

COMPARACION ECONOMICA ENTRE LOS SISTEMAS DE BOMBEO FOTOVOLTAICO Y LAS BOMBAS DE GAS OIL, PARA LA APLICACION EN DISTINTOS PAISES.

Rainer Schröer , GTZ  
(Sociedad de Cooperación  
Técnica Alemana)  
CC 104  
5300 - LA RIOJA

1. INTRODUCCION:

El Proyecto Argentino - Aleman de bombeo fotovoltaico forma parte de un proyecto multinacional del Gobierno Aleman en siete(7) paises del mundo en forma simultanea.

Los paises que participan son: ARGENTINA, BRASIL, TUNESIA, JORDANIA, ZIMBAWE, INDONESIA Y LAS FILIPINAS.

El programa está financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (BMFT) de Alemania y está implementado por la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

Alemania, en este programa provee los Sistemas de Bombeo Fotovoltaicos, y otros materiales como los sistemas de medición, consultores, etc.

Los gastos para la infraestructura local (tanques, pozos, etc) estan a cargo de los paises participantes.

Los Objetivos del programa son:

- Demostrar la confiabilidad, tecnica de los sistemas de bombeo fotovoltaico.(BFV)
- Mostrar la competitividad de los sistemas BFV ante las tecnologías convencionales.
- Clarifica los parámetros sociales para la aceptación de esta tecnología.

Para llevar a cabo estos objetivos, el programa instala nuevas plantas de demostración en cada pais que participa en el proyecto.

Estas plantas tienen una potencia apropiada a los requerimientos de las localidades y sirven para realizar una disimianción de la tecnología cuando los resultados sean favorables.

Un programa de medición que se implementa en cada instalación de los sistemas, permite la recolección de datos relevantes, para evaluar la competencia económica de los sistemas.

Los datos obtenidos de los distintos paises sirven para una base de comparación económica global de esta tecnología.

Este trabajo va a mostrar los primeros resultados de evaluaciones comparativas entre sistemas BFV y sistemas convencionales de bombeo a GasOil.

## 2. METODO PARA EVALUAR LA ECONOMIA DE SISTEMAS ENERGETICOS

En Evaluaciones Económicas se deben comparar las siguientes preguntas:

- Es rentable la inversión en el sistema?
- Qué gastos hay por año?
- Cuál sistema es más económico?  
(Comparación con alternativas)

La evaluación generalmente esta en el marco microeconómico. Existe limitaciones por los parámetros ecológicos, socio-economicos y macro-económicos.

Los métodos que se usan normalmente para evaluar la economía de un sistema son métodos dinámicos, que permiten inversiones después de la inversión inicial.

### MÉTODOS DINÁMICOS

Método valor actual	Método de tasa interna de retorno	Método de Anualidades	Método de comparación de gastos anuales	Cálculo del periodo de amortización
NPV)=0	IRR)=1	AN >=0	ANCI < AN2	n1 < n2
NPV1)NPV2	IRR1)IRR2	AN1 > AN2		

(Indicadores para decidir qué proyecto es más económico:  
Proyecto 1 ó Proyecto 2)

En caso de la comparación del sistema para el suministro de agua, el método de "Gastos Anuales" o los Gastos Anuales por Unidad Producida ( m<sup>3</sup> de agua) es el método apropiado.

$$A_{nc} = \left[ \sum_{t=0}^n \frac{CC \times Q^{-t}}{1+i} \times FR(i, t) \right] + (I-L) \times FR(i, t) + L \times i$$

Gastos Anuales	Gastos operativos	Factor de capitalización.	Factor de recuperación.	Inversión menos valor residual.	Valor residual por tasa de interes.
----------------	-------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

El cálculo implica tener en cuenta los siguientes datos de entrada :

- 1) Tasa de Interes del mercado (P)
- 2) Tasa General de inflación (a)
 

Interes real Z
$i = \frac{100 + P}{100 + a} \times 100 - 100$
- 3) Tasa de inflación de energía.
- 4) Vida Útil de la instalación.
- 5) Gastos de inversión t=0 / t=?
- 6) Valor residual.
- 7) Gastos personales.
- 8) Gastos para reparación y mantenimiento
- 9) Otros gastos: Materiales auxiliares, Administración, Impuestos, etc.
- 10) Gastos de combustibles.
- 11) Ingresos, subvenciones.

### 3. PARAMETROS BASICOS DE APLICACION DE LOS SISTEMAS BFV EN TRES PAISES DISTINTOS

La siguiente tabla describe los datos básicos para comparar la economía de sistemas BFV en los países ARGENTINA, BRASIL Y ZIMBAWE.

DATOS (General)	ARGENTINA (4/92)	BRASIL(9/91)	ZIMBAWE(2/92)
Inflación (\$)	14%	30% mensual	22%
Interes (\$)	18%	38% "	40%(cons.)
Interes (especial)	6%	9%	25%(inver.)
Impuestos de Importación	20% }	40% }	40%
	18% }	61%	
	3% } 41%	21%	
	5% }		
TRANSPORTE			
Container 40"	\$ 9200	\$ 12000	\$ 8000
Alemania → País			
Pozo 6"	\$ 150/m	\$ 33/m	\$60/m
Profundidades normales	~50m	30 - 50m	70 - 80m
Tanque elevado 10 m <sup>3</sup>	\$ 5400	\$ 400(esp.)	\$1300
Tanque australiano 40 m <sup>3</sup>	\$ 3800	----	\$2200
Cañería 2"	\$ 7/m	\$ 2/m(PVC)	\$5/m
Cabeza pozo	\$ 350	----	----
Ingreso por suministro de agua	~ \$ 0.3/m <sup>3</sup>	0 (subsidio)	nuevas:\$0.12 viejas:0 /m <sup>3</sup>
	\$8 /m <sup>3</sup> (Def.Civ)		
DATOS FOTOVOLTAICOS			
Precio Panel Fotovoltaico	\$10 - \$15/Wp	\$12 - 18/Wp	\$10/Wp
Rango de aplicación	800 - 1000m <sup>2</sup> /día	400-800m <sup>2</sup> /d	800m <sup>2</sup> /día
Precio base Generador	\$170	\$100	\$100
Precio estructura Genera. (galvanizado p/8 paneles)	\$500	\$400	\$400
Precio cable			
4x2.5mm <sup>2</sup> (x metro)	\$1.5	\$4.3	\$2
4x4mm <sup>2</sup> (x metro)	\$2.4	\$7	\$5
Cerco Perimetral(x metro)	\$12	\$1	\$10

**SALARIOS:**

Trabajador / dia	\$25	\$6	\$4.2
Mecánico / hora	\$13	\$1.75	\$6
Ingeniero /hora	\$20	\$7.5	\$10
Pozero / mes	\$518	\$30	\$24
Pozero (parte)	~ \$200	~ \$8	~ \$8

Presencia del Pozero necesaria (tiempo)	100% (50%)	25%	25%
Demanda periodo seco	40% (6 meses)	40% (7 meses)	100%
húmedo	100% (6 meses)	100% (5 meses)	
Insolación	5.1 KWh/m <sup>2</sup> .d	4.8 KWh/m <sup>2</sup> .d	5.7 KWh/m <sup>2</sup> .d
Cargadores de bateria	\$3 - 5/carga ~ \$300 modif.	----	----

**DATOS DE GASOIL**

Precio GasOil (litro)	\$0.35	\$0.22	\$0.25
Precio Nafta (litro)	\$0.57 - \$0.78	\$0.30	\$0.47
Gastos personal (pozero)	\$518 / mes	\$30 /mes	\$24 /mes
Transporte de combustible	~ \$90 / a	---	---
Consumo tipico (GasOil)	0.34 l/m <sup>3</sup> *	0.5 l/m <sup>3</sup>	0.5 l/m <sup>3</sup>
Motores de GasOil	7.5 - 10 Hp	7 - 15 Hp	10 Hp
Precio Motor y Bomba	\$5000	\$4000	\$3200
Gastos de Mantenimiento	\$600 / a	\$400 /a	\$1100 /a
Vida útil	>20 años	~10 años	~10 años
Casilla para grupo Gasoil	\$1000	\$300	\$500
Tipo de bomba usada normalmente	Pistón simple y doble efecto	Pistón , jet	Pistón
Desmontaje bomba a pistón	1-2 /año	1-2 / año	1-2 /año

\* Bomba de doble efecto.

#### 4. COMPARACION ECONOMICA

Sobre la base de los datos básicos de cada país, un sistema de bombeo fotovoltaico es comparado con una alternativa de GasOil convencional respectiva.

El sistema BFV para la comparación tiene las siguientes características:

PRODUCCION/DEMANDA: 800 m<sup>3</sup>/día (25 m<sup>3</sup>/d de una profundidad de 32 m)

SISTEMA BFV : 1200 Hp

#### PRECIOS:

Paneles : \$6/Hp + Transporte + Gastos de Importación

Inversor y Bomba : \$2800 + Transporte + Gastos Importación

PRODUCCION: 9000 m<sup>3</sup>/ año

VIDA UTIL: PANELES SOLARES : 20 años

INVERSOR Y BOMBA : 10 años

VIDA PROYECTADA: 20 años

INTERES REAL: 5%

Las siguientes tablas muestran los gastos por m<sup>3</sup> de agua bombeada para las dos alternativas: BFV - bomba de GasOil, en los tres países en comparación.

En la primera Tabla, aparecen los gastos sin el pozo, tanques y la cañería. (Es el caso de una sustitución en una planta existente)

En la segunda tabla, los gastos para realizar el pozo y la infraestructura. (Pozo : 80 m , Cañería : 50m , Tanques : 10m<sup>3</sup>)

TABLA I COMPARACION SOLO DEL SISTEMA DE BOMBEO

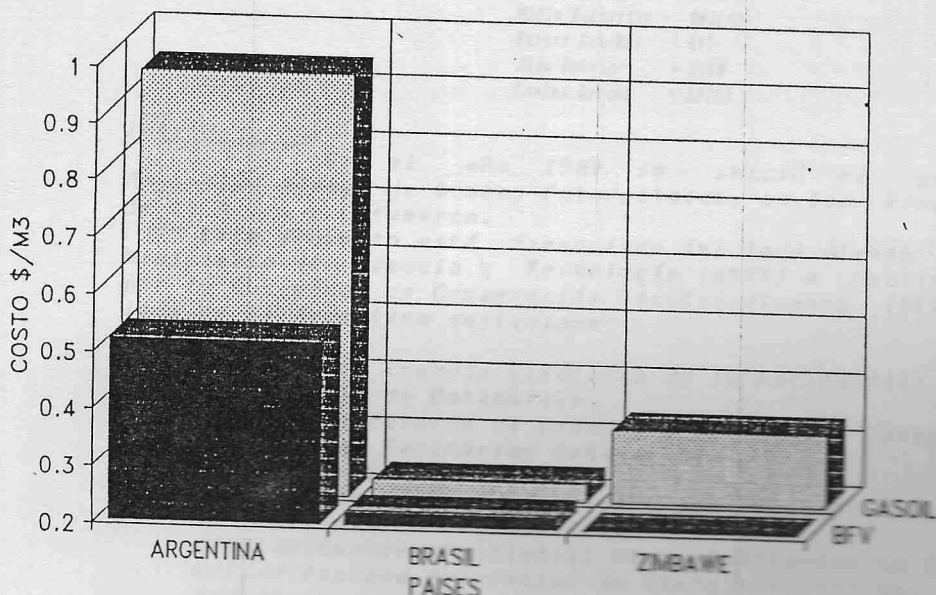
\$/m <sup>3</sup>	ARGENTINA	BRASIL	ZIMBAWE
BFV	0.52	0.22	0.20
GasOil	0.94	0.23	0.33

TABLA II COMPARACION DE LOS GASTOS POR m<sup>3</sup> CON INFRAESTRUCTURA POZO, TANQUES, ETC.

\$/m <sup>3</sup>	ARGENTINA	BRASIL	ZIMBAWE
BFV	0.67	0.25	0.26
GasOil	1.10	0.26	0.38



## COMPARACION DE SISTEMAS FOTOVOLTAICO - GASOIL



Los resultados muestran claramente, que en la Argentina la economía, comparativamente, tiene más ventajas que en los otros países.

La razón de este efecto se encuentra en los altos gastos de personal en la Argentina.

Los altos salarios de los pozeros y los altos gastos de mantenimiento de los sistemas de GasOil en la Argentina, dan más ventajas a la aplicación de sistemas BFV.

Los altos gastos de mantenimiento en Zimbabwe, como consecuencia de las largas distancias a ciudades próximas, también resulta una ventaja para el sistema BFV.

En Brasil, a causa de los bajos salarios y bajos niveles de precios para la infraestructura en general, la ventaja para el sistema BFV no es muy grande.

Generalmente se puede decir, que la economía de un sistema BFV depende mucho del país de aplicación y no siempre es favorable.

Rainer Schröer  
La Rioja, Octubre de 1992