PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA ENERGÉTICO DE TARIJA Y DEL PAÍS

Alternativas energéticas a corto, mediano y largo plazo



Ing. Daniel Centeno Sánchez

Tarija – Bolivia | 2026

PROPUESTAS PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA ENERGETICO DE TARIJA Y DEL PAIS.

Ing. Daniel Centeno Sánchez

INDICE

1. SOLUCION A CORTO PLAZO: 2
   A. HIDROCARBUROS: 2
2. SOLUCION A MEDIANO PLAZO: 8
   A. PANELES SOLARES (3%): 8
   B. ENERGIA EOLICA: (2%). 9
   C. ENERGIA GEOTERMICA: (0%) 9
3. SOLUCION A LARGO PLAZO: 10
   A. EXPLOTACION DEL MINERAL DE TORIO DE CAÑAS - TARIJA. 10
   B. LA ENERGIA NUCLEAR EN BOLIVIA 12
   C. HIDROGENO BLANCO 13
4. CONCLUSIONES: 16

PROPUESTAS PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA ENERGETICO DE TARIJA Y DEL PAIS.

Ing. Daniel Centeno Sánchez

Si queremos encontrar una solución al problema energético del país, debemos hacer uso del conocimiento científico y aprovechar las ayudas que nos pueden proporcionar las tecnologías existentes en el medio.

Estamos en una emergencia nacional y las soluciones tienen que ser encontradas en el corto plazo, analizadas para su puesta en ejecución de acuerdo al desarrollo, conocimientos y medios económicos que se tengan en el país.

El mejor conocimiento de las Ciencias Geológicas, pueden facilitar el encontrar una solución al problema, en la explotación de una manera racional, los Recursos naturales existentes en el país.

Estas soluciones tienen que ser encontradas a: corto plazo, mediano plazo y largo plazo.

1. CORTO PLAZO:

HIDROCARBUROS: gas natural (energía eléctrica 75%) – GLP– gasolina –isopentano y Diesel.

2. MEDIANO PLAZO:

a) HIDROELECTRICAS: Energía Eléctrica – 25 % (Transporte, Domestico, Industrial).

PANELES SOLARES: Energía Eléctrica – 10% (Transporte, Domestico, Industrial.)
EOLICA: Energía Eléctrica – 2% (Transporte, Domestico, Industrial).
GEOTERMICA: Energía Eléctrica – 0% (Transporte, Domestico, Industrial).

3.LARGO PLAZO:

a) HIDROGENO BLANCO: Energía Eléctrica: - 0% (Transporte, Domestico, Industrial).

TORIO: Energía Eléctrica: 0% (Transporte, Domestico, Industrial).

1. SOLUCION A CORTO PLAZO:

A. HIDROCARBUROS:

DESCONTROL DEL POZO MADREJONES X-1001.



La foto que tomé, nos muestra el descontrol del pozo Madrejones X.1001, cerca de Yacuiba. El ruido que producía era aterrador, la llama tenía una extensión de 40 metros de altura aproximadamente y un calor abrasador. Me acerqué lo necesario para poder lograr esta toma, que me quemaba la cara. El ruido era como si cinco Boeing – 727 quisieran despegar al mismo tiempo.

Esta imagen refleja la energía del gas rico a 9000 PSI, presión con la que salían a agujero abierto los fluidos del reservorio Huamampampa del Periodo Devónico.

En el subsuelo de las provincias: Gran Chaco, Arce y Oconnor existe una gran potencialidad geológica, para descubrir importantes reservas de gas y petróleo, convencionales y no convencionales. Esta foto nos recuerda esa potencialidad.

Hasta el momento las grandes explotaciones en el país han sido de hidrocarburos livianos. Que quiere decir, que nuestro gas rico o húmedo, explotados de los mega campos, San Alberto, Sábalo, Margarita, Huacaya y Madrejones, contienen: Gas Natural, Etano, Propano y Butano (GLP), Pentano (Gasolina e Isopentano) y algo de Diesel (C7 – C14) muy poco.

Los condensados por debajo de los 4000 metros, son de color verde claro.



Cuáles serían los recursos naturales a los cuales podríamos recurrir para evitar la crisis energética. Podrían ser: Hidrocarburos, Paneles Solares (Silicio), Geotérmica (Aguas Termales), Eólica (Viento), Hidroeléctrica, Hidrógeno Blanco, Torio.



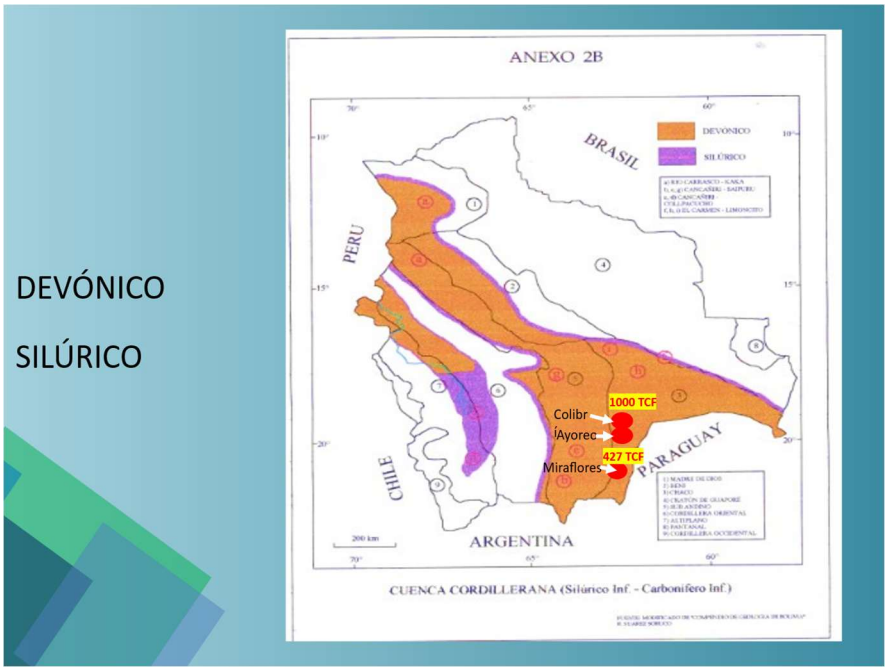
La explotación de los hidrocarburos es la única alternativa en esta emergencia energética nacional que pueden ayudarnos a salir de esta crisis, a corto plazo, porque tendríamos el gas natural que cumple varias funciones: generación de

electricidad por medio de las Termoeléctricas, uso doméstico, transporte, industrial, comercial, además de contener GLP, Gasolina, Isopentano y Diesel.

Bolivia tiene una gran potencialidad Geológica de un millón de kilómetros cuadrados y 4000 metros de espesor para contener hidrocarburos, distribuidos de la siguiente manera:

- **CENOZOICO** 200.000 KMS 2, 1000 METROS DE ESPESOR.
- **MESOZOICO** 400.000 KMS2, 1000 METROS DE ESPESOR.
- **PALEOZOICO** 400.000 KMS2, 1000 METROS DE ESPESOR.

HIDROCARBUROS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES.



Según los estudios realizados por YPFB por medio de empresas extranjeras en la formación Los Monos del Periodo Devónico se estiman en las áreas, Colibrí y Ayoreo ubicados en el departamento de Santa Cruz, una potencialidad en hidrocarburos de 1000 TCF de gas y sus correspondientes millones de barriles de petróleo.

Otros estudios realizados en la provincia Luis Calvo del departamento de Chuquisaca, por las mismas empresas, estimaron en la misma formación geológica, una potencialidad de 427 TC, y sus correspondientes millones de barriles de petróleo, que se extienden hacia la provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija.

En la república argentina se ha descubierto, después de muchos trabajos de exploración y prospección geológica, el área potencial de Vaca Muerta, que después de intensas actividades de evaluación técnica y económica se estimó una reserva de 300 TCF de gas y sus correspondientes millones de barriles de petróleo, en un área de 30.000 kms2 y 150 metros de espesor, en la formación geológica Vaca Muerta del Periodo Jurásico.

El área potencial, geológica, que tiene Bolivia, nos coloca en una situación inmejorable para descubrir, varias rocas madres en las diferentes columnas geológicas del país, generadoras de los hidrocarburos convencionales y almacenadoras de los hidrocarburos no convencionales.

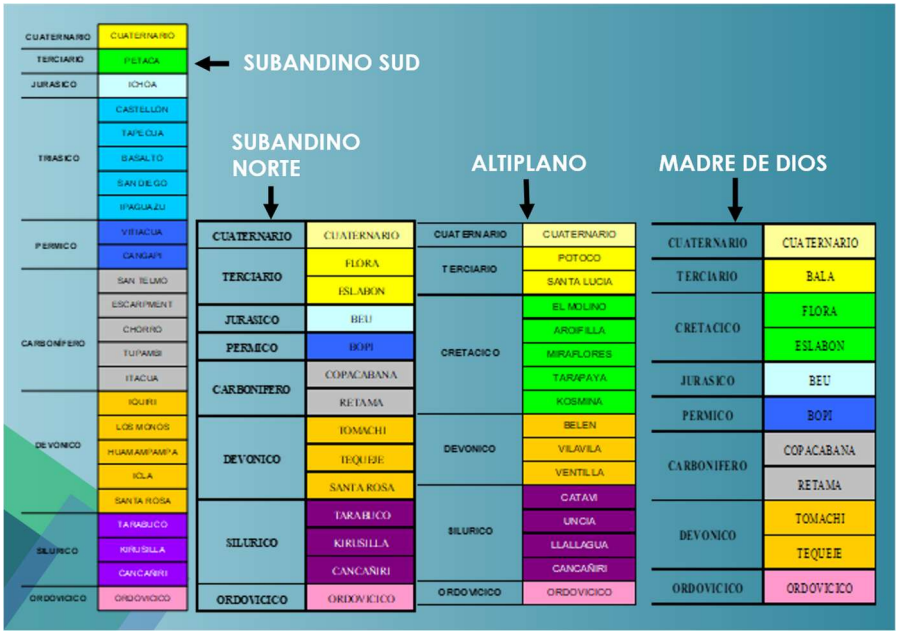
Para la estimación de la potencialidad geológica para hidrocarburos de Bolivia, realicé el análisis correspondiente de las diferentes Columnas Geológicas del: Subandino Sur, Subandino Norte, Altiplano y Madre de Dios.

Las condiciones geológicas, son muy buenas para descubrir importantes reservas de gas y petróleo.

Para este fin se debe realizar una revisión total de todas las estructuras, los campos y mega campos perforados a la fecha.

¿Por qué? El departamento de Tarija tendría la solución al problema de la crisis energética del país. A continuación, lo explicaré.

Se estima que las reservas de gas del país serian de 3 TCF. Dos TCF estarían en las provincias Gran Chaco y Arce en los mega campos de Huacaya, Sábalo, San Alberto, y los campos Churumas, Bermejo X46, Los Monos y Caigua.



Tres TCF de gas pueden alcanzar para 4 años de explotación. Si se inician en este año la perforación de las tres megas estructuras potenciales propuestas, a fin de año 2027 estaríamos con resultados positivos. El mismo año se programarían pozos de extensión de campo.

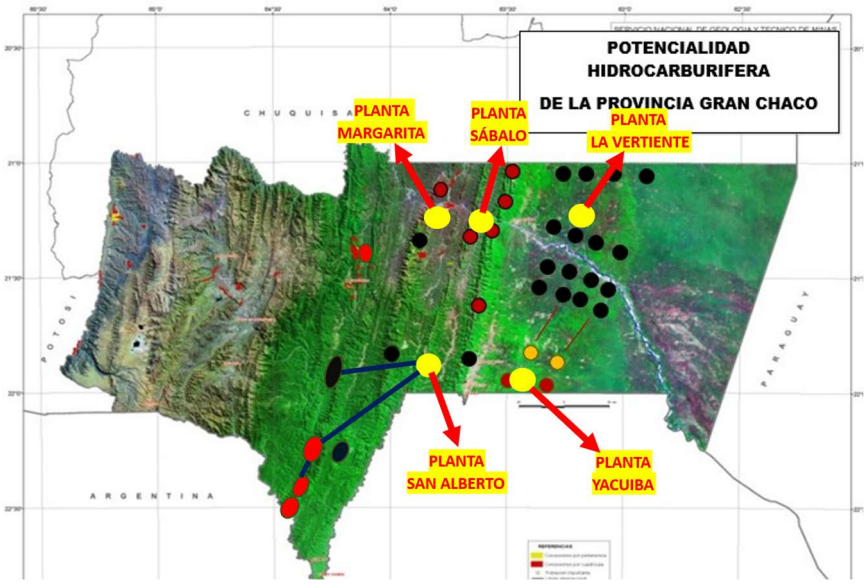
Las estructuras de Domo Oso e Iñiguazu se encuentran cerca de la Planta de San Alberto donde serian adecuados los diferentes fluidos que saldrían de los pozos, lo cual es una gran ventaja. Además, el tendido de línea de Domo Oso pasaría por Iñiguazu hasta la Planta de San Alberto, que sería otra ventaja.

Parte de la gasolina, Diesel y GLP serian bombeados hasta la Refinería de Palmasola y el gas rico a la Planta de Rio Grande. Parte del gas rico se enviaría a la Planta de Yacuiba para su extracción de los Licuables y Condensados y el gas debidamente adecuado a los diferentes mercados de consumo.

La otra Mega Estructura que se debe perforar es Boyuy o Ipaguazu al Sur de Margarita y sus fluidos serian procesados en la Planta del mismo nombre y los ductos ya están instalados.

Se estima que la potencialidad de estas tres megas Estructuras serian de: 2,7 TCF de gas y sus correspondientes millones de barriles de petróleo en Domo Oso, Iñiguazu 2 TCF y sus barriles de petróleo y Boyuy de 1 TCF y su petróleo. En total se tendrían en el tiempo de 3 años 5,7 TCF de gas y sus millones de barriles de petróleo adicionales a los ya existentes, perforando con varios equipos al mismo tiempo.

Con estas reservas estimadas de hidrocarburos, se garantizaría el abastecimiento de gas natural, Diesel, gasolina, GLP por más de 20 años.



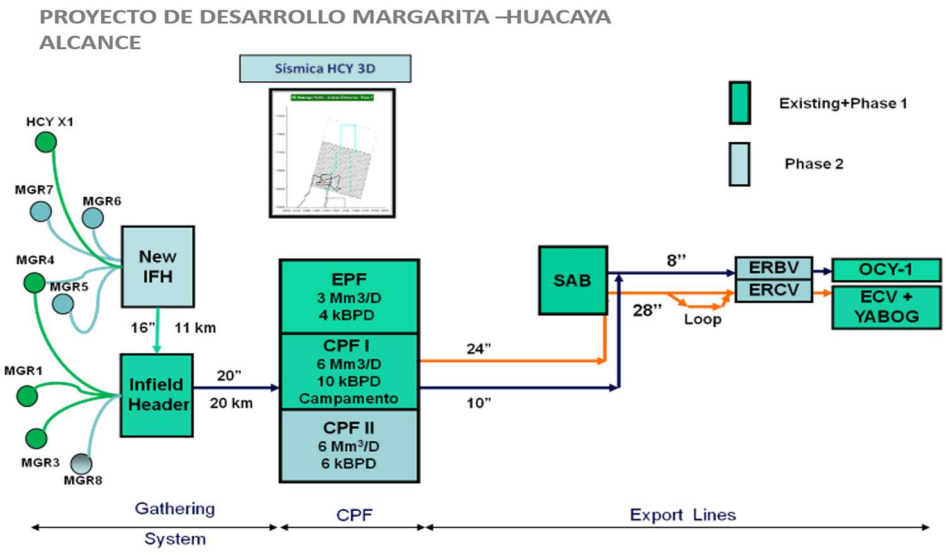
Mientras se explotan estos hidrocarburos, se tendría que realizar los estudios geológicos correspondientes de otras megas estructuras que existen en Tarija,

como: La Vertiente, Escondido, Villa Montes, Taiguati, Yuarenda, Sayurenda, San Antonio (al sur de la ciudad de Villa Montes) con objetivos en las formaciones, Iquiri, Los Monos, Huamampampa Icla y Santa rosa Y otras potenciales estructuras existentes en la Llanura Chaqueña entre Yacuiba y Villa Montes.

PLANTA DE SAN ALBERTO.



PLANTAS DE MARGARITA Y SABALO.

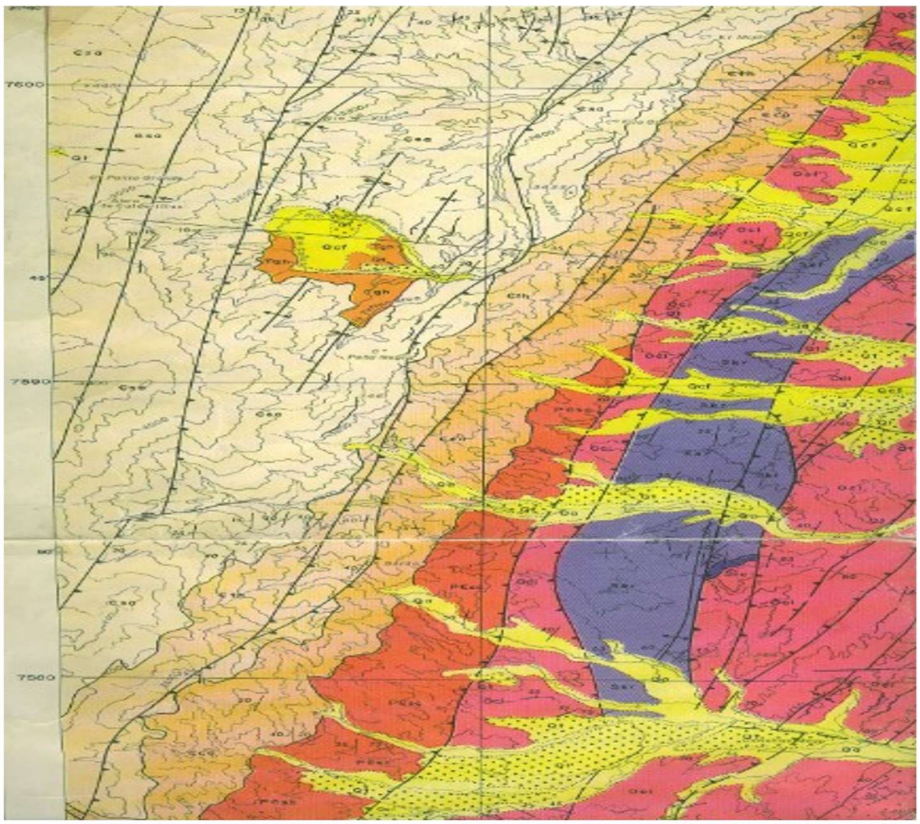


2. SOLUCION A MEDIANO PLAZO:

A. PANELES SOLARES (3%):

La capacidad de producción de energía eléctrica fotovoltaica en el país es de 167 MW. En Tarija es de 5 MW.

Se podría ampliar esta capacidad de producción, pero no podría cumplir con los servicios que prestan los hidrocarburos.



Los paneles Solares pueden ser una solución a mediano plazo para evitar el colapso de la Energía Eléctrica en las ciudades, industrias, hogares y automotores. Lo bueno es que existen baterías en las cuales se pueden almacenar la energía generada en el día para ser utilizadas por las noches En la zona alta del Valle de Tarija, he descubierto grandes yacimientos de Silicio, materia Prima de los Paneles Solares, como así también existen en el Subandino en las serranías: Aguaragüe, San Alberto, Iñiguazu, Zapallar, San Simón.

Con esta materia prima de muy buena Ley, podría construirse una gran fábrica de Paneles Solares, para cubrir la demanda interna del país y abastecer los mercados de los países vecinos.

B. ENERGIA EOLICA: (2%).

La Energía Eólica está muy poco desarrollada en el país, pese que existen lugares con una gran potencialidad para generar esta energía.

En el departamento de Tarija existen muchos lugares donde se podrían desarrollar estos proyectos, como la serranía Aguarague, en la altura de Camatindi, la Ventolera en el Valle de Tarija o la serranía de Sama.

C. ENERGIA GEOTERMICA: (0%)

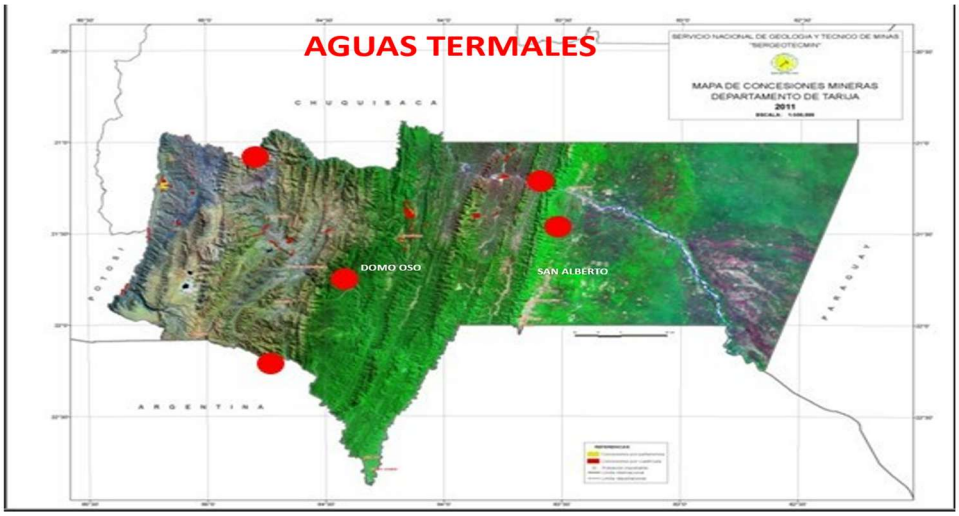
Hace muchos años atrás, YPFB ha desarrollado un proyecto Geotérmico en Laguna Colorada (POTOSI) con una capacidad de generación de 100 MW que no está en funcionamiento.

En el departamento de Tarija hay zonas donde existen manifestaciones hidrotermales como ser: Caraparí en la provincia Méndez, la Angostura provincia Avilez, Puente Ustarez, Villa Montes y Timboy, Villa Montes.

Estas manifestaciones hidrotermales deben ser estudiadas por el Servicio Geológico de Bolivia previo acuerdo de cooperación entre la gobernación de Tarija y la Región Autónoma del Gran Chaco.



UBICACIÓN DE AFLORAMIENTOS DE AGUAS TERMALES
EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA.



3. SOLUCION A LARGO PLAZO:

A. EXPLOTACION DEL MINERAL DE TORIO DE CAÑAS - TARIJA.

El uso de los minerales de torio ha crecido exponencialmente para la generación de energía nuclear limpia y segura. Los reactores alimentados con torio operan a presión atmosférica normal, no generan riesgos de explosiones masivas y producen mucho menos residuos radiactivos de largo plazo.



China utiliza el torio principalmente como combustible nuclear alternativo y limpio para reducir su fuerte dependencia del carbón.

En la región de Mongolia interior, China identificó grandes yacimientos, asociados a la extracción de Tierras Raras.

Según estimaciones basadas en estudios geológicos locales, estas reservas, podrían abastecer de energía al país durante miles de años.

China impulsa una gran revolución energética al apostar por el Torio, mediante el desarrollo de reactores nucleares de sales fundidas y el aprovechamiento de yacimientos masivos como el de Bayan Ovo en Mongolia interior.

China ha identificado importantes concentraciones de Torio, un elemento 3 a 4 veces mas abundante que el uranio en la corteza terrestre.

Estas reservas podrían abastecer las necesidades energéticas del país, durante miles de años

En Tarija en la zona de Chaguaya, Cañas y Camacho he descubierto, grandes depósitos de minerales de Torio principalmente y uranio, posiblemente asociado a Tierras Raras como se puede observar en las diferentes fotos adjuntas.

DIQUES RADIACTIVOS: TORIO

CAÑAS





B. LA ENERGIA NUCLEAR EN BOLIVIA

En la década de 1960, se crea la Comisión Boliviana de Energía Nuclear (hoy IBTEN) Instituto Boliviano de Energía Nuclear, con sede en la ciudad de La Paz, con la Gerencia de Materias Primas encargada de la Exploración y Prospección de Minerales Radiactivo, de química y metalurgia, radiología, medicina nuclear y administrativo, que tenía por objetivos el estudio de las diferentes Unidades Morfoestructurales del País, e identificar áreas con anomalías radiactivas, para su posterior evaluación y posible explotación, y la determinación del proceso químico – metalúrgico para lograr una mejor concentración del mineral de uranio, habiéndose logrado un concentrado de color amarillo denominado *yellow cake* y en este estado puede ser comercializado a buen precio.

Este mineral de uranio fue extraído del yacimiento de Cotaje, de origen volcánico, ubicado en la parte Norte de Potosí.

Durante este tiempo, década del 1970, se especializaron aproximadamente unos 10 Ingenieros y otros 10 Técnicos Superiores en la Comisión de Energía Nuclear de Francia y la Agencia General Italiana Petrolera (AGIP), en prospección Radiométrica, radiología, Química, metalurgia del Uranio, espectrometría aérea.

El Uranio, es su estado metálico es de color blanco de aspecto de plata, pero en su forma mineral es de color negro, verde, amarillo, anaranjado, azulado. Es atacado por el aire y por el agua. Los compuestos del uranio son muy tóxicos, aparte de la radiación gamma.

La Corteza terrestre contiene de 3 a 4 gramos de uranio por tonelada, esto representa enormes cantidades de este metal, pero solamente es recuperable

económicamente, aquel que se encuentra localizado en yacimientos y valores de concentración mucho más elevado, porque el Uranio para ser explotado en condiciones económicas debe contener un kilogramo por tonelada.

El Uranio, se encuentra en la naturaleza formando tres isótopos semi estables: U234, U235 y U238, de los cuales el U238 es el más abundante con un 99,28%.

En Bolivia, se han realizado trabajos de prospección terrestre, espectrometría aérea, magnetometría en diferentes lugares del país como el de Cotaje-Potosí, en rocas volcánicas, en Colpani – Potosí y Chacarilla – La Paz asociado al cobre y Torio y Uranio asociados a diques Lamprófidos, que son satélites de una granodiorita que penetra rocas del Ordovícico en la zona de Rejará, Tarija.

Los trabajos que Bolivia ha desarrollado para la búsqueda de depósitos de uranio, se encuentran todavía en una etapa inicial, por consiguiente, no puede concluirse con entera certeza que existen una o varias provincias uraníferas bien definidas, aunque todas las indicaciones así permiten preverlo.

C. HIDROGENO BLANCO

El hidrógeno es un recurso energético que puede se descubierto en nuestro país en los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija, es un combustible que al quemarse solo produce agua. El hidrógeno lo usamos actualmente a partir de los hidrocarburos que tiene su afectación en el Medio Ambiente. Es importante descubrir este importante recurso que existe de forma natural debajo la tierra.

El proceso geológico que puede producirlo se encuentra en el choque de la placa de Nazca y el continente sudamericano, como se observa en la imagen publicada por la NASA y se produce cuando el agua caliente entra en contacto con magnetita, mineral de hierro y Bolivia lo tiene en grandes cantidades en rocas de los periodos: Ordovícico y Silúrico.

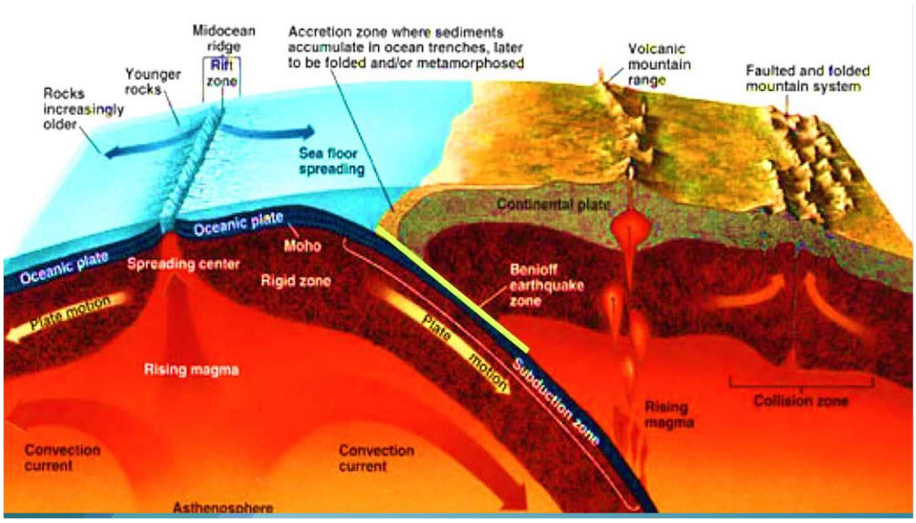
Un equipo de la Universidad de Edith Cowan decidió averiguar cuanto hidrógeno podría estar generándose ahí abajo. No perforaron ningún pozo, recrearon en laboratorio las condiciones subterráneas sometiendo Magnetita a agua a 200 grados centígrados bajo presión durante 60 días.

La reacción produjo hidrógeno con un detalle interesante la magnetita en polvo genero cerca de cinco veces más gas, gramo por gramo que la misma roca en forma de losa sólida.

Esto sugiere que las rocas fracturadas y porosas con mas superficie expuesta al agua serían los mejores puntos para buscar hidrógeno natural.

Los investigadores también encontraron que la misma reacción convierte buena parte de la magnetita restante en hematita un mineral que podría actuar como una capa protectora que frena el acceso de mas agua a la magnetita fresca.

Estas áreas potenciales al sur de Bolivia podrían estar sobre un gran recurso energético sin explotar que beneficiarían a cientos de generaciones.



La fuerte presión y temperatura a la que es sometida el agua del mar Pacifico al introducirse por debajo del Continente sudamericano, produce el rompimiento de las moléculas de agua, y el hidrógeno asciende junto con el magma hacia la superficie en las partes de la Cordillera occidental el altiplano sur y la Cordillera Oriental sobre la cual desarrolla el Valle Tarijeño y su Altiplano.

Parte de esas moléculas de agua que no se rompen ascienden en forma de vapor hacia la superficie de las unidades geológicas mencionadas anteriormente enriqueciendo con importantes reservorios de agua dulce.

Encontrar depósitos, perforar y extraer el gas de forma segura y a un costo razonable en el próximo objetivo en el país. El estudio ayuda a entender que factores geológicos controlan cuanto hidrógeno puede liberar la magnetita o el rompimiento de las moléculas de agua.

El hidrógeno blanco, también llamado hidrógeno natural o hidrógeno geológico es gas hidrógeno molecular (H2), que se forma de manera natural en el subsuelo y puede quedar almacenado en rocas (similar como se almacenan petróleo y gas, pero con otro origen.

USGS: ¿Qué es exactamente? Es H2 “nativo” de la tierra generado por reacciones geoquímicas sin intervención industrial.

¿En qué rocas se encuentra? ¿Y por qué? Acá conviene separar (A) rocas que lo generan y (B) rocas que lo almacenan.

a) Rocas que lo almacenan, las más típicas: Ultramáficas/mantelíticas, sobre todo cuando se serpentiniza.

Peridotita (Dunita/ Harzbugita) que al reaccionar con agua sufre serpentinización y libera H2.

Esto es considerado el mecanismo “clásico” para producir hidrógeno natural. Basamento Cristalino (Granitos/Gneises/fracturado) en algunos contextos: puede generar H2 por radiólisis del agua (Radiación natural de Uranio, Torio y Potasio rompiendo moléculas de agua) y también por reacciones redox en minerales.

Otros ambientes mencionados en exploración (según región): formaciones ferríferas y rocas básicas/ultra básicas en basamento por su potencial generador.

b) Rocas donde puede “acumularse (reservorio más sello). El hidrógeno no aparece como un mineral dentro de la roca: suele estar como ga en poros/fracturas o disuelto en fluidos y pude concentrarse en un reservorio si hay un sello que lo retenga.

Ejemplo real muy citado: BouraKebougou /mali), allí se encontró H2 en Reservorios Carbonáticos “tapados” por sills (mantos) de Dolerita que actúan como sello.

¿De qué periodo geológico? No tiene un único periodo.

El Hidrógeno Blanco puede generarse hoy mismo y en cualquier momento geológico, siempre que haya aguas más minerales ricos en hierro en condiciones adecuadas.

Pero los yacimientos/ocurrencias conocidas suelen estar en rocas de edades mu distintas, por ejemplo, Mali, (Bourakebougou): El pozo original atraviesa sedimentos proterozoicos instruidos por doleritas Triásicas (eso da una idea del marco temporal del sistema).

Lorraine Francia, el sistema este asociado a la Cuenca carbonífera (Westfaliano-Stephaniano).

Basamentos muy antiguos Arcaico – Proterozoico): Se discute que puede aportar un flujo de fondo de H2 hacia Cuencas superiores (por fracturas y procesos como radiolisis).

En una frase (para acordarte mas fácil) el hidrógeno blanco se genera sobre todo en rocas ultramaficas serpentinizado (Peridotitas/serpentinitas), puede migrar y acumularse en rocas porosas /fracturadas (carbonatos/areniscas, puede pertenecer a sistemas geológicos de cualquier edad, desde arcaico-Proterozoico hasta Triásico o Carbonífero, porque lo importante es el proceso, no la época.

4. CONCLUSIONES:

Hay soluciones a la problemática energética existente en Tarija y el País. Pero será difícil poder desarrollar o planificar acciones que nos conduzcan a la solución de este problema por la falta de una mejor preparación de nuestros gobernantes: autoridades nacionales, departamentales y provinciales.

Se desconoce la problemática del sector, no se lee, no hay tiempo para analizar o investigar las probables soluciones. El conocimiento Científico y Técnico ha quedado postergado. No importa. Lo que importa es como se hace dinero en el menor tiempo posible y con el mínimo esfuerzo intelectual.

En este trabajo de investigación están parte de los recursos naturales que existen en Bolivia y en nuestro departamento, que explotados racionalmente, podríamos vivir de mejor manera,

En conocimiento de esta realidad, dedique mi valioso tiempo para decirles que hay soluciones a: Corto, Mediano y Largo Plazo a la Crisis Energética de Tarija y del País.

Tarija, 28 de septiembre, 2026

SOBRE ESTA OBRA

En esta obra, el Ing. Daniel Centeno Sánchez presenta una reflexión técnica y propositiva sobre la crisis energética que enfrenta Tarija y Bolivia.

A partir de su experiencia profesional y de una visión basada en la geología y los recursos naturales del país, el autor plantea alternativas energéticas a corto, mediano y largo plazo, destacando el papel de los hidrocarburos, la energía solar, la energía eólica, la geotermia, el torio y el hidrógeno blanco.

Con apoyo de fotografías, mapas y ejemplos concretos, este libro reúne observaciones, análisis y propuestas orientadas a comprender mejor el potencial energético del sur de Bolivia y sus posibilidades de desarrollo.

Más que una exposición teórica, esta obra busca abrir una conversación sobre el uso racional de los recursos naturales y sobre las decisiones estratégicas que podrían contribuir al futuro energético del país.

Ing. Daniel Centeno Sánchez
Investigador y profesional de la geología

