

## [ANEXO 7]

### ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

#### A7.1 Estimación de costos asociados a la casa de máquinas

Para la estimación de los costos asociados al equipamiento de la casa de máquinas se tomó como referencia un presupuesto de equipamiento a una PCH con grupos de 120kVA [18]; cabe destacar que los precios allí expresados están en la denominación de pesetas españolas, la fecha de dicho presupuesto es de febrero de 2002

Para la conversión de los precios se tomó como referencia la última conversión de pesetas a Euros 166.38 Pts/€ (junio de 2002) y se supuso inflación cero para la conversión. Los precios se referenciaron a dólares según cambio oficial emitido por el Banco Central Europeos de fecha 9 de junio de 2008 de 1,55 \$/€ Posteriormente se aplicó la tasa oficial de cambio de 2,15 Bs./ \$ obteniéndose así una lista de precios asociados a los equipos de la PCH, con respecto a los equipos donde depende el precio con la potencia como lo son los grupos Turbina-Generador y los transformadores se aplicó una regla de tres simple para obtener los precios respecto a la nueva potencia. (Tabla 31).

**Tabla 31** Presupuesto General de la casa de máquinas.

N° Unit.	Descripción	Precio Unitario Bs.	Importe Bs.
3	Grupo de la PCH. Turbina Francis de cámara cerrada de eje horizontal, velocidad específica 200 r.p.m, potencia útil 700 kW. Generador síncrono trifásico de eje horizontal, polos salientes, sin escobillas, tensión nominal 2400V, potencia aparente 700 KVA, incluyendo accesorios de montaje.	1.400.000,00	4.200.000,00
1	Captador de nivel CNM 4200, mediante medida de la presión hidroestática, señal de salida 4-20 mA dos hilos, alimentación al sensor entre 8,2 y 30,8 Vcc, protección AT30E incluyendo cableado a los órganos de control de nivel de la central y totalmente instalado	960,00	960,00
1	Armario de control y maniobra de la minicentral situado en la sala de control equipado con todos los elementos de medida y control descritos en la memoria descriptiva.	30300,00	30300,00
3	Autómata programable ONROM, CPU C200HE-42-E, fuente de alimentación C20011w-pa204, rack de 8slots C200HW-BC081, incluyendo un módulo de 16 salidas relé C200H-OC226N	10.000,00	30.000,00
3	Regulador Watt, incluyendo accesorios de montaje,	15.600,00	46.800,00
3	Regulador de tensión con un dispositivo de regulación por tiristores con limitadores adicionales, para excitación del generador incluyendo accesorios del montaje,	2.500,00	7.500,00
4	Interruptores automático de baja tensión de cuatro polos para la protección de la instalación de B.T y servicios Auxiliares, de la marca Siemens modelo MASTERPAC.	2.500,00	10.000,00

<b>N° Unit.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario Bs.</b>	<b>Importe Bs.</b>
3	Sepam 2000 G01 Protección del generador y monitoreo de las variables eléctricas y mecánicas	7.000,00	21.000,00
1	Banco transformador para Servicios Auxiliares de 75 kVA	5.625,00	5.625,00
3	Transformador de potencia trifásico de 700 kVA en aceite con grupo de conexión Dyn11	56.250,00	168.750,00
1	Equipos de Medición Varios	5.000,00	5.000,00
3	Celda tres interruptores, conjunto compacto estanco CAS 410 en atmosfera de hexafluoruro de azufre, 36kV tensión nominal, en las funciones de línea. Incluyendo los bornes de conexión.	30.000,00	90.000,00
3	Celda de protección general. Celda de protección automático modelo SM6, tipo DM1DF3616	38000,00	114000,00
3	Celda modelo SM6, tipo GBCEA333616, medida de tensión y corriente con entrada inferior y salida superior laterales por barras	18.000,00	54.000,00
3	Equipo de medición de energía de la marca LANDIS con contador de energía activa y reactiva importación/exportación.	5.000,00	15.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>4.768.935,00</b>

### **A7.2 Costo total de la recuperación**

En este trabajo la recuperación se enfocó desde el punto de vista de la casa de máquinas y la subestación de salida de la PCH; sin embargo, para el análisis financiero hace falta tener el costo total incluyendo el costo de las obras civiles, para ello se toma como referencia la información de la tabla 32 tomada del ITDG-LA

Es importante mencionar que según entrevista realizada al Ing. David Temes de Talleres JRIF C.A. la repotenciación General de cada generador estaría en el orden de 500.000 Bs. Incluyendo la excitatriz dinámica, a junio de 2008.

**Tabla 32** Componentes y costos de las PCH [3]

<b>Componentes</b>	<b>Costos</b>
Obras Civiles	30% al 50%
Equipos Electromecánicos	15% al 30%
Redes Eléctricas	25% al 40%

En el componente de redes Eléctricas se incluye los costos de las subestaciones de salida y las redes de distribución en el caso de la PCH Choróní las redes de distribución ya se encuentra hechas y en todo caso, sólo habría que hacer algunas adecuaciones y en el costo estimado de la recuperación de la casa de máquinas ya se incluye la subestación de salida, por tanto una aproximación al costo total sería suponer que el costo de la casa de máquinas y la subestación de salida representan el 50% del costo total de la recuperación. De esta forma el costo total de la recuperación sería de **Bs. 9.537.870,00**

### **A7.3 Costo del kVA instalado**

El costo del kVA instalado resulta de dividir el costo total de la recuperación de la PCH entre la potencia de los 3 grupos considerados, de esta manera, el costo es 4.541,84 Bs/kVA

### **A7.4 Costo del kWh generable**

El costo del kWh se calcula dividiendo el valor actual de todos los costos entre el valor actual de los kWh que se espera vender a una misma tasa de interés

#### **A7.4.1 Valor Residual de rescate del equipo electromecánico:**

Es el valor de los bienes, en el último año de vida útil del proyecto. Para calcular este valor se debe tener en cuenta la depreciación de valor de los bienes durante su uso en el proyecto, el cual se determina teniendo en cuenta en criterio de vida útil, que para los equipos electromecánicos se considera de 30 años

$$VR_n = V_i - V_i \cdot \frac{n}{N} \text{ donde}$$

VR<sub>n</sub>= valor residual en el año n

V<sub>i</sub>=Valor inicial del bien en el año de instalación

N= Vida útil del bien

n=Año en que se calcula el valor residual.

VR<sub>25</sub>=4.768.935,00\*(1-25/30) =794822,50 Bs. (Valor Residual de equipos electromecánico)

#### **A7.4.2 Procedimiento de cálculo**

Sólo para ilustrar el cálculo se preparó la tabla 33 en la cual se ha seguido los siguientes pasos:

- Columna A: representa los años en forma cronológica del proyecto.
- Columna B: representa los costos totales anuales del proyecto, en el primer año se coloca el costo total de la inversión en los años siguientes se coloca un costo fijo anual por concepto de operación y mantenimiento del 2% de la inversión inicial y 0,75% por impuesto y seguro para un total de 2,75%, el último año del proyecto se coloca el valor residual.
- Columna C: aquí se colocan los factores para traer todos los costos al año cero tomando una tasa de interés anual del 30% con una inflación de 19%

interanual y una duración de la planta de 25 años (del año 2 al año 25 se coloca un solo factor por ser una serie de pagos fijos).

- Columna D: representa el valor de los costos traídos al año cero resulta de multiplicar la columna B por los factores de la columna C en la última fila se coloca el valor total presente de los costos
- Columna E: es la energía que se espera vender, al referirse a la gráfica de la figura 5.10 se observa que la energía firme para el caudal seleccionado es de 6300 MWh, cabe destacar que esta garantizado que toda la energía generada sea colocada en la red.
- Columna F: Son los factores del valor actual por pago simple a la tasa de interés seleccionada
- Columna G: energía equivalente actual.

**Tabla 33** Cálculo del costo de kWh

Año	COSTOS			ENERGÍA		
	Costo total anual en miles de Bs.	Factor del valor actual	Valor actual de costos en miles de Bs.	Miles kWh	Factor del valor actual	Valor actual energía miles de kWh
A	B	C	D	E	F	G
1	9537,87	0,9497	9058			
2	262,291425			6300	0,9019	5682
3	262,291425			6300	0,8565	5396
4	262,291425			6300	0,8134	5124
5	262,291425			6300	0,7724	4866
6	262,291425			6300	0,7336	4621
7	262,291425			6300	0,6966	4389
8	262,291425			6300	0,6616	4168
9	262,291425	12,7301	3339	6300	0,6283	3958
10	262,291425			6300	0,5966	3759
11	262,291425			6300	0,5666	3570
12	262,291425			6300	0,5381	3390
13	262,291425			6300	0,5110	3219
14	262,291425			6300	0,4853	3057
15	262,291425			6300	0,4609	2903
16	262,291425			6300	0,4377	2757

Año	COSTOS			ENERGÍA		
	Costo total anual en miles de Bs.	Factor del valor actual	Valor actual de costos en miles de Bs.	Miles kWh	Factor del valor actual	Valor actual energía miles de kWh
A	B	C	D	E	F	G
17	262,291425			6300	0,4156	2619
18	262,291425			6300	0,3947	2487
19	262,291425			6300	0,3749	2362
20	262,291425			6300	0,3560	2243
21	262,291425			6300	0,3381	2130
22	262,291425			6300	0,3211	2023
23	262,291425			6300	0,3049	1921
24	262,291425			6300	0,2895	1824
25	262,291425			6300	0,2750	1732
26	-532,531075			0,2611	-139	6300
Total Valor presente			12258			81845

$$\begin{aligned} \text{Costo por kWh} &= \frac{\text{Valor actual total costos}}{\text{Valor actual total energía}} \\ &= \frac{12258}{81845} \end{aligned}$$

*Costo por kWh en Bs. = 0,1498*

*Costo por kWh en centavos de Bs. = 14,98*