursos Naturales - GRN. (2015). *Impacto ambiental de las plantas termoelectricas*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de GRN: <https://www.grn.cl/impacto-ambiental/impacto-ambiental-de-las-plantas-termoelectricas.html>

- Guzmán-González, Y. (17 de julio de 2020). Riesgos y peligros laborales en termoeléctricas. (A. Javier-Idrovo, Ed.) *Salud UIS*, 52(3), 239-250. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/10231/10915>
- Hossain, S., Chowdhury, H., Chowdhury, T., Uddin-Ahamed, J., Saidur, R., Sait, M., & Rosen, M. (noviembre de 2020). Energy, exergy and sustainability analyses of Bangladesh's power generation sector. (N. Fumo, Ed.) *Energy Reports*, 6, 868-878. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235248471930722X?via%3Dihub>
- Iberdrola. (2023). *150 años de camino a la sostenibilidad: historia de la electricidad*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Iberdrola.
- L.-Morris, G., & Portalatín, J. (27 de mayo de 2015). *Manejo de la Sedimentación en Embalses Hidroeléctricas*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de GLM: <https://cnostatic.s3.amazonaws.com/cno-public/documentos/noticias/1-GREGORY%20MORRIS%20-ESP-%20Sedimentaci%C3%B3n%20de%20Embalses-Presentaci%C3%B3n%20CNO-Mayo%202015.pdf>
- La Agencia de la ONU para los Refugiados - ACNUR. (7 de mayo de 2018). *Etapas Historicas en el Desarrollo de la Humanida*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de ACNUR: [https://eacnur.org/es/blog/etapas-historicas-en-el-desarrollo-de-la-humanidad-tc\\_alt45664n\\_o\\_pstn\\_o\\_pst](https://eacnur.org/es/blog/etapas-historicas-en-el-desarrollo-de-la-humanidad-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst)
- Lauber, V., & Jacobsson, S. (15 de junio de 2015). The politics and economics of constructing, contesting and restricting socio-political space for renewables – The German Renewable Energy Act. (B. Truffer, Ed.) *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 18, 147-163. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422415000507>
- Lifeder. (15 de diciembre de 2022). *Central termoeléctrica*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Lifeder: <https://www.lifeder.com/central-termoelectrica/>
- Montañez-Guillén, J. (2017). *Estrategias para el Manejo de Sedimentos en Embalses* (Vol. 1). Bogoto, Cundinamarca, Colombia: Universidad de los Andes. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3aef4aa-0260-49ad-b03d-f26c1f070a17/content>
- Osorio-Londoño, I. (2017). *Impactos ambientales, sociales y económicos de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) en Antioquia* (Vol. 1). Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad EAFIT. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11732/OsorioLondo%c3%b1o\\_Iverson\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11732/OsorioLondo%c3%b1o_Iverson_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Oviedo-Ocaña, E. (19 de julio de 2018). Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. (A. Idrovo-Velandia, Ed.) *Salud UIS*, 50(3), 191-192. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/8533/8445>
- Pivar, D., Paglianib, B., Lemos, L., Lima, D., & Gravena, W. (diciembre de 2021). Monitoring a critical population of the Bolivian river dolphin, *Inia boliviensis*, before and after closing the floodgates of a hydroelectric dam in the Amazon Basin, Brazil: A quantitative analysis. (N. Becker, M. Lencinas, Á. Pérez-Ruzafa, & S. Schindler, Edits.) *Journal for Nature Conservation*, 64. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1617138121001291>

- Ramos-Gutiérrez, L., & Montenegro-Fragoso, M. (abril-junio de 2012). Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. (H. Rivas-López, Ed.) *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. III, núm. 2, III(2), 103-121. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v3n2/v3n2a7.pdf>
- Rodríguez, H. (29 de agosto de 2019). *Las civilizaciones antiguas ya arruinaban el planeta hace miles de años*. (H. Rodríguez, Editor, & National Geographic - España) Recuperado el 1 de octubre de 2023, de National Geographic - España: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/civilizaciones-antiguas-ya-estaban-arruinando-planeta\\_14636](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/civilizaciones-antiguas-ya-estaban-arruinando-planeta_14636)
- Soto, J. (25 de junio de 2020). *¿Por qué la termoeléctrica no es energía limpia?* Recuperado el 1 de octubre de 2023, de GREENPEACE: <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8635/por-que-la-termoelectrica-no-es-energia-limpia/>
- Villas-Tinoco, S. (2012). La Primera Revolución Industrial. *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*, 43-50. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6429088.pdf>
- WWF. (23 de abril de 2014). *¿Por qué nos importa el cambio climático?* (WWF, Editor) Recuperado el 1 de octubre de 2023, de WWF: [https://wwf.panda.org/es/cambio\\_climatico1/importanciaclimatica/](https://wwf.panda.org/es/cambio_climatico1/importanciaclimatica/)