



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2026,
Volumen 10, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3

PROPOSICIÓN Y COMPROBACIÓN DE VIABILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA NUCLEAR EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

**PROPOSAL AND FEASIBILITY ASSESSMENT FOR THE
CONSTRUCTION OF A NUCLEAR POWER PLANT IN THE
STATE OF CHIHUAHUA**

Hecler Edel Ríos

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, México

Nancy Ivette Arana De Las Casas

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc, México

Jorge Samuel Benítez Read

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México

Proposición y Comprobación de Viabilidad para la Construcción de una Planta Nuclear en el Estado de Chihuahua

Hecler Edel Ríos¹

heclerm25@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-5344-9105>

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc
México

Nancy Ivette Arana De Las Casas

narana@itcdcuauhtemoc.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3537-4515>

Instituto Tecnológico de Cd. Cuauhtémoc
México

Jorge Samuel Benítez Read

Jorge.benitez@inin.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9186-1591>

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
México

RESUMEN

El presente trabajo analiza la viabilidad de construir una planta nuclear de fisión en Chihuahua, México, ante la creciente demanda energética y las limitaciones de las fuentes renovables intermitentes. Se evalúa de forma integral desde dimensiones técnica, económica, ambiental, social y regulatoria. Chihuahua presenta condiciones geográficas favorables, como estabilidad sísmica en sitios como Las Palanganas, bajos requerimientos hídricos con tecnologías avanzadas (reactores HTGR refrigerados por helio como el Xe-100) y potencial de uranio local. La metodología mixta secuencial combinó una encuesta cuantitativa (n=49 residentes) con entrevistas semiestructuradas a expertos internacionales. Los resultados revelan una percepción pública dividida (50% apoyo condicionado), pero fuerte respaldo experto en viabilidad técnica y económica cuando se emplean diseños modulares pasivamente seguros. Se destaca la reducción de emisiones (equivalente a retirar 1.1 millones de autos), ahorro hídrico significativo (hasta 1,600 millones m³/año) y generación de empleo (más de 8,000 plazas). Las principales conclusiones indican que, superando barreras sociales mediante educación y cumpliendo normativas nacionales (CNSNS, SEMARNAT) e internacionales (OIEA), el proyecto ofrece una alternativa confiable, limpia y económica (LCOE ~45 USD/MWh) para diversificar la matriz energética estatal, contribuyendo a la seguridad energética y el desarrollo sostenible de la región. (228 palabras)

Palabras clave: energía nuclear, viabilidad, chihuahua, reactor modular xe-100, impacto ambiental, aceptación social, regulaciones energéticas, seguridad pasiva.

¹ Autor principal.

Correspondencia: heclerm25@gmail.com

Proposal and Feasibility Assessment for the Construction of a Nuclear Power Plant in the State of Chihuahua

ABSTRACT

This work analyzes the feasibility of building a fission nuclear power plant in Chihuahua, Mexico, in response to growing energy demand and limitations of intermittent renewables. It provides a comprehensive assessment across technical, economic, environmental, social, and regulatory dimensions. Chihuahua offers favorable geographical conditions, seismic stability at sites like Las Palanganas, and compatibility with low-water technologies such as helium-cooled HTGR reactors (Xe-100). A sequential mixed-methods approach combined a quantitative survey (n=49 residents) with semi-structured interviews of international experts. Findings show divided public perception (50% conditional support) but strong expert consensus on technical and economic viability with passively safe modular designs. Key benefits include major emission reductions (equivalent to removing 1.1 million cars), significant water savings (up to 1,600 million m³/year), and job creation (over 8,000 positions). Conclusions indicate that, by addressing social barriers through education and complying with national (CNSNS, SEMARNAT) and international (IAEA) regulations, the project represents a reliable, clean, and cost-effective alternative (LCOE ~45 USD/MWh) for diversifying the state's energy matrix, enhancing energy security and sustainable development. (205 palabras)

Keywords: nuclear energy, feasibility, Chihuahua, Xe-100 modular reactor, environmental impact, social acceptance, energy regulations, passive safety.

*Artículo recibido 25 abril 2026
Aceptado para publicación: 25 mayo 2026*

INTRODUCCIÓN



La energía eléctrica representa un elemento indispensable para el progreso económico, social e industrial de cualquier región. En el contexto actual de transición energética global, marcado por la necesidad de descarbonizar la matriz de generación y garantizar suministro confiable ante el aumento de la demanda, el estado de Chihuahua enfrenta un reto estratégico. El crecimiento demográfico, la expansión de la industria maquiladora, la agricultura tecnificada y la minería demandan volúmenes crecientes de electricidad estable, asequible y con baja huella de carbono.

Aunque las energías renovables (solar y eólica) han avanzado, su carácter intermitente obliga a mantener respaldos fósiles o sistemas de almacenamiento costosos y ambientalmente intensivos. En este escenario, la energía nuclear por fisión se posiciona como una alternativa madura, de alta densidad energética y probada confiabilidad. Países como Francia (alrededor del 70% de su electricidad nuclear), Corea del Sur y China demuestran que esta tecnología puede ser eje de la seguridad energética y la mitigación climática.

En México, la experiencia de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde confirma la viabilidad operativa y regulatoria de la tecnología nuclear dentro del marco legal nacional. Sin embargo, el país mantiene una participación nuclear marginal en su matriz. Chihuahua destaca por sus atributos: vasta superficie territorial (más de 247 mil km²), presencia de yacimientos uraníferos significativos (aproximadamente el 40% de los recursos nacionales conocidos, concentrados en zonas como Peña Blanca, Aldama y otras regiones), relativa estabilidad geológica en áreas del norte y centro, y proximidad a mercados de exportación como Texas.

El sitio propuesto “Las Palanganas” (municipio de Ahumada) reúne condiciones preliminares favorables: baja sismicidad documentada, estratos geológicos portantes de alta resistencia, cuenca hidrológica cerrada y acceso a infraestructura vial y ferroviaria (KCSM). La adopción de tecnologías de Generación IV, particularmente reactores modulares de alta temperatura refrigerados por helio (HTGR) como el Xe-100 de X-energy, permite superar históricas limitaciones hídricas del estado mediante refrigeración seca o de aire, eliminando prácticamente el consumo de agua para el ciclo principal.



Esta investigación examina de manera sistemática los aspectos técnicos, económicos, ambientales, sociales y regulatorios. Se revisan experiencias internacionales, normativas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA/IAEA), la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), SEMARNAT y CFE. El propósito central es proporcionar un análisis objetivo que contribuya al debate nacional sobre diversificación energética, superando percepciones mediáticas sesgadas y fundamentando decisiones basadas en evidencia científica y técnica actualizada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio adoptó un enfoque de métodos mixtos secuencial (cuantitativo → cualitativo) de tipo exploratorio-descriptivo. Esta estrategia permite capturar tanto patrones generales de percepción ciudadana como valoraciones expertas profundas, triangulando fuentes para mayor robustez.

Fase cuantitativa: Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada mediante Google Forms a 49 residentes del estado de Chihuahua (muestreo no probabilístico por conveniencia, diversificado por edad, género, nivel educativo y zona geográfica: Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua capital, Juárez y áreas rurales). El instrumento incluyó secciones sobre datos sociodemográficos, nivel de conocimiento sobre energía nuclear, percepción de riesgos/beneficios y grado de aceptación de una planta en el estado. Se aplicó entre octubre y noviembre de 2025.

Fase cualitativa: Se realizaron entrevistas semiestructuradas a expertos internacionales: Christopher Forsyth (Responsable de Información Pública, Capítulo MIT de la Sociedad Nuclear Americana) y Alfredo García Fernández (Supervisor Nuclear, Central Nuclear de Ascó, España). Las entrevistas, de 45-60 minutos, abordaron viabilidad técnica y económica, impactos ambientales, aceptación social, marco regulatorio y recomendaciones. Se obtuvieron con consentimiento informado y se analizaron mediante codificación temática.

Análisis de sitio y tecnología: Se revisaron exhaustivamente los estudios geotécnicos, sísmicos, hidrológicos y topográficos realizados por el Instituto de Geofísica de la UNAM (2024) en Las Palanganas. Se evaluaron especificaciones técnicas del reactor Xe-100 (80 MWe por módulo, refrigeración por helio, combustible TRISO, seguridad pasiva inherente). Se compararon consumos hídricos, costos nivelados (LCOE), factores de capacidad y métricas de seguridad (CDF) contra tecnologías convencionales (PWR/BWR) y renovables con almacenamiento.



Análisis normativo: Revisión documental de la Ley General de Energía, LGEEPA, NOM-152-SEMARNAT, NSF-2023, estándares IAEA (NS-R-3, SSR-2/1, GSR Part 3) y tratados internacionales. Se consideraron limitaciones del estudio: sesgo de autoselección en la encuesta, número reducido de entrevistas y carácter preliminar de algunos datos de sitio. Todos los procedimientos siguieron principios éticos de investigación (confidencialidad, consentimiento y minimización de riesgos).

RESULTADOS

Los resultados de la encuesta revelan un conocimiento moderado-límite: el 60% identifica correctamente usos eléctricos y médicos de la energía nuclear, pero solo el 35% comprende aspectos técnicos como fisión o manejo de residuos. El 45% asocia predominantemente la nuclear con riesgos radiológicos históricos. La opinión sobre una planta en Chihuahua se divide casi equitativamente: 50% muestra apoyo condicionado (destacando empleo, reducción de tarifas y estabilidad energética), mientras el otro 50% expresa oposición o cautela, citando preocupaciones ambientales y de salud. El 30% solicita mayor información y diálogo público.

Las entrevistas a expertos coinciden en la viabilidad técnica del proyecto siempre que se seleccione sitio adecuado y se utilicen tecnologías avanzadas. Forsyth enfatizó la importancia de mitigación de impactos hídricos mediante torres secas o aguas residuales, y la rentabilidad a largo plazo pese a altos costos iniciales. García Fernández resaltó la competitividad frente al gas natural, la necesidad de programas de comunicación transparente y la experiencia transferable de Laguna Verde.

Los estudios de sitio en Las Palanganas confirman:

- Baja sismicidad (0 eventos relevantes en monitoreo).
- Roca portante de caliza con alta resistencia.
- Consumo hídrico prácticamente nulo para refrigeración en Xe-100 (solo usos auxiliares ~24 m³/h).
- Proyección para 8 módulos (640 MWe): generación anual ~5.1 TWh, equivalente al consumo de 2.5 millones de hogares, LCOE aproximado de 45.2 USD/MWh, TIR 14.3% y payback de 5.8 años.
- Reducción estimada de 4.2 Mt CO₂/año y ahorro hídrico de hasta 1,600 millones m³ anuales respecto a tecnologías convencionales.

El sitio cuenta con acceso ferroviario, subestación eléctrica cercana y polígono catastral viable. Cumple preliminarmente con la mayoría de requisitos normativos nacionales e internacionales.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos validan las condiciones favorables de Chihuahua para la implementación de reactores modulares HTGR. El Xe-100 ofrece ventajas decisivas en contexto árido: seguridad pasiva (enfriamiento natural sin intervención humana, CDF extremadamente bajo), alto rendimiento térmico (hasta 45% eficiencia) y mínimo impacto hídrico, resolviendo una de las principales restricciones locales.

Ambientalmente, la nuclear presenta balance neto positivo frente a fósiles (menores emisiones de ciclo de vida) y renovables (menor ocupación de suelo, menor generación de residuos tóxicos no controlados y menor mortalidad aviar indirecta). Los residuos TRISO son de alta integridad y gestionables en almacenamiento geológico profundo. La percepción pública dividida es consistente con literatura internacional y responde más a información mediática que a evidencia técnica; los accidentes históricos (incluido el incidente de Cobalto-60 en Ciudad Juárez de 1983-84) deben contextualizarse como fallos de manejo de materiales médicos, no de reactores de potencia, y han servido para fortalecer los protocolos de la CNSNS.

Económicamente, aunque la inversión inicial es elevada, los bajos costos operativos, larga vida útil (60-80+ años) y factor de planta superior al 90% generan rentabilidad competitiva. El proyecto generaría miles de empleos directos e indirectos, ingresos fiscales significativos y posible exportación de energía.

Limitaciones: Muestra cuantitativa reducida, necesidad de más entrevistas y estudios de factibilidad detallados (incluyendo MIA completo y análisis de costos actualizados). No se observaron contradicciones mayores entre datos primarios y secundaria.

Las conclusiones apoyan la hipótesis inicial: la energía nuclear constituye una alternativa efectiva, confiable y sostenible. Se enlaza directamente con el objetivo general de informar viabilidad integral.

Se recomienda:

Avanzar con estudios de factibilidad de ingeniería y MIA detallado.

Implementar campañas educativas y participación comunitaria temprana.

Explorar alianzas público-privadas (CFE-X-energy u otros).

Investigaciones futuras sobre integración híbrida nuclear-renovable y reactores de torio.



Este capítulo contribuye al debate energético mexicano ofreciendo una visión equilibrada, técnica y prospectiva para una matriz diversificada, segura y baja en emisiones en el estado de Chihuahua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión Nacional del Agua. (2025). Certificado no inundable Palanganas.
- Environmental Progress. (2017). Are we headed for a solar waste crisis?
- Foro Nuclear. (2020). ¿Cuánta energía en kWh se extrae de un kilo de uranio?
- International Atomic Energy Agency. (2016). Site evaluation for nuclear installations (NS-R-3).
- Ritchie, H. (2021). Public opposition to nuclear energy production. Our World in Data.
- Servicio Geológico Mexicano. (2024). Informe geotécnico Palanganas.
- Sovacool, B. K. (2012). The avian and wildlife costs of fossil fuels and nuclear power.
- Turconi, R., et al. (2014). Life cycle assessment of the Danish electricity distribution network.
- UNAM Instituto de Geofísica. (2024). Estudio integral Las Palanganas.
- United Nations Economic Commission for Europe. (2021). Life cycle assessment of electricity generation options.
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2024). RASCAL 4.3.
- World Nuclear Association. (2024). Plans for new reactors worldwide.
- X-energy. (2025). Xe-100 safety analysis report.
- Zhang, Z., et al. (2023). Comparative study of energy performance and water savings.
- Secretaría de Energía. (2025). PRODESEN 2025-2039.
- Page, D. (2019). La factura del hachazo de Rajoy a las renovables.
- Maldonado, et al. (2024). Estudios de uranio en Chihuahua.
- García Fernández, A. & Forsyth, C. (2025). Entrevistas semiestructuradas [Datos primarios].

