Recepción de resumenes CCG

Titulo / Autores / Institución

TITULO DE LA PONENCIA

EL HIDRÓGENO NATURAL (H_2Nat) COMO RECURSO EMERGENTE EN COLOMBIA: fundamentos geológicos y hoja de ruta exploratoria

AUTORES

Ricardo Amorocho-Parra

CORREO ELECTRÓNICO

amorocho.ricardo@gmail.com

Estilo preferido

ESTILO DE PRESENTACIÓN

- Presentación Oral

Categoría del resumen

ÁREA TEMÁTICA

Energías y recursos naturales

LINEAS TEMÁTICAS ERN

Energías renovables y transición energética

Resumen

PALABRAS CLAVE

Hidrógeno natural, contexto geológico, concepto exploratorio, energía limpia.

CONTENIDO DEL RESUMEN

La transición energética global exige diversificar las fuentes hacia alternativas más limpias y sostenibles (MinMinas, 2022a, 2022b; UPME, 2020, 2022a, 2022b). En este contexto, el hidrógeno natural (H_2Nat), o hidrógeno blanco, ha emergido como una fuente potencial de energía renovable. A diferencia del hidrógeno producido industrialmente, el H_2Nat se genera y acumula en el subsuelo a través de procesos geológicos como la serpentinización de rocas ultramáficas, oxidación de minerales férricos, radiolisis del agua y descomposición térmica de materia orgánica (Arrouvel y Prinzhofer, 2021; Carrillo et al., 2023; Gaduwang, 2024; Marín y Santos, 2023; Moretti et al., 2022; Prinzhofer et al., 2018, 2019; Quian-Ning et al., 2022; Zgonnik, 2020).

Colombia presenta una diversidad de contextos geológicos favorables para la generación de H_2Nat. Regiones como los valles del Patía y del Cauca muestran emisiones asociadas a

complejos ofiolíticos y fallas profundas, lo que indica sistemas activos de generación (Carrillo et al., 2023). En la cuenca de los Llanos Orientales, muestreos en pozos y análisis de gases en lodo también han evidenciado presencia de H_2, lo que sugiere que estas cuencas, tradicionalmente explotadas para hidrocarburos, podrían albergar reservorios de H_2Nat (Patiño et al., 2024).
Otro proceso relevante y que tiene potencial en el contexto geológico de Colombia es la radiolisis natural, en la que la descomposición del agua es inducida por la radiación de elementos como uranio, torio y potasio. Este mecanismo es más eficiente en rocas porosas saturadas de agua y con altas concentraciones de dichos elementos (Zgonnik, 2020). Aunque se conocen zonas con minerales radioactivos en Colombia, como en la Sierra Nevada de Santa Marta, Cordilleras Central y Oriental y partes de la Amazonía, su potencial es aún poco evaluado (SGC, 2019).
Con base en estos mecanismos, se proponen cuatro escenarios exploratorios:
1. Serpentinización (H_2Nat-F1): Ofiolitas en la Cordillera Occidental y Valle del Cauca, altamente favorables. Aunque las rocas ultramáficas y maficas de las cordilleras Central y Oriental no se deben descartar.
2. Oxidación de minerales férricos (H_2Nat-F2): Formaciones ferruginosas precámbricas con potencial de generación de H2Nat.
3. Radiolisis (H_2Nat-F3): Áreas con minerales radioactivos. Se requieren mayor estudio.
4. Descomposición térmica (H_2Nat-F4): Cuencas con carbón y materia orgánica, como Cesar-Ranchería, presentan potencial moderado.

Para avanzar, se propone una hoja de ruta basada en:
• Caracterización geológica detallada para identificar formaciones geológicas favorables para la generación de H_2Nat, como ofiolitas, rocas ultramáficas y máficas, rocas ricas en hierro y zonas de fallamiento profundo, además, manifestaciones de minerales radioactivos y presencia de rocas ricas en materia orgánica y carbón en cuencas sedimentarias.
• Monitoreo geoquímico y geofísico, Implementar técnicas de detección de H_2 en campo y gases en lodo durante perforaciones, así como análisis de imágenes satelitales para identificar anomalías en la vegetación y suelos asociadas a emisiones de gas.
• Integración multidisciplinaria para combinar información geológica, geoquímica y geofísica para construir modelos predictivos de generación y acumulación de H_2Nat.

El H_2Nat representa una oportunidad estratégica para diversificar la matriz energética, reducir emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar desarrollo regional. Su aprovechamiento requiere superar retos técnicos y regulatorios, priorizando una gestión ambientalmente sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrouvel, C., Prinzhofer, A. 2021. Genesis of natural hydrogen: New insights from thermodynamic simulations. International Journal of Hydrogen Energy. 46 ,1878 0-18794. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.03.057
Briere, D., Jerzykiewicz, T., and Śliwiński, W. 2017. On Generating a Geological Model for Hydrogen Gas in the Southern Taoudenni Megabasin (Bourakebougou Area, Mali). AAPG/SEG International Conference & Exhibition, Barcelona, Spain, April 3-6, 2016.

Carrillo Ramírez, A., González Penagos, F., Rodríguez, G., & Moretti, I. (2023). Natural H_2 Emissions in Colombian Ophiolites: First Findings. Geosciences, 13(12), 358. https://doi.org/10.3390/geosciences13120358
Gaduwang, H. (2024). Advances in global natural hydrogen exploration and geochemical indicators. Earth Science Reviews, 245, 104456.
Marín, J.M., Santos, D. 2023. The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production. Gases, 3, 25–46. https://doi.org/10.3390/gases3010002
Ministerio de Minas y Energía (MinMinas). 2022a. Diálogo Social para Definir la Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa en Colombia. Pg. 51.
Ministerio de Minas y Energía (MinMinas). 2022b. Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia. Pg. 54.
Moretti, I., Geymond, U., Pasquet, G., Aimar, L. 2022. Natural hydrogen emanations in Namibia: Field acquisition and vegetation indexes from multispectral satellite image analysis Alain Rabaute. International Journal of Hydrogen Energy, 0360-3199. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.08.135
Patiño, C., Strąpoć, D., Torres, O., Mullins, O., Bustos, U., Bermudez, O., López, A., Trujillo, M., & Morales, H. (2024). First downhole sampling of a natural hydrogen reservoir in Colombia. Frontiers in Energy Research, 12, Article 1443269. https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1443269
Prinzhofer, A., Moretti, I., Franc, J., Pacheco, C. 2019. Natural hydrogen continuous emission from sedimentary basins: The Example of a Brazilian H2-Emitting Structure. International Journal of Hydrogen Energy. 0360-3199. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.01.119
Prinzhofer, A., Tahara, C., Boubacar, A. 2018. Discovery of a large Accumulation of Natural Hydrogen in Bourakebougou (Mali). International Journal of Hydrogen Energy. Vol 1. 18. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.193
Qian-ning Tian, Shu-qing Yao, Ming-juan Shao, Wei Zhang, Hai-hua Wang. 2022. Origin, discovery, exploration and development status and prospect of global natural hydrogen under the background of “carbon neutrality”. China Geology. Vol. 5; 722−733.
Servicio Geológico Colombiano, 2019. Recursos Minerales de Colombia. Servicio Geológico Colombiano 1, 129-158. Available online: https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadas/Documents/recursos-minerales-de-colombia-vol-1.pdf
Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME. 2022a. Proyección de Demanda Energía Eléctrica, Gas Natural y Combustibles Líquidos 2022-2036. Pg. 92.
Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME. 2022b. Proyección de Demanda de Energéticos 2022-2036. Pg. 24.
Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME. 2020. Plan Energético Nacional (PEN) 2020-2050. Pg. 215.
Zgonnik, V. 2020. The Occurrence and Geoscience of Natural Hydrogen: A Comprehensive Review. Earth-Science Reviews. Volume 203, 103140. Pg. 51.