



**VII/CE-A1-01**

## **Elaboración de Documentaciones Técnicas y Administrativas para el Llamado a Licitación de la Repotenciación de las Unidades Generadoras 3 y 4 de la Central Hidroeléctrica Acaray**

**Ing. Jorge Romero, Ing. Alejandro Mujica, Ing. Ronnie Ayala, Ing. Eduardo Almirón, Ing. Félix Barrios, Ing. Modesto González, Ing. Walter Urbietta, Ing. Napoleón González, Ing. Antonio Cuquejo, Ing. Rocío Cueto, Ing. Piero Tininini**

**Administración Nacional de Electricidad - ANDE**

**Paraguay**

### **RESUMEN**

La Central Hidroeléctrica Acaray, es la única Central Hidroeléctrica de propiedad exclusiva de la ANDE, ya que las de ITAIPÚ y YACYRETÁ son de propiedad en condominio.

Cuenta con cuatro Grupos Generadores (conjunto Turbina-Generador) que fueron instalados en dos etapas: la primera denominada Acaray I (inaugurada en 1968) con los grupos N<sup>os</sup> 1 y 2, y la segunda etapa denominada Acaray II (inaugurada en 1977) con los Grupos N<sup>os</sup> 3 y 4.

La Central Acaray en su conjunto aporta aproximadamente el 12 % de la demanda de potencia del Sistema Interconectado Nacional, logrando una reducción del gasto por compra de energía de Yacyretá y contratación de potencia de Itaipú, con la consecuente disminución de la presión sobre la tarifa para el usuario final.

La situación actual luego de varios años de servicio comprende, el fin de la vida útil de gran parte de los componentes del generador, la obsolescencia de la tecnología utilizada en la fabricación y las dificultades en la obtención de repuestos, entre otros, y también el factor determinante de obtener mayor potencia de la misma instalación civil-hidráulica, obligan a realizar una importante intervención técnica (electromecánica) sobre Acaray II, con el fin de extender la vida útil de los generadores y equipos auxiliares, asegurar su buen funcionamiento y confiabilidad, incorporando la tecnología actual disponible (modernización), y al mismo tiempo aumentar su potencia de generación (repotenciación).

Este proceso se inició en el año 1999, con la repotenciación de las Turbinas de los grupos N<sup>o</sup> 3 y 4, llevando a la capacidad de 64 MW para 75 m de salto (Valor de diseño nominal) y el siguiente paso, para completar la repotenciación de los Grupos (conjunto Turbina-Generador), es el que se está llevando a cabo con la licitación de referencia, de repotenciación de los Generadores N<sup>o</sup> 3 y 4.

El objeto de este trabajo es presentar una síntesis de los pasos seguidos para la elaboración de la documentación técnica y administrativa requerida para el llamado a licitación, como también dar a conocer a los profesionales Ingenieros, técnicos, y estudiantes universitarios del Sector Eléctrico, internos y externos de la ANDE, los pormenores del Proyecto, destacando que la misma ha sido realizada en un elevado porcentaje por profesionales ingenieros de la ANDE. Se considera que este proyecto, debido a su complejidad e importancia, es muy representativo para el sector eléctrico de nuestro país.

### **PALABRAS CLAVES**

Modernización.

Repotenciación.

## **1 Introducción**

La Repotenciación de Centrales Hidroeléctricas son obras atípicas que no están dentro de los estándares normales de licitación de la ANDE, hecho este que dificulta de sobremanera la elaboración de los documentos técnicos y administrativos para el llamado a licitación. Debido a que no la ANDE no tiene experiencia alguna en este tipo de obras. Las mayores dificultades consisten en la introducción de nuevos equipos que deben ser integrados a equipos viejos y que luego deben funcionar correctamente. Esta situación debe ser plasmada en la documentación a modo de garantizar los resultados que la ANDE pretende.

## **2 Reseña histórica**

Los Grupos Generadores 3 y 4 entraron en servicio en el año 1977/78. Los Generadores fueron construidos por la empresa ABB-Brasil y las turbinas por la Nohab de Suecia, las unidades fueron diseñadas para trabajar con 2 frecuencias, 50 y 60hz, considerando que se preveía el suministro de energía al Brasil. De esta manera los Generadores están diseñados para generar 60,7 MVA en 50hz y 68,5 MVA en 60hz.

El suministro en 60hz al Brasil fue realizado en muy pocas oportunidades por problemas técnicos originados por la configuración de la red eléctrica brasilera. La condición de generar en 2 frecuencias diferentes condujo a la turbina, cuyo diseño es un compromiso entre las 2 velocidades, a una operación fuera de su punto de diseño con los consecuentes daños en los alabes (fisuras), ocasionando constantes paradas para su reparación y altos costos de indisponibilidad.

Paralelamente a esto, los Generadores fueron sufriendo un permanente deterioro en sus componentes, por ejemplo degradación de la aislación de las barras estatóricas, aflojamiento de calces, pérdida de la condición elástica de la junta de expansión entre araña y corona del rotor, pérdida de aislación del bobinado polar, ovalización del estator, etc.

Como consecuencia de toda esta problemática, en el año 1998 la ANDE decide realizar la sustitución y la Repotenciación de las turbinas. Las mismas pasaron de 48,5MW a 64MW para un salto neto de 75m, por parte de la VOITH. En esa oportunidad se realizó el cambio de los reguladores de velocidad y de los sistemas de partida – parada de los 4 grupos.

En cuanto a los generadores se procedió a efectuar una rehabilitación de los mismos, a cargo de la empresa fabricante, la ABB – Brasil. En la oportunidad se realizó el recuñado completo de las barras estatóricas y se procedió a realizar el Endurance Test de algunas barras, donde se detectó por parte del fabricante que el material aislante de las mismas acusaban un grave deterioro que significaba una vida útil no mayor a 4 a 5 años, bajo estas condiciones la operación de estas unidades resulta sumamente riesgosa por el peligro de perforación del aislante y de baja confiabilidad operativa de la máquina.

Se suma a toda esta problemática la poca disponibilidad de repuestos, equipos o componentes de estas unidades, dado que las mismas ya orillan los 30 años de servicio. Estos repuestos son de difícil obtención considerando la obsolescencia de los mismos, motivo por el cual generalmente se procede a hacer constantes adaptaciones y reparaciones para dar continuidad al servicio.

Otro aspecto a ser considerado es que en el año 1998 cuando se instalaron las turbinas de la VOITH (64MW), la ANDE no disponía de recursos económicos financieros para realizar la modernización y Repotenciación de los Generadores. A través de esta licitación se pretende aprovechar el incremento de potencia de las turbinas ya instaladas, llevando de esta manera los Generadores a 75MVA con un cos fi de 0,85.

## **3 Elaboración de la documentación administrativa**

### **Procedimiento:**

Se conformó un grupo de trabajo multisectorial, que se dividió las tareas en dos frentes:

- a) Elaboración del Pliego de Bases y Condiciones
- b) Elaboración del Texto del Contrato

Se utilizaron de base los PBC de contratos existentes, pero fueron sustancialmente modificados y tuvieron también importantes agregados ajustados a la Ley de Contrataciones Públicas y a la Ley de Adecuación Fiscal, así como consideraciones para cubrir todo el alcance de este tipo de prestaciones.

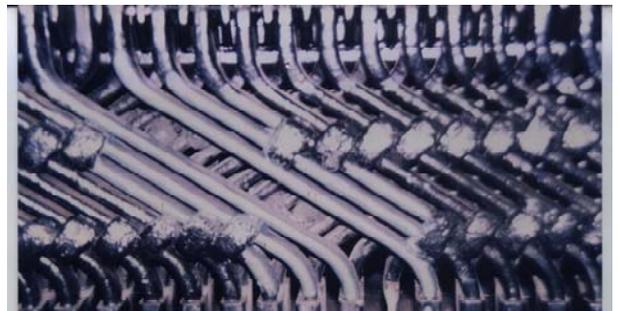
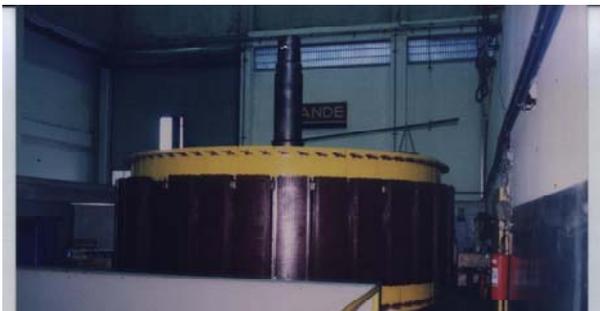
#### **4 Elaboración de documentación técnica**

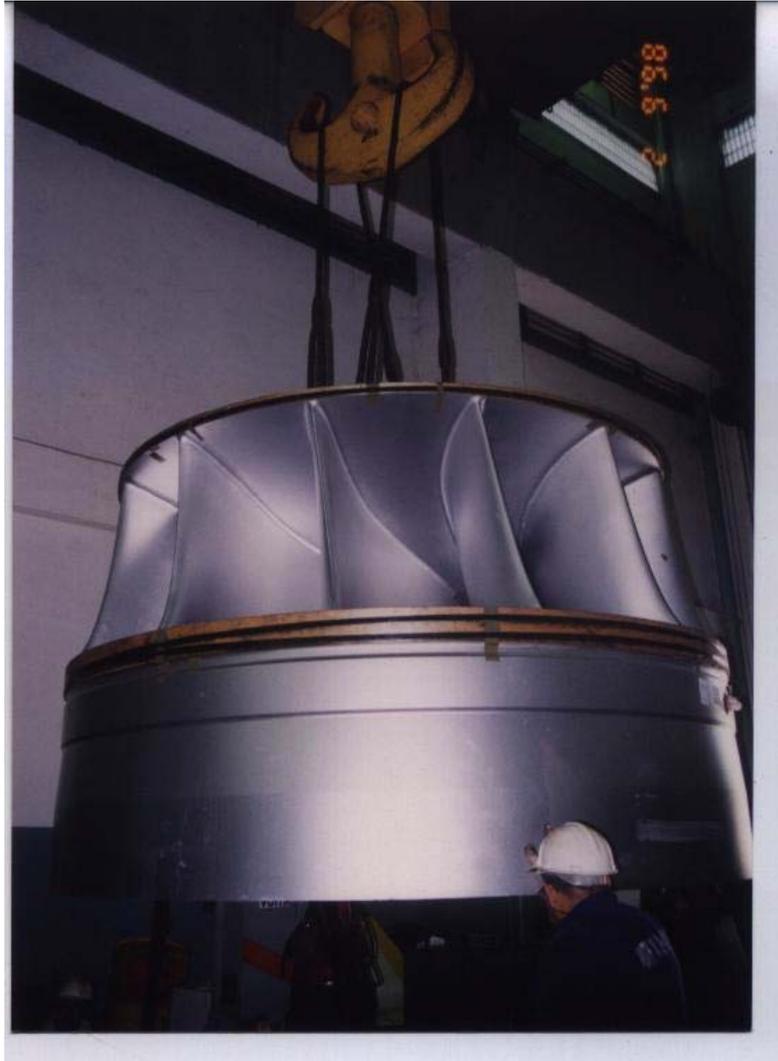
##### **Procedimiento:**

Consistió en dos fases:

- a) Recolección de información y datos de campo con especialistas de las Centrales de YACYRETA e ITAIPU, así como también relevamiento de información e inspección visual de trabajos de Repotenciación de dos máquinas pertenecientes a la Central Hidroeléctrica Mascarenhas de Moraes (Furnas – Brasil).
- b) Elaboración de las Especificaciones Técnicas: munido de toda la información y documentación recibida de los distintos especialistas, se procedió al trabajo de gabinete. Las tareas de redacción propia de las EETT fueron realizadas por secciones (Generador y equipos asociados, Sistemas de Protección y Control, Turbina y equipos asociados, Sistema de Monitoreo, Equipos de 220 y 13,8kV y Sistemas de SSAA de baja tensión). Debido a que la redacción de las distintas secciones fueron hechas por especialistas de distintas dependencias, luego debió centralizarse en una sola unidad en donde fue compilado, ordenado secuencialmente y unificados los formatos (tipo de letras, planillas, etc.), para su posterior impresión y lanzamiento al público.

#### **5 Figuras**

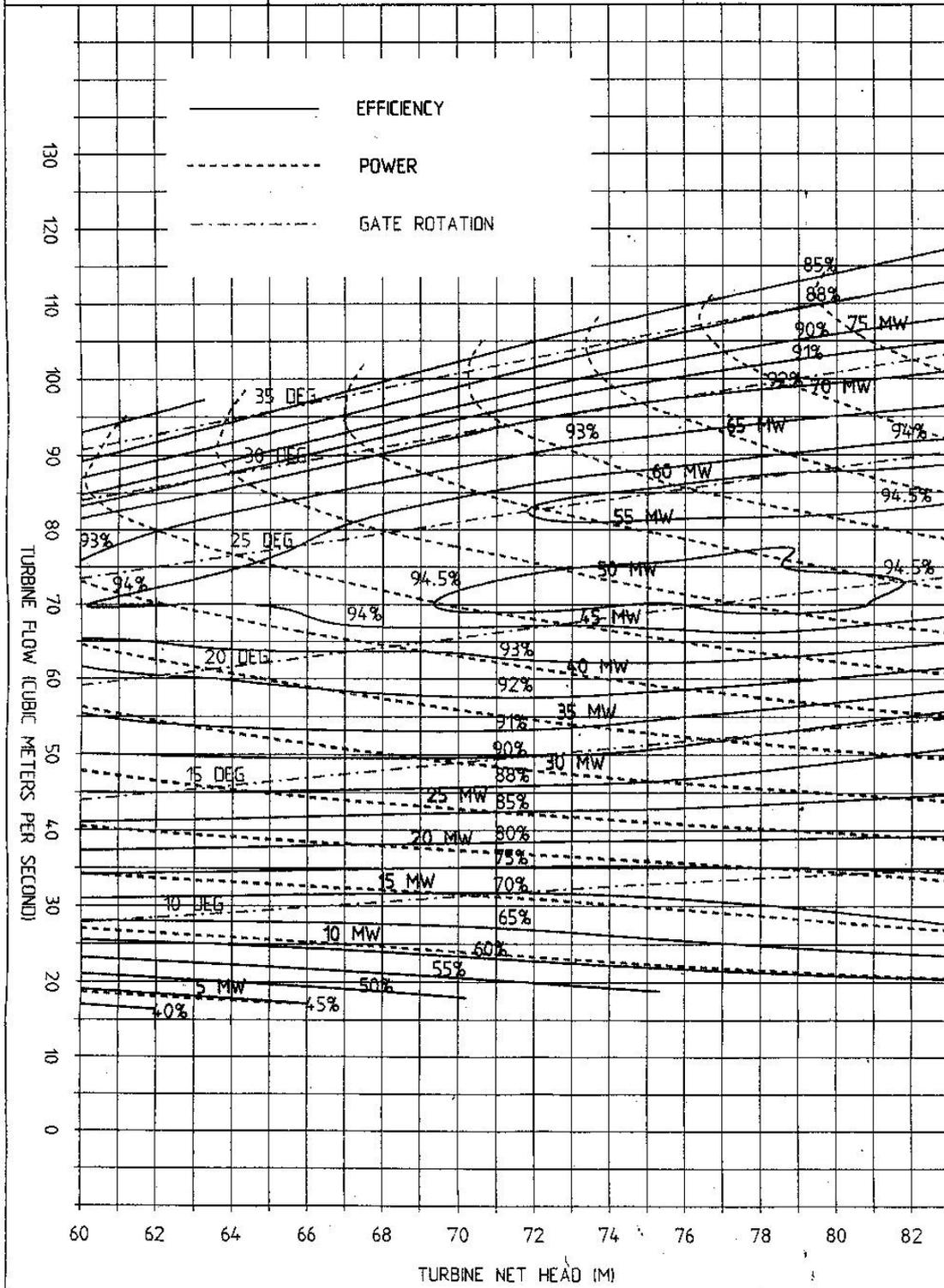




# VOITH

PROTOTYPE HILL CURVE

ANDE  
ACARAY UNITS 3 AND 4



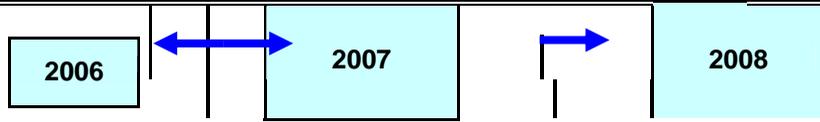
VOITH HYDRO, INC., YORK, PA USA	© 1997 VOITH All Rights Reserved	PREPARED BY: RITTAGE	APPROVED BY: DONELSON	DATE: 9 APR 97	DATE: 9 APR 97	ORDER NO: 35427	FIGURE: 5.16	REV 00
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------	-------------------	--------------------	-----------------	-----------

6 Tablas

**ANDE**

**ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD**

Lic. N° 101/2006		CRONOGRAMA GENERAL DE OBRAS - CENTRAL ACARAY																							
Ítem	Descripción	Duración	M1	M2	M3	M4	M5	M6		M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28				
1	Estudios / Ingeniería	4 meses	████████████████																						
2	Proyecto Ejecutivo/Aprobaciones	10 meses				████████████████████																			
3	Fabricación y Suministros	12 meses							████████████████████																
4	Estación 220 kV Readecuación y puesta en servicio	5 meses											████████████████							████████████████					
5	Desmontaje/Montajes Grupo 3	4 meses											████████████████												
6	Pruebas Grupo 3 (supervision y ensayos)	1 mes																				████			
7	Desmontaje/Montajes Grupo 4	4 meses																				████████████████			
8	Pruebas Grupo 4 (supervision y ensayos)	1 mes																					████		
9	Grupo 1	0,5 meses																					████		
10	Grupo 2	0,5 meses																					████		



## **BIBLIOGRAFIA**

- Número de referencia (en el cuerpo) entre corchetes []
- Primer nombre(s) o inicial(es) y apellido(s) del autor
- Título del artículo y entre comillas el nombre de la publicación en la que aparece, número de referencia, fecha, página (primera y última página)
- Título del trabajo y entre comillas el nombre de la conferencia/seminario en la que aparece, número de referencia, fecha, página (primera y última página)
- Título del libro, editor, año de publicación y página

Ver ejemplos listados abajo. El tipo de letra a ser usada es siempre Times o Helvetica 11 o 12.

- [1] Working Group SC 22-12 CIGRE. “The thermal behaviour of overhead conductors Section 1 and 2 Mathematical model for evaluation of conductor temperature in the steady state and the application thereof” (Electra número 144, Octubre 1992, páginas 107-125)
- [2] T. Seppa “Fried Wire?” (Public Utilities Fortnightly, Diciembre 2003, páginas 39-41)
- [3] Prospectiva del Sector Eléctrico 2002-2011. (Secretaría de Energía, México, 2002).
- [4] Resolución sobre las Modificaciones a la Metodología para la Determinación de los Cargos por Servicio de Transmisión de Energía Eléctrica. (Diario Oficial de la Federación. Jueves 23 de Diciembre de 1999).