

Modernización de los Puentes Grúas, Pórticos y Grúas Limpia Rejas de la Central Hidroeléctrica Itaipu

Víctor Raúl Franco P., Julio Cesar G. Gonçalves, Evandro R. Bubiak, Marlon Pieniz

ITAIPU Binacional

Paraguay - Brasil

1.1 Resumen

Los puentes grúas y pórticos son máquinas utilizadas para la elevación y el transporte de cargas. En el inicio de la década del 80 fueron instalados en la Central Hidroeléctrica Itaipu (CHI) para su utilización en el montaje electromecánico de las unidades generadoras, transformadores elevadores, subestación aislada a gas, compuertas de servicio, servomotores de la toma de agua, y demás equipos. Luego de la culminación del montaje electromecánico siguen teniendo un papel fundamental para la actividad fin de la empresa ya que los mismos son utilizados en el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de la CHI. La disponibilidad de estos es de suma importancia para la confiabilidad de los equipos de generación y en algunos casos para la seguridad de la presa.

Con más de 40 años de operación y con tecnología de esa época, la obsolescencia, la falta de piezas de reposición en el mercado, los aspectos relacionados a la seguridad de las personas, debido a que las normas de seguridad en la época de fabricación de estos equipos eran menos rígidas, fueron factores que incidieron en la confiabilidad de los mismos pudiendo afectar la disponibilidad de estos y en algunos casos, hasta afectar la disponibilidad de la CHI [1].

Fue así que en el año 2013, se decidió realizar un estudio para la modernización de estos equipos, incluyendo el relevamiento del estado de estos, el contacto con empresas del ramo y la visita a otras centrales hidroeléctrica que se encontraban en proceso de modernización de sus equipos de elevación y transporte de cargas. Como resultado del estudio se generó la especificación técnica para la modernización con base en las necesidades encontradas.

Así, en el año 2018 se realizó una licitación binacional en donde fue adjudicado un consorcio para la realización de los servicios de modernización eléctrica y electrónica, así como la adecuación de las condiciones de seguridad de los 24 equipos de elevación y transporte, comprendiendo 16 puentes grúas, 6 pórticos y 2 grúas limpia rejas.

En este trabajo se pretende presentar los desafíos encontrados durante las etapas de modernización, desde la etapa del proyecto, obras y puesta en servicio (comisionamiento). Compartiendo las lecciones aprendidas y los beneficios obtenidos luego de la modernización.

1.2 Palabras clave

Modernización, Puentes Grúas, Pórticos.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

1. PUENTES GRÚAS, PÓRTICOS Y GRÚAS LIMPIA REJAS

Los **puentes grúas** son máquinas que se utilizan para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical. Están compuestas por un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales del edificio, con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas y uno o más ganchos para el izaje de las cargas. Éste también puede poseer uno o más carros que recorren la viga para ubicarse entre los rieles principales.

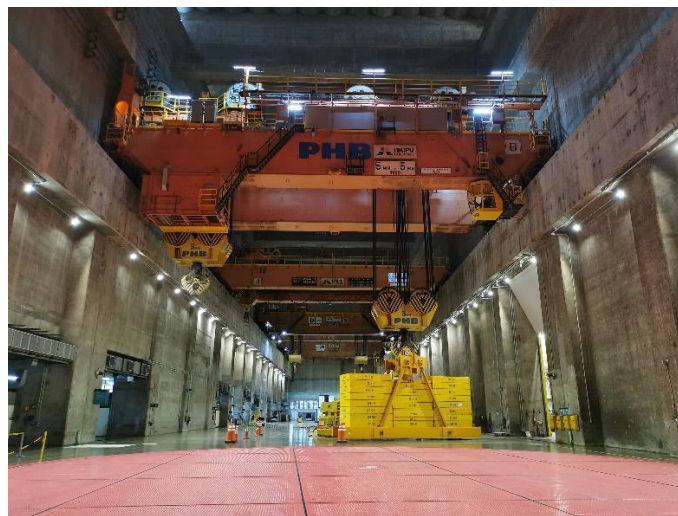


Figura 1: Puente Grúa

Si el puente se encuentra rígidamente sostenido por dos o más patas que se desplazan sobre rieles fijados a nivel del piso, entonces se denomina **pórtico** (USA, ASME B30 series).

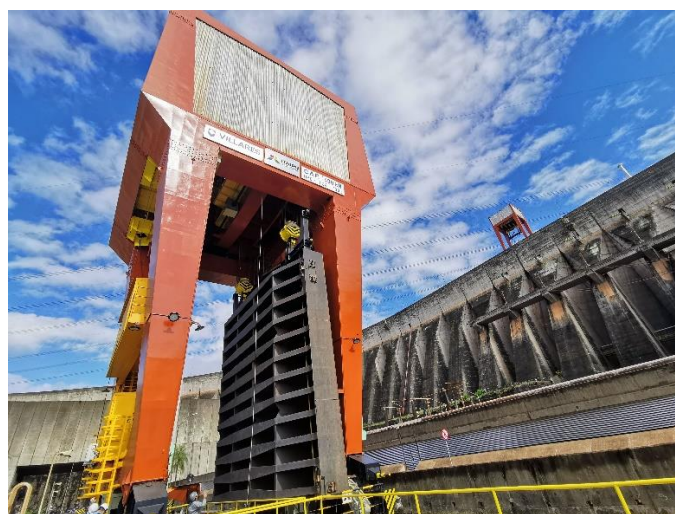


Figura 2: Pórticos

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

2. EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS DE LA CHI

En la Central Hidroeléctrica Itaipu (CHI) existen 16 puentes grúas y 8 pórticos, además de otras pequeñas grúas, monovías y dispositivos de levantamiento de cargas, que son utilizados para izar y transportar componentes específicos de los equipos de generación y de los sistemas auxiliares [2].

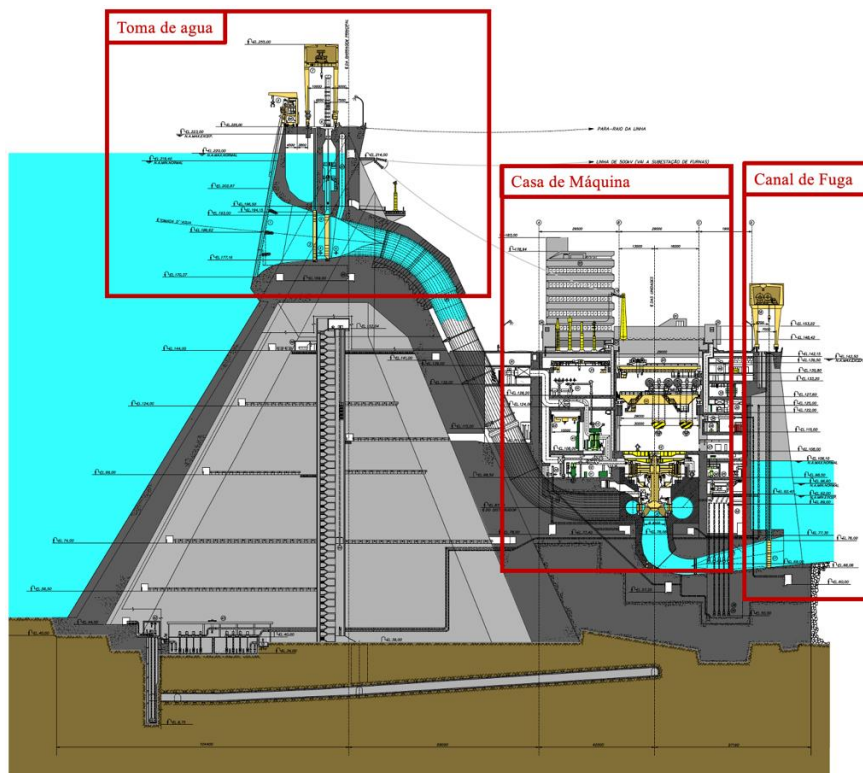


Figura 3: Toma de Agua, Casa de Máquinas y Canal de Fuga

En la Toma de Agua, se cuenta con dos pórticos para el manejo de las compuertas, servomotores y compuertas de mantenimiento (stop-logs) y dos grúas limpia rejas encargadas de retirar elementos grandes desde el agua, como troncos, paneles de las rejas y también de realizar la limpieza de las rejas mediante un rastrillo.

En la casa de máquinas, se cuenta con 16 puentes grúas, teniendo así un par en la galería de los transformadores, en la subestación aislada a gas, en el edificio de descarga central, en el edificio de descarga derecha y el restante en la galería de los generadores.

En el canal de fuga se tienen tres pórticos que son utilizados para la colocación de los stop-logs durante los mantenimientos de las unidades generadoras.

Así también para la realización de mantenimiento en las compuertas del vertedero se cuenta con un pórtico encargado de la colocación de los stop-logs en dicho lugar.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

3. DESAFÍOS

3.1 Proyecto

Desde el principio, el proyecto fue catalogado como una acción estructurante, que debería ser realizado previo a la actualización tecnológica de la CHI, por considerarse que estos equipos serían fundamentales para el retiro e ingreso de los materiales en el periodo de la actualización.

Entre los retos iniciales se encuentran la evaluación del estado de los equipos, la recolección de los requisitos y la definición del alcance del proyecto de modernización incluyendo el plazo y costo estimado. Teniendo en cuenta las recomendaciones de las empresas del sector el alcance definido en el proyecto fue:

Eléctrico y electrónico

- Modernización completa de los paneles eléctricos con utilización de PLCs e inversores de frecuencia.
- Sustitución de todos los motores y cables de alimentación.
- Sustitución de todo el sistema de frenos.
- Sustitución del enrollador de cables de los pórticos.
- Sustitución de las subestaciones de media tensión (13,8KV/440V).
- Sustitución del sistema de iluminación de servicio y de mantenimiento.
- Unificación de las barras de alimentación 50 Hz y 60 Hz.

Seguridad

- Instalación de guarda cuerpos adecuados a las normas actuales.
- Instalación de línea de vida en los equipos y en las vías de los puentes grúas de la casa de máquinas.
- Instalación de seccionadoras de puesta a tierra en las barras de alimentación.
- Instalación de anemómetros en los pórticos.
- Curso de adiestramiento a los operadores y al personal de mantenimiento.

Ergonomía

- Implementación del control de comando vía radio.
- Motorización del sistema de anclaje de los pórticos.
- Relocalización de las salas eléctricas de los pórticos.
- Relocalización de los paneles de los puentes grúas para la parte externa.
- Cambio/reforma y climatización de las cabinas de comando de los equipos.
- Adecuación del cable de alimentación del pórtico del vertedero para alcanzar toda su extensión.

No formó parte del alcance del proyecto, la pintura anticorrosiva de los puentes grúas ni la adquisición de los materiales de reserva, los cuales formarían parte de otros proyectos.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

3.2 Obra

Algunos puntos desafiantes en la etapa de ejecución que conllevaron a la realización de planes específicos fueron:

- Realizar la modernización de equipos, en paralelo, siempre que no cumplan la misma función en el sector específico.
- El accionamiento del Pórtico del Canal de Fuga 60 Hz, caso sea necesario utilizarlo durante su modernización, ya que el mismo es el único que atiende a uno de los stop-logs de la U15.
- La modernización del Pórtico del Canal de Desvío y del Pórtico del Vertedero, ya que los mismos no poseen otro pórtico de respaldo.
- La modernización de los puentes grúas de la subestación aislada a gas, debido a que durante la modernización de uno de ellos, un trecho de la galería quedaría sin puente grúa.
- La modernización de los puentes grúas de la casa de máquina, debido a que estos equipos son utilizados en las paradas de las unidades generadoras por lo tanto la barra de alimentación de los mismos no puede ser desenergizada.
- La continuidad de los trabajos ante la aparición de la pandemia del COVID-19.

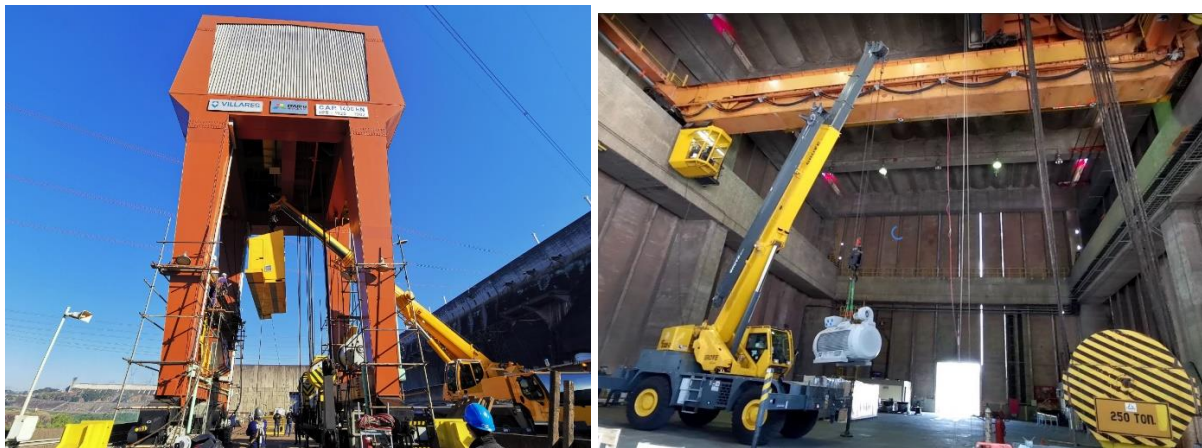


Figura 4: Instalación de la sala eléctrica en un pórtico y cambio de motor en un puente grúa

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

3.3 Puesta en servicio (comisionamiento)

La puesta en servicio o comisionamiento consistió en la realización de los ensayos funcionales de cada equipo, para comprobar que los equipos han sido modernizados conforme la especificación técnica y los proyectos ejecutivos aprobados.

Como puntos desafiantes se pueden destacar:

- El ensayo de carga de los puentes grúas utilizando cargas específicas diseñadas para tal fin.
- El ensayo de carga de los pórticos de la toma de agua utilizando conjuntos de stop-logs unidos para equipararse al peso de una compuerta de servicio, esto debido a la dificultad de realizar el ensayo con las compuertas de servicio.
- El ensayo de carga de las grúas limpia rejas.
- Definición de los lugares aptos para la realización de los ensayos de carga.

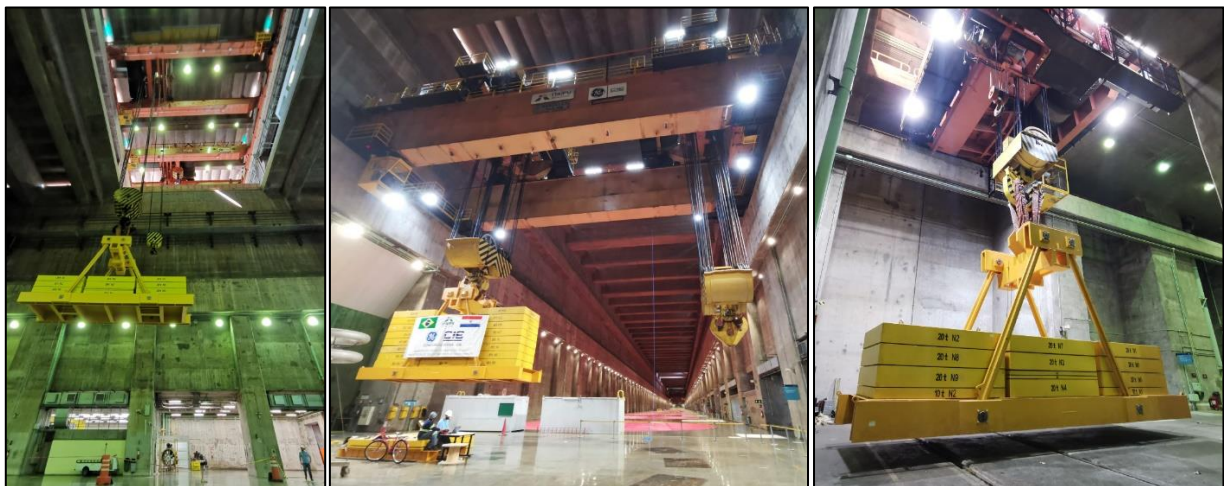


Figura 5: Ensayo de carga de los puentes grúas

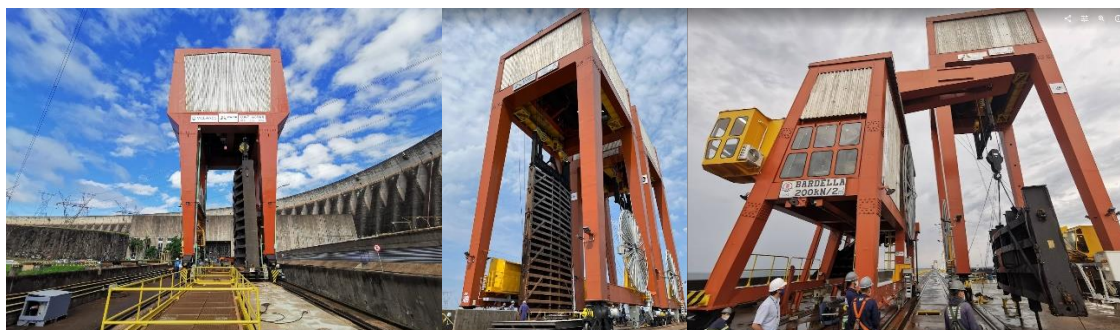


Figura 6: Ensayo de carga de los Pórticos y grúa limpia rejas

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

4. LECCIONES APRENDIDAS

La experiencia adquirida a generado lecciones que pueden servir de ayuda para los siguientes proyectos. A seguir se listan algunas de ellas:

- La modernización en paralelo de dos equipos similares no es conveniente, debido a que pueden presentar el mismo problema y atrasar el frente de trabajo.
- La realización del ensayo del comisionamiento por todas las áreas en paralelo aumentó el riesgo en la seguridad por lo que fue decidido dividir el comisionamiento en grupos específicos (eléctrica, electrónica, mecánica, laboratorio).
- La postura de trabajar desde cerca y abiertamente entre el consorcio y la Itaipu fue decisivo para lograr los objetivos.
- Promover la rotación de las personas que están involucradas para nivelar el conocimiento.
- Realización de reuniones periódicas de acompañamiento del proyecto entre el consorcio y la Itaipu.
- Creación de un grupo específico para la realización y acompañamiento de las energizaciones y desenergizaciones de las barras de alimentación y equipos (LOTO).
- Realización de reuniones de seguridad, salud y medio ambiente con el equipo encargado del consorcio y de la Itaipu ayudaron a disminuir los riesgos de todos los interesados.
- El aporte interno y trabajo en equipo de todas las áreas involucradas; mantenimiento, ingeniería de proyecto, inspección de materiales, seguridad del trabajo, operación, entre otros, han jugado un papel esencial para llevar adelante el proyecto.

5. BENEFICIOS

Entre los beneficios de la modernización de los equipos de elevación y transporte se destacan:

- Aumento en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Mejora en la seguridad y confort del personal de operación y de mantenimiento de los equipos con adecuación a las normas actuales.
- Reducción de los riesgos operativos debido a fallas de componentes o sistemas.
- Facilidad en la capacitación del equipo de operación y mantenimiento con las nuevas tecnologías.
- Reducción significativa de los materiales en stock debido a la estandarización de los equipos.
- Garantía de la atención requerida en las actividades futuras de actualización de la CHI.
- Mejora en la realización de la gestión del conocimiento debido a la estandarización de los equipos.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE
23 y 24 de Junio 2022

BIBLIOGRAFIA

- [1] Julio Gonçalves, “Aplicação do Gerenciamento de Projetos em processos de Manutenção – Modernização de Equipamentos Eletromecânicos”, Monografía apresentada no curso de Especialização em Gerenciamento de Manutenção, 2016.
- [2] Usina Hidrelétrica ITAIPU – Aspectos de Engenharia. ITAIPU Binacional, Brasil, 1994, páginas 13.32 - 13.48.