SEMBRANDO ENERGIA PARA USO EN CORRIENTES DÉBILES PARA ZONAS REMOTAS

INTRODUCCION

Al tener en Bolivia, escenarios de aislamiento total—sin red eléctrica, energía solar, eólica ni generadores, y donde la extensión de líneas de transmisión está descartada y ante el confinamiento energético absoluto y al ser necesario alimentar eléctricamente, sensores de humedad, temperatura y nivel de agua, en lugares remotos (monitoreo ambiental, agricultura de precisión, boyas lacustres, infraestructuras aisladas), se plantea un sistema estandarizado de celdas galvánica o celda voltaica, denominada en honor de Luigi Galvani y Alessandro Volta, —, de donde se requiera contar con información de lugares remotos, basado en un sistema innovador, que permite ingresar a la información de lugares inaccesible por no disponerse de Energía Comercial; se trata de un dispositivo galvánico que transforma la energía geotérmica en energía eléctrica a través de una reacción redox (reducción-oxidación) espontánea de dos metales diferentes conectados por un puente salino, o semiceldas individuales separadas por una membrana porosa.

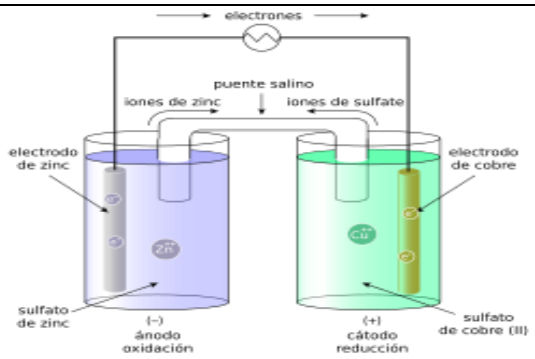
El trabajo presente, logra una valiosas lecciones e informe práctico de ingenieros que, recurriendo a simples sistemas, nada de complejos circuitos de carga, cuya vida útil depende estrictamente de la calidad y materiales constructivos utilizados en la Batería Galvánica Prototipo, y llega a constituirse en una realidad y no un simple mito.

INTRODUCTION

In Bolivia, there are scenarios of total isolation — with no electrical grid, no solar energy, no wind energy, and no generators, and where extending transmission lines is ruled out. Faced with absolute energy confinement and the need to electrically power humidity, temperature, and water-level sensors in remote places (environmental monitoring, precision agriculture, lake buoys, isolated infrastructure), a standardized system of galvanic cells, or voltaic cells, named in honor of Luigi Galvani and Alessandro Volta, is proposed — for use wherever information is required from remote places, based on an innovative system that provides access to information from places that are inaccessible due to the lack of commercial energy.It is a galvanic device that transforms geothermal energy into electrical energy through a spontaneous redox (reduction-oxidation) reaction of two different metals connected by a salt bridge, or individual half-cells separated by a porous membrane.

This work provides valuable lessons and a practical report from engineers who, using simple systems, with no complex charging circuits, whose useful life depends strictly on the quality and construction materials used in the Prototype Galvanic Battery, have made it a reality and not a mere myth.

COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA CELDA GALVÁNICA

	**Ánodo (-): Electrodo donde ocurre la oxidación (la sustancia pierde electrones; lámina de Zinc.** **Cátodo (+): Electrodo donde ocurre la reducción (la sustancia gana electrones); lámina de Cobre.** **Puente salino o membrana porosa: Conecta las dos semiceldas, permite el movimiento de iones y mantiene el equilibrio de cargas eléctricas; Bentonita y Humus de Lombrices.** **Circuito externo: Conductor por el cual viajan los electrones desde el ánodo hacia el cátodo, generando corriente.**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Bentonita	**El principal objetivo, es absorber y retener la humedad de manera eficiente para mantener activo el medio iónico. Actúa como soporte físico para inmovilizar soluciones líquidas.**
Humus de Lombrices	**Debido a su alta concentración de sales minerales disueltas y ácidos fúlvicos/húmicos (compuestos orgánicos naturales de bajo peso molecular que se forman por la descomposición de la materia orgánica tiene menor resistencia eléctrica interna. Aporta una excelente cantidad de nitratos, potasio y fosfatos disueltos.**
Preparación de la mezcla (Bentonita + Humus)	**El Preparado del electrolito (mezcla de humus de lombriz con agua (proporción 70% humus - 30% agua) creando un líquido muy saturado de nutrientes; la bentonita se debe añadir gradualmente y batiendo con agua poco, hasta obtener la consistencia de una gelatina ligera.**
Consejos para el ensamblaje	**Control de humedad: La bentonita necesita estar húmeda (como lodo espeso) para conducir electricidad. Si se seca por completo, la batería dejará de funcionar.** **Evitar el contacto directo: El cobre y el zinc no deben tocarse físicamente dentro de la mezcla, o causarán un cortocircuito interno y el voltaje caerá a cero.** **Para obtener más voltaje: Se debe construir varias celdas separadas y conectarlas en serie (el cobre de una celda al zinc de la siguiente).** **Electrodos** **Las láminas de cobre y Zinc, se cortan en un ancho de 4 Cm. se doblaron en 4 partes, obteniéndose electrodos de 1 Cm. de ancho y 25 Cms. de largo, mismos que se perforaron en la parte superior para conectar terminales y llevar a una Regleta y proceder con la configuración serie y paralelo de acuerdo a requerimiento específico:**
ALTERNATIVAS	**Alternativa 1: misma Tensión y mayor Amperaje.** **Alternativa 2: Mayor Tensión y similar Amperaje.** **Tubos de PVC hidratantes de 3/4" de diámetro** **Estos tubos se perforaron con broca de 1/8", para que el agua que se añade periódicamente, sirva de hidrante y la mezcla bentonita + Humus, permitan a los electrodos de Cobre (+) y Zinc (-), estar en ambiente húmedo.**

Principales características del cobre	**Conductividad eléctrica: Permite el paso franco de corriente eléctrica, sin mucha resistencia a través suya.** **Ductilidad: El cobre se deforma sin romperse ejerciendo poca presión.** **Maleabilidad: Gracias a la ductilidad, se en el merado en finas láminas facilitando doblar la chapa que se precisa sin requerir de plegadora o cizalla con tonelaje de plegado.** **Principales características del Zinc** **Galvanización: Alrededor del 50% de su uso mundial se destina a recubrir el acero y el hierro y protegerlos de la oxidación.** **Aleaciones: Forma parte de importantes de aleaciones metálicas como el latón (con cobre).**

MONTAJE DE BATERÍA GALVÁNICA PROTOTIPO

La construcción prototipo, para obtener energía eléctrica: corrientes débiles y baja tensión, se realizó por motivos de logística, en la ciudad de Cochabamba del 29 al 30 de agosto 2026, y se logró el objetivo esperado.

Para su fácil interpretación se incluyen imágenes de los pasos de las instalaciones concretadas:



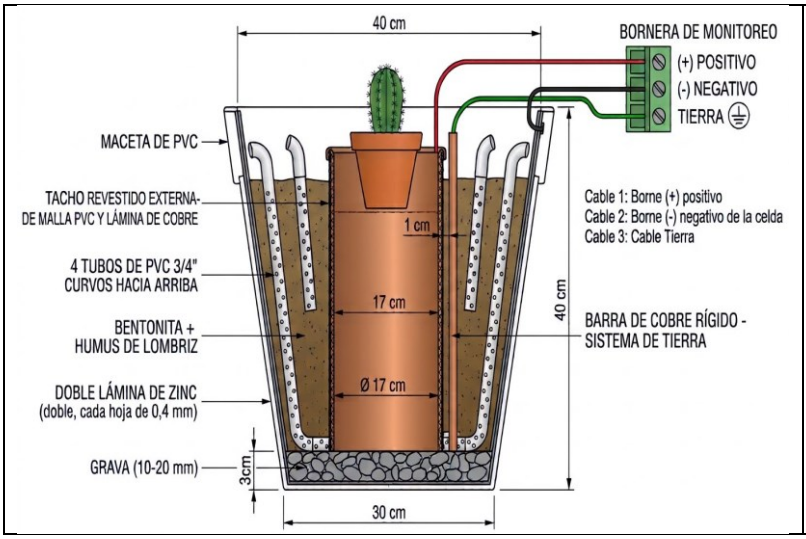



Materiales utilizados en el ensamblaje de las Celdas Galvánicas:		
Ítem	**Cantidad**	**Detalle**
1.1.	**6 Pzas.**	**Electrodos de 4 cm laminado de cobre y doblado en 4 partes (acabado de 1 Cm)**
1.2.	**6 Pzas.**	**Electrodos de 4 cm laminado de Zinc y doblado en 4 partes (acabado de 1 Cm)**
1.3.	**15 kg**	**Bentonita**
1.4.	**20 kg.**	**Humus de lombrices**
1.5.	**15 lts.**	**Agua**
1.6.	**16 Pzas.**	**Terminales para cable Nº 12**
1.7.	**5 m**	**Cabe Nº 12 Color Rojo (+)**
1.8.	**5 m**	**Cable Nº 12 Color Amarillo (-)**
1.9.	**6 Pzas.**	**Codos Te de 3/4" sin rosca**
1.10	**5 m**	**Tubo e PVC 3/4" sin rosca**

Los resultados de SEMBRANDO ENERGIA PARA USO EN CORRIENTES DÉBILES REMOTAS, se cumplió a cabalida
Las Lecturas obtenidas en Multímetro Fluke digital, en cada celda fueron similares: 0.9 VDC y dos en serie 1.6 V
Queda demostrado que con otras 2 Celdas (4 en total) se obtendrían 3.2 VDC, apto para alimentar SENSORES
donde no hay ENERGIA COMERCIAL, ni Paneles Solares, Aerogenerador, Grupo electrógeno, siendo prohibitivo

PROPUESTA MEJORADA: SISTEMA DE SEMBRANDO ENERGIA EN SECTORES REMOTOS

IMAGEN 1 - CELDA INDIVIDUAL - CORTE TRANSVERSAL



Los cables de conexión de las láminas de Cu y Zn, se los derivará de la parte superior y se destaca en la maceta la toma de Tierra, elemento indispensable para proteger la electrónica a utilizar (Jabalina – barra de cobre de 8 mm de diámetro y 20 cm de largo).
Tambien se ve clarísimo, el colocado decorativo del Cactus, en otra Maceta pequeña, exactamente en la parte superior y al medio de las macetas principales.

CUADRO DE MATERIALES POR MACETA PROTOTIPO E INVERSION

Para garantizar la estabilidad y el correcto balance biológico y galvánico, cada maceta individual requiere los siguientes insumos dosificados:

Ítem / Descripción del Material	Unidad	Cant. (1 Celda)	Precio Unit. Aprox. (Bs.)	Subtotal 1 Celda (Bs.)	Cant. (4 Celdas)	**Total 4 Celdas (Bs.)**

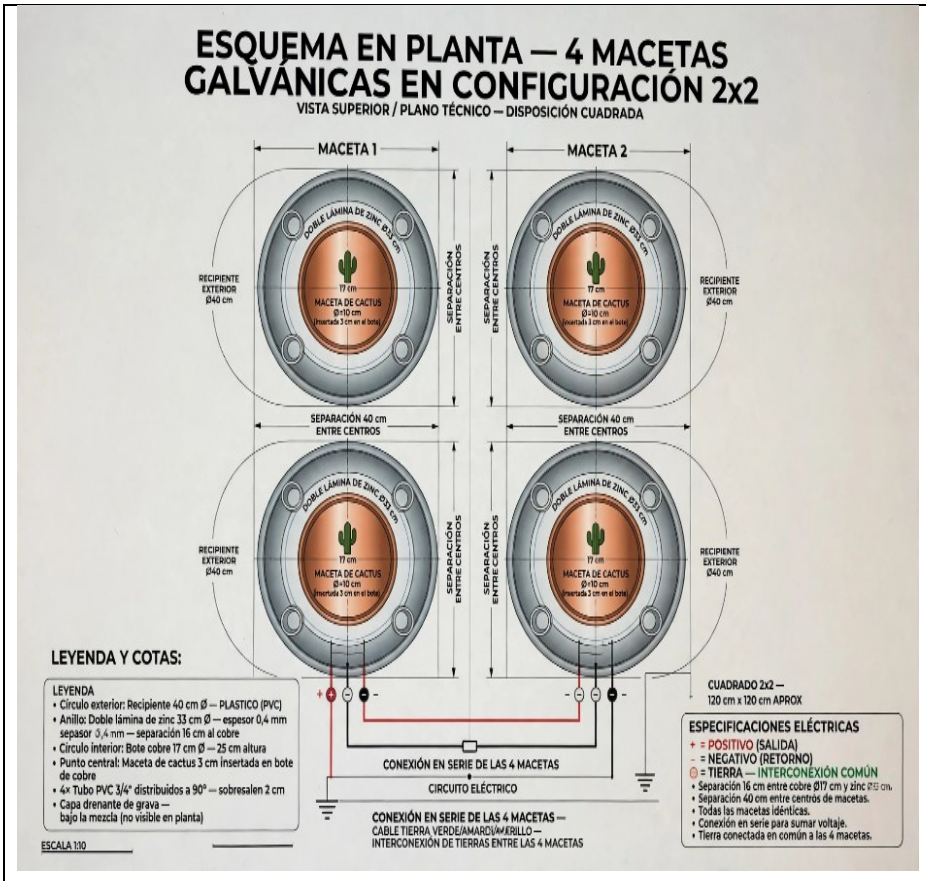
Maceta cónica de PVC reforzado (40x 30x 40 cm)	Pza	1	45,00	45,00	4	**180,00**
Doble lámina de Zinc liso 0,4 mm (área útil 0,80 m2 por celda)	m2	0,8	60,00	48,00	3,2	**192,00**
Tacho central 17x30cm+ malla PVC de revestimiento externo	Jgo	1	22,00	22,00	4	**88,00**
Lámina delgada de Cobre electrolítico (aprox 0,20 m2) por tacho)	m2	0,2	325,00	65,00	0,8	**260,00**
Barra rígida de Cobre para tierra (3/8'' x 40 cm)	Pza	1	28,00	28,00	4	**112,00**
Sistema de hidratación: Tubo PVC \(3/4''\) perforado + 4 codos \(90^{\circ }\)	Jgo	1	18,00	18,00	4	**72,00**
Cable flexible #14 AWG (Rojo, Negro, Verde) y terminales de ojo	Jgo	1	15,00	15,00	4	**60,00**
Bornera aérea de monitoreo de 3 terminales (+, -, Tierra)	Pza	1	12,00	12,00	4	**48,00**
Electrolito activo: Mezcla de Bentonita sódica + Humus de lombriz	Litro	28	1,25	35,00	112	**140,00**
Grava lavada seleccionada (10a 20 mm) para drenaje base	Litro	3	1,67	5,00	12	**20,00**
Maceta cónica interna 11 cm + Cactus adaptado	Jgo	1	18,00	18,00	4	**72,00**
Sellador epóxico / silicona neutra aislante para bornes aéreos y terminales	Tubo	0,25	40,00	10,00	1	**40,00**
SUBTOTAL MATERIALES POR CELDA y BANCO DE 4 UNIDADES	—	—	321.00	—	—	**1.284,00**

COSTOS DE INTEGRACIÓN DEL BANCO, ELECTRÓNICA Y MANO DE OBRA

Para dejar el sistema completamente operativo en sitio remoto y listo para alimentar los sensores de nivel, humedad y temperatura, se incorporan los siguientes rubros globales:

Concepto de Integración y Ejecución	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs.)	Subtotal (Bs.)
Interconexión serie 2x2, bornera general y caja estanca IP65	Global	1	95,00	95,00
Módulo Regulador / Energy Harvester 3.3VDC (ej. BQ25504 o LTC3108 con supercondensador)	Pza	1	140,00	140,00
Mano de obra técnica (corte/rolado de láminas, perforación de tubos, soldadura de bornes, preparación de sustrato y pruebas de voltaje)	Jornal	2	180,00	360,00
SUBTOTAL INTEGRACIÓN Y MANO DE OBRA	—	—	—	595,00

IMAGEN 2: PLANO ELÉCTRICO DE 4 MACETAS GALVÁNICAS CONEXIÓN SERIE



Al tratarse de un diseño de una Batería de celdas galvánicas de baja potencia. El sistema aprovecha el par galvánico entre el Cobre (Cu) y el Zinc (Zn) en un sustrato húmedo (tierra) para generar una diferencia de potencial eléctrico. La energía captada es procesada para entregar una salida regulada y constante de 3.3 VDC, ideal para la alimentación de sensores e instrumentación electrónica de bajo consumo en entornos agrícolas o domésticos.

RESUMEN FINANCUERO DEL PROYECTO

DETALLE	COSTO INDIVIDUAL Bs.
Costo unitario de materiales (1 celda individual)	**321.00**
Costo total de materiales (banco de 4 celdas)	**1.284.00**
Costo de integración, regulador 3.3VDC y mano de obra	**595.00**
PRESUPUESTO TOTAL ESTIMADO DEL SISTEMA	**1.879.00**

CONCLUSIONES

- Significa disponer de una solución efectiva de Energía Alternativa en escenarios de aislamiento total—sin red eléctrica, energía solar, eólica ni generadores, y donde la extensión de líneas de transmisión está descartada—, para alimentar eléctricamente, sensores de humedad, temperatura y nivel de agua (monitoreo ambiental, agricultura de precisión, boyas lacustres, infraestructuras aisladas), disponer recepción de internet y cargar celulares.

- Se plantea un dispositivo galvánico que convierte la energía geotérmica en energía eléctrica a través de una reacción redox (reducción-oxidación) espontánea de dos metales diferentes conectados por un puente salino, o semiceldas individuales separadas por una membrana porosa.

- El sistema permite obtener información de lugares remotos, basado en un sistema innovador, que permite ingresar a la información de lugares inaccesible porno disponer de Energía Comercial y constituirse en una realidad y no un simple mito.