

Informe de Evaluación de Riesgos de Propiedad

Central Hidroeléctrica de
Machupicchu

EGEMSA

22 de abril de 2024

Empresa Generadora Eléctrica Machupicchu SA (EGEMSA)	
Local Inspeccionado	Central hidroeléctrica de Machupicchu
Fecha de Inspección Actual	25 de Marzo de 2024
Fecha de Inspección Anterior	13 y 14 de Julio de 2022
Fecha de Informe Actual	22 de Abril de 2024
Consultor ¹	Ing. Jorge Barrios Carrasco – CIP 168510
Revisado Q/A por	Ing. Miguel Alarcón Butrón
Personal Entrevistado	<ul style="list-style-type: none">- Sr. Walter Llancay – Sub Gerente de CH Machupicchu.- Sr. Harold Ortiz – Jefe de Operaciones y Mantenimiento- Sr. Oscar García – Profesional mantenimiento eléctrico – Electrónico- Sr. Dante Guevara – Seguridad, Salud y Medio Ambiente
Nombre de Archivo	FONAFE_EGEMSA_2024.pdf

¹ Marsh es parte de la familia de Marsh McLennan Companies, incluyendo Guy Carpenter, Mercer y Oliver Wyman Group (incluyendo Lippincott y NERA Economic Consulting)

Este documento y cualquier recomendación, análisis o asesoramiento proporcionado por Marsh (colectivamente, el "Análisis de Marsh") están destinados únicamente a la entidad identificada como el destinatario en este documento ("usted"). Este documento contiene información confidencial y de propiedad exclusiva de Marsh y no puede compartirse con ningún tercero, incluidos otros productores de seguros, sin el consentimiento previo por escrito de Marsh. Cualquier declaración relacionada con asuntos actuariales, fiscales, contables o legales se basa únicamente en nuestra experiencia como corredores de seguros y consultores de riesgos y no se debe confiar en ella como asesoramiento actuarial, contable, fiscal o legal, para lo cual debe consultar a sus propios asesores profesionales. Cualquier modelado, análisis o proyección está sujeto a incertidumbre inherente, y el Análisis de Marsh podría verse afectado materialmente si cualquier suposición, condición, información o factor subyacente es inexacto o incompleto o debería cambiar. La información contenida en este documento se basa en fuentes que creemos confiables, pero no hacemos ninguna representación o garantía en cuanto a su exactitud. Marsh no tendrá ninguna obligación de actualizar el Análisis de Marsh y no tendrá ninguna responsabilidad hacia usted o cualquier otra parte con respecto al Análisis de Marsh o a cualquier servicio proporcionado por un tercero a usted o a Marsh. Marsh no hace ninguna representación o garantía con respecto a la aplicación de los términos de la póliza o la condición financiera o solvencia de las aseguradoras o reaseguradoras. Marsh no garantiza la disponibilidad, el costo o los términos de la cobertura del seguro. Todas las decisiones con respecto a la cantidad, el tipo o los términos de cobertura serán responsabilidad última de usted. Si bien Marsh puede proporcionar consejos y recomendaciones, usted debe decidir sobre la cobertura específica que sea apropiada para sus circunstancias particulares y posición financiera. Al aceptar este informe, usted reconoce y acepta los términos, condiciones y exenciones de responsabilidad establecidos anteriormente.

Contenido

1. Propósito y Alcance	5
2. Resumen Ejecutivo.....	6
3. Risks to Manage SM	8
4. Oportunidades de Mejora	11
• Matriz de Evaluación de Riesgos (RAM).....	11
• Programas de Gestión.....	13
• Protección Física.....	14
• Completadas	15
5. Risk Quality Rating y Comentarios	23
• Calificación del Riesgo - Risk Quality Rating (RQR).....	23
• Observaciones y Comentarios del Risk Quality Rating.....	24
6. Programas de Gestión	33
• Gestión de Mantenimiento.....	35
• Gestión de Seguridad Industrial.....	42
7. Construcción.....	46
• Descripción de la Construcción.....	46
• Sectores de incendio y compartimentación	46
• Layout de la Planta.....	48
8. Ocupación, Peligros y Servicios.....	49
• Equipos Mecánicos y Eléctricos – Etapa 1	52
• Equipos Mecánicos y Eléctricos – Etapa 2.....	56
9. Protección Contra Incendios.....	60
• Sistema de extinción y detección de incendios – Etapa 1.....	60
• Sistema de extinción y detección de incendios – Etapa 2.....	61
10. Exposiciones Externas	65
• Detalles de la Ubicación	65

11. Seguridad	67
• Servicio de Vigilancia:	68
• Circuito cerrado de televisión (CCTV):	68
12. Interrupción de Negocio.....	69

Sección 1

Propósito y Alcance

El informe está enfocado en el análisis de riesgos para seguros. El objetivo del estudio es colocar en términos ventajosos y favorables los seguros de Daños a la Propiedad, Rotura de Maquinaria, Responsabilidad Civil y Pérdida de Beneficios, para lo cual se han utilizado como base las hojas técnicas para prevención de pérdidas a la propiedad de la Factory Mutual Global (FM) y las normas de la National Fire Protection Association (NFPA).

El análisis llevado a cabo, se basa en la información suministrada por **EMPRESA GENERADORA DE ENERGÍA MACHUPICCHU SA (EGEMSA)** y en consecuencia **MARSH ADVISORY S.A.C.** no asume responsabilidad alguna por la exactitud de los datos, cálculos, u opiniones que con base en dicha información se entregan en este informe, ni por las pérdidas o daños ocasionados por o en relación con los mismos. Este informe no pretende identificar la totalidad de los riesgos existentes ni abarcar todas las eventualidades posibles.

Con las recomendaciones que se incluyen en el documento buscamos prestar una asesoría a nuestro cliente, sin embargo, las decisiones que se tomen con base en ellas y la responsabilidad derivada de su implementación, radican únicamente en él mismo. Este documento es confidencial y tiene fines informativos. El uso de logos tiene propósitos exclusivamente estéticos.

El informe realizado se basa en la información obtenida durante la visita a las instalaciones de la Central Hidroeléctrica de Machupicchu los días 13 y 14 de Julio de 2022. El análisis y cálculos del informe están basados en la revisión de las características de Construcción, Ocupación, Protecciones y Exposiciones (COPE) de la instalación.

El presente informe se refiere únicamente al local de EGEMSA, ubicado en el distrito de Aguas calientes, provincia de la Convención, departamento de Cusco.

Sección 2

Resumen Ejecutivo

El presente informe se basa en la visita realizada a la Hidroeléctrica propiedad de la Empresa Generadora Machu Picchu S.A. (EGEMSA), ubicada en el Parque Histórico Machu Picchu.

Esta generadora es una empresa estatal de derecho privado, la cual inicio operaciones bajo esta razón social en 1994. Diseñada como una generadora sin represa, emplea el agua de la cuenca del rio Vilcanota, la cual recepciona agua a través de una bocatoma, en donde se desarena y encauza a través de un túnel cerrado de 3.2 Km.

La capacidad de generación de la Central está dividida en 2 etapas: La primera Etapa está compuesta por tres grupos Pelton de 30.75MW. La segunda Etapa consistió en incrementar la capacidad de la Central, para lo cual implementaron un nuevo grupo de 100 MW.

En lo que respecta a la distribución dentro de cada uno de los sectores de la Etapa 1, en la Casa de Máquinas se aprecian los Grupos Generadores dispuestos en forma paralela y en arreglo vertical, con una distancia entre sí de 12 m aproximadamente. La mayor parte de los equipos se encuentran en el interior del edificio. Los transformadores, se ubican en el exterior, separados por muros corta-fuego de concreto. El sistema de cables recorre por medio de bandejas todas las instalaciones de la casa de máquinas, presentando sistemas de bloqueo en las paredes que atraviesa.

En lo que respecta a la Etapa 2, la nueva caverna para la turbina Francis, está totalmente aislada de la Casa de Maquinas de la Etapa 1. Internamente, todo el equipamiento de generación está alejado del banco de transformadores de elevación, el cual también se encuentra dentro de la caverna.

Actualmente se encuentra en mantenimiento mayor la turbina francis y la operación se realiza únicamente con los grupos pelton, el caudal actual del río es de 30 m3/seg, con lo cual solo podría operar una de las etapas, se viene produciendo 88 Mw .

Respecto a la presa de Sivinachocha tienen una capacidad de 110 millones de m3, esta presa es de regulación dotando al río un caudal de 12 m3/seg. La capacidad actual de la presa es de 92 millones de m3.

Cambios Desde la Inspección Anterior

- 1) Se debe mencionar que el año 2023 se realizó la renovación de las protecciones contra incendio de la Fase 1, el cual ha incluido la renovación de los siguientes:

Sistema CO2 para Generadores:

- Suministro del sistema de extinción con co2
- Aspersores de descarga para co2
- Panel de detección y descarga de co2
- Dispositivos de detección, activación y monitoreo

- Cables contra incendio
- Materiales consumibles

Sistema de extinción en transformadores:

- Dispositivos y accesorios para el tanque de agua
- Sistema de diluvio de 4"
- Anillos nuevos para el sistema contraincendios de transformadores 1, 2 y 3
- Panel de detección y alarma contra incendio
- Dispositivo de detección, activación y monitoreo

Sistema de extinción casa de máquinas, galería de cables y sala de mando de central hidroeléctrica machupicchu:

- Panel de detección y alarma contra incendio
- Dispositivos de detección, activación y monitoreo
- Dispositivos de alarma
- Cables contra incendio
- Material consumible

- 2) Se han realizado trabajos de estabilización del talud que se ubica frente al patio de llaves, los trabajos han incluido la construcción de banquetas, cunetas y enmallados en la parte superior del talud, los trabajos se realizaron los años 2022 y 2023.

Cambios Planificados / Proyectos

El proyecto de implementación GIS en reemplazo del patio de llaves no se realizará debido a que se han ejecutado trabajos de estabilización en el talud durante los años 2022 y 2023, controlando el riesgo de deslizamiento/derrumbe, por lo tanto continuaran con el patio de llaves actual.

Sección 3

Risks to ManageSM

La metodología Risk to ManageSM de Marsh se utiliza para identificar y evaluar los riesgos críticos para el negocio, y comunicar los aspectos del riesgo con las partes interesadas internas y externas. Cada Risk to ManageSM se ha derivado de nuestra evaluación de riesgos a la propiedad. Un Risk to ManageSM identifica las exposiciones clave del sitio, así como los programas o medidas actuales implementados para administrarlas. Un Risk to ManageSM no siempre implica una connotación negativa, sino más bien un aspecto clave o exposición del negocio que debe ser reconocido y entendido.

RTM-2022-001	Incendio/Explosión en transformadores	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Incendio y/o explosión en los transformadores de 33,5 MVA, debido a la presencia de aceite dieléctrico, que es combustible. Dicho aceite puede sobrecalentarse por fallas en el sistema de puesta a tierra o de aislamiento.	Moderada
Controles Actuales	Los transformadores reciben mantenimiento preventivo y predictivo, entre ellos los análisis de aceite fisicoquímico y termografía. Además, tienen relés de protección por sobre corriente y sobre temperatura. En la eventualidad de incendio, no se afectarían todos, pues existen muros cortafuego entre ellos.	

RTM-2022-002	Rotura de turbina de una de los transformadores	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Rotura de la turbina de uno de los generadores. Éste evento podría generarse debido a vibraciones anormales en los cojinetes por desajustes o desalineamientos, soldadura mecánica, fuerzas hidráulicas (frecuencia de paso de alabes, flujo turbulento, cavitación) u otras que no se corrijan oportunamente.	Alta
Controles Actuales	Las turbinas reciben mantenimiento preventivo y predictivo, entre ellos análisis vibracional y análisis de aceite.	

RTM-2022-003	Sabotaje al sistema SCADA	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Sabotaje del sistema Scada producido por visitantes o personal ajeno a la operación. Podría producirse cambios en los set points del sistema. Parámetros como caudal de agua entregado al río, porcentaje de abertura de los desarenadores o apertura/cierre de circuitos, podrían ser alterados y generarse un siniestro.	Alta

RTM-2022-003	Sabotaje al sistema SCADA	Suficiencia del Control
Controles Actuales	Los set points tienen contraseña, la cual sólo es conocida por el operador, además que se necesita una segunda confirmación verbal para realizar cambios.	

RTM-2022-003	Atentado Terrorista	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Atentado terrorista a los activos principales del proceso como las turbinas y/o los grupos generadores y/o los transformadores.	Alta
Controles Actuales	Tienen vigilancia permanente. La actividad es monitoreada desde el CCTV. Actualmente, la actividad terrorista está disminuida en el Perú.	

RTM-2022-003	Terremoto	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	El predio en estudio, según el mapa de Münchener Rück (Munich Re), se encuentra ubicada en la Zona 3. De acuerdo con esto, a la zona 3 le corresponde un sismo destructivo, de una intensidad probable de MM VIII, con una probabilidad de recurrencia del 10% para un periodo de 50 años.	Alta
Controles Actuales	Las instalaciones han sido construidas considerando el riesgo de terremoto de la zona, la mayor parte de los activos se encuentran dentro de cavernas, la mayor exposición se encuentra en las estructuras que se ubican en la superficie como el patio de llaves, campamentos, etc.	

RTM-2022-003	Caída de rocas	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Caída de rocas sobre el patio de llaves	Moderada
Controles Actuales	Han efectuado obras de protección y prevención que consisten en lo siguiente: - Estabilizar el material de los depósitos de suelo de las diferentes zonas. - Controlar la caída de rocas sueltas mediante el uso de mallas y vallas a fin de proteger las estructuras del patio de llaves y adyacentes. - Controlar la erosión producida por el caudal de escorrentía superficial proveniente de las precipitaciones.	

RTM-2022-003	Caída de rocas	Suficiencia del Control
	- Estabilizar el macizo rocoso mediante la colocación de shotcrete posterior a la evaluación de los ejes de control.	

RTM-2022-003	Inundación	Suficiencia del Control
Resumen del RTM	Inundación en cuarto de máquinas, debido a embalses del río, aluviones, entre otros.	Alta
Controles Actuales	<p>Cuentan con las siguientes medidas de protección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accesos a la caverna, ubicados sobre los 1,765 msnm, es decir 35 m sobre el nuevo nivel del cauce del río Vilcanota. 2. Accesos a la sala de control y mandos del patio de llaves y túnel de descarga, han sido sellados totalmente. 3. Dique de protección en la confluencia de la quebrada Ahobamba con el valle del Vilcanota. Este dique permite desviar el curso del río y un eventual aluvión aguas debajo de la zona del canal de desembalse. El cuerpo del dique está conformado por un terraplén inclinado, protegido con un enrocado en la cara orientada hacia la quebrada Ahobamba. El material empleado en su construcción fue de las excavaciones realizadas. El dique cuenta con las siguientes características: longitud de 600 m, altura máxima de 22 m, ancho promedio de 80 m y sección trapezoidal. 4. Construcción de un nuevo sistema de descarga de las aguas turbinadas a través de tres tramos bien definidos. De esta manera, las aguas turbinadas alcanzan en su salida, una cota superior al relleno aluvial y descarga a más de 2 kilómetros aguas debajo de la Central hidroeléctrica. 5. Acceso para ingreso de equipos a la casa de máquinas II por la parte superior, en el nivel de 1780 msnm. 6. Patio de llaves, sala de control y mando en la cota 1770 msnm, de modo de brindar mayores niveles de seguridad por inundación. 7. Estabilización de taludes, pluviómetros, piezómetros, inclinómetros 8. Realizan labores de monitoreo y mantenimiento de las cuencas del entorno. Tales como la de Pachangara, del glaciar Salcantay y del Ahobamba. 9. Forestación de las zonas críticas. Para ello han evaluado la planta más adecuada al tipo de suelos. 	

Sección 4

Oportunidades de Mejora

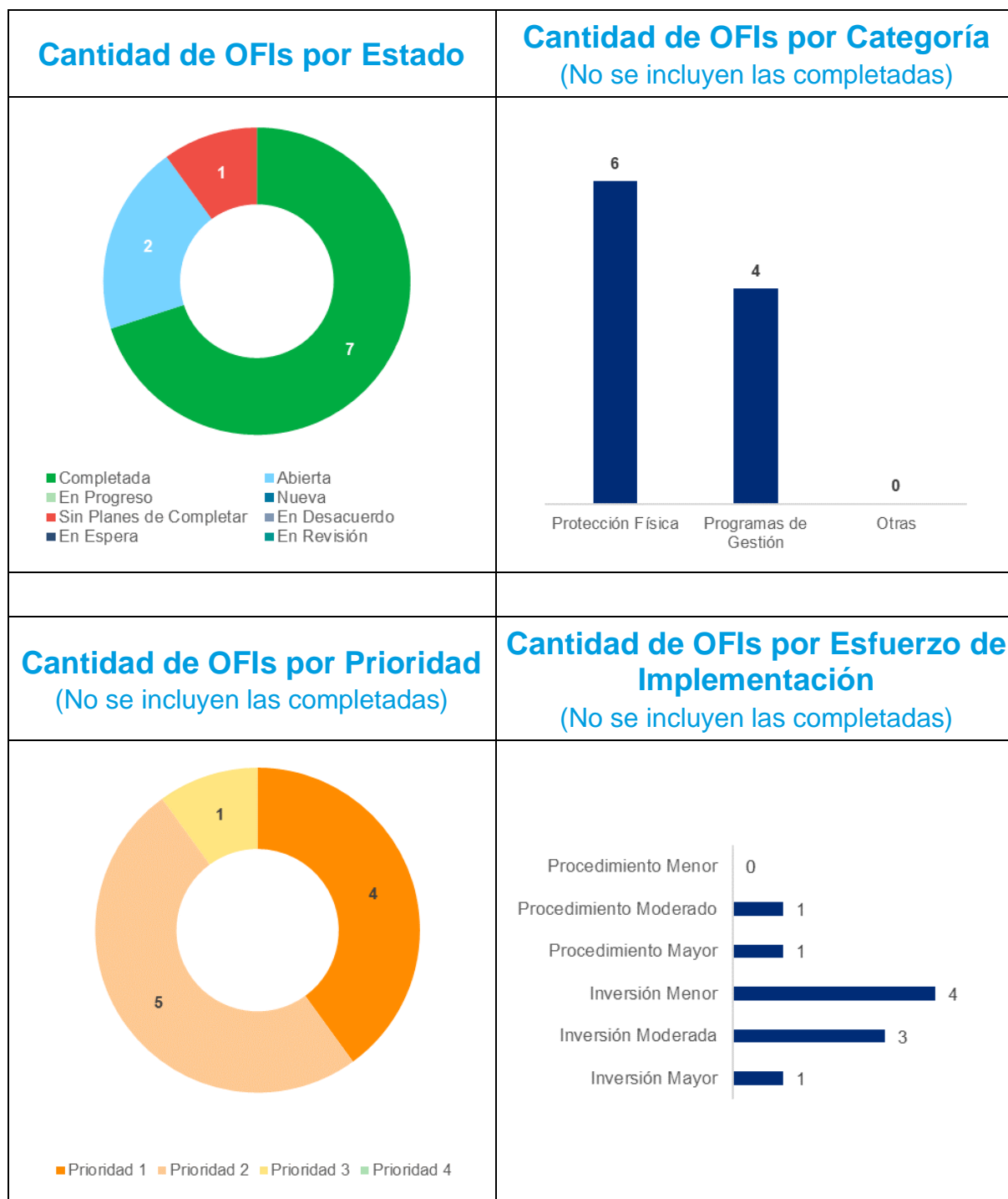
Se sugieren oportunidades de mejora (OFI - Opportunities for Improvement) para mitigar los riesgos. Estas están destinadas a crear valor y gestionar las exposiciones al riesgo mientras mantienen relevancia para sus objetivos de negocio. Las OFI abordan los Risk to ManageSM específicamente identificados o se sugieren como una gestión de riesgos adecuada para implementar en las instalaciones.

La priorización de las OFI se clasifica de acuerdo con la siguiente matriz indicativa de evaluación de riesgos (RAM - Risk Assessment Matrix). El riesgo relativo asociado con cada OFI mide las consecuencias estimadas del daño frente a la probabilidad de ocurrencia.

Matriz de Evaluación de Riesgos (RAM)

	Severidad				
Probabilidad	Insignificante	Menor	Moderado	Grave	Catastrófico
Inminente	Prioridad 2	Prioridad 2	Prioridad 1	Prioridad 1	Prioridad 1
Altamente Probable	Prioridad 3	Prioridad 2	Prioridad 2	Prioridad 1	Prioridad 1
Probable	Prioridad 4	Prioridad 3	Prioridad 2	Prioridad 1	Prioridad 1
Poco Probable	Prioridad 4	Prioridad 4	Prioridad 3	Prioridad 2	Prioridad 1
Muy Poco Probable	Prioridad 4	Prioridad 4	Prioridad 3	Prioridad 2	Prioridad 2

A continuación, se muestra un resumen gráfico de las oportunidades de mejora actuales:



Programas de Gestión

Las Recomendaciones (Opportunities for Improvement – OFIs) clasificadas como Programas de Gestión proponen realizar Programas de Gestión (o mejorar los existentes) para controlar formalmente riesgos específicos. En la Sección 7 hay información adicional de evaluación de Programas de Gestión.

OFI-2024-001		Plan de continuidad de Negocios	
Estado	Abierta	Fecha	20 mar. 2018
Prioridad	Prioridad 2	Tipo	Programas de gestión
OFI Emitida por	Ing. Miguel Alarcón	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	<p>Establecer un Plan de Continuidad de Negocios, cuyo objetivo principal es el de establecer los lineamientos a seguir para reanudar o recuperar operaciones, funciones y/o procesos esenciales y específicos ante la ocurrencia de desastres. Adicionalmente, el programa sirve para asistir a la gerencia corporativa en centrar sus planes de continuidad de negocios en las operaciones y servicios estratégicos ininterrumpidos.</p> <p>El objetivo de un plan de recuperación de desastres efectivo contempla las siguientes acciones: Evaluación de posibles daños producidos en las instalaciones, implementar medidas de control de daños y recuperación de las operaciones de negocio.</p> <p>El Programa de Recuperación de Desastres/ Plan de Continuidad de Negocios es una extensión del plan de respuestas de emergencias.</p> <p>Referencia: FM 10 – 5 Disaster Recovery and Contingency Plan.</p>		
Estatus 2022	No cumplida, se debe mantener esta recomendación.		
Estatus 2024	Se sugiere mantener esta recomendación hasta la revisión del documento.		

OFI-2024-002		Plan de ayuda Mutua	
Estado	Abierta	Fecha	20 mar. 2018
Prioridad	Prioridad 2	Tipo	Programas de gestión
OFI Emitida por	Ing. Miguel Alarcón	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	<p>En la actualidad, no existe un plan de Ayuda Mutua Corporativo entre las empresas del grupo.</p> <p>Recomendamos implementar un plan de ayuda mutua en caso de emergencia y/o siniestro a fin de conocer de apoyarse con brigadistas de emergencia, personal crítico, repuestos críticos, entre otros que consideren relevantes.</p>		
Estatus 2022	Se avanzó con el plan, pero no se concluyó, pese a que se tienen comunicación con otras centrales y realizan coordinaciones, no existe un procedimiento formal. Se debe mantener esta recomendación.		
Estatus 2024	Se realizan coordinaciones con otras plantas para ayuda mutua, no obstante, no se pudo apreciar el procedimiento escrito, se sugiere mantener la recomendación.		

Protección Física

Las Recomendaciones (Opportunities for Improvement – OFIs) clasificadas como Protección Física proponen la implantación o mejora de las medidas de protección física para el control de peligros específicos. Hay información adicional sobre evaluación de Protecciones Físicas en Construcción - Sección 8, Protección Contra Incendios - Sección 10, Exposiciones Externas - Sección 11 y Seguridad – Sección 12.

OFI-2024-003		Protección en salas de control	
Estado	No hay planes para completar	Fecha	20 mar. 2018
Prioridad	Prioridad 1	Tipo	Programas de gestión
OFI emitida por	Ing. Miguel Alarcón	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	<p>Recomendamos que las salas de control de ambas Etapas tengan las siguientes protecciones debido a su importancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Extinción Automática conectado al sistema de detección. Este debe poseer una válvula solenoide para liberar los gases de Extinción (FM 200, INERGEN, Novec 1230 o IKARUS) de manera automática, a los 30 seg de recibir la 1era señal o a los 15 seg de recibir la 2da señal. Esta demora permitirá la actuación del personal de turno, el cual podría anular la activación de manera manual (Botón de Aborto) y proceder al uso de los extintores manuales. Recomendamos incluir un mensaje de voz que sea perifoneado en el área, advirtiendo la pre activación del sistema. - Hermeticidad de la Sala, dado que el éxito del sistema de Extinción, se basa en el desplazamiento del Aire en la Sala. En caso de existir un punto de Fuga, el Gas sería incapaz de extinguir el posible incendio. <p>Referencias: NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems</p>		
Estatus 2022	No cumplida, las salas de control no tienen un sistema de extinción a la fecha, se sugiere mantener esta recomendación.		
Estatus 2024	Se comentó que no se realizaría esta recomendación, debido a que en la evaluación que realizaron existen limitantes por el sistema de climatización, se da por cerrada esta recomendación.		

Completadas

Las Recomendaciones (Opportunities for Improvement – OFIs) clasificadas como Otras son aquellas OFIs que no caen dentro de las categorías Programas de Gestión o Protección Física.

OFI-2024-004		Evaluación del Sistema CO2 de la Etapa 1	
Estado	Completada	Fecha	20 mar. 2018
Prioridad	Prioridad 1	Tipo	Programas de gestión
OFI Emitida por	Ing. Miguel Alarcón	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	<p>Observamos que cuentan con un sistema de inundación por CO2 para los generadores. A continuación, damos algunas recomendaciones para mantener la operatividad permanente de éste importante sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La concentración de CO2 luego de la descarga debe ser de 30% durante los primeros 2 minutos, del 2do al 7mo minuto al 50% y luego puede bajar como máximo al 30% durante 20 minutos. - Para la recarga de los cilindros tener en cuenta los siguiente: Si los cilindros no han sido descargados deben ser descargados máximo a los 12 años, probados hidrostáticamente y vueltos a cargar, luego ésta operación debe ser repetida como máximo cada 5 años. Tenemos información que los tanques están instalados hace 20 años. - Debe haber 2 cabezales de descarga del CO2, uno de mando y otro redundante, luego que se accionen ambos recién se accionan los siguientes y comienza la descarga. - Revisar periódicamente la sujeción de los cilindros para verificar que estén adecuadamente asegurados y evitar caídas o desprendimientos durante su operación. - Las tuberías de ¾" ó menos deben ser SCH40 y las de 1" ó mayores SCH80. 		
Estatus 2022	Se indicó que este sistema será reemplazado el primer trimestre del año 2023, actualmente se encuentra operativo.		
Estatus 2024	Se ha realizado la renovación del sistema de extinción en los generadores en diciembre del 2023, se da por cumplida esta garantía.		

OFI-2024-005		Evaluación del Sistema Water Spray de la Etapa 1	
Estado	Completada	Fecha	20 mar. 2018
Prioridad	Prioridad 2	Tipo	Programas de gestión
OFI Emitida por	Ing. Miguel Alarcón	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	<p>Recomendamos evaluar el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento y extinción de los transformadores. Al respecto, deben tomar en consideración lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de extinción en base a agua pulverizada <p>Los sistemas de agua pulverizada han sido probados durante años y su eficiencia ha sido comprobada, no sólo en transformadores, sino también en tanques de glp, entre otros equipos.</p>		

Para la instalación de éste sistema, recomendamos tomar en cuenta las 2 referencias normativas internacionales de mayor prestigio, como son la norma NFPA 850 – 851 y la Data Sheet Factory Mutual 05-04. Adicionalmente, hacemos mención a la Norma GE - Gaps Guidelines for Loss Prevention and Control - Norma 5.9.2: Transformadores, donde dice que si un transformador debe ser protegido contra incendio, necesariamente hay que hacerlo con agua pulverizada o con espuma.

Debemos mencionar que la diferencia fundamental entre los rociadores convencionales utilizados en la NFPA 13 y las boquillas utilizados por la NFPA 15, es que los noozles o boquillas están diseñados para apagar incendios en 3 dimensiones con velocidad y presión; mientras que los sprinklers o rociadores están diseñados para apagar incendios en 2 dimensiones, utilizando sólo la gravedad. Por eso se estima que las noozles son ideales para apagar incendios en transformadores, porque tienen forma de cubo.

Según la NFPA, los transformadores que contengan más de 5000 galones de aceite, deben protegerse con agua pulverizada. Tener en cuenta que si el sistema se activa, va a haber mucha agua, la cual deberá ser drenada, por lo cual, es necesario que se provea de drenaje considerando una acción del sistema de 10 minutos y en caso de instalar mangueras también debe considerarse la descarga de estas.

Se prefiere que los sistemas de aspersión sean activados por sistemas de detección lineal de calor, con una pre-alarma que dé un margen de verificación previa.

Como dato adicional, hacemos de su conocimiento que la eficiencia del sistema de agua pulverizada ha sido debatida, debido a que se afirma que la naturaleza violenta de la falla de un transformador, es decir la explosión, inutiliza los sistemas de tuberías y boquillas. Sin embargo, la NFPA dice que no existen estudios concretos sobre esto y aunque puede haber ocurrido, en la gran mayoría de casos, los sistemas automáticos de pulverización de agua no sufrieron daños en las explosiones y pudieron controlar el fuego.

Consideraciones generales en base a las normas mencionadas:

a. Data Sheet Factory Mutual 05-04: Transformers

2.3.2 Protección activa de transformadores al aire libre

2.3.2.1 Si se va a instalar rociadores automáticos de agua para la protección de transformadores al aire libre (es decir, cuando las distancias de separación de punto 2.3.1 no se pueden cumplir y no se pueden instalar muros cortafuegos), el diseño debe ser el siguiente:

A. Proporcionar una densidad de descarga de 0,30 gpm/ft² (12 mm/min) sobre las superficies del transformador, excepto en las zonas debajo del transformador. Los equipos deben estar diseñados de acuerdo con la FM 04-01N - Sistemas Fijos de Agua Pulverizada y FM 02-00 – Directrices para la instalación de rociadores automáticos.

B. Proporcionar rociadores de agua con una densidad de 0,30 gpm/ft² (12 mm/min) para el área contenida alrededor del transformador.

C. Ubique los componentes del sistema de aspersión de agua, tales como tuberías, boquillas, etc, a un mínimo de 18 pulgadas (45 cm) desde el transformador.

D. No pase la tubería por encima de las rejillas de ventilación de alivio de transformadores o tanque.

E. Oriente las boquillas de aspersión de agua para evitar descargas de agua sobre bujes.

F. Para las instalaciones de transformadores múltiples, diseñar el sistema de aspersión de agua basado en el funcionamiento simultáneo de los sistemas de agua pulverizada para los transformadores adyacentes y áreas con diques.

	Las consideraciones específicas del sistema de agua pulverizada deben hacer en base a la norma FM 04-01N - Sistemas Fijos de Agua Pulverizada. Ésta norma de Factory Mutual hace referencia dentro de su contenido a la norma NFPA15, sin embargo, establece que en caso de controversia, sus estándares deben prevalecer.
Estatus 2022	Se sugiere mantener la recomendación y verificación para el correcto funcionamiento del sistema.
Estatus 2024	Se ha realizado el reemplazo del sistema anterior por uno nuevo el año 2023, se da por cumplida esta recomendación.

OFI-2024-006		Sistema de detección por aspiración de aire	
Estado	Completada	Fecha	12 ago. 2022
Prioridad	Prioridad 1	Tipo	Protección física
OFI emitida por	Ing. Jorge Barrios	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada

Se recomienda realizar el mantenimiento y verificación completa del sistema de aspiración por aire ubicada en la etapa 2, debido a que el panel de control indica señal de problema, además se aprecia módulos apagados y otros con señal de falla.

Observación





Descripción	Es importante que este sistema se encuentre operativo y en estado normal de funcionamiento para atender un evento de amago o incendio de manera temprana.
Estatus 2024	El sistema ha sido reemplazado y actualizado, se encuentra actualmente operativo, se da por cumplida la recomendación.
Esfuerzo de Implementación	Inversión Menor: Inversión con costo de capital que normalmente puede abordarse dentro del presupuesto operativo del área de operaciones o de riesgos.

OFI-2024-007		Sellos corta fuego	
Estado	Completada	Fecha	12 ago. 2022
Prioridad	Prioridad 3	Tipo	Protección física
OFI emitida por	Ing. Jorge Barrios	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	Se recomienda instalar sellos corta fuego a la salida de los cables de las salas de tableros y demás zonas donde corresponda, en las instalaciones de la Etapa 1.		



Descripción	Es importante realizar esta recomendación para mitigar la propagación de un incendio desde un ambiente a otro.
Esfuerzo de Implementación	Inversión Menor: Inversión con costo de capital que normalmente puede abordarse dentro del presupuesto operativo del área de operaciones o de riesgos.
Estatus 2024	Se realizó el sellado de los pases de cables con aditivo Sika, se da por cumplida esta recomendación.

OFI-2024-008		Protección ante caída de rocas en Patio de llaves	
Estado	Completada	Fecha	12 ago. 2022
Prioridad	Prioridad 1	Tipo	Protección física
OFI emitida por	Ing. Jorge Barrios	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	Se recomienda evaluar la protección del patio de llaves mediante la instalación de un sistema de protección ante caída de rocas del talud colindante, pudiendo evaluarse la colocación de mallas en el talud, elevar el muro de protección, entre otros.		



Descripción	Es importante realizar esta recomendación para mitigar el riesgo de caída de rocas en el patio de llaves
Esfuerzo de Implementación	Inversión Moderada: Inversión con costo de capital que suele estar considerado dentro del alcance del área de operaciones o del área de riesgos, pero que requiere una planificación y presupuesto financiero a largo plazo.
Estatus 2024	Se han realizado trabajos de estabilización del talud que han incluido la construcción de banquetas, cunetas y enmallados en la parte superior del talud, los trabajos se realizaron los años 2022 y 2023, se da por cumplida la recomendación.

OFI-2024-009		Inspección de la infraestructura civil	
Estado	Completada	Fecha	12 ago. 2022
Prioridad	Prioridad 2	Tipo	Protección física
OFI emitida por	Ing. Jorge Barrios	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada
Observación	Se recomienda realizar una evaluación e inspección visual de las obras civiles como bocatoma, desarenadores, tubería forzada, etc. Con la finalidad de identificar fisuras, deformaciones u otra deficiencia que pudiera existir. Deberá ser realizado por ingeniero civil, entregando un informe de lo observado y las recomendaciones pertinentes.		
Descripción	Es importante realizar esta recomendación para prevenir daños mayores a las obras civiles, poder planificar el mantenimiento, reparación u otros.		
Esfuerzo de Implementación	Inversión Moderada: Inversión con costo de capital que suele estar considerado dentro del alcance del área de operaciones o del área de riesgos, pero que requiere una planificación y presupuesto financiero a largo plazo.		
Estatus 2024	Se realizan inspecciones de las obras civiles, se pudo apreciar el informe correspondiente.		

Verificación del sistema de detección de humos y extinción			
OFI-2024-010			
Estado	Completada	Fecha	12 ago. 2022
Prioridad	Prioridad 1	Tipo	Protección física
OFI emitida por	Ing. Jorge Barrios	Aseguradora Rec. No.	Rec. No Asociada

Se recomienda luego de realizar el mantenimiento mayor a la turbina Francis de la etapa 2, se realice una verificación y puesta en estado normal de funcionamiento todos los sensores de detección de humos y del sistema de extinción de incendio del generador.

Observación



Descripción	Es importante que este sistema se encuentre operativo y en estado normal de funcionamiento para atender un evento de amago o incendio de manera temprana.
Status octubre 2022	Luego del mantenimiento de la turbina francis, se ha realizado la revisión del sistema y se ha colocado el sistema en modo de funcionamiento normal.



Esfuerzo de Implementación

Inversión Menor: Inversión con costo de capital que normalmente puede abordarse dentro del presupuesto operativo del área de operaciones o de riesgos.

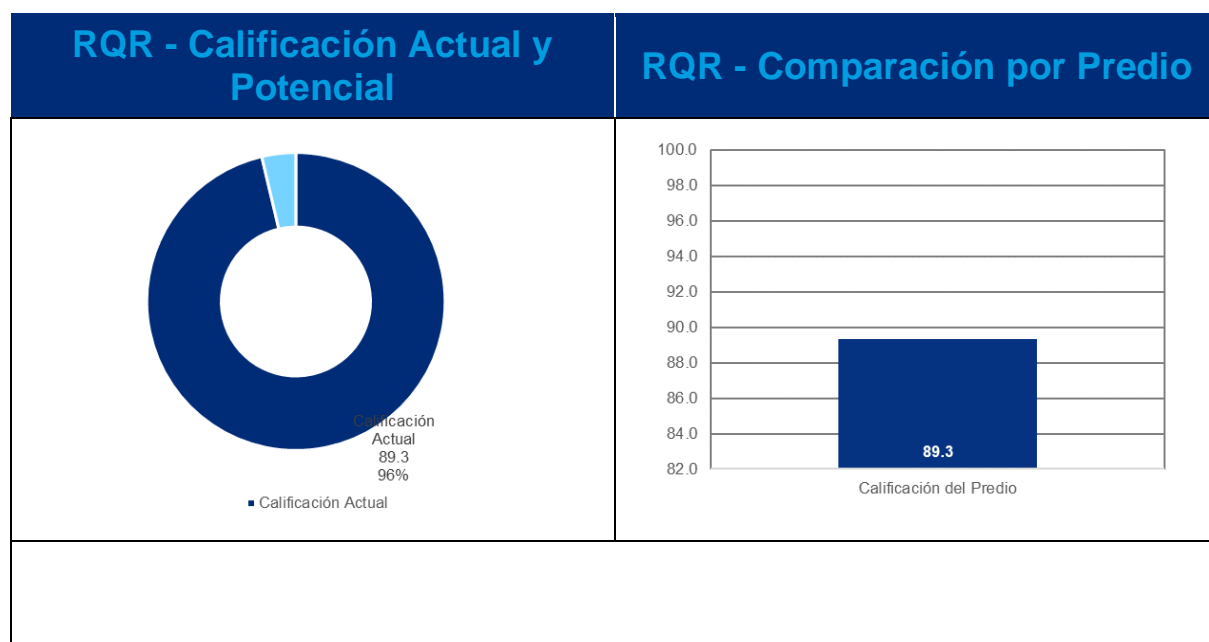
Sección 5

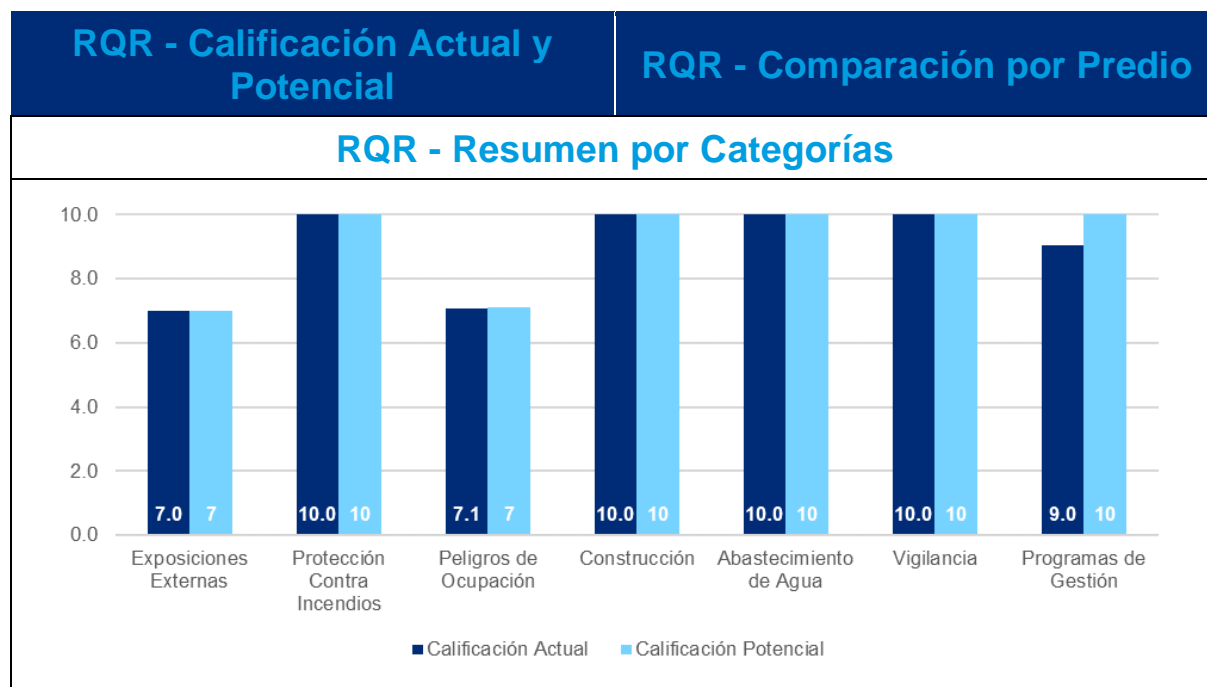
Risk Quality Rating y
Comentarios

Calificación del Riesgo - Risk Quality Rating (RQR)

Categoría Principal	Calificación Actual	Calificación Potencial
Exposiciones Externas	7.0	7
Protección Contra Incendios	10.0	10
Peligros de Ocupación	7.1	7
Construcción	10.0	10
Abastecimiento de Agua	10.0	10
Vigilancia	10.0	10
Programas de Gestión	9.0	10
Risk Quality Score del Predio	89.3	92.7
Risk Quality Rating del Predio	A	A

Leyenda RQR
A: 85 a 100
B: 70 a 84
C: 51 a 69
D: 36 a 50
E: 0 a 35





Observaciones y Comentarios del Risk Quality Rating

De acuerdo a la evaluación RQR, se puede ver que EGEMSA ha implementado las recomendaciones colocadas en la visita anterior, pasando de una calificación B a una calificación A, lo cual indica la buena gestión de los riesgos actualmente.

1. Incendio y Líneas Aliadas

Los escenarios más desfavorables serían:

- Incendio en los generadores. Cada generador cuenta con sistema automático de extinción de incendios por inundación de CO₂.
- Incendio en los transformadores. En ambas etapas cuentan con sistema de extinción con water spray. En la etapa 1 cuentan con sistema de detección por medio de cables térmicos. En la etapa 2 cuentan con sistema de detección con detectores de flama.
- Incendio en la Sala de Control por corto circuito en los equipos de los diferentes módulos (mando de los generadores de protección y control de la línea de transmisión de sincronismo y medidores de energía eléctrica, etc.). Para esta área cuentan con unidades portátiles de CO₂ y de PQS, además de sistema de detección.
- Cuarto de baterías.
- Tanque de combustible diésel del grupo electrógeno.
- Taller de mantenimiento, debido a los trabajos en caliente que se podrían realizar y que, en combinación con algún material combustible o inflamable, podría iniciar un incendio.
- Cocina, debido a la presencia de grasas animales, combustibles sólidos, aceites y gas.
- Riesgo de explosión en la subestación eléctrica, debido a que los transformadores podrían explotar a causa de un arco voltaico en conjunto con la vaporización del aceite dieléctrico. También es factible en el cuarto de baterías.

La Central cuenta con una serie de instalaciones, que se encuentran totalmente separadas, pero sólo algunas están involucradas en forma directa con la producción de energía. De acuerdo a lo que se ha podido establecer en el análisis correspondiente, los daños que pudieran presentarse como consecuencia de un evento fortuito, en la mayor parte de los casos estaría produciendo disminución en la producción de energía, más no una paralización total. No descartando que el daño pueda presentarse en los sistemas de control o en la galería de cables, elementos indispensables para el funcionamiento de los equipos, lo cual podría conllevar a una interrupción importante, pero con alta posibilidad de volver rápidamente a la operación. Con relación al tiempo de interrupción, debe indicarse que está en proporción directa con la severidad del daño: pudiendo ser prolongado de afectar elementos que deben ser importados. Este tiempo puede referirse a 4 meses de interrupción parcial para elementos que ya se encuentran fabricados y hasta 12 meses para aquellos que tengan que ser fabricados como por ejemplo el conjunto generador-turbina.

2. Rotura de Maquinaria

Considerando las características de las máquinas estratégicas, un eventual siniestro sería ocasionado por un mal funcionamiento y falla en los elementos de control, así como negligencia operativa. Podemos mencionar algunas posibles causas:

- Presencia de elemento extraño en turbinas

A esta máquina llega el agua que proviene del río, el que presenta gran cantidad de impurezas en diferentes estados, las mismas que pueden variar el normal funcionamiento a pesar del control de mantenimiento adoptado, lo que conlleva a los daños internos del equipo.

- Paro brusco de la Turbina

Podría significar un daño severo a los cojinetes del equipo y otros elementos. Este evento puede presentarse, cuando repentinamente se produce un corte en el fluido eléctrico y el grupo electrógeno y banco de baterías no puedan operar. Lo que significaría que no podría aplicarse el freno correspondiente, sin embargo, cuentan con dispositivos de seguridad, que tienden a disminuir la probabilidad de ocurrencia.

- Fallo en el sistema de lubricación

Las turbinas requieren de lubricación constante, para lo cual cuenta con un sistema completo que realiza esta función. Una falla durante el funcionamiento, produciría la rotura interna de elementos importantes.

- Transformadores

Equipos que están en permanente operación. Se pueden presentar fallas internas y/o de sus protecciones. Se considera que los controles que se practican, especialmente los de tipo predictivo, permiten considerar una probabilidad baja de ocurrencia, aunque la severidad se establece como importante.

En la eventualidad de daño en los componentes principales del grupo de generación Francis, la pérdida afectaría un 53% de la generación total.

Para el caso de los transformadores de potencia de la Etapa 1, tienen un transformador de stand by.

En el caso de la etapa 2, tienen un banco de transformadores monofásicos y una fase en stand by.

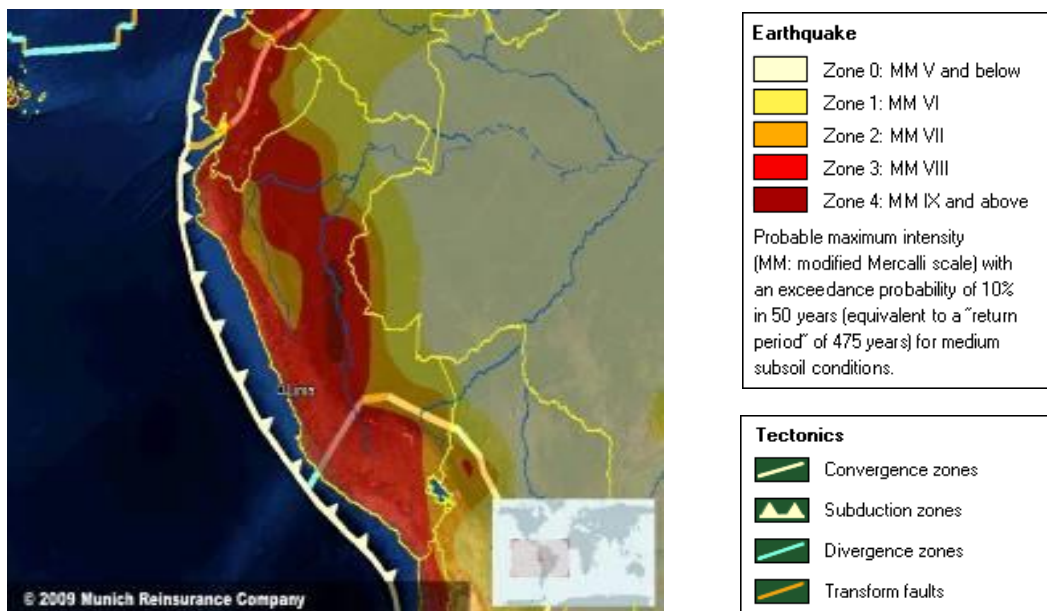
3. Riesgo de la Naturaleza

3.1. Terremoto

El Perú pertenece al arco o cinturón Circum-Pacífico, zona de actividad sísmica, que recorre desde el sur de Chile hasta el sur de Japón. El Perú se ubica en un área de contacto entre las placas tectónicas Nazca y Continental, como consecuencia del fenómeno de expansión de pisos oceánicos, siendo propenso a sismos de diferentes intensidades.

La Munich Reinsurance Company clasifica la exposición a terremotos en función a la intensidad máxima probable esperada en un periodo de 50 años mediante un ranking de exposición de cinco zonas "Cresta", identificadas de 0 a 4. La zona 0 es la menos peligrosa y la zona 4 es la más peligrosa.

El riesgo se encuentra ubicado dentro de la Zona 3.



Cabe señalar que la Central está ubicada en la zona de influencia de la denominada “Falla de Tambomachay” a la cual se le ha atribuido actividad sísmica en el pasado. El sistema de fallas del Cusco ha dado origen a importantes sismos en el pasado (por ejemplo, 5 de abril de 1986, M=5.5) que han producido daños importantes en las localidades entorno a las zonas epicentrales. Así como también el terremoto de 1950 con múltiples daños en la ciudad del Cusco.

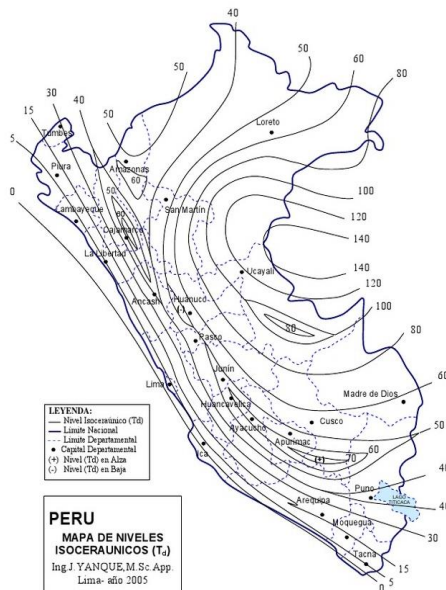
El diseño de la infraestructura en las diferentes secciones ha tomado en cuenta las características sísmicas de la zona, estableciendo períodos de retorno adecuados, así como coeficientes de seguridad apropiados.

Como consecuencia de un terremoto podrían presentarse:

- Derrumbes o deslizamientos, encima del Patio de Llaves y en parte de la tubería de presión, lo que podrían afectar parcialmente las instalaciones mencionadas. No se descarta la afectación del túnel de aducción pero con una probabilidad de ocurrencia baja.
- Daños estructurales en los cerramientos de los edificios (campamento y Sala de Control).
- Daños por vibraciones en la máquina (turbinas principalmente) y en los pasantes eléctricos de voltaje, conmutadores, etc.
- Desplazamiento de transformadores y otros equipos, de sus bases.
- Deslizamiento de terreno y causar impacto sobre las estructuras (incluye líneas de transmisión).

3.2. Rayo

El nivel isoceraúnico de la zona es relevante. La instalación se encuentra localizada en una zona del Perú con un nivel de descargas por kilómetro cuadrado por año (nivel isoceraúnico) de (50 a 60). El siguiente mapa muestra la baja probabilidad de rayos en la zona.



La zona presenta una exposición moderada para tormentas eléctricas durante la estación de lluvias. Cuentan con pararrayos en las instalaciones, por tanto, la amenaza estaría controlada. El nivel de descargas se estima en la zona 3, lo cual indica una frecuencia de 4-10 descargas/Km²/año.

3.3. Lluvia, Tormenta e Inundación

De acuerdo a la información recabada de los diferentes estudios realizados, se ha establecido que las precipitaciones en la zona de la Central presentan una media anual de 1,960mm. Con un máximo de 2,391mm y un mínimo de 1,691mm. La media diaria queda determinada por 64mm., precipitaciones que no llegan a ser una amenaza en forma directa para las instalaciones. No descartando la posible activación de quebradas pero que no necesariamente determinan un riesgo si tenemos en cuenta la ubicación de las instalaciones.

El cauce del río Vilcanota ha presentado una variación, luego del embalse que se produjo en febrero de 1998 y actualmente se desplaza a 130m de las instalaciones y en una cota de 1725 m.s.n.m., destacando que el ingreso a la Central se encuentra por encima de la cota 1760. La extensión de la cuenca del río es de 9,831km² y el caudal máximo registrado a la fecha ha sido de 840 m³/s. Como consecuencia del embalse presentado en febrero de 1998 por el aluvión, se han ejecutado diques de contención, que determinan que en caso ocurra un fenómeno similar, el embalse discurra en dirección contraria a las instalaciones, por lo que esto, unido al cierre de todos los accesos a parte del actual, ha incrementado los factores de seguridad para prevenir una posible inundación.

3.4. Deslizamiento

Por las características topográficas del terreno se ha hecho mención de que estos eventos pueden ser consecuencia de sismos o precipitaciones, por lo que los daños estarían referidos principalmente a equipos del Patio de Llaves o a la tubería de presión de la Etapa 1, los que pueden ser afectados por el impacto de caída de rocas.

El aprovechamiento hidroenergético de Macchupicchu está relacionado con el meandro que forma el río Vilcanota, el que pasa por un valle profundo labrado en el batolito de rocas graníticas y granodioríticas. El valle se caracteriza por presentar laderas de pendientes escarpadas; en aquellas partes más escarpadas se encuentran afloramiento de roca que presentan en algunos lugares cierto intemperismo insignificante y grietas tectónicas. En algunos lugares se puede apreciar desprendimientos de roca y formas abovedadas que son consecuencia de una concentración elevada de la tensión. En las pendientes menos escarpadas, la roca se encuentra cubierta con sedimentos coluviales, donde se desarrolla una densa vegetación del tipo selva montés; en esta zona, la masa rocosa presenta un intemperismo más profundo a consecuencia del clima húmedo. El fondo del valle está cubierto por aluviones fluviales de diversa composición granulométrica. Los aluviones alternan con desmontes y bloques de rocas provenientes de los desprendimientos de rocas.

3.5. Deslizamiento

De acuerdo a la herramienta Nathan (Natural Hazards Assessment Network) de la Munich RE, se obtiene el siguiente cuadro resumen:

NATHAN Single Risk Assessment Report


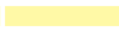






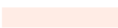

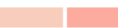

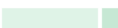
















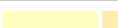
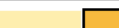



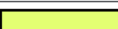
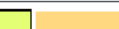


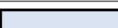
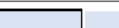
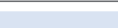
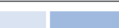








Risk Location	PER
Longitude/Latitude	-72.5627E, -13.1775N
Munich Re Risk Location Quality	Exact Coordinates (100)
People per km²	10 – 49
Elevation	2003m
CRESTA Zone Low Res	PER_CUS (Cusco)
CRESTA Zone High Res	PER_0813 (Urubamba)



© Munich Re, 2017

Hazard Score Rating

Hazard zoning values for significant natural hazards

	low	high	hazard rating
Earthquake	  		Zone 3
Volcanoes	   		No hazard
Tsunami	   		No hazard
Tropical cyclone	   		No hazard
Extratropical storm	   		No hazard
Hail	   		Zone 5
Tornado	   		Zone 1
Lightning	   		Zone 3
Wildfire	   		Zone 1
River flood	   		Zone 0
Flash flood	   		Zone 3
Storm surge	   		No hazard

4. Huelga, conmoción civil, daño malicioso, vandalismo y terrorismo

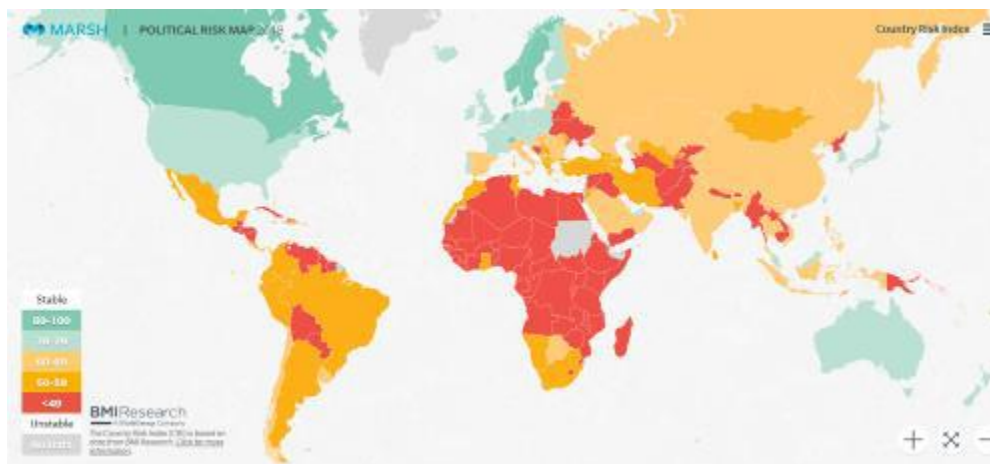
Se ha tenido información que la relación empresa/trabajador es buena, por lo que el riesgo de sabotaje se ve disminuido.

No se tiene información de atentados en la zona en el período en el cual el terrorismo afectó el país y se considera que actualmente no hay presencia de elementos terroristas en la zona. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de atentados, los cuales producirían daños importantes. Consideramos, que el riesgo de terrorismo no es una amenaza inmediata. Cuentan con personal de seguridad y cámaras de seguridad. En las cercanías hay locales de las Fuerzas Policiales.

El siguiente cuadro "Mapa de riesgo político" muestra las calificaciones de Perú:

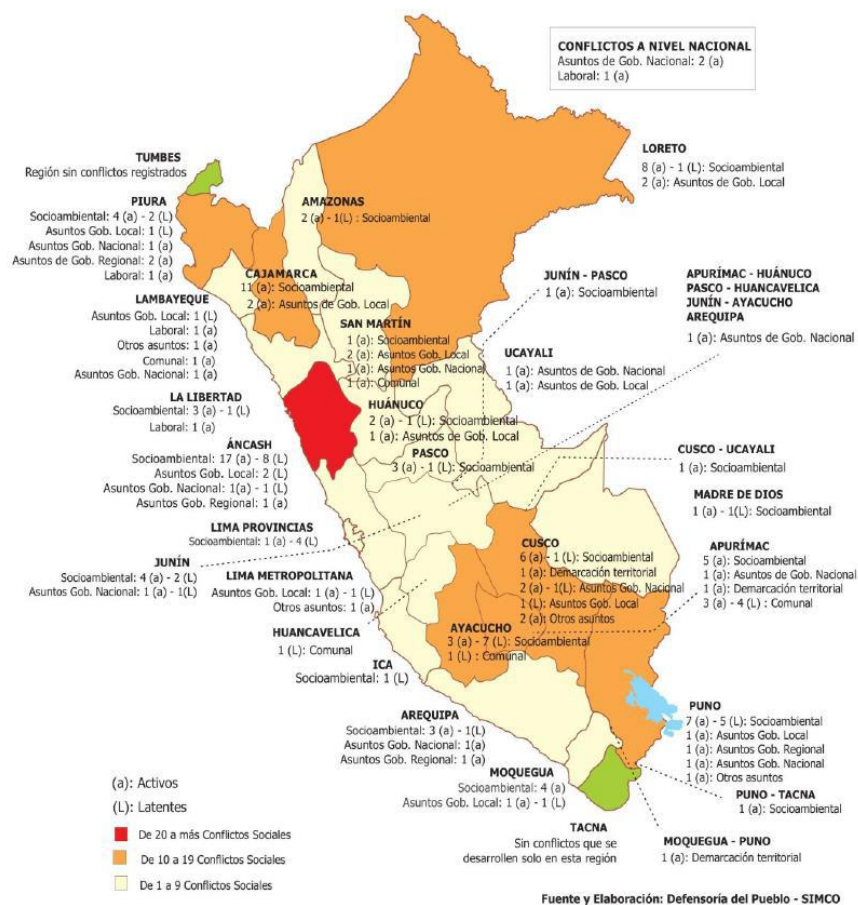
Peru Country Risk Index: 59.3

Country Risk Index	59.3
Operational Risk Index	49.9
Long Term Political Risk Index	62.5
Short Term Political Risk Index	59.6
Long Term Economic Risk Index	66.8
Short Term Economic Risk Index	66.9



Según el Mapa de Conflictos Sociales de la Defensoría del Pueblo, no hay conflictos en curso ni latentes para las instalaciones de Egemsa.

Gráfico N.º 3:
PERÚ: CASOS REGISTRADOS POR REGIÓN, SEGÚN TIPO Y ESTADO, MARZO 2018
(Número de casos)



5. Responsabilidad Civil

Un riesgo remoto pero de alta severidad sería una posible afectación al Santuario Histórico de Machu Picchu, debido a la cercanía a este.

Otro riesgo sería el incumplimiento de contrato con la CH Santa Teresa, a la cual se le entrega un volumen de aguas turbinadas para su generación, lo cual está establecido en un contrato.

6. Impacto de vehículos y aeronaves

Considerando la ubicación de las pistas de aterrizaje más cercana en la zona, se puede establecer que el impacto de aeronaves no es una amenaza para las instalaciones. Sin embargo, en los alrededores eventualmente aterrizan helicópteros dentro de un radio de 2 Km.

Respecto a los vehículos, se puede aseverar lo mismo, ya que se cuenta con áreas muy amplias para las maniobras de estos, así como sectores restringidos de acceso.

La vía férrea recorre paralelo al campamento, por lo que se estima que en caso de descarrilamiento, los daños sean limitados a sólo esa zona.

Sección 6

Programas de Gestión

Nuestra visita al sitio, entrevistas y revisión de la información proporcionada nos llevan a la siguiente evaluación de madurez de los Programas de Gestión implementados para administrar los riesgos en la instalación.

Categoría del Programa	Madurez	Comentarios
Mantenimiento de Edificios	Integrado	Cuentan con inspecciones a algunas obras civiles como el túnel de aducción y tubería forzada.
Mantenimiento Eléctrico	Optimizado	Tienen un programa de gestión de mantenimiento, el cual cubre una amplia gama de equipos.
Mantenimiento de Maquinaria	Optimizado	Tienen un programa de gestión de mantenimiento, el cual cubre una amplia gama de equipos.
Gestión de Desactivación del Sistema de Protección Contra Incendios	Establecido	Si cuentan con un procedimiento en caso de desactivar el sistema contra incendio.
Mantenimiento y Pruebas del Sistema de Protección Contra Incendios	Establecido	Cuentan con un programa de mantenimiento para los sistemas de detección y extinción de incendios.
Manejo de Materiales Peligrosos	No Evaluado / No Aplica	
Orden y Limpieza	Optimizado	Apreciamos los ambientes en buen estado de orden y limpieza.
Sistema de Permisos para Trabajos en Caliente	Optimizado	Tienen implementado un procedimiento de trabajos de riesgo que incluye el tema de trabajos en caliente.
Gestión del Cambio	No Evaluado / No Aplica	
Planeación de Respuesta a Emergencias	Optimizado	Tienen planes de contingencia vigentes para diferentes situaciones.
Autoinspecciones	Optimizado	Tienen un programa establecido para realizar auto

		inspecciones de diversas condiciones de seguridad.
Control de Fumadores	Optimizado	Si cuentan con controles y capacitaciones al respecto
Gestión de Contratistas	No Evaluado / No Aplica	
Planeación de la Continuidad del Negocio	No Desarrollado	No desarrollado
Gestión del Riesgo Ambiental, Social y de Gobierno (ESG)	No Desarrollado	No desarrollado

En la evaluación de la madurez de los Programas de Gestión se aplicó la siguiente escala de madurez:

Rango de Madurez	Definición
No Desarrollado	Acciones informales con poco o ningún procedimiento sistemático.
Formalizado	Programas y procedimientos establecidos. Su divulgación y conocimiento completo es incierto.
Establecido	Los programas y procedimientos se comunican en toda la organización. Se da orientación en su aplicación.
Integrado	Se ejecuta y establece en la mayoría o en todos los niveles organizacionales. Se realizan entrenamientos y algunos ejercicios.
Optimizado	Completa apropiación del programa, con mantenimiento activo, pruebas, ejercicios y mejora continua del mismo.

Gestión de Mantenimiento

El mantenimiento de las instalaciones es a través de personal técnico de la empresa. Cuentan con mecánicos, electricistas y electrónicos. Trabajos mayores y especializados son realizados por terceros. Cuentan con herramientas y equipos para labores de mantenimiento de los equipos.

Se tiene establecido una Programación Anual y con frecuencias de inspecciones en operación o con máquina parada e intervenciones de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes. Por ejemplo, con máquina parada cada 15 días inspeccionan los grupos de generación en la época de avenida y cada 30 días en el período de estiaje, con una duración de 4 horas. Una inspección y mantenimiento mayor tiene una duración de 23 horas, verifican las luces de los cojinetes, realizan limpieza del alternador y verifican las bobinas del alternador, entre otros trabajos.

ITEM	Código	DESCRIPCION DE TRABAJOS	PERIODO MANTO	SEGUIMIENTO	MESES												OBSERVACIONES
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	001GTU	Inspeccion de Rodete Francos	Mensual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	1												
2	002GTU	Inspeccion y mantenimiento de extractor de vapor de aceite coj. Guia tur	Mensual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	2	30	80	126	170	212	276	339	394	430	476	518	
3	003GTU	Inspeccion de cojinete guia turbina	Mensual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	3	37	81	126	171	213	276	340	395	431	477	519	
4	004GTU	Lubricacion y limpieza general	06 Meses	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	4	38	82	127	172	214	277	341	396	432	478	520	
5	005GTU	Verificar funcionamiento de drenaje de tapa superior	03 Meses	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													
6	006GTU	Verificacion de estado del cono difusor y camara espiral	06 Meses	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													
7	007GTU	Verificacion de ajuste del dispositivo de sobrevelocidad mecanico	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2016
8	008GTU	Verificacion de funcionamiento y/o calibracion de instrumentacion de la t	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2016
9	009GTU	Verificacion de hoguras horizontales y vertical en alabes directrices	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2016
10	010GTU	Medicion de carrera de servomotores de regulacion	Mensual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	011GTU	Inspeccion de compuerta vagon del difusor	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo	5	40	83	130	175	215	278	343	399	435	480	521	Ejecutado 2017
12	012GTU	Verificar sellos del eje	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													Jul-18
13	013GTU	Verificar valvulas de sistema de admision de aire	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													Jul-18
14	014GTU	Inspeccion de cojinete guia turbina	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
15	015GTU	Verificar y reemplazar bujes autolubricantes	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
16	016GTU	Verificar superficies de desgaste de tapa superior e inferior	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
17	017GTU	Ajuste de servomotores	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
18	018GTU	Cambiar Sello inflable de eje de turbina	06 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2021
19	020GTU	Cambio componentes turbina	03 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
Nro. De Actividades Programadas					4	5	4	5	6	4	11	5	6	6	5	4	
Nro. De Actividades Ejecutadas					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cumplimiento					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

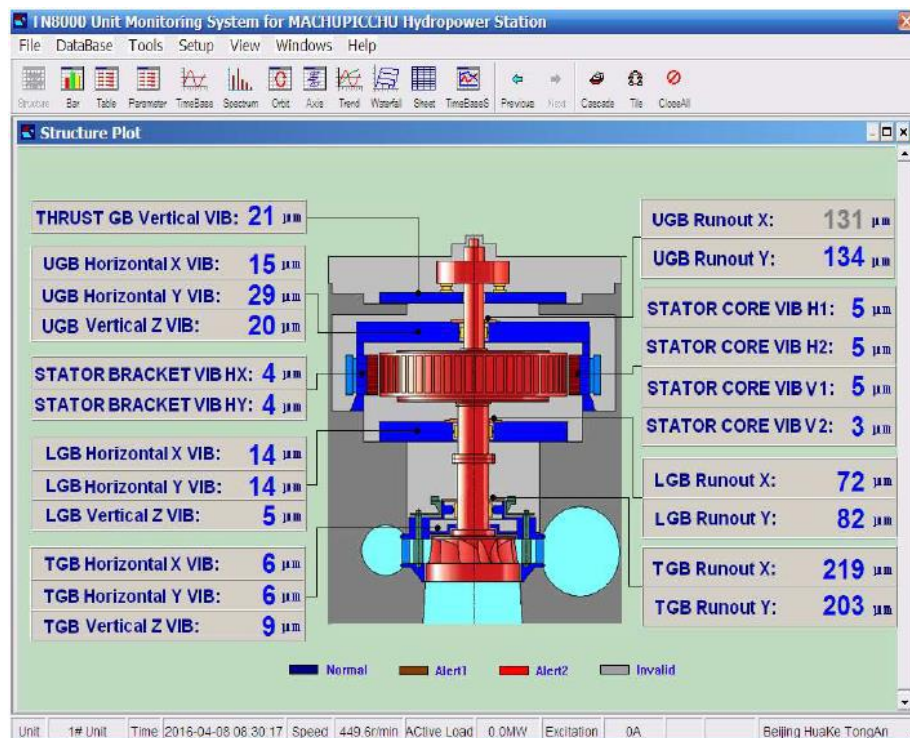
ITEM	Código	DESCRIPCION DE TRABAJOS	FRECUENCIA	SEGUIMIENTO	MESES												OBSERVACIONES
					E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	001LRT	Mantenimiento preventivo general de banco de Transformadores de Potencia	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													
2	002LRT	Verificar funcionamiento bombas de circulacion de aceite	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													
3	003LRT	Revision de sistema de proteccion y medidas	Anual	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													
4	005LRT	Pruebas electricas de equipos de proteccion	2 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2018
5	006LRT	Pruebas de aislamiento dielectrico	2 Años	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													Ejecutado 2017
6	007LRT	Verificar funcionamiento de intercambiadores de calor	4 Meses	Programado Ejecutado Orden de Trabajo													2017
Nro. De Actividades Programadas					0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	2	
Nro. De Actividades Ejecutadas					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cumplimiento					0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Como apoyo a la Gestión de Mantenimiento, cuentan con un Software de Mantenimiento propio desarrollado por su área de sistemas. La Programación de Mantenimiento se lleva con este Software y les permite llevar un control estricto de las intervenciones de mantenimiento, costos, personal, repuestos e insumos, así como de los trabajos pendientes. Asimismo, el

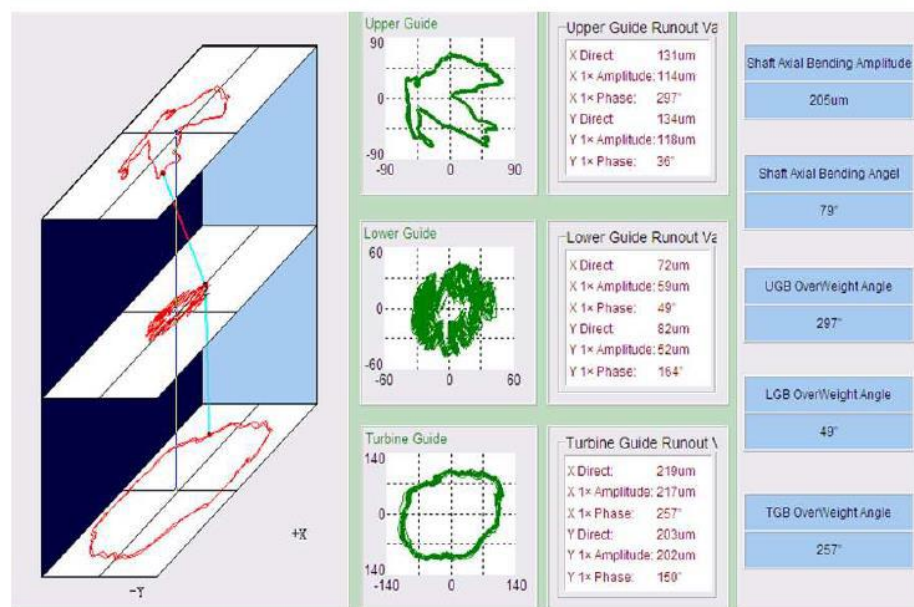
software permite el monitoreo de Ratio ó KPIs, tales como Costos de Generación por MWh producido, MTTR (tiempo medio para reparaciones) y Disponibilidad de Planta.

Los equipos principales como los grupos de generación y transformadores tienen además mantenimiento predictivo:

En el caso de los grupos de generación: monitoreo de vibración, análisis de aceite, balanceo dinámico, ultrasonido, Rayos X y Gammagrafía.



RECORRIDO DEL EJE, EXCENTRICIDAD.



En el caso de transformadores: análisis físico-químico y cromatográfico del aceite dieléctrico. Termografía, análisis de gases disueltos, contenido de humedad y análisis de Furanos. También prueba de Tangente Delta.

Los operadores de los grupos de generación, monitorean desde el Centro de Control de manera permanente los parámetros de operación, tales como: carga, temperaturas, presiones, potencia y frecuencia.

Actualmente los grupos de generación tienen instalados el sistema ROVSIG DYNAMICS (Dinamarca), que consiste en sensores de desplazamiento radiales en cada cojinete de Grupo a 90° y de aceleración en el sentido axial, para medir vibraciones con el software de monitoreo instalado.

Adicionalmente miden la vibración en otros equipos tentativamente cada 15 días. Contratan los servicios de la Empresa Ademinsac, especialista en Vibraciones, para control de las vibraciones en los Grupos Pelton de la Central Hidroeléctrica.

En lo que se refiere a los aceites, cuentan en la Central con un analizador SKF portátil y permite una rápida medición del estado del aceite y detectar cambios de estado a través de la medición de la constante dieléctrica del aceite. Adicionalmente cada tres meses extraen muestras de aceite de los cojinetes y sistema de regulación para su análisis especializado en los laboratorios de Shell, con el que existe un convenio.

También cuentan con un equipo de alineamiento láser EASY LASER (Suecia), a fin de controlar periódicamente el alineamiento correcto de todos los equipos de generación.

Asimismo, EGEMSA ha implementado el sistema de monitoreo permanente y en línea del entrehierro y flujo magnético – VIBROSYSTEM (Canadá) de los alternadores que permite el diagnóstico de las anomalías o fallas eléctricas y mecánicas, así como su evolución. Con lo que se podrá detectar y prevenir el envejecimiento prematuro de los mismos, además de detectar desbalances sobrecalentamiento y excesiva tensión estructural en los componentes del roto y estator.


Asimismo, cuentan con un programa anual de inspecciones, los que son actualizados según las horas reales de operación.

Se ha podido apreciar un file del control de los rodets, destacando que las inspecciones se realizan cada 250 horas y se examinan cada una de las cucharas.

La principal tarea se realiza haciendo uso de líquidos penetrantes y/o partículas magnéticas. Cada 1000 horas de operación se efectúa además una medición de los espesores del rodete, a fin de determinar el porcentaje de desgaste, siendo política realizar el cambio cuando el desgaste es superior al 13%. De acuerdo a la estadística, los rodets son cambiados cada 12,960 horas, que equivale a aproximadamente a 18 meses.

En sus talleres realizan las reparaciones de los rodets, realizan el relleno con soldadura de los desgastes para después realizar un pre-esmerilado a 120°C luego, proceden a efectuar las diversas pruebas no destructivas (líquido penetrante, Magnaflux, Gammagrafía y Ultrasonido), realizan luego el balanceo y tratamiento térmico a 588°C durante 8 horas. Luego al pulido y al balanceo final.

Inspecciones y monitoreo de la tubería de forzada

		ORDEN DE TRABAJO	783	Programada	CRP	061126
		TIPO DE TRABAJO				
		UNIDAD FUNCIONAL	SSAA- SERVICIOS AUXILIARES			UBICACION
					CHM	
CODIGO SISTEMA		SISTEMA				
HTC		CAMARA DE CARGA				
CODIGO ACTIVIDAD		ACTIVIDAD				
008HTC		Medición de espesores Tubería Forzada				
TAREAS DE LA ACTIVIDAD						
TAREAS MECANICAS			TAREAS ELECTRICO - ELECTRONICOS			
Identificación de Puntos de medición.			✓			
Identificación de Riesgos y Peligros.			✓			
Preparación e instalación de aspectos e implementos de seguridad			✓			
Medición de espesores con equipo de ultrasonido			✓			
Revisión de facilidades para la seguridad instalados			✓			
Realización de informe						
MEDIDAS OCTUBRE 2014						
CODIFICACION POSICION TUBERIA						
SEGMENTO	DIV - SEG	A	B	C	D	
01	01					
	02					
	03	15.39				
02	01	16.11				
	02	16.08				
	03	15.70				
03	01	15.62				
	02	17.75				
	03	15.82				
04	01	15.78				
	02	17.48				
	03	16.50				
JUNTA DE DILATACION	01		17.74			
	02					

Monitoreo de Represa Sibinacocha

Aplican procedimientos de control instrumental en la Presa Sibinacocha. Cuentan con puntos topográficos fijos (nivelación y alineamiento), pozos piezométricos y cajas de registro (medida de filtración de agua). Los valores topográficos, nivel freático y filtración son contrastados con la base de datos de 1997 para obtener el comportamiento de cada punto de control.

Equipos y componentes críticos de stand by

Listado de repuestos críticos Etapa 1

Para el caso de los transformadores de potencia de la Etapa 1, tienen un transformador de stand by.

CENTRAL HIDROELCTRICA MACHUPICCHU I FASE
LISTADO DE REPUESTOS CRITICOS

Item	Descripción	Unidad	Características	Código EGEMSA	Sistema	Cantidad mínima	Stock	UBICACIÓN
1	Rodete Pelton	Pza	Diametro Pelton 1.004 m		GTU	3	3	hangar - casa de máquinas
2	Cojinete Guía Turbina	Pza		512226		1	1	piso almacen
3	Cojinete de empuje (patines)	Pza		513500		1	1	piso almacen
4	Injector completo	Pza				1	1	casa maquinas
5	Retenes de inyector	Juego		514027		1	10	9B8
6	Boquillas de inyector	Pza				2	4	casa maquinas
7	Electrovalvula direccional de 3/2 Vias	Pza	Retorno por resorte	512700	GRE	1	2	2A1
8	Electrovalvula direccional de 4/2 Vias	Pza	Retorno por resorte	512702		2	3	2A1
9	Electrovalvula direccional de 4/2 Vias	Pza	Doble solenoide	512701		1	2	2A1
10	Electrovalvula direccional de 4/3 Vias	Pza	Centro cerrado	512703		1	1	2A1
11	Captador de retroalimentacion	Pza				1	2	Laboratorio electronico
12	Actuador TR10	Pza		512098		1	2	Administración
13	Accionador ED12A DE	Pza		512096		2	6	2Z1
14	Valvula de distribucion D25DE	Pza		514437		1	1	2Z1
15	Modulo ADT	Pza				1	2	Piso almacen
16	Modulo SPC	Pza				1	6	Piso almacen
17	Modulo UPC	Pza			GAL	1	3	Piso almacen
18	Modulo HMI	Pza				2	2	Piso almacen
19	Bobinas estator de alternador	Paquete			GAL	1	1	piso almacen
20	Transformador de potencia grupos	Equipo			SSEE	1	1	patio llaves
21	Seccionador Barra 138 KV	Equipo				1	1	piso almacen
22	Interruptor de potencia grupos	Equipo				1	1	hangar
23	Transformador de excitación grupos	Equipo			GEX	1	1	casa maquinas
24	CPU 351 Gefanuc AVR	Pza	Gefanuc			1	2	Laboratorio electronico
25	Modulo Alimentación PWR324 Autómata	Pza	Gefanuc			1	2	Laboratorio electronico
26	Módulo entradas lógicas MDL632	Pza	Gefanuc	905524		1	2	armario almacen 1G
27	Módulo salidas lógicas MDL740	Pza	Gefanuc	905525		1	1	armario almacen 1G
28	Módulo medida parámetros alternador MPA157	Pza	Gefanuc			1	1	armario almacen 1G
29	Módulo entradas analógicas 4-20 mA	Pza	Gefanuc	905512		1	2	armario almacen
30	Módulo salidas analógicas 4-20 mA ALG391	Pza	Gefanuc	905526	GTA	1	1	armario almacen 1G
31	Modulo BEM 340	Pza		905528		3	3	armario almacen 1D
32	CPU 350/51 Gefanuc	Pza		905517		1	1	armario almacen 1F
33	Controlador de temperatura CHESSELL	Equipo		512612		1	1	armario almacen

Listado de repuestos críticos Etapa 2

En el caso de la etapa 2, tienen un banco de transformadores monofásicos y una fase en stand by.

CENTRAL HIDROELECTRICA MACHUPICCHU II FASE LISTADO DE RESPUESTOS CRITICOS									
ITEM	CODIGO	SISTEMA FUNCIONAL	EQUIPO	SUB ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD MINIMA	STOCK	UBICACIÓN
1	GAL	Sistema del generador	Sistema del generador	1	STATOR BAR	und	17	17	Piso (8)
				14	THRUST	und	6	6	Piso (5)
				15	PAD OF UPPER GUIDE BEARING	und	21	21	Piso (3)
2	GTU	Sistemas de turbina y equipos asociados	Distribuidor	48	BIELAS	und	24	24	Piso
				50	CONJUNTO DE MANGUITO	und	24	24	Piso
				51	ALABES	und	24	24	Piso
				52	HEAD COVER	und	3	3	Casa de máquinas
				53	ANILLO DE OPERACIÓN	und	1	1	Piso
				54	TAPA INFERIOR	und	1	1	Casa de máquinas
			Sistema de turbina y equipos asociados	55	FACING PLATE	und	1	1	Piso
				56	LABERINTO SUPERIOR	und	1	2	Piso
				57	LABERINTO INFERIOR	und	1	2	Piso
				61	RODete Y CONO ROMPE BORTICE	und	1	1	Casa de máquinas
				62	CUERPO DE COINTE	und	1	2	Piso
				88	SHARPIN ALABE TURBINA	und	3	5	Piso
3	GVG	Valvula esferica	Valvula esferica	Juego de sellos de servomotores		und	1	1	1-D-6
				197	CUNDRIO HIDRAULICO SPARE SEAL KIT FOR 200x100x2680	und	1	1	
				1	SEAL RING	piece	3	3	Piso
4	GRE	Regulador de velocidad de la turbina	Regulador de velocidad de la turbina	2	SEAL SEAT	piece	3	3	Piso
				3	UTYPE SEAL	piece	3	3	2-2-1
				1	CONTROL VALVE SET	piece	1	1	
				8	ELECTROVALVULAS SELENOIDE 4/2 VIAS 330BAR REVROTH	und	2	2	
				9	VALVULA SELENOIDE 4/2 VIAS CON RESORTE	und	1	1	
				11	BASE DE VALVULA HIDRAULICA + JUEGO COMPLETO DE PERNOS	und	1	1	2-B-1
				18	MODULO DE AMPLIACION ENTRADAS DIGITALES 24 VDC 57 300	und	1	1	
				19	MODULO DE AMPLIACION DE SALIDAS DIGITALES 24V -0.5A 57 300	und	1	1	
				20	MODULO DE AMPLIACION ENTRADAS ANALOGICAS 57 300	und	1	1	
				21	MODULOS DE INTERFACE TRANSMISOR-RECEPTOR 57 300	und	2	2	
5	GTA	SISTEMAS DE CONTROL DCS	SISTEMAS DCS	GCB (Interrupcion del generador)		und	1	1	2-B-3
				128	PUMP-MOTOR COMPLET L10-125 VDC	und	1	1	
				146	AIB45 (MODULOS DE ENTRADAS DIGITALES)	und	3	3	
				147	AIB30A (MODULOS DE ENTRADAS ANALOGICAS)	und	2	2	
				148	DOB10 (MODULOS DE SALIDAS DIGITALES 24VDC)	und	5	5	
				149	DIB30 (MODULO DE ENTRADAS DIGITALES 24VDC)	und	5	5	
				150	AIB10 (MODULO DE ENTRADAS ANALOGICAS)	und	1	1	2-C-2
				151	DIB25 (MODULO DE ENTRADAS DIGITALES)	und	1	1	
				152	AIB45A (MODULO DE SALIDAS ANALOGICAS)	und	1	1	
				153	DOB40 (MODULO DE SALIDAS DIGITALES REDUNDANTE)	und	1	1	
				199	HISTORIAN HP 2400 2UAI300853	und	1	1	2-A-2
				221	MODULO ABB 5800 I/O DIB25	und	1	1	
				222	MODULO ABB 5800 I/O DIB40	und	3	3	
				223	MODULO ABB 5800 I/O DOB40	und	1	1	2-D-2
				224	MODULO ABB 5800 I/O DOB10	und	1	1	
6	GEX	Sistema de excitacion	Sistema de excitacion	225	MODULO ABB 5800 I/O AIB45	und	2	2	
				1	AC300 PBC CONTROLLER	und	1	2	
				2	COMMUNICATION CONTROL MEASUREMENT (CCM) BOARD PC D230	und	1	1	
				3	COMPACT INPUT/OUTPUT (CIO) PCD235+ACCESORIOS	und	1	1	
				6	CONVERTER CONTROL PANEL (CCP) 3BHED34313R0201+CONTROL	und	1	1	
				7	EXCITATION CONTROL TERMINAL 3BHED31794R1011	und	1	1	
				8	CROWBAR FIRING BOARD HIEE305106R001	und	1	1	
				9	CROWBAR JBHE026935R0633	und	1	1	
				10	DISCHARGE RESISTOR HIER44797R0001	und	1	1	
				11	CONTROLADOR AC 800PC-PC D331 ABB (PUENTE DE TIRISTORES) GEX	und	1	1	1-A-7
				12	ADVANCED POWER DISTRIBUTOR (APD)	und	1	4	
				13	UNIDAD CONVERTIDORA TIRISTORIZADA (UNG)	und	1	1	
				14	HIM TOUCH PANEL	und	1	1	
				15	CONVERTER CONTROL INTERFACE (CCI)	und	1	2	
				16	POWER SUPPLY	und	1	2	
				17	UNIDAD DE ACOPLAMIENTO DE ALIMENTACIÓN (ICU)	und	1	1	
				18	DISPOSITIVO DE DETECCIÓN DE CORRIENTE	und	1	1	

Análisis de aceite en los transformadores eléctricos

Se pudo apreciar el informe con los siguientes resultados:

CUADRO RESUMEN DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO – CROMATOGRÁFICO – FURANOS – PCB DEL ESTADO DE ACEITE DE LOS TRANSFORMADORES E LA EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MACHUPICCHU S.A.

Nº	Fecha	Número de Serie	Potencia (MVA)	Tensión (kV)	Análisis efectuado	Resultados obtenidos	Recomendaciones
SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA DOLORESPATA							
1	14/11/2023	942200 T02.2	12.2	138/11.5	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 79%	Nuevo análisis dentro de 1 año
2	14/11/2023	200731	12.2	138/11.5	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
3	14/11/2023	422200 T02.3	12.2	138/11.5	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 84%	Nuevo análisis dentro de 1 año
4	14/11/2023	147299	25/30	138/10.5	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año




Luis Francisco Quispe Tizay

SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA CACHIMAYO							
5	14/11/2023	119420	ZIG ZAG	-	FQ	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					PCB	< 50 ppm	-
6	13/11/2023	H68330-01	6/3/3	-	FQ	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
7	13/11/2023	XA0982A001	15/15/7	138/60/22.9	FQ	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
8	13/11/2023	G 66560-01	ZIG ZAG	-	FQ	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA HIDROELECTRICA MACHUPICCHU							
9	15/11/2023	200861	40	138/13.8	FQ	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los limites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año

10	15/11/2023	200862	40	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
11	15/11/2023	200864	40	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
12	15/11/2023	201200	40	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
13	15/11/2023	230016-01	33.5	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
14	15/11/2023	A00007	33.5	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año

15	15/11/2023	A00008	33.5	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
16	15/11/2023	A00010	7/7/3	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año
17	15/11/2023	415105-01	33.5	138/13.8	FQ	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					CTG	Dentro de los límites recomendados	Nuevo análisis dentro de 1 año
					FUR	Vida remanente de 100%	Nuevo análisis dentro de 1 año



Luis Francisco Quispe Tintay
INGENIERO ELECTRICISTA
CIP 96254

Gestión de Seguridad Industrial

Organización

La Jefatura de Seguridad está encargada de la gestión de seguridad industrial y salud ocupacional.

Herramientas de Gestión

Los lineamientos principales de la gestión de seguridad y salud ocupacional de Egemsa se sustentan en:

Marsh Advisory
Consulting Solutions

- Identificación e implementación de controles en puntos críticos de los procesos, tales como inspecciones periódicas y observaciones planeadas, análisis de riesgo para cada actividad o tarea, control de Equipos de Protección Personal (E.P.P.), consignación de equipos, control de accesos y contratistas, control de salud ocupacional del personal contratista.
- Programas de capacitación en temas de seguridad y salud ocupacional. Entrenamiento en tareas críticas, simulacros, uso de E.P.P., uso de extintores.

Entrenamiento y Capacitaciones

Cuentan con un Programa Anual de Capacitaciones, el cual incluye prácticas de simulacro de terremoto, contención de fugas de aceites, incendio y primeros auxilios.

Orden y Limpieza

Observamos las instalaciones bien distribuidas, ordenadas y limpias.

Protecciones operativas


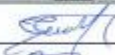





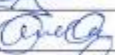






Como parte de las medidas de seguridad, cuentan con Procedimientos escritos donde se mencionan las responsabilidades del personal, así como los pasos para hacer el trabajo de manera segura.

Cuentan con procedimientos para trabajos en altura, en espacios confinados, trabajos eléctricos, trabajos en caliente, con químicos peligrosos, entre otros.

Cuentan con otras medidas de protección como: señalización de seguridad, guardas en todos los equipos, procedimientos de bloqueo y señalización, entre otros.

Capacitaciones:

Se realizan mediante un programa anual:

		REGISTRO DE ASISTENCIA A CURSOS DE CAPACITACION		Formato: PGBH-03-06 Rev: 01 Fecha de Aprobación: 24.05.2017 Aprobado por: Gerente de ADM. y Finanzas	
Capacitación Interna <input checked="" type="checkbox"/> Capacitación Externa <input type="checkbox"/>					
NOMBRE DEL CURSO:		USO Y MANEJO DE EQUIPOS DE EXTINCIÓN			
NOMBRES DEL EXPOSITOR Y/O EXPOSITORES:		Sr. PAUL LUI ZARATE LUQUE			
LUGAR:		AUDITORIO EGEMSA - MICROSOFT TEAMS (CASA DE HOG. REPRESA)			
FECHA:		SABADO 25 DE JUNIO DEL 2022			
HORA DE INICIO: 07:00 am		HORA DE TERMINO: 07:45 am		TOTAL DE HORAS: 0:45 hrs	
TEMAS A TRATAR:					
1	TETRAEDRO DEL FUEGO, ¿COMO SE APAGAN LOS INCENDIOS?				
2	CLASIFICACION DE LOS FUEGOS, AGENTES EXTINTORES POLVO Q.				
3	AGENTES EXTINTORES A BASE DE GAS, RECOMENDACIONES SOBRE				
4	EL MANEJO DE EXTINTORES, TECNICAS PARA COMBATIR FUEGOS				
5	INCIPIENTES, VIDEO ILUSTRATIVO.				
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO Y/O EMPRESA	FIRMA		
1	Enilio Moza Zito	Montto Eléctrico			
2	Epifanio Paulge Cricollo	Montto mae			
3	Dennis Sanchez Espinola	Montto Eléctrico			
4	Dulce Anni Quotas Andones	Montto Mecánico			
5	Johanna Rojas Penavides	Montenimiento			
6	Vilma F. Mamani Diaz	ADM. CHB			
7	Carlos Santos Castro	Productor TIC			
8	Ivan Huaman Usamaym	Montto mae			
9	Perry Palomino Siella	Gasolina SperiVicar			
10	WILBERT GUTIERREZ ZELENARRO	MANTTO MECANICO			
11	Tomas Aguilar Rosoi	MANTTO. MEC.			
12	Lucio HUMILDO RUILO	Montto. Electrico			
13					
14					
15					
16					
17					
18					
 Ing. Wilbert Gutierrez Zelenarro Profesional Mntto. Mecánico Especialista de Seguridad y Medio Ambiente					
Expositor Autorizado					



Sección 7

Construcción

Descripción de la Construcción

La construcción de la Central fue realizada en 2 Etapas.

La primera Etapa está dividida en 2 fases. La primera fase fue ejecutada entre 1959 y 1963 por un grupo de Empresas Italianas agrupadas en PANADILE PERUANA S.A., consistiendo en una Central equipada con dos turbinas Francis de 20MW cada una, entrando en operación en 1963.

La segunda fase estuvo compuesta por tres grupos Pelton de 26MW cada uno y fue ejecutada por el Grupo Hicroeléctrico Machupicchu, conformada por las empresas francesas CGEE ALSTHOM JEUMONT SCHNEUDER NEYRPIC y SGETPI, entrando en operación en 1985. Como consecuencia de un embalse del río Vilcanota, a raíz de un aluvión proveniente del río Ahobamba, ocurrido el 27 de febrero de 1998, la Central se inundó y quedó inutilizada, para luego en 1999 iniciar las labores de rehabilitación (tres Grupos Pelton), que estuvo a cargo de la empresa ABB-ALSTOM POWER HYDRO, que incluía además de la recuperación, una serie de modificaciones, siendo una de las principales, la repotenciación de las turbinas de 26 a 30.75MW.

La segunda Etapa consistió en incrementar la capacidad de la Central, para lo cual implementaron un nuevo grupo de 100 MW. La construcción inició en el año 2009 y finalizó en el 2012.

Las Obras Civiles para la Segunda Fase de Rehabilitación comprenden las siguientes:

- Construcción de una nueva captación lateral, para ampliar la capacidad de la toma a 69 m³/s, compuesto por: Estructura de admisión - Canal de Limpia - Muro de Encauzamiento - Desgravador delantero - Modificaciones de toma existente.
- Construcción de 4 naves desarenadoras adicionales a las existentes, para incrementar la capacidad a 29 m³/s; con capacidad de sedimentación de sólidos de hasta 0,2 mm y eficiencia de 90 %.
- Ampliación de la capacidad de conducción del túnel de aducción existente de 50 m³/s hasta 61 m³/s, revestido con planchas de acero.
- Otras diversas.

Sectores de incendio y compartimentación

Las siguientes zonas están separados por áreas libres y constituyen riesgos separados:

La Bocatoma

Ubicada en el Km 107 de la vía férrea a 2060 m.s.n.m., con tres compuertas de represamiento, cuatro compuertas de toma y cuatro desarenadores. En este punto se inicia el túnel de aducción.

El Túnel de Aducción

De 3.3 Km. de longitud a pelo libre y de sección en forma de herradura. Se inicia en el Km. 107 y hasta la Central ubicada a la altura del Km. 122 de la línea férrea.

La Central de Generación (ambas etapas)

Se ubica en el Km 122, donde se encuentra la Cámara de carga, la Tubería Forzada, la Casa de Máquinas y el patio de llaves.

El Campamento

Está aproximadamente a 1 Km de la Casa de Máquinas y a 1770 m.s.n.m.

Represa de Sibinacocha

Se ubica a 250 km de la Central. Permite garantizar el afianzamiento hídrico en la época de estiaje del río Vilcanota.

En lo que respecta a la distribución dentro de cada uno de los sectores de la Etapa 1, se establece que es más complejo en la Casa de Máquinas, donde se aprecian los Grupos Generadores dispuestos en forma paralela y en arreglo vertical, con una distancia entre sí de 12 m aproximadamente. La mayor parte de los equipos se encuentran en el interior del edificio. Los transformadores, se ubican en el exterior, separados por muros corta-fuego de concreto. El sistema de cables recorre por medio de bandejas todas las instalaciones de la casa de máquinas, presentando sistemas de bloqueo en las paredes que atraviesa, con la finalidad de detener el fuego o humo en caso de un incendio, lo que determina que en caso de incendio en alguna de las bandejas, el fuego podría concentrarse en un solo sector.

La casa de máquinas constituye un solo riesgo, es la zona con la mayor concentración de valores. La Central Hidroeléctrica, edificaciones y obras civiles están separados por áreas libres y constituyen riesgos separados.

En lo que respecta a la Etapa 2, la nueva caverna para la turbina Francis, está totalmente aislada de la Casa de Maquinas de la Etapa 1. Internamente, todo el equipamiento de generación está alejado del banco de transformadores de elevación, el cual también se encuentra dentro de la caverna.

Layout de la Planta



Sección 8

Ocupación, Peligros y Servicios

El proceso inicia en la Laguna de Sibinacocha cuentan con una Presa de Tierra. La misma que posee una altura de 12 m y una longitud de 356 m, presentando un volumen útil de 100 MMC y un volumen muerto de 175 MMC. Esta presa se encuentra provista de 3 piezómetros, así como sensores para asentamientos e hilos de alineamiento en el eje de presa. Cuenta con dos compuertas de 6 m³/s de capacidad.

Las instalaciones de la Central se levantan sobre cimientos de concreto armado, presentando zapatas debidamente diseñadas para el tipo de terreno, destacando que las Obras de Represamiento están constituidas por un barraje fluvial y dos machones de concreto que lo dividen en 3 luces de 12 m cada una.

La extensión total de estribo a estribo es de 41 m, las luces están cerradas por tres compuertas planas de 5 m de altura, que se regula el nivel mínimo en el río y permiten el paso de avenidas hasta 1500 m³/s.



El Desarenador, constituido por 4 naves de concreto impermeabilizado de 78.6 x 6 x 2 x 6.56m con capacidad de 9.25 m³/s, contando con un sistema de purga tipo Bieri para una limpieza continua y automática.

Tienen 04 desarenadores adicionales en caverna para la Etapa 2 y permitir elevar el caudal hasta los 61 m³/s, Estas cámaras, a través de su propio túnel, alimentan el túnel de Aducción.

El punto de reunión de ambos túneles, se encuentra dentro del macizo rocoso (aproximadamente a 150 m del exterior).



El Túnel de Aducción es a flujo libre parcialmente revestido, tienen un desarrollo de 3.32 Km y una sección de herradura de 5.5 m de diámetro (ampliada) y ha sido repotenciado de 37 a 50 m³/s.

La Tubería Forzada construida entre la cámara de carga y casa de máquinas, presenta un tramo libre de 269.5 m. Luego se encuentra el tramo empotrado del pozo vertical de 191.4 m y por último se encuentra la galería horizontal con 79.8m.

La Casa de Máquinas construida en caverna excavada, en la base de un espolón de roca con 55 x 20 x 30m., habiéndose construido en el interior un edificio con 5,500 m³ de concreto armado proyectado en 7 niveles. El acceso a este recinto se realiza 42 m por encima de la parte más alta, contando con ascensor y escaleras.



Casa de máquinas Etapa 1



Casa de máquinas Etapa 2 (En pleno mantenimiento mayor)

El Túnel de Descarga que tiene un desarrollo en tres tramos. El primero tiene una galería con caída de 12.74 m y pendiente de 60°, llegando a una poza de 19 x 5.5 x 8.9m en concreto armado. El segundo tramo, instalado por debajo del cauce del río y consta de dos tuberías en paralelo de concreto con 2.5 m de diámetro y longitud de 137.8 m, realizándose la instalación con la máquina TBM. El tercer tramo se encuentra en roca y continúa el túnel por el margen derecho, con una longitud de 1956 m y sección herradura con 5 m de diámetro. Se tiene un sensor de presión para detectar la posible obstrucción del túnel. El diseño y ejecución de este túnel fue hecho por empresas alemanas.

Sobre este tramo del túnel, el proyecto Santa Teresa ha establecido su punto de captación hacia su cámara de carga. Actualmente han dejado un “tapón” de roca de 5 m, el cual liberarán

en la próxima parada mayor de EGEMSA. Así mismo, el Canal de Demasía de Santa Teresa, se interconecta con el túnel de descarga de EGEMSA.

La obra del Dique de Protección tiene como finalidad desviar o direccionar aguas abajo los posibles embalses como consecuencia de un aluvión, el mismo que presenta una altura de 22 m y es de tierra, presentando en la parte delantera un enrocado.

Equipos Mecánicos y Eléctricos – Etapa 1

A raíz de un aluvión ocurrido el 27 de febrero de 1998, la Central se inundó y quedó inutilizada. Luego en 1999 iniciaron las labores de rehabilitación de las instalaciones de la segunda etapa (tres Grupos Pelton), la que estuvo a cargo de la empresa ABB-ALSTOM POWER HYDRO, incluían, además de la recuperación, una serie de modificaciones, siendo una de las principales la repotenciación de las turbinas de 26 a 30.75MW.

La rehabilitación de las turbinas implicó la modificación del perfil hidráulico del rodete, el cual fue diseñado por ALSTOM, por tanto, se procedió a la repotenciación de los rodetes existentes.

Las características de los equipos son:

TURBINAS PELTON			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G1-G2-G3
2.00	Características Generales:		
2.01	Fabricante		ALSTOM HYDRO
2.02	Cantidad	Und.	3
2.03	Tipo (disposición de eje)		Vertical
2.04	Número de inyectores		5
2.05	Diámetro del rodete	mm	2305
2.06	Número de álabes		18
2.07	Fluido		Agua
2.08	p.h.		
2.09	Velocidad Nominal	rpm	450
2.10	Velocidad específica		
2.11	Velocidad de embalamiento	rpm	790
2.12	Potencia	kW	30750
2.13	Caudal de diseño	m3/s	9.3
2.14	Altura Neta	m	350
2.15	Altura Bruta	m	351.4
2.16	Eficiencia	%	90.3
2.17	Nivel de vibraciones	mm/s	
2.18	Altitud de casa de Máquinas	m.s.n.m.	1707.8
3.00	Materiales		
3.01	Carcaza		Plancha de acero
3.02	Rodete		Acero inoxidable Z05 CN 12-04M
3.03	Eje		Acero
3.04	Inyectores		Acero
3.05	Deflectores		Acero duro
4.00	Condiciones Generales:		
4.01	Antigüedad	Años	15

GENERADOR			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G1-G2-G3
2.00	Generador		
2.01	Fabricante		ALSTOM HYDRO
2.02	Modelo		3
2.03	Potencia Nominal	KVA	33500
2.04	Factor de potencia		0.9
2.05	Tensión Nominal	V	13800
2.06	Velocidad	rpm	450
2.07	Clase de aislamiento		F
2.08	Enfriamiento		Aire
2.09	Sistema de excitación		Transfor. Excitación
	Tensión nominal	V	155
	Corriente nominal	A	680
	Tipo de excitación		Estatico
2.10	Tipo de fijación en la base		Empernado
2.11	Sistema de frenaje		
	· Tipo		zapatras
	· Materiales		Libre de asbesto
2.12	Sistema de refrigeración de cojinetes		Agua/aceite
2.13	Medición de temperatura de cojinetes		Sensor
2.14	Sistema de medición de temperatura		RTD
2.15	Peso de aceite	Kg	
2.16	Peso del núcleo	Kg	
2.17	Peso total	Kg	
2.18	Accesorios		
	· Cantidad de termómetros		
	· Detector de temperatura del tipo resistencia		Si
2.24	Sistema de protección		Reles digitales

En el caso de los alternadores han repotenciado de 28 MVA a 33.5 MVA., realizando el cambio completo de las chapas magnéticas, para conformar el núcleo del estator y cambiado el lote completo de bobinas (204 por cada alternador), así como, el lote completo de bobinas polares (16 por alternador). Algunas características son:

Unidades : 3
 Tipo : SAV 314/92/16
 Potencia Nominal : 33.5 MVA
 Factor de Potencia : 0.9
 Tensión Nominal : 13.8 kv
 Velocidad Nominal : 450 rpm

 Embalamiento : 790rpm
 Aislamiento : F
 Radiadores : 6
 Número Polos : 16

En lo que se refiere a Instrumentación, tienen instalados detectores tipo resistencia, de temperatura (15) PI-100 conectados con 3 hilos. Termómetros Indicadores (1) del tipo bulbo sensor, conectados al instrumento con su respectivo capilar flexible. Indicadores de Nivel de Aceite (2) para el depósito del aceite del cojinete. Indicadores de Flujo del Tipo ABB (2), con un juego de dos contactos ajustables. Indicadores de Presión (5), termostatos (7) e Indicadores de posición de los Frenos (8).

El Patio de Llaves ha sido reubicado con una diferencia de altura de 42.87 m, por encima del antiguo patio, lo que conllevó a una nueva ruta de la galería de cables, donde se puede apreciar sistema de contención de fuego al momento que atraviesan las paredes o muros. En el patio se aprecian los transformadores trifásicos por cada grupo y el de Quillabamba, los que se encuentran separados por paredes de concreto. En este patio también se encuentran los elementos de desconexión y conexión de las líneas de transmisión.

Las características principales de los transformadores son:



TRANSFORMADOR G1			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G1
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Fabricante		TOSHIBA
2.02	Norma		IEC-76-1/1993
2.03	Año de fabricación		2000
2.04	Potencia Nominal	KVA	26800/33500
2.05	Refrigeración		ONAN/ONAF
2.06	Fases		3
2.07	Relación	V	13800/138000
2.08	Frecuencia	Hz	60

TRANSFORMADOR G2			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G2
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Fabricante		ABB
2.02	Norma		IEC 60076
2.03	Año de fabricación (Toshiba)		2000
	Año de Reparación (ABB)		2012
20.40	Potencia Nominal	KVA	26800/33500
2.05	Refrigeración		ONAN/ONAF
2.06	Fases		3
2.07	Relación	V	13800/138000
2.08	Frecuencia	Hz	60

TRANSFORMADOR G3			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G3
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Fabricante		ABB
2.02	Norma		IEC
2.03	Año de fabricación		2003
2.04	Potencia Nominal	MVA	26.8/33.5
2.05	Refrigeración		ONAN/ONAF
2.06	Fases		3
2.07	Relación	V	13800/138000
2.08	Frecuencia	Hz	60

TRANSFORMADOR RESERVA			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		RESERVA
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Fabricante		TOSHIBA
2.02	Norma		IEC-76-1/1993
2.03	Año de fabricación		2000
2.04	Potencia Nominal	KVA	26800/33500
2.05	Refrigeración		ONAN/ONAF
2.06	Fases		3
2.07	Relación	V	13800/138000
2.08	Frecuencia	Hz	60

En el caso de las líneas de transmisión, debe indicarse que se trata de una tensión nominal de 138 KV y que en la L1001 y L1003, han cambiado cable de guarda por fibra óptica. Las características de las líneas de transmisión son:

Código de Línea	Denominación	Longitud	Cantidad de Estructuras	Material	Año
L-1001	Machupicchu-Cachimayo	76.83	255	AC	1963
L-1002	Machupicchu-Quencoro	95.36	263	AC	1985
L-1003	Cachimayo-Dolorespata	13.50	47	AC	1963
L-1004	Dolorespata-Quencoro	8.34	23	AC	1985

La Tubería de Presión, en el año 2000 fue arenada y pintada por el SIMA y realizaron el control de los espesores, no habiendo presentado variación.

La Válvula Mariposa se encuentra en buenas condiciones y posee un control de cierre remoto desde el centro de control de la C.H. ó desde el Centro de Control del Cusco. La apertura debe hacerse en forma local por razones de máxima seguridad.

En la puesta en marcha se han realizado las diferentes pruebas eléctricas en los transformadores y circuitos, así como en los relés de protección. Los generadores han sido sometidos a las pruebas de rechazo de carga al 100% en forma individual y en operación conjunta, las mismas que han arrojado resultados aceptables.

Equipos Mecánicos y Eléctricos – Etapa 2

El equipamiento electromecánico está compuesto por:

- ☐ Una turbina tipo Francis con una potencia instalada de 101.35 MW.
- ☐ Un generador síncrono de 120 MVA de potencia aparente y tensión nominal de 13,8kV.
- ☐ Sistema de excitación y regulación de tensión
- ☐ Sistema de control y protección
- ☐ Banco de transformadores monofásicos compuesto por 3 transformadores monofásicos y uno en reserva de tensión nominal 13,8/138 Kv.
- ☐ Subestación encapsulada y aislada en SF6 (GIS).
- ☐ Servicios auxiliares en corriente alterna 380/220 V.
- ☐ Servicios auxiliares en corriente continua 110 VDC, 48VDC.
- ☐ Sistema de barras 13,8kV.
- ☐ Bahía de conexión a la S.E. Machupicchu Primera Fase en 138 kV.
- ☐ Bahía de conexión a la Línea Machupicchu-Abancay-Cotaruse en 138 kV.
- ☐ Cables de control y de energía para baja tensión.
- ☐ Instalaciones eléctricas de alumbrado y fuerza.
- ☐ Sistema de puesta a tierra.
- ☐ Cables de energía en 138 kV.

La bocatoma existente y la ampliación proyectada conforman una sólo unidad conjuntamente con el barraje móvil que está conformado por 3 compuertas planas con clapeta superior abatible, las compuertas tienen 12 m de ancho por 6,5 m de altura. Los muros intermedios son de 2,5 m de ancho. La plataforma de operación se encuentra a 2079 msnm.

Las modificaciones mencionadas están conformadas por los siguientes componentes:

- ☐ Estructura de admisión
- ☐ Canal de limpia
- ☐ Muro de encauzamiento
- ☐ Desgravador delantero
- ☐ Modificaciones en toma existente
- ☐ Estructura de compuertas de control

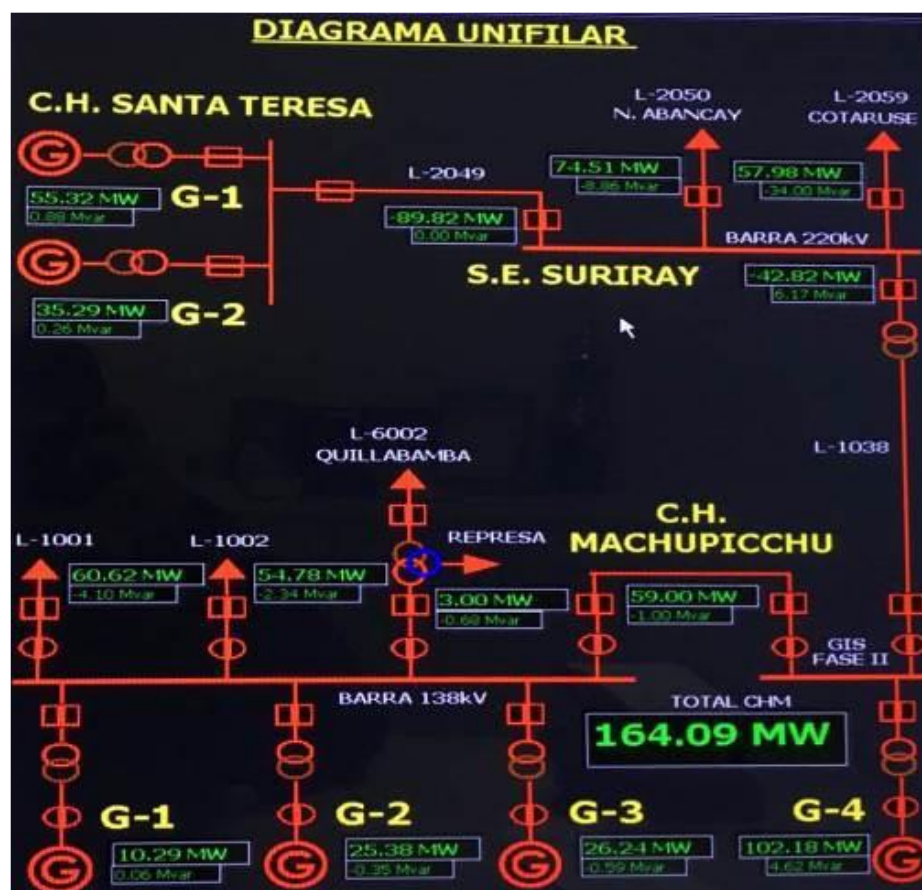
TURBINAS FRANCIS			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G4
2.00	Características Generales:		
2.01	Fabricante		HEC
2.02	Cantidad	Und.	1
2.03	Tipo (disposición de eje)		Vertical
2.04	Diámetro del rodete	mm	2620
2.05	Número de álabes		30
2.06	Rango de regulación de álabes móviles		16
2.07	Fluido		Agua
2.08	p.h.		
2.09	Velocidad Nominal	rpm	450
2.10	Velocidad específica		
2.11	Velocidad de embalamiento	rpm	750
2.12	Potencia	kW	101350
2.13	Caudal de diseño	m3/s	31
2.14	Altura Neta	m	355.18
2.15	Altura Bruta	m	364.84
2.16	Eficiencia	%	94.53
2.17	Nivel de vibraciones	mm/s	
2.18	Altitud de casa de Máquinas	m.s.n.m.	1682.8
3.00	Materiales		
3.01	Caraca		ASTH A516
3.02	Rodete		ASTH A743
3.03	Eje		ASTH A668D
3.04	Inyectores		ASTH A743
3.05	Deflectores		ASTH A743
4.00	Condiciones Generales:		
4.01	Antigüedad	Años	0.9

GENERADOR			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G4
2.00	Generador		
2.01	Fabricante		HEC
2.02	Modelo		SF 102-16/5380
2.03	Potencia Nominal	KVA	120000
2.04	Factor de potencia		0.85
2.05	Tensión Nominal	V	13800
2.06	Velocidad	rpm	450
2.07	Clase de aislamiento		F
2.08	Enfriamiento		Agua/aire
2.09	Sistema de excitación		Trafo de excitación
	Tensión nominal	V	282
	Corriente nominal	A	1001
	Tipo de excitación		Estatico
2.10	Tipo de fijación en la base		Empernado
2.11	Sistema de frenaje		
	· Tipo		Zapatas
	· Materiales		Libre de asbesto
2.12	Sistema de refrigeración de cojinetes		Agua/aire
2.13	Medición de temperatura de cojinetes		Sensor
2.14	Sistema de medición de temperatura		RTD
2.15	Peso de aceite	Kg	5759
2.16	Peso del núcleo	Kg	139342
2.17	Peso total	Kg	180215
2.18	Accesorios		
	· Cantidad de termómetros		31
	· Detector de temperatura del tipo resistencia		Si
2.24	Sistema de protección		Reles digitales

TRANSFORMADOR G4			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		G4
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Cantidad		3
2.02	Fabricante		ABB
2.03	Norma		IEC-76
2.04	Año de fabricación		2011
2.05	Potencia Nominal	MVA	40
2.06	Refrigeración		OFWF
2.07	Fases		1
2.08	Relación	V	13800/138000
2.09	Frecuencia	Hz	60

TRANSFORMADOR RESERVA G4			
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO
1.00	Nombre de la Central Hidroeléctrica		C.H. Machupicchu
1.01	Unidad de generación hidroeléctrica		RESERVA
2.00	Transformador de potencia		
2.01	Cantidad		1
2.02	Fabricante		ABB
2.03	Norma		IEC-76
2.04	Año de fabricación		2011
2.05	Potencia Nominal	MVA	40
2.06	Refrigeración		OFWF
2.07	Fases		1
2.08	Relación	V	13800/138000
2.09	Frecuencia	Hz	60

La actual configuración de la Central Hidroeléctrica es la siguiente. Los parámetros de operación de la imagen son los observados al momento de la visita.



Protección Contra Incendios

Sistema de extinción y detección de incendios – Etapa 1

Los grupos de generación están protegidos por un sistema de extinción de CO₂, que posee una línea de conducción sobre los bobinados del estator.

El sistema establece la inyección rápida de un grupo de 5 envases (que permite la saturación de la máquina en 30 segundos) y luego una inyección lenta de 20 minutos con 4 envases. Para el accionamiento automático del sistema cuentan con 4 detectores de fuego.

El sistema para cada generador está compuesto por una batería de 9 envases de 50 kg de capacidad, los cuales alimentan un manifold. El accionamiento mecánico es mediante la caída de un contrapeso, el cual arrastra un cable que apertura las válvulas (mecánicas) en cada cilindro. Se tiene un tablero de control para chequear las condiciones en las que se encuentran los envases de agente extintor.

La protección de los transformadores es a base de un sistema de wáter spray. El sistema está compuesto por un tanque metálico con agua, el cual al accionarse es presurizado por una batería de recipientes con CO₂ a presión. Cada transformador dispone de una cámara de detección de llama, la cual da señal para realizar 02 acciones en simultáneo; liberar las válvulas de la batería de recipientes de CO₂ (los cuales alimentan a un manifold que recorre todo el patio de transformadores) y abrir la válvula que corresponde al transformador afectado. Ambos mecanismos, se basan en un relé que libera un contrapeso, el cual en su caída, arrastra un cable, el mismo que libera la presión (en el caso del tanque de agua) o apertura una válvula (en cada transformador).

Las instalaciones cuentan con sensores de humo y calor distribuidos por los diferentes ambientes (galería de cables, Sala de Control, Casa de Máquinas y otros sectores de importancia), conectados a un tablero ubicado en la Sala de Control, donde se puede visualizar la zona donde se ha activado el sensor.

Se debe mencionar que el año 2023 se realizó la renovación de las protecciones contra incendio de la Fase 1, el cual ha incluido la renovación de los siguientes:

Sistema CO₂ para Generadores:

- Suministro del sistema de extinción con co₂
- Aspersores de descarga para co₂
- Panel de detección y descarga de co₂
- Dispositivos de detección, activación y monitoreo
- Cables contra incendio
- Materiales consumibles



Sistema de extinción en transformadores:

- Dispositivos y accesorios para el tanque de agua
- Sistema de diluvio de 4"
- Anillos nuevos para el sistema contraincendios de transformadores 1, 2 y 3

- Panel de detección y alarma contra incendio
- Dispositivo de detección, activación y monitoreo

Sistema de extinción casa de máquinas, galería de cables y sala de mando de central hidroeléctrica machupicchu:

- Panel de detección y alarma contra incendio
- Dispositivos de detección, activación y monitoreo
- Dispositivos de alarma
- Cables contra incendio
- Material consumible

<div style="border: 2px solid red; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p style="color: red; font-weight: bold; margin: 0;">INDICE DE DOCUMENTOS DEL DOSSIER DE CALIDAD</p> </div>					
1	AS BUILT - COMO ESTÁ CONSTRUIDO	20/11/2023	LLV		
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	5/07/2023	LLV		
B	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DE EGEMSA	10/06/2023	LLV		
A	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS DE EGEMSA	26/05/2023	LLV		
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	CHK	APBD
EMPRESA EJECUTORA: 		PROYECTO: RENOVACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS I FASE – CENTRAL HIDROELÉCTRICA MACHUPICCHU - CUSCO			
CLIENTE: 		TÍTULO: CENTRAL HIDROELÉCTRICA MACHUPICCHU			
DOCUMENTO DE CONTROL					
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE PROPIEDAD DE GENERSON Y EGEMSA. ESTÁ PROHIBIDO SU COPIA TOTAL O PARCIAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.		DOCUMENTO:		REVISIÓN:	
		INDICE DE DOCUMENTOS		1	
				PÁGINAS:	

Sistema de extinción y detección de incendios – Etapa 2

El proyecto referido al Sistema de Detección y Alarma de Incendio está conformado por:

- Panel Direccionable.
- Dispositivos Iniciadores.
- Estación manual de alarma
- Detectores de incendio: sensibles al calor y sensibles al humo
- Aspiración de aire y sensibles al humo (muestreo)
- Sensibles a la energía radiante (llama)
- Módulos de monitoreo y control
- Detectores de flujo
- Dispositivos Notificadores. o Señal de supervisión audible y visual
- Sirena con luz estroboscópica
- Parlantes y/o cornetas
- Bus transmisión de datos, protocolo de comunicación entre dispositivos del sistema D&A con sistema centralizados de monitoreo y control (Scada).

La planta, contará con un panel principal de detección y alarma de incendio, y estará ubicado en la sala de control ubicada en el nivel 1705.97 donde será monitoreada las 24 horas.

El panel estará preparado para poder trabajar vía TCP/IP y monitoreado remotamente con un sistema gráfico.

Para los transformadores ubicados en subestación en caverna, se considera un sistema contra incendio suppression/releasing de diluvio el cual accionara las válvulas de diluvio permitiendo la descarga de agua pulverizada sobre los transformadores. El sistema está compuesto por:

Unidad de control contra incendio suppression/releasing de diluvio.

Panel de doble liberación, configurable en campo para su uso como sistema de diluvio de rociadores, sistema de pre acción de rociadores y sistema de liberación agente limpio.

Recoge la señal del recinto a proteger (transformadores en subestación en cavernas), mediante sensores de calor y sensores de flama, procesa la información y emite una acción ya sea pre alarma, falla, o alarma para la posterior activación del sistema de supresión (sistema de diluvio)

Detector de incendio de energía radiante UV/IR, cuyo propósito es sensor y/o detectar la energía radiante producida por sustancias de combustión y anunciar al panel de diluvio, el cual tomara la acción de alarmar al panel central de detección de incendio además de activar el sistema de supresión de incendios (sistema de diluvio)

Detector de llama ultravioleta/infrarrojo, cuyo fin es detectar la radiación ultravioleta a través de un tubo de vacío fotodiodo y una longitud de onda seleccionada de radiación infrarroja a través de una celda fotoeléctrica y utilizar una señal combinada para indicar incendio

Detector lineal de temperatura LHD, es un dispositivo de tipo lineal cuyo elemento sensor está compuesto, en uno de sus tipos, por dos cables portadores de corriente separados por un aislamiento sensible al calor que se ablanda al alcanzar la temperatura específica, permitiendo así el contacto eléctrico entre los cables. Su propósito es sensor el incremento de temperatura en el transformador y anunciar al panel de diluvio, el cual tomara la acción de alarmar al panel central de detección de incendio además de activar el sistema de supresión de incendios (sistema de diluvio)

El sistema de contra incendio suppression/releasing diluvio será activado de 2 formas: la primera será de forma automática, en la cual el panel de diluvio recibirá las señales del sensor de flama que y del detector lineal (cable térmico) este cable estará distribuido en las bandejas dentro del área del transformador correspondiente, una vez recibida la señal por el panel se activara la válvula solenoide de diluvio dando paso a la descarga y a la extinción del fuego. La segunda forma de activación del panel de diluvio será de forma manual a través de la estación manual de diluvio que activara la alarma y de esta manera dará paso a los protocolos establecidos para extinguir el fuego.



Otras protecciones:

En la etapa 2 las bandejas de cable tienen el riesgo de generar un conato de incendio debido al sobre calentamiento de los mismos, es por ello que se protegerá mediante la aplicación de un sensor térmico lineal, el cual cubrirá todo su recorrido en cada una de las bandejas. Los polímeros de este sensor están diseñados químicamente para descomponerse a temperaturas fijas específicas, que permiten a los conductores trenzados hacer contacto entre sí. Este contacto es identificado por el módulo de monitoreo y transmitido al panel de alarma central mediante el lazo SLC, procediendo así al inicio de alarma de incendio.

En la etapa 2 cuentan con un sistema de agua contra incendio a base de mangueras el cual es presurizado por gravedad desde unos tanques elevados.



En ambas etapas existen muros cortafuegos entre transformadores y bancos de transformadores.

Sección 9

Exposiciones Externas

Detalles de la Ubicación

Latitud	-13.174577°
Longitud	-72.562159°
Punto Donde se Tomó la Georreferenciación	Ingreso a casa de máquinas
Elevación del Suelo (Metros Sobre Nivel del Mar)	1790
Fuente de Dato de Elevación del Suelo	Google Earth

Las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Machupicchu se ubican entre el Km. 107 y Km 122 de la línea férrea Cusco-Quillabamba, distrito de Machupicchu, provincia de Urubamba, departamento de Cusco.



La casa de máquinas de ambas etapas se encuentra en caverna, construida dentro de un macizo rocoso. Los transformadores de potencia de la etapa 1 se encuentran en el exterior y a la intemperie. El banco de transformadores de la etapa 2 se encuentra en la caverna, pero constituye un riesgo separado.

El acceso a la C.H. se realiza desde la ciudad del Cusco ó desde Ollantaytambo, vía tren y es utilizada por pobladores para acceso a sus pueblos y por turistas para acceder a las ruinas incas de Machu Picchu. Desde el Cusco demora aproximadamente 6 horas.

También hay una carretera desde el Cusco hasta el Poblado de Santa Teresa, poblado a aproximadamente 45 minutos en camioneta de la Central.

Otra manera de llegar es por medio de helicóptero, que toma cerca de 30 minutos desde el Cuzco. En las instalaciones de la Central cuentan con un helipuerto.

Sección 10

Seguridad

Perímetro del Sitio	
Acceso Vehicular	Si
Cerco Perimetral	Si
Señalización de Entradas	Si
Señalización de Prohibido el Paso	Si
Altura del Cerco Perimétrico	3 m donde corresponde
Iluminación Exterior	Si

Características Físicas de la Construcción	
Ventanas Seguras a Nivel del Suelo	No
Control de Llaves y Cerraduras	Si

Personal de Seguridad / Guardias	
Guardias In Situ	Si
Patrullas Exteriores	No
Vigilancia Policial	No
Control de Rondas	No
Frecuencia de Rondas	No precisa
CCTV	Si

Detección de Intrusos	
Sensores de Movimiento	No
Detección Láser / Haz de Luz	No
Contactos en Puertas	No
Acceso Monitoreado	Si

Tarjetas de identificación / Carnets	No
Control de Visitas	Si

Otros Programas / Controles de Seguridad	
Respuesta a Emergencias	Si
Seguimiento de Empleados	No
Caja Fuerte / Bóvedas	No
Almacenamiento de Equipos Móviles	No
Amenaza de Bomba	No
Dinero en Efectivo / Cheques	No
Estacionamientos	Si

Servicio de Vigilancia:

- Cubre las 24 horas, 7 días.
- Cuentan con diversos puntos de vigilancia que hacen rondas en todo el predio.
- Los vigilantes están armados, tienen un anexo para comunicarse internamente, celulares y radios.

Circuito cerrado de televisión (CCTV):

- Distribuido en todas las zonas operativas, oficinas y campamentos.
- El sistema puede ser monitoreado desde diversos puntos de control, como los puestos de vigilancia y algunos funcionarios también tienen acceso desde sus computadoras.

Sección 11

Interrupción de Negocio

Sitio	
Principales Características de las Instalaciones	Diversos tipos de estructuras, pórticos de concreto armado en oficinas y campamentos, talleres de estructuras metálicas, y la casa de máquinas dentro de caverna.
Tiempo de Reconstrucción	De acuerdo a lo indicado en el capítulo de estimación de pérdidas.
Alternativas Disponibles	Al encontrarse dentro de la red COES, el sistema asumiría el déficit en caso de interrupción mediante otras centrales hidroeléctricas o centrales térmicas.
Acceso Restringido	Si a diversas zonas.
Operaciones, Planta y Procesos	
Características Operativas	Se trata de la actividad de generación de energía eléctrica
Estacionalidad de las Operaciones	NO cuenta con estacionalidad por demanda, pero si estacionalidad por disponibilidad de agua, existe meses en los que trabajan a toda capacidad (temporada de lluvias de noviembre a abril) y existe también temporada de secas el resto de meses que trabaja solo una de las etapas.
Cuellos de Botella	No aplica
Alternativas Disponibles	El sistema interconectado COES puede asumir cualquier pérdida de energía.
Repuestos Críticos	Si, en almacén y también dentro de carversas, como inyectores, rodets, motores, etc.
Opciones de Subcontratación	No aplica
Aspectos Especiales de Licencias	No
Sistemas de TI / Comunicaciones	Cuenta con un sistema SCADA para la automatización del sistema, el cual es operado desde el cuarto de control local y también desde el cuarto de control de Cusco.
Proveedores Críticos	Si
Clientes Clave	No aplica
Sanciones Contractuales	No apreciadas

Planes de Continuidad del Negocio / Recuperación ante Desastres**Procedimientos de
Respuesta a
Emergencias**

Si

**¿Planes de Continuidad
del Negocio
Disponibles?**

No

Apéndice A

Registro Fotográfico



Bocatoma



Campamento



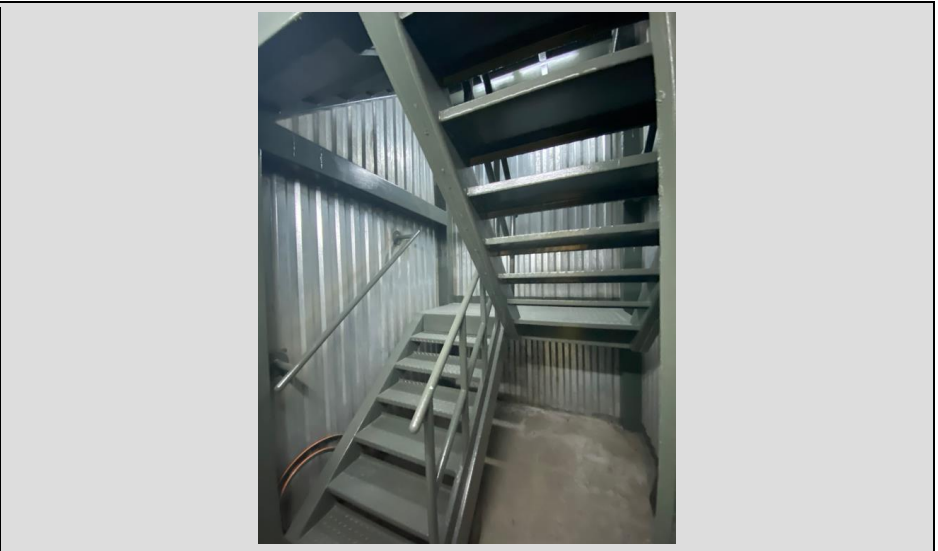
Campamento



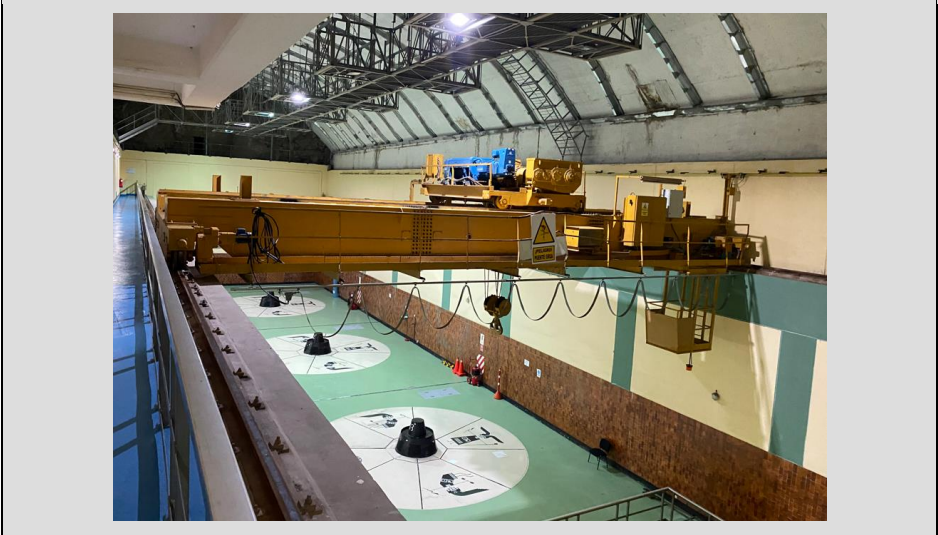
Campamento



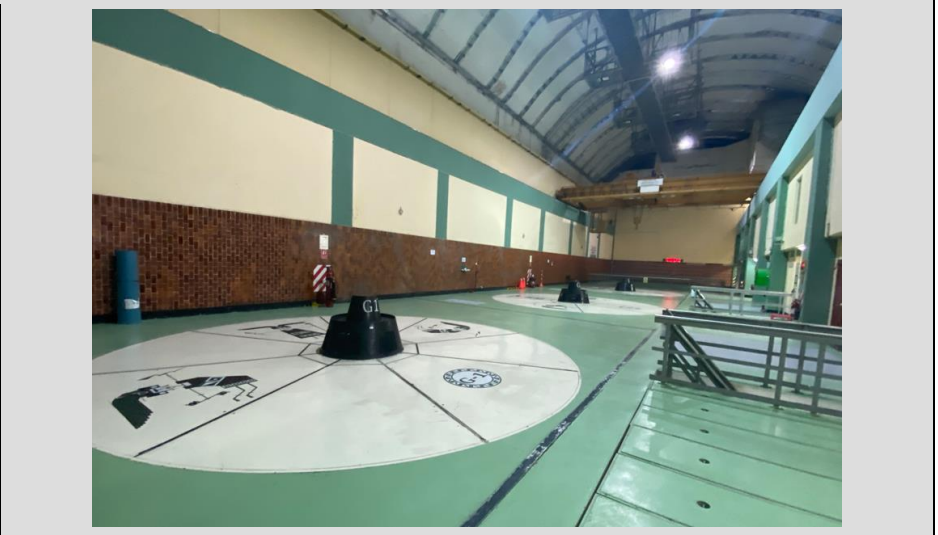
Taller



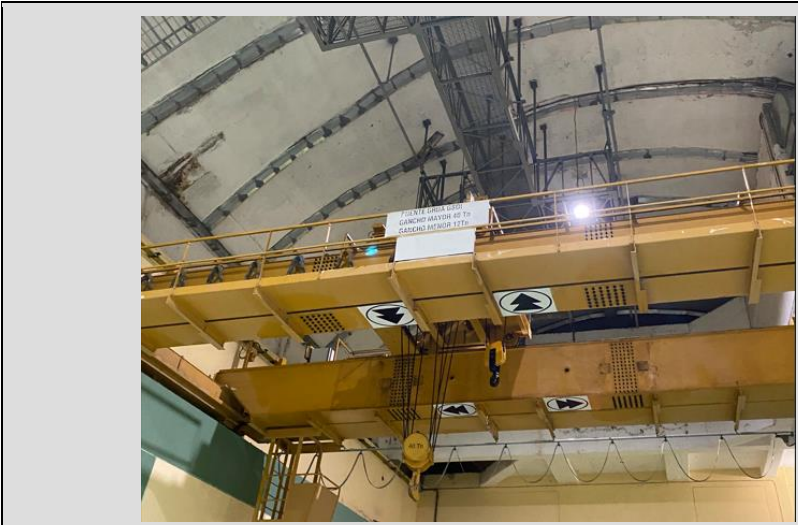
Escalera de emergencia en caverna de casa de máquinas



Casa de máquinas Etapa 1



Casa de máquinas Etapa 1



Puente grúa de 40 y 20 Tn



Sala de tableros



Sistema CO2 en Etapa 1



Generador Etapa 1



Válvula de bolas Etapa 1



Equipo de medición de sólidos en suspensión



Inyector en Stand by Etapa 1



Rodete en Stand by Etapa 1



Ingreso a Etapa 2



Centro de Control



Centro de control



Sistema de aspiración por aire en centro de control



Tablero de detección de humos con falla



Modulo sensor apagado del sistema aspiración de aire



Transformador de servicios auxiliares



Sistema GIS en Etapa 2



Sistema de aspiración por aire en sala GIS



Sellos en bandeja de cables en Etapa 2



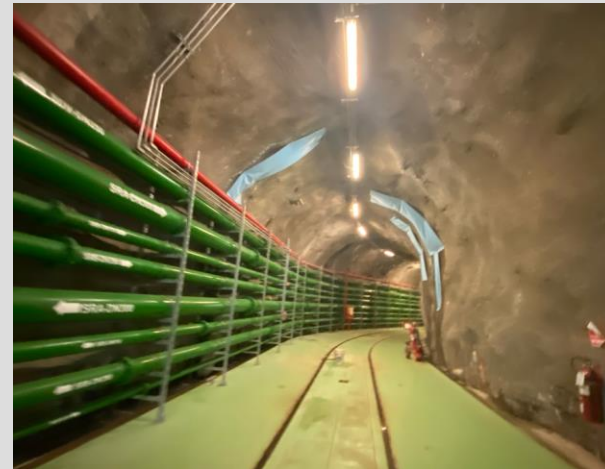
Transformador en caverna Etapa 2



Sistema contra incendio presurizado a 75 psi



Manifold para el sistema de wáter spray en transformadores



Ingreso a casa de maquinas Etapa 2



Transformador en Stand by en Etapa 2



Casa de maquinas Etapa 2, durante mantenimiento mayor



Estructura de turbina que reemplazará la actual



Estructura de turbina actual desmontada



Sistema de extinción CO2 en generador Etapa 2



Trabajos de mantenimiento mayor Etapa 2



Válvula de bolas Etapa 2



Grupo electrógeno de emergencia



Patio de llaves



Transformador en patio de llaves



Transformador Etapa 1



Zona de ingreso a casa de máquinas

Apéndice B

Siglas y Conceptos en Inglés

En el reporte se utilizan las siguientes siglas derivadas de conceptos en inglés:

- BI (Business Interruption). Interrupción del negocio.
- CCTV (Closed-Circuit Television). Circuito cerrado de televisión.
- ESG (Environmental, Social and Governance). Ambiental, Social y Gobierno.
- Gpm (Gallons Per Minute). Galones por minuto.
- ID (Identification). Identificación.
- LE (Loss Estimate). Estimación de pérdida.
- OFI (Opportunity for Improvement). Oportunidad de mejora.
- PD (Property Damage). Daños a la propiedad.
- PRE (Property Risk Evaluation). Reporte de evaluación de riesgos a la propiedad.
- psi (pounds-force per square inch). Libras-fuerza por pulgada cuadrada.
- RAM (Risk Assessment Matriz). Matriz de evaluación de riesgos.
- RCV (Replacement Cost Values). Valores de costos de reposición o reemplazo.
- Rpm (Revolutions Per Minute). Revoluciones por minuto.
- RQR (Risk Quality Rating). Metodología para evaluación de calidad del riesgo.
- RTM (Risk to Manage). Metodología de “Riesgos a gestionar”.
- SIC (Standard Industrial Classification). Clasificación Industrial Estándar.
- TE (Time Element). Elemento tiempo.
- TIV (Total Insurable Value). Valores totales asegurables.
- TSI (Total Sum Insured). Suma asegurada total.
- USD (US Dollars). Dólares estadounidenses.



Marsh es parte de la familia de Marsh McLennan Companies, incluyendo Guy Carpenter, Mercer y Oliver Wyman Group (incluyendo Lippincott y NERA Economic Consulting)

Este documento y cualquier recomendación, análisis o asesoramiento proporcionado por Marsh (colectivamente, el "Análisis de Marsh") están destinados únicamente a la entidad identificada como el destinatario en este documento ("usted"). Este documento contiene información confidencial y de propiedad exclusiva de Marsh y no puede compartirse con ningún tercero, incluidos otros productores de seguros, sin el consentimiento previo por escrito de Marsh. Cualquier declaración relacionada con asuntos actuariales, fiscales, contables o legales se basa únicamente en nuestra experiencia como corredores de seguros y consultores de riesgos y no se debe confiar en ella como asesoramiento actuarial, contable, fiscal o legal, para lo cual debe consultar a sus propios asesores profesionales. Cualquier modelado, análisis o proyección está sujeto a incertidumbre inherente, y el Análisis de Marsh podría verse afectado materialmente si cualquier suposición, condición, información o factor subyacente es inexacto o incompleto o debería cambiar. La información contenida en este documento se basa en fuentes que creemos confiables, pero no hacemos ninguna representación o garantía en cuanto a su exactitud. Marsh no tendrá ninguna obligación de actualizar el Análisis de Marsh y no tendrá ninguna responsabilidad hacia usted o cualquier otra parte con respecto al Análisis de Marsh o a cualquier servicio proporcionado por un tercero a usted o a Marsh. Marsh no hace ninguna representación o garantía con respecto a la aplicación de los términos de la póliza o la condición financiera o solvencia de las aseguradoras o reaseguradoras. Marsh no garantiza la disponibilidad, el costo o los términos de la cobertura del seguro. Todas las decisiones con respecto a la cantidad, el tipo o los términos de cobertura serán responsabilidad última de usted. Si bien Marsh puede proporcionar consejos y recomendaciones, usted debe decidir sobre la cobertura específica que sea apropiada para sus circunstancias particulares y posición financiera. Al aceptar este informe, usted reconoce y acepta los términos, condiciones y exenciones de responsabilidad establecidos anteriormente.

Derechos de autor © 2022 Marsh LLC. Todos los derechos reservados.

Un negocio de Marsh McLennan