

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

CENTRAL COLMITO TURBINA ROLLS-ROYCE TREN60 WLE

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en
ELECTRÓNICA

Alumno:
Daniel Patricio Carrasco Lineros

Profesor Guía:
Ing. Loreto Marín Carcey

*DEDICADO A MI FAMILIA Y A MI NOVIA
POR SU APOYO INCONDICIONAL*

RESUMEN

Keywords: IC POWER. CENTRAL COLMITO.TURBINA ROLLS ROYCE

La empresa internacional "Ic Power", ha logrado un rápido crecimiento con un gran prestigio y valorada actualmente en el mercado mundial por su aporte de Infraestructuras Críticas de potencia con más de 3.800 MW de activos operativos en Israel y en otros siete países de América latina y Centro América. Además, en los últimos años la compañía se ha introducido en el mercado chileno con la adquisición de dos centrales termoeléctricas: Central Cardones y Central Colmito, es en esta última donde el estudiante realizó su pasantía.

Central Colmito está ubicada en Concón Región de Valparaíso Chile, dedicada a la generación de energía aporta 58 MW de potencia al Sistema Interconectado Central, su método es una turbina Rolls Royce modelo Trent WLE 60, modificada y ensamblada a un generador marca Brush para la generación de energía.

El puesto asignado al estudiante por la empresa Ic Power es operador y mantenedor de terreno, rol que consiste fundamentalmente en realizar inspecciones diarias en la Central Colmito y de este modo conservar la planta en óptimas condiciones para el momento en que se requiera, además, el estudiante debe estar al tanto del funcionamiento de cada maquinaria y la forma de manipularlas correctamente frente a cualquier circunstancia o situación.

El trabajo desarrollado en la empresa comprende desde mantenciones simples como por ejemplo cambio de luces indicadores quemadas, eliminación de filtraciones de aceite o petróleo, como también mantenciones y operaciones más complejas como: normalización de alarmas, pruebas efectivas de los instrumentos, maquinaria y los múltiples sistemas que existen en la planta.

Gracias al trabajo multifacético que la empresa ha confiado en el estudiante, se han obtenido herramientas y conocimientos significativos para la preparación y capacidad de enfrentar el mundo laboral que hoy en día es muy competitivo. Donde se encuentran muchos profesionales de una misma área, pero sólo algunos poseen las competencias que se necesitan para cumplir con los requerimientos de las empresas modernas, quienes seleccionan a egresados que cumplan con un perfil exigente para producir más y mejor, favoreciendo el campo de las empresas encargadas de generar energía.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: IC POWER

- 1.1. VISION Y MISIÓN DE LA EMPRESA
 - 1.1.1. Visión
 - 1.1.2. Misión y estrategias de la empresa
- 1.2. CENTRAL COLMITO
 - 1.2.1. Separador agua-aceite
 - 1.2.2. Sistema de detección y extinción de incendio
 - 1.2.3. Sistema de detección y protección de incendio de la turbina de gas (CO2)
 - 1.2.4. Planta de agua potable
 - 1.2.5. Planta de tratamiento de aguas servidas
 - 1.2.6. Generador de emergencia
 - 1.2.7. Planta de agua desmineralizada
 - 1.2.8. El Grupo TRENT 60 WLE

CAPÍTULO 2: DESEMPEÑO LABORAL EN CENTRAL COLMITO

- 2.1. CATASTRO DE TARJETAS ELECTRÓNICAS
 - 2.1.1. Componentes principales
- 2.2. CALIBRACIÓN DE TRANSMISORES DE PRESIÓN
 - 2.2.2. Transmisores Rosemount
 - 2.2.3. Transmisores Yokogawa
- 2.3. MANTENCIÓN BOBINADO GENERADOR BRUSH
- 2.4. EFICIENCIA DEL AIRE DE INSTRUMENTACIÓN
 - 2.4.1. Compresor de aire Kaeser
 - 2.4.2. Acumulador Kaeser
 - 2.4.3. Secador Kaeser
 - 2.4.5. Modo de operación
 - 2.4.6. Pruebas prácticas
- 2.5. CHECK LIST

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA PASANTÍA REALIZADA EN CENTRAL COLMITO

- 3.1. CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA CARRERA DE ELECTRÓNICA
 - 3.1.1. Asignatura de Corriente Continua
 - 3.1.2. Asignatura de Microcomputadores
 - 3.1.3. Asignatura de Electrónica Industrial
 - 3.1.4. Asignatura Instrumentación Industrial
- 3.2. DESTREZAS Y HABILIDADES ENTREGADAS POR LA CARRERA
 - 3.2.1. Análisis de Circuitos
 - 3.2.2. Uso de los instrumentos de medición
- 3.3. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS DURANTE LA PASANTÍA

- 3.3.1. Trabajo en Áreas Energizadas (380 VAC y 220 VCC)
- 3.3.2. Gestión de residuos
- 3.3.3. Control de Combustibles Líquidos
- 3.3.4. Control de Aceites Lubricantes
- 3.3.5. Capacitaciones de seguridad
- 3.4. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS EN EL TRABAJO
- 3.4.1. Vinculadas al área de la Electricidad
- 3.4.2. Vinculadas al área de la Mecánica
- 3.4.3. Vinculadas a primeros auxilios
- 3.5. TRABAJO EN EQUIPO
- 3.5.1. Asignatura sugerida

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- ANEXO A: DIAGRAMA CIRCUITO ELÉCTRICO COMPRESOR KAESER
- ANEXO B: DIAGRAMA DIMENSIONAL TRANSMISOR ROSEMOUNT

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Vista satelital Central Colmito
- Figura 1-2. Línea 110KV SE Torquemada
- Figura 1-3. Sistema contra incendio
- Figura 1-4. Generador de emergencia
- Figura 1-5. Grupo turbo generador
- Figura 2-1. Grupo TG
- Figura 2-2. Gabinete PCS
- Figura 2-3. Gabinete ECS
- Figura 2-4. Método de Calibración
- Figura 2-5. Generador Brush
- Figura 2-6. Interior compresor Kaeser
- Figura 2-7. Panel del secador de aire Kaeser

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Tabla de parámetros
- Tabla 1-2. Tabla de variables a controlar
- Tabla 1-3. Datos de diseño generador

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1-1. Esquema centrales Ic Power

Diagrama 1-2. Estructura organizacional

Diagrama 1-3. Proceso agua DEMI

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

CDEC	: Centro de Despacho Económico.
CEDI	: Electrodesionización continua.
CO2	: dióxido de carbono.
DEMI	: Desmineralizada.
ECS	: Sistema de administración del motor.
EDI	: Electrodesionización.
EGCP-2	: Emergency Generator Control Panel.
GMP	: Panel de control del generador.
HMI	: Interfaz hombre-máquina.
HP	: high pressure (alta presión).
ILCO	: Israel Corporación.
IP	: intermediate pressure (presión intermedia).
LP	: Low pressure (Baja Presión).
MCC	: Centro del control de motores.
NFPA	: National Fire Protection Association
PCS	: Sistema de control del grupo.
PDT	: Transmisores diferenciales de presión.
PLC	: Control Lógico Programable
PT	: Transmisores de presión.
SCADA	: Supervisión Control y Adquisición de Datos.
S.E	: Subestación Eléctrica.
SESMEC	: Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad.
SIC	: Sistema Interconectado Central.
SIS	: Sistema integrado de seguridad.
SSEE	: Subestaciones Eléctricas.
TG	: Turbo Generador.

B. SIMBOLOGÍA

<	: Menor que
≤	: Menor o igual que

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la energía constituye un elemento indispensable para el desarrollo económico y social del país. Pero Chile se ha caracterizado como un país deficitario en energía e industria, además de ser dependiente de las importaciones de minerales energéticos, productos manufacturados y bienes de equipo. Sin embargo, durante los últimos años la progresiva utilización y racionalización de los recursos ha posibilitado la creación de infraestructuras energéticas e industriales de gran relevancia que significan una mejora a esta situación.

Entre estas infraestructuras se encuentra el aporte de la compañía Ic Power, a través de sus centrales termoeléctricas Colmito y Cardones en Chile. Con un escenario donde el gas natural está adquiriendo un lugar importante dentro de los combustibles consumidos en Chile.

Ic Power busca abastecer a la Central Colmito con gas natural, gracias a las características de funcionamiento de la turbina Rolls-Royce, la cual puede operar con petróleo diesel o gas, lo que la transforma en la herramienta fundamental para la generación de energía en el lugar.

Es en este lugar donde se localiza la pasantía del estudiante autor de este trabajo de título. Quien se ha encargado de realizar diversos trabajos derivados de las responsabilidades y actividades otorgadas durante el transcurso de los últimos tres meses.

El trabajo que se presenta es producto de la recopilación de antecedentes relevantes referentes a la empresa que permitió el desarrollo de la pasantía y de diversas experiencias vivenciadas en la misma por el estudiante.

Por lo tanto en este trabajo se busca documentar las características del lugar donde el alumno desempeña la pasantía profesional, describiendo las herramientas disponibles y maquinarias con las que cuenta la empresa para el desarrollo de la compañía. Además, se definen detalles de la identidad y métodos de producción de la empresa que la distinguen en el mercado y que dan una connotación positiva por parte del resto del sector industrial.

El informe se desglosa en tres partes: el primer capítulo da a conocer principalmente una contextualización del lugar incluyendo su misión y visión y las estrategias de la empresa con las cuales ha conseguido ser una de las compañías más importantes en la bolsa de valores de Tel Aviv.

Además, es importante mencionar y describir las dependencias del lugar tales como el separador de agua-aceite, sistema de detección y extinción de incendios, planta de agua potable, planta de tratamientos de aguas servidas y desmineralizadas, generador de emergencia y el grupo TRENT 60 WLE. Además de describir la organización técnica y roles dentro de la central. El segundo capítulo "Estadía en Central Colmito" es una sistematización de las principales tareas realizadas durante el transcurso de la pasantía, describiendo en detalle la forma de trabajo específico que se genera dentro de la central termoeléctrica, con el cargo de operador y mantenedor de terreno, algunos ejemplos de ello son el catastro de tarjetas electrónicas, la función y control de sistemas auxiliares relacionados con el PCS, el sistema de control del motor de la turbina, la calibración de los transmisores de

presión, la mantención de bobinados del generador BRUSH, la eficacia del aire de instrumentación y el desarrollo de la realización de las check list.

Finalmente el último capítulo hace referencia a la significación de la experiencia desde un punto de vista más personal indicando una descripción cualitativa de la estadía en la central de acuerdo al trabajo que se ha realizado, se mencionan los conocimientos ocupados y que la Carrera entregó mediante su malla curricular, también se mencionan algunos conocimientos que han sido necesarios de adquirir a través de capacitaciones externas o de forma autodidacta y que no fueron entregados por la Carrera. Por otra parte se mencionan destrezas y habilidades utilizadas y que la Carrera entregó a través de su malla curricular, además de otras destrezas y habilidades que han sido adquiridas en el trabajo y que la Carrera no otorgó en su malla curricular. Asimismo, se menciona la experiencia vivida referente al trabajo en equipo. Y se hace referencia a algunas herramientas que debiera entregar la Carrera para mejorar la entrada al trabajo en equipo. Para finalizar el último capítulo de este trabajo se realiza la exposición de las conclusiones finales de la experiencia de pasantía en la Central Colmito describiendo los aprendizajes significativos alcanzados durante el transcurso de los últimos meses.

CAPÍTULO 1: IC POWER

1. IC POWER

El lugar donde se contextualiza este trabajo de título es la empresa internacional "Ic Power", la cual se encarga en varios países, entre estos Chile de generar energía. Esta compañía ha logrado un rápido crecimiento desde que se estableció, en el año 2007, como una subsidiaria de Israel Corporación Ltd. (ILCO), con un gran prestigio y valorada actualmente en el mercado mundial por su aporte de Infraestructuras Críticas de potencia con más de 3800 MW de activos operativos en Israel y en otros siete países de América latina y Centro América. Además, la compañía se encuentra en proyectos adicionales, como por ejemplo la nueva adquisición de la Central Colmito en Chile con una capacidad de 58 MW. Con esto sigue en desarrollo para cumplir con la meta propuesta de alcanzar una capacidad superior a los 5700 MW estimada para el año 2016, lo cual significa un aporte importantísimo para la industria energética mundial.

Ic Power se encuentra dentro de las empresas líderes en la Bolsa de Valores de Tel Aviv, en términos de capitalización bursátil. La estrategia de la empresa se dirige a sectores de alto crecimiento y geografías, manteniendo una cartera equilibrada de las dos empresas que operan y las nuevas iniciativas de crecimiento.

Israel Corp. es un inversor de la empresa a largo plazo con un enfoque de reinversión fuerte que equilibra la búsqueda de valor económico y de los accionistas con la responsabilidad ambiental y social. Las explotaciones centrales de la compañía se concentran en las industrias que satisfagan las necesidades básicas, tales como: productos químicos, energía, transporte y automoción.

Durante más de 40 años, Israel Corp. ha jugado un papel fundamental en la privatización de empresas de propiedad del Gobierno, ayudando a transformarlos en multimillonarias empresas globales que se encuentran entre las más competitivas, innovadoras y responsables dentro de sus respectivos grupos de pares. Aprovechando su experiencia a través de diversas geografías, Israel Corp. entra a nuevas oportunidades y promueve sinergias entre grupos, además del intercambio de conocimientos.

A largo plazo, el crecimiento constante de la compañía IC Power demuestra su fuerza en la identificación de oportunidades únicas. La Gestión Israel Corp. proporciona la orientación y el respaldo financiero que sus filiales requieren para expandirse a nivel internacional, mejorar la rentabilidad y aumentar el valor del accionista.

La empresa Ic Power en su búsqueda por expandirse a nivel internacional, ha logrado crear una red de centrales generadoras de energía presentes en diferentes países de América Latina y el mundo, entre éstos se destacan: Perú, Bolivia, El Salvador, República Dominicana, Panamá, Jamaica y Chile. Además de su central ubicada en Israel. Lo cual hace que se reconozca como una empresa consolidada a nivel internacional que abarca un gran territorio, además de una gran cadena de centrales generadoras de energía, como se puede apreciar el Diagrama 1-1. Donde se entrega una visión clara de conjunto del orden jerárquico de sus distintas centrales.



Fuente: www.icpower.com

Diagrama 1-1 Esquema centrales IC Power

1.1. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA

Para toda empresa es importante definir y promover la identidad de la misma a sus trabajadores y el entorno. Los principios de los cuales deben hacerse parte los integrantes del plantel laboral, son importantísimos para el presente y futuro que la empresa pueda tener en el mercado. Es por esto, que es relevante mencionar y destacar los conceptos de misión y visión que la empresa ha definido y demuestra al resto.

1.1.1. Visión

Esta empresa se define a sí misma de la siguiente manera: "Somos una compañía de energía global y dinámica dedicada al desarrollo a gran escala, confiable "energía limpia" en los mercados de rápido crecimiento la utilización de nuestros recursos financieros, así como nuestro desarrollo y experiencia operativa, estamos dedicados a aumentar el suministro de energía a precios asequibles en el desarrollo de las regiones para apoyar su rápido y continuo crecimiento".

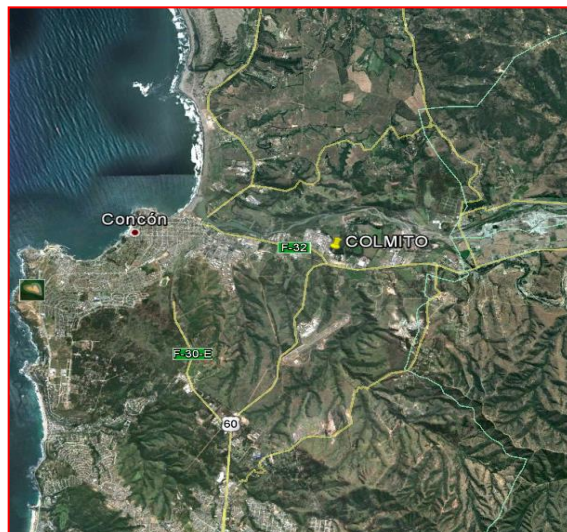
1.1.2. Misión y estrategias de la empresa

Las estrategias utilizadas por la empresa incluyen el desarrollo de nuevas plantas de energía, así como la adquisición y mejora de las instalaciones existentes en las regiones de alto crecimiento. Se Invierte continuamente en el largo plazo para mejorar la eficiencia, la fiabilidad, la capacidad y el perfil ecológico de todos sus proyectos, con lo cual continuamente se aporta en disminuir el costo de la electricidad, mientras se fomenta el aumento de su disponibilidad. Como misión la empresa tiene un firme compromiso con el desarrollo local, reclutando talento con experiencia local. Además, se busca constantemente un equilibrio entre las tecnologías respetuosas del

medio ambiente y económicamente gratificantes, aprovechando al máximo la disponibilidad de recursos naturales nacionales, como la hidroeléctrica "Run of the River", el gas natural y otras formas de energía.

1.2. CENTRAL COLMITO

La central donde se desarrollará específicamente la pasantía está ubicada en Avenida El Parque lote 3 A. en una propiedad de 20.000 m², a cuatro kilómetros al oriente de la ciudad de Concón, Región de Valparaíso, Chile, tal como se muestra en la figura 1-1 que se presenta a continuación.

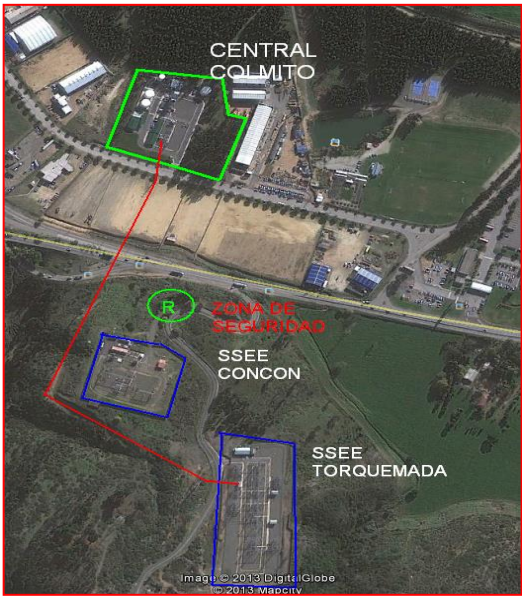


Fuente: www.googlemap.com

Figura 1-1. Vista satelital Central Colmito

Esta Central, es operada por IC Power Company, y consiste en una unidad de fabricación Rolls-Royce Energy Systems Inc., Modelo Trent60 WLE (Dual Fuel) del tipo Aero/derivativa, Número de serie 80A00701, con tres conjuntos de ejes, es del tipo Impulso/reacción, la dirección de rotación es sentido horario mirando al extremo del eje, con una potencia (Clasificación ISO), 58.973 kW (79.082 hp), un largo de 5.742 m y un peso de 17892 kg.

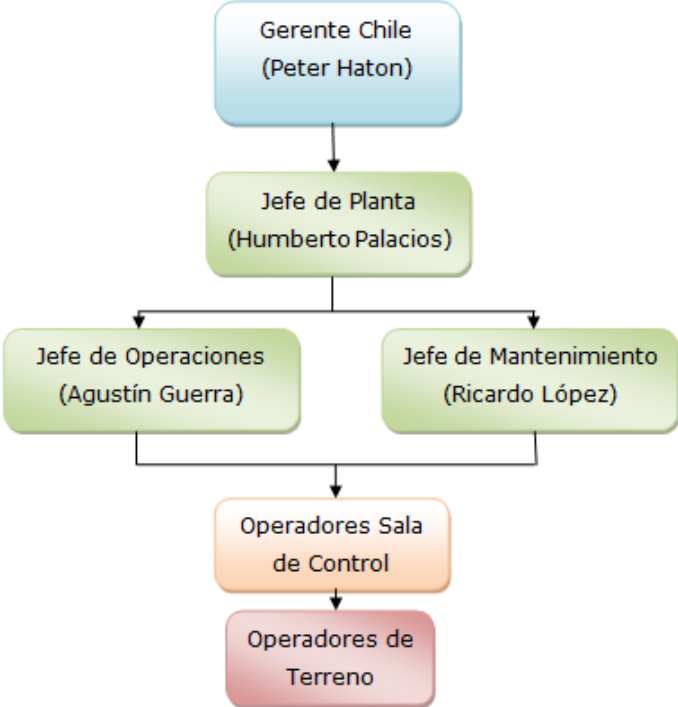
Se conecta a la subestación eléctrica (S.E) Torquemada por línea de alta tensión aérea en 110 kv., la longitud de la línea alcanza los 700 mts. La cual pasa por un costado y rodea a la subestación de Concón, dónde sus actuales dueños corresponden a la empresa de Chilquinta. La figura 1-2. Muestra claramente la Central Colmito delineada en verde, la línea de tensión en rojo, las subestaciones en azul y, además, muestra la zona de seguridad en caso de un desastre natural como los terremotos y maremotos al encontrarse dentro de una zona costera, o para otro caso de emergencia propia de la empresa como un incendio, explosiones, entre otras.



Fuente: www.googlemap.com

Figura 1-2. Línea 110KV SE Torquemada

La operación de la Termoeléctrica Colmito, se realiza a través de la Sala de Control, con comunicación directa con el Centro de Despacho Económico en un sistema de 4 turnos de 7 días trabajados y 7 días de descanso, con un Operador de Sala de Control y un Operador de Terreno por Turno. Además, durante el horario de oficina trabaja el Secretariado, el Jefe de Planta que en este caso es jefe de planta, de las dos centrales en Chile (Central Colmito y Central Cardones), al igual que el Jefe de Operaciones y el Jefe de Mantenimiento. A continuación el Diagrama 1-2. Describe el orden jerárquico de la empresa en Chile.



Fuente: esquema operadores planta

Diagrama 1-2. Organigrama Central Colmito

La planta tiene diferentes sistemas e instalaciones que son muy importantes para el proceso, las cuales se describen continuación:

1.2.1. Separador agua-aceite

Este sistema permite el tratamiento de drenajes de aceite o combustible, derivados de la Turbina, sistema de lubricación del Generador Eléctrico, Transformador de Poder y sistema de Combustible.

1.2.2. Sistema de detección y extinción de incendio

Sistema que permite una supervisión permanente durante los 365 días del año, basado en la clasificación por zonas, identificando 10 zonas: estanques de petróleo, bodega de sustancias peligrosas, isla de carga y descarga, transformador principal, sala eléctrica 1, sala eléctrica 2, sala de control principal, sala de archivos, sala de baterías, sala eléctrica zona transformador (SSEE), además, el sistema está respaldado por un estanque de agua cruda de 800 m³ con un nivel de aseguramiento para agua de incendio.

El sistema tiene 3 bombas de respaldo para extinguir el fuego, desde un amago hasta un siniestro declarado, para mantener presurizada la red de incendio (10bar), tiene una bomba jockey, una bomba eléctrica y una bomba diesel como se pueden apreciar en la figura 1-3.



Fuente: cámara personal, Central Colmito

Figura 1-3. Sistema contra incendio

El sistema tiene en la red detectores puntuales: De humo, temperaturas, pulsadores manuales y dispositivos de alarma sonora y visual, módulos de control y módulos de monitoreo, además de una red hidráulica y de espuma.

1.2.3. Sistema de detección y protección de incendio de la turbina de gas (CO2)

Este sistema incorpora sensores de detección tanto de incendio como de gas. Una vez detectado un incendio, el sistema activa automáticamente un mecanismo de supresión de dióxido de carbono (CO2) que llena el recinto del generador de gas con CO2 y apagará focos de incendios que quemen superficies de clase A, B y C mediante una disminución de las concentraciones de oxígeno por debajo del nivel que sustenta la combustión.

La cantidad de CO2 para el recinto de la turbina de gas es de la siguiente manera:

- Sistema principal – 8 cilindros - 45,5 Kg. (364 Kg.)
- Sistema de reserva - 8 cilindros - 45,5 Kg. (364 Kg.)

1.2.4. Planta de agua potable

El proceso de producción de agua potable contempla una serie de pasos que permiten eliminar la turbiedad y suciedad del agua cruda captada, transformándola en agua apta para el consumo humano y de esta manera lograr cumplir con las múltiples tareas de los distintos procesos que requiere la planta.

La planta es capaz de producir un máximo de 1,2m³/h, de agua potable durante una operación de 23 horas diarias.

Condiciones de entrada y salida:

- Caudal de alimentación: 1,2 m³/h
- Presión de alimentación: 1 Kg/cm²
- Caudal de agua de producto: 1,2 m³/h (27,6m³/día)
- Presión de agua de producto: 4 Kg/cm²

1.2.5. Planta de tratamiento de aguas servidas

Las aguas servidas producto de las actividades domésticas generadas en baños y cocina, son recolectadas a través de un sistema de colectores enterrados y son conducidas hasta la planta de tratamiento de lodos activados, con una modalidad de aireación extendida marca Aguasin modelo LAS-2.0 AE.

Las aguas, una vez tratadas, deberán cumplir las exigencias solicitadas por el servicio de salud del ambiente basadas en el "PROYECTO DEFINITIVO DE NORMA PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUPERFICIALES".

1.2.6. Generador de emergencia

Proporciona energía durante un Blackout a través de un Generador Diesel y un tablero de transferencia automática EGCP-2, que comanda las operaciones de distribución de energía. En la figura 1-4 se muestra el generador de emergencia por su parte externa.



Fuente: Cámara Personal, Central Colmito

Figura 1-4. Generador de emergencia

Características:

- Fabricante: CATERPILLAR
- Modelo Generador: SR4B
- Modelo Motor: 3412
- Año: 2006, 725 kVA, 580 kW - Cos ϕ 0.8 -50 Hertz

Tablero:

- Fabricante: CATERPILLAR
- Interfaz del operador: Panel frontal EGCP-2
- Marca: Woodward.

1.2.7. Planta de agua desmineralizada

El objetivo de la planta desmineralizadora es producir 22 m³/h de agua desmineralizada a partir de agua de pozo.

La planta está diseñada para cumplir con los requerimientos de calidad y cantidad de agua que requiere la Termoeléctrica Colmito, para alimentar de forma eficiente la turbina Rolls-Royce.

Los requerimientos para las garantías de operación son:

Agua entrada planta

- Caudal: 42,2 m³/h

Agua desmineralizada

- Caudal: 22,0 m³/h
- Presión disponible: 0,5 Kg/cm²

Calidad agua de producto

- Conductividad: $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$
- Sílice: $< 50 \text{ ppb}$
- STD: $\leq 0,4$
- PH: 6,0-8,5

Para entender el funcionamiento de la producción de agua desmineralizada el proceso se desglosa en tres etapas: Pre-tratamiento, Tratamiento y Post tratamiento.

1.2.7.1. Pre tratamiento

Durante la primera parte del procedimiento, el agua, proveniente de los pozos, es filtrada en un lecho que cumple esta finalidad (Filtro ABAA-210). Para abatir el fierro y el manganeso se le incorpora un floculante (Genesys GPF), disuelto en el agua, que hace que el fierro y el manganeso se aglomere, para la eliminación del fierro y manganeso, se realiza automáticamente un retrolavado y un lavado al filtro ABBA-210, el fierro y el manganeso es eliminado y son vaciados en una piscina decantadora para su posterior retiro. El agua filtrada es depositada en un estanque de 20m^3 .

El agua proveniente del estanque de agua filtrada, pasa por un par de filtros multicapa de arena cuarzosa y antracita (QAA-180 A y B), con esto se elimina la turbiedad del agua, con el fin de obtener una medición de SDI < 5 , también se realiza paralelamente un retrolavado y lavado de los filtros. Se agrega una dosificación de un anti-incrustante (Genesys GPF), específico para evitar la precipitación de sales de carbonatos y sílice que puedan depositarse en las membranas del equipo de osmosis inversa, además, se considera una micro-filtración para la remoción de impurezas en suspensión a través de una filtración de cartuchos de uno y cinco micrones en paralelo.

1.2.7.2. Tratamiento

La calidad del agua de pozo permite obtener en la planta de osmosis inversa una recuperación igual a 60%, a una temperatura mínima de $11,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Para alcanzar la calidad requerida para alimentar el pos-tratamiento se considera un Liqui-cell, para absorber el Anhídrido Carbónico (CO_2), del agua de permeado, tal como se muestra en la Diagrama 1-3.

1.2.7.3. Post Tratamiento

Para pulir el agua de permeado del sistema de osmosis inversa, se utiliza un sistema de electrodesionización continua (EDI MK3-7), este sistema elimina la mayor parte de las sales disueltas en el agua, obteniendo valores de conductividad necesarios para alimentar la turbina de la Termoeléctrica Colmito y dependerá de la calidad del agua entrante al EDI, que cumpla finalmente con los parámetros indicados en la tabla 1-1.

Tabla 1-1. Tabla de parámetros

Parámetro		Valor	Unidad
Dureza	<	1,0	ppm CaCO ₃
Sílice	<	1,0	ppm
TOC	<	0,5	ppm
Cloro total	<	0,05	ppm
Fe, Mn	<	0,01	ppm
SDI 15min	<	1,0	
Turbiedad	<	1,0	NTU

Fuente: manuales planta de agua DEMI

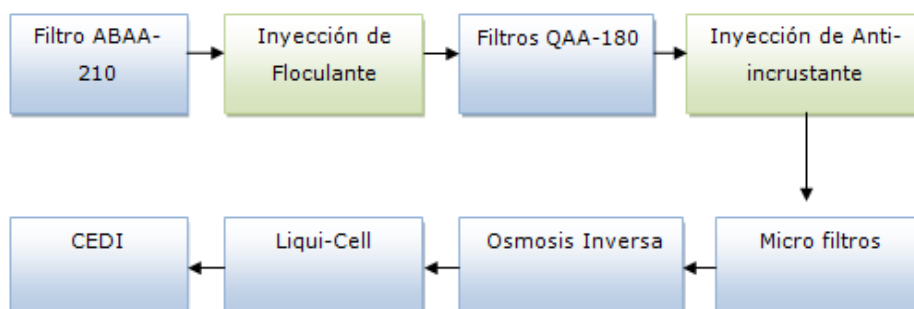
Los requisitos para alimentar con agua desmineralizada la turbina Rolls-Roys se presentan en la tabla 1-2.

Tabla1-2. Tabla de variables a controlar

Parámetro		valor	unidad
Conductividad	≤	1,0	μS
Sílice	<	50	ppb

Fuente: Manuales planta de agua DEMI

En el Diagrama 1-3 se presenta el diagrama de bloques general del proceso del agua, en la planta de agua DEMI



Fuente: Manuales planta de agua DEMI

Diagrama 1-3. Proceso agua DEMI

1.2.8. El Grupo TRENT 60 WLE

El Grupo TRENT 60 WLE, que se muestra en la figura 1-5. Ha sido diseñado para un funcionamiento continuo y para los requisitos de distribución del sistema de la Red Eléctrica. El turbogenerador está compuesto por una casa de filtro para la entrada del aire de combustión y dos unidades primarias, las cuales son: unidad turbina a gas y unidad Generador AC.



Fuente: Cámara personal, Central Colmito

Figura 1-5. Grupo turbo generador

La unidad de turbina a gas se compone de tres ejes, los cuales están mecánicamente independientes y giran a su propia velocidad, su configuración es:

- Eje de baja presión (LP), que incluye un compresor axial (LP) de dos etapas, está accionado por una turbina de LP de cinco etapas.
- Eje de presión intermedia (IP), que incluye un compresor axial (IP) de ocho etapas, está accionado por una turbina (IP) de una sola etapa.
- Eje de alta presión (HP), tiene un compresor axial (HP) de seis etapas, accionado por una turbina de HP de una sola etapa.

La Unidad Turbogenerador tiene ocho módulos que están sujetos entre ellos axialmente y cada uno puede sustituirse como una unidad y están configurados de la siguiente manera:

- Módulo 01: Módulo de baja presión (LP).
- Módulo 02: Módulo del conducto del inter-compresor (ICD) y del compresor de presión intermedia (IP).
- Módulo 03: Módulo de la caja de engranajes interna (IGB) y de la caja del inter-compresor.

- Módulo 04: Módulo del sistema de alta presión (HP) y caja de combustión.
- Módulo 05: Módulo de la turbina de presión intermedia (IP).
- Módulo 06: Módulo de la caja de engranajes externa.
- Módulo 07: Componentes no modulares, que está compuesto por componentes auxiliares, cada módulo puede sustituirse como una unidad.
- Módulo 08: Módulo de la turbina de baja presión (LP).

La Unidad Generador AC, es de fabricación Brush, modelo BDAX71-290ER, adecuado para el uso con la Turbina Rolls-Royce, los datos de diseño se presentan en la tabla 1-3.

Tabla 1-3. Datos de diseño Generador

Parámetros	Medidas
Tensión Terminal	11,500 Volts
Frecuencia	50 Hz
Velocidad	3000rpm
Factor de energía	0,85 en retraso
Estándar	IEC 34-3
Refrigerante	Aire a 15 ° C
Salida	68 235 kVA (58.000 kW).

Fuente: Manual Generador Brush

1.2.8.1. Modo de operación

El despacho para la unidad TG es mínimo, debido a los altos costos de operación con diesel A1. La planta es despachada cuando es requerida por el CDEC-SIC (Centro de Despacho Económico - Sistema Interconectado Central). El turbogenerador (TG), puede funcionar con Diesel A1 y gas, el diesel se compra a las empresas de suministro local en Chile y se transporta a la planta en camiones, la descarga de combustible se realiza mediante dos bombas de descarga del tipo centrífugo. Estas bombas pueden trabajar al mismo tiempo descargando 32.000 litros en treinta minutos de promedio. La planta puede almacenar 1200 litros de Diesel con una autonomía de 74 horas a plena carga promedio.

El diseño de la planta incluye un edificio de control y administración, bodega de piezas y partes, bodega de lubricantes y químicos, bodega de residuos, planta de agua desmineralizada, planta de tratamiento de aguas, planta de riles, planta de agua potable, generador de emergencia.

En la sala de control, ubicada en el edificio se mantienen las comunicaciones con el CDEC durante las 24 horas por 7 días de la semana, para permitir una respuesta adecuada a los requerimientos del centro de despacho (CDEC).

Esta planta tiene un transformador principal elevador que permite conectar a la red de 110 kV. La planta genera en 11,5 kV. Además, hay un transformador

auxiliar que permite reducir la tensión de 11,5 kV a 400 Volts para los servicios auxiliares. El turbogenerador tiene un partidador suave que alimenta un motor de arranque y a su vez el sistema hidráulico que alimenta la Gearbox o caja de engranajes, para sacar de inercia el eje, el tiempo total que se demora a plena carga base (58MW) es 20 minutos.

El sistema de control que dirige el TG es el FT55 (PCS), éste controla el equipo y los sistemas de apoyo. Las señales de Comando, suministradas a través del PCS, arrancan el TG, aumentan o disminuyen su velocidad e inician paradas controladas para su óptimo funcionamiento.

Los sistemas de alarma y parada automática operan a través del FT55 (ECS), para proteger contra condiciones de funcionamiento anormales, tales como: exceso de velocidad, vibración excesiva, así como temperaturas y presión de aceite extremas.

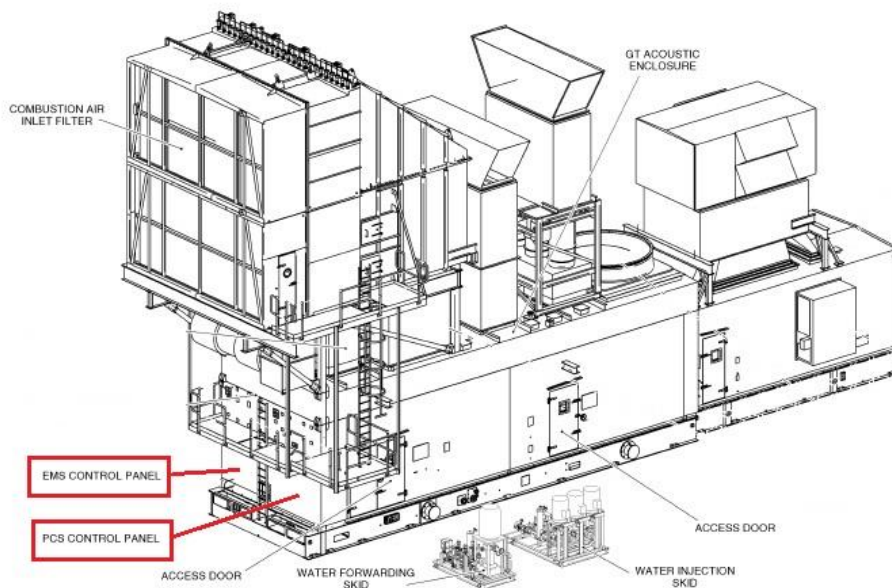
CAPÍTULO 2: DESEMPEÑO LABORAL EN CENTRAL COLMITO

2. DESEMPEÑO LABORAL EN CENTRAL COLMITO

Durante la estadía en la Central Termoeléctrica Colmito se han designado al estudiante diferentes roles en los cuales ha logrado desarrollar diversos conocimientos y ha tenido la posibilidad de adquirir nuevos aprendizajes, siendo supervisado continuamente en el quehacer por compañeros del rubro con una mayor experiencia en el lugar. Entre los cargos que se han designado es posible realizar una selección de aquellos que fueron más significativos y destacan los que se presentan en este capítulo.

2.1. CATASTRO DE TARJETAS ELECTRÓNICAS

Durante el transcurso del primer periodo de la pasantía se le designó al estudiante la tarea de estudiar y crear un amplio listado, que detalla las existencias de todas las placas electrónicas, considerando sus características y número de serie, entre otros atributos existentes. Estas tarjetas electrónicas, se encuentran ubicadas en los gabinetes PCS y ECS, gabinetes que son parte fundamental del sistema de control de la turbina, los cuales se ubican en el bastidor de la figura 2-1.



Fuente: Manuales Turbina Rools Royce

Figura 2-1. Grupo TG

Es importante mencionar que el sistema de control del grupo, proporciona la supervisión y el control de todo el procedimiento que se vincula a la turbina de gas. En otras palabras, se encarga de la selección de modo, arranque inicial, secuencia de los sistemas auxiliares, carga/descarga, además del inicio de sincronización de la turbina, entre otras cosas.

La interfaz PCS/ECS, es un enlace modbus en serie y con cableado de Entrada/Salida (E/S), como reserva de seguridad, en caso de algún desperfecto en el funcionamiento normal de la turbina.

2.1.1. Componentes principales

Es pertinente mencionar que los sistemas de Controles Industriales estándares de la Turbina Rolls-Royce para plantas de energía incluyen un determinado número de elementos, siendo los componentes principales aquellos que se mencionan a continuación:

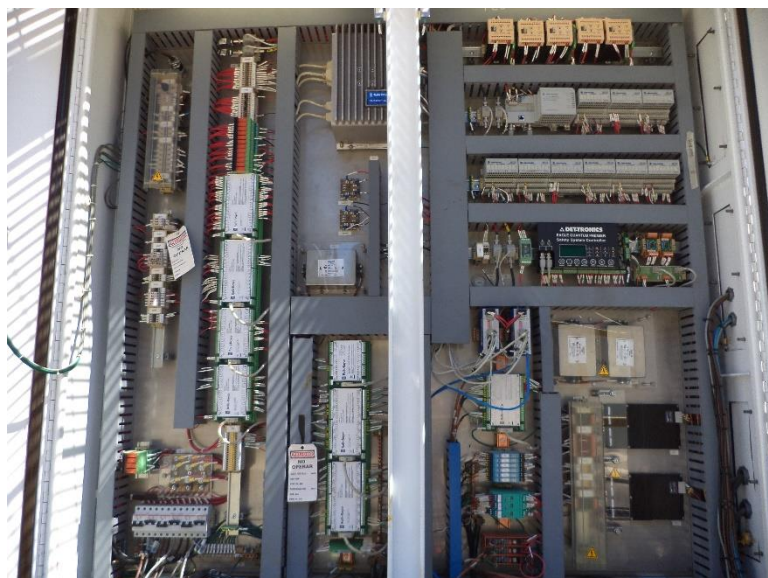
- PCS (sistema de control del grupo)
- ECS (sistema de administración del motor)
- GMP (panel de control del generador)
- SIS (sistema integrado de seguridad)
- HMI (interfaz hombre-máquina)

Además, existen los paneles que contienen los controladores lógicos programables (PLC), el hardware encargado de la distribución de energía y de comunicación asociado, asimismo, de los sistemas de hardware y terminación de (E/S).

Los sistemas en los que se profundizará y que se encuentran asociados a la labor son: el sistema de control de los periféricos, sistema de control del motor y el sistema integrado de seguridad.

2.1.1.1. Sistema de Control de los Periféricos (PCS)

El PCS (Figura 2-2) se interconecta con el sistema de control del motor (ECS), para proporcionar trabajo del tipo de arranque/parada y controlar directamente todo el resto del equipo en el grupo generador.



Fuente: Cámara Personal, Central Colmito

Figura 2-2. Gabinete PCS

El PCS es un sistema que se encuentra alimentado por 24V CC y posee un banco de baterías en caso de corte del suministro energético. El PCS realiza diversas funciones, una de estas es el modo de la lógica de selección de funcionamiento. La turbina puede arrancar de tres distintas formas de funcionamiento, una de ellas es en modo Cranck (sin ignición), en modo Wash (para lavado), y en su modo normal Run.

Se destacan además los desempeños que cumple respecto a la interconexión con controles de la planta, el registro de datos y el sistema de control de tendencia. Otro aspecto que también debe ser mencionado es el inicio de la sincronización del generador y la carga y descarga de la potencia del generador.

Los funcionamientos que posee el PCS son: el arranque de la iniciación de secuencia, el arranque de sistemas auxiliares, la verificación de sistemas auxiliares, el inicio de secuencias de purga y el inicio del arranque de ECS.

Finalmente el PCS tiene relación con la iniciación de parada programada, las secuencias de enfriamiento y la desaceleración para los sistemas auxiliares.

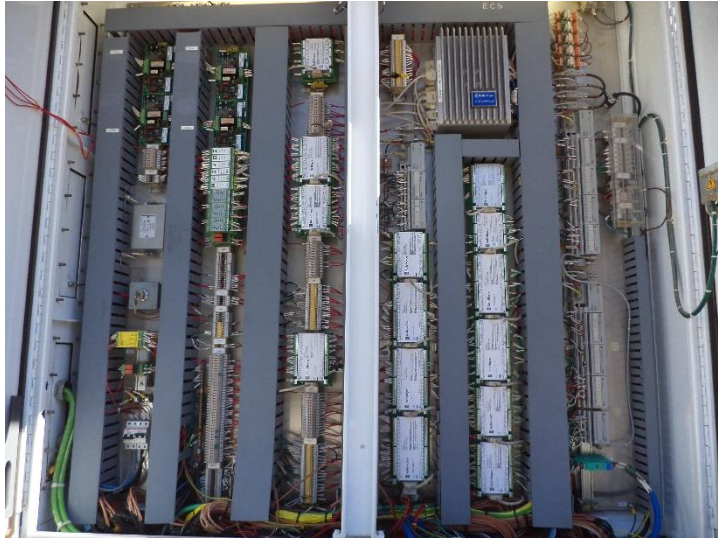
Los sistemas auxiliares que controla el PCS dentro de la turbina son los siguientes:

- Control del sistema del combustible de gas y del compresor de gas el cual es muy importante dentro de la planta para abastecer a la Turbina en el momento de la ignición.
- Sistema del Partidor Hidráulico.
- El sistema Aceite de lubricación de la turbina de gas.
- Control del Sistema del aceite del control hidráulico.
- Enfriamiento del recinto de la turbina de gas. Lo cual ayuda a evitar un sobre calentamiento de la turbina.
- Por último el enfriamiento del aire de purga de la turbina de gas.

El PCS además se encuentra interconectado a otros sistemas de control como son, el sistema de Incendio y Gas (Fire and Gas) y el Centro de Control de Motores (MCC).

2.1.1.2. Sistema de Control del Motor (ECS)

El ECS (figura 2-3) proporciona control de bucle cerrado y de la secuencia de la turbina de gas directamente. El ECS se puede describir como un sistema de control patentado que además proporciona control de lazo cerrado y de la secuencia del TG.



Fuente: Cámara personal, Central Colmito

Figura 2-3. Gabinete ECS

Es importante agregar que el sistema recién mencionado al igual que el ECS se encuentra alimentado por 24V CC, y posee un banco de baterías en caso de corte del suministro energético.

El Sistema de control del motor, está encargado de variadas actividades dentro de la turbina, entre las cuales se mencionan las siguientes:

- Es encargado del control y regulación del sistema de combustible.
- Secuencia de control de arranque del motor.
- Controla automáticamente el sistema del álabe variable del estator de la toma del compresor de baja presión (LP) y del compresor de presión intermedia (IP).
- Está a cargo de la inspección de la válvula de purga del compresor.
- Se ocupa de la función de control del huelgo radial de la turbina de IP/LP.
- Control del pistón de empuje de los ejes de LP/IP.
- Control de transitorios del motor.
- Se encarga de la detección oportuna de la flama del motor.
- Control de la parada del motor.
- Control de la parada de protección del motor.
- Control de la válvula de purga de HP/IP (purga on/off).
- Control/protección del límite de funcionamiento seguro del motor.
- Control de emisiones.
- Protección contra el cizallado del eje.
- Protección contra sobre velocidad del eje de LP/IP.
- Control del pistón de empuje.
- Control de la velocidad del arrancador.
- Monitor de vibración.

2.1.1.3. Sistema Integrado de Seguridad (SIS)

El SIS está situado, al igual que el PCS y el ECS, en el panel de control del bastidor (Fig. 2-1). El SIS es el encargado de controlar los mismos sistemas que el ECS y adicionalmente a esto, se dedica a proporcionar la señal para la parada de emergencia del sistema.

2.2. **CALIBRACIÓN DE TRANSMISORES DE PRESIÓN**

Otra actividad que le fue designada al estudiante durante el transcurso de la pasantía, se vinculó a la calibración de transmisores de presión, la cual surgió a raíz del proceso de mantención anual que realiza la Central Colmito. Para realizar este trabajo es necesario dejar sin funcionamiento la turbina mientras se realizan obras de mantención mayor, más minuciosas y a gran escala, las que permiten asegurar el buen funcionamiento de los diversos componentes, los cuales son indispensables para la Central Termoeléctrica.

La calibración o verificación de los instrumentos en un mantenimiento mayor, de las distintas variables que hay en el proceso, demandan un especial cuidado debido a la criticidad de estos en la producción, además permiten garantizar su buen funcionamiento a un costo mínimo para lo cual se pueden prevenir, corregir, cuantificar y evaluar posibles averías, aumentando la fiabilidad y disponibilidad de los instrumentos y equipos.

Las señales análogas de los instrumentos tales como transmisores diferenciales, transmisores de presión, sensores de temperatura RTD, termopares del tipo K, transmisores de nivel y otras más del Turbogenerador Rolls-Royce, llegan al PLC (FT55), y HMI A y B de la sala de control, para que el Operador documente y registre estas variables de control.

2.2.1. Procedimiento de verificación y calibración Instrumentos TG

El chequeo de los instrumentos se basa en varios pasos que son parte de un protocolo de procedimiento específico. Como primer paso se deben revisar los instrumentos patrones, detectar baterías descargadas y certificados al día. Es relevante destacar que todos los materiales utilizados en la empresa deben contar con una certificación del Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad (SESMEC S.A.) organización privada e independiente dedicada a la prestación de servicios de ingeniería relacionados con la certificación de productos, análisis de laboratorio, ensayos, calibraciones y certificación de sistemas de calidad.

Entre la amplia gama de materiales utilizados se destacan el Fluke 700LTP (bomba de testeo de baja presión), Fluke 700 HTP1 (bomba hidráulica), Fluke 726 (calibrador de precisión multifunción), Fluke 87V (multímetro digital), Fluke 700P29 (módulo de 0 a 205 bar), Fluke 700PD7 (módulo de -15 a 200 psi) además fueron necesarias otras herramientas como fitting y llaves punta corona de variadas medidas.

A continuación se revisa el Tag. del transmisor con el que se va a verificar, esto se realiza porque se efectúa una comparación entre el valor que muestran los

instrumentos en terreno con respecto al valor mostrado en el HMI en la sala de control, por lo tanto el operador de terreno como el operador de sala de control deben tener manejo del instrumento en que se trabaja, para ello se mantuvo una comunicación directa por radio.

Luego de revisar el Tag se procede a la despresurización del instrumento desde el manifold del transmisor. Cabe mencionar que para la realización de esta labor se impartió una inducción específica por parte de la empresa con el fin de asegurar que el estudiante tuviese el conocimiento y dominio necesario para el trabajo con líneas presurizadas y el manejo de los equipos de medición.

A continuación se retira la cubierta de la carcasa del sistema electrónico, se procede a revisar la tensión del transmisor desde el bloque de terminales, como también la corriente. Se inserta el equipo de calibración con sus respectivos transductores, usando los puntos del rango de 4–20 mA como puntos de calibración y se realiza una revisión de la verificación del sensor de un mínimo de dos puntos.

Finalizando se comprueba en el medidor de referencia de mA y la salida de mA corresponde al valor de entrada de presión, de esta forma se efectúa una comparación de presión entre lo que mide el calibrador (referencia), en terreno y la presión mostrada en el HMI, como se puede apreciar en la figura 2-4.

Posteriormente y solo si es necesario, se procede a efectuar una calibración del instrumento. Para ello se debe tener presente que puede existir un cierto margen mínimo de error entre las presiones deseadas. Si la diferencia es excesiva, el protocolo indica que se debe proceder a realizar un ajuste en el transmisor para entonces visualizar un valor más exacto al real y de este modo asegurar la posesión de transmisores confiables que entreguen datos estables en los que se puede basar el operador de sala para su buen desempeño laboral.

Finalmente se revisa el Instrumento una vez chequeado, para comprobar que ha quedado en óptimas condiciones.



Fuente: Cámara personal, Central Colmito

Figura 2-4. Método de calibración

Durante toda la maniobra realizada se calibraron aproximadamente una cantidad de sesenta transmisores, de los cuales los más comunes son los modelos Rosemount y Yokogawa.

2.2.2. Transmisores Rosemount

Para generar una idea se puede decir que los transmisores Rosemount consiguen ser considerados como un estándar en las industrias modernas ya que poseen un gran rendimiento en aplicaciones reales. Esto sin duda significa que se logra una menor variabilidad y mayor seguridad para la empresa, debido a que son un instrumento estable. Además son aptos para reducir la frecuencia con que deben ser calibrados, por lo tanto entregan la posibilidad de ahorrar en cuanto a mantención y costos de operación.

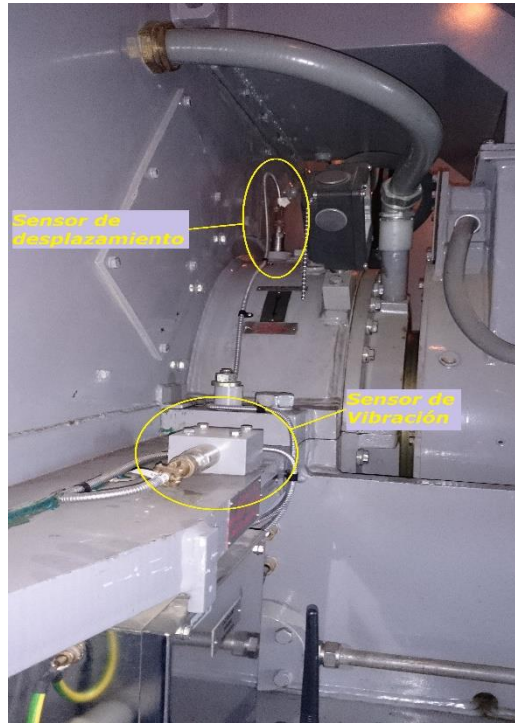
2.2.3. Transmisores Yokogawa

Por su parte los transmisores Yokogawa de alto rendimiento pueden ser utilizados para la medición de líquido, gas, o flujo de vapor, como también del nivel de líquido, densidad y presión. Tiene una señal de salida de 4 a 20 mA DC. Respecto a la presión diferencial medida poseen un alto nivel de confiabilidad y precisión en su uso dentro de las operaciones de la Central.

2.3. **MANTENCIÓN BOBINADO GENERADOR BRUSH**

Durante la pasantía realizada en Central Termoeléctrica "Colmito" se le dio la posibilidad al estudiante de participar en la mantención realizada al bobinado perteneciente al generador marca Brush del grupo TG.

Para la realización de esta tarea fue necesario trabajar con personal específico de Brush. Además de ellos se invitaron a participar integrantes del personal pertenecientes a Central "Cardones" la cual se encuentra ubicada en el norte de nuestro país, específicamente en la tercera región, cerca de la ciudad de Copiapó. Por último cabe mencionar que se integraron al equipo de trabajo otros operadores que forman parte de la Central "Colmito". Esta mantención consistía en efectuar el desmonte de las tapas que se encuentran en los dos extremos del generador. Tal labor formaba parte de un riguroso proceso y orden de las piezas. Para comenzar con el protocolo correspondiente se debió desinstalar todos los sensores, entre ellos se encontraban sensores de vibración y de desplazamiento o posición, como se muestra claramente en la figura 2-5, ésta tarea fue designada específicamente al estudiante.



Fuente: Cámara personal

Figura 2-5. Generador Brush

Posteriormente se procede al desarme de las tapas para luego realizar una limpieza en el rotor y el bobinado de la máquina, de esta manera lograr que cumpla su función en condiciones óptimas. Durante este proceso el personal de Brush realiza mediciones y otros trabajos específicos, derivado de esto se genera un informe del estado y condiciones en que se encuentra el equipo. Para finalizar la mantención se realiza el proceso de rearmar el generador para que el personal eléctrico realice las pruebas de aislación.

2.4. EFICIENCIA DEL AIRE DE INSTRUMENTACIÓN

En el transcurso de este período de tiempo y a petición del jefe de mantención, encargado de los operadores de terreno, el estudiante tuvo la oportunidad de realizar un trabajo que consistía principalmente en la búsqueda de una estrategia para obtener un mayor ahorro energético por parte del sistema de aire de instrumentación ubicado en la Central Termoeléctrica.

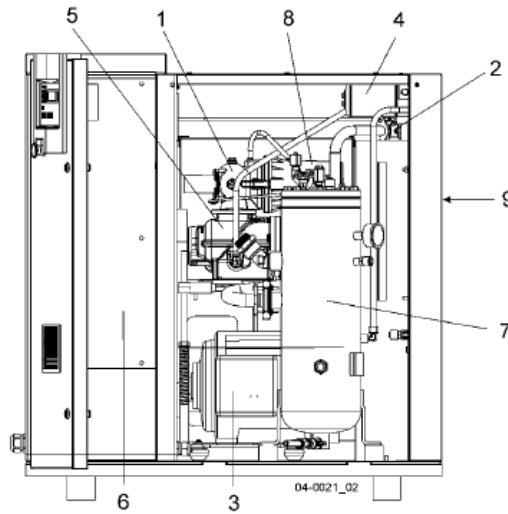
Para contextualizar la tarea se puede decir que el aire instrumentación de la turbina consiste básicamente en un compresor, un acumulador y un secador de aire, los tres equipos de marca Kaeser.

Su deber consiste en mantener presurizada la línea con aire seco a una determinada temperatura tanto en la turbina como en todos sus instrumentos.

2.4.1. Compresor de aire Kaeser

El compresor Kaeser (Figura 2-6), obtiene aire de la atmósfera y opera alternativamente en plena carga y en vacío para mantener la presión de la red de aire

dentro del nivel mínimo (80 psi) y máximo (120 psi) de una banda de presión determinada. Cuando la presión alcanza su máximo nivel, el equipo empieza a operar en vacío. Una vez transcurrido el tiempo preestablecido de operación en vacío el equipo se detiene.



Fuente: Manual técnico compresor Kaeser

Figura 2-6. Interior compresor Kaeser

Los componentes del compresor Kaeser, que aparecen en la figura 2-6, son:

- 1- Válvula de admisión
- 2- Válvula cheque de mínima presión
- 3- Motor de compresor
- 4- Filtro de aceite
- 5- Unidad compresora
- 6- Tablero eléctrico
- 7- Tanque separador de aceite
- 8- Filtro de aire
- 9- Intercambiador y post-enfriador

2.4.1.1. Funcionamiento

El aire ambiente se purifica a medida que pasa a través de filtro (8). Luego el aire se comprime en la unidad compresora (5).

El aceite refrigerante se inyecta dentro de la unidad compresora. El aceite lubrica las piezas móviles y forma un sello que impide la fricción entre los rotores, así como entre éstos y la carcasa. La acción refrigerante del aceite asegura una baja temperatura de trabajo dentro de la cámara compresora.

El aceite, que el tanque separador (7) recupera del aire comprimido, se enfría en el intercambiador de calor (9). El aceite circula enseguida por el filtro (4) y regresa al punto de inyección. La presión interna del equipo mantiene el aceite circulando. Una válvula termostática mantiene la temperatura del aceite en un nivel óptimo.

El aire comprimido, libre del aceite que capturó del estanque separador (7), circula por la válvula cheque/presión mínima (2) para ingresar de inmediato al postenfriador (9). La válvula cheque/presión mínima garantiza que siempre haya suficiente presión interna para que el aceite refrigerante circule permanentemente.

Al pasar por el postenfriador, el aire alcanza una temperatura de solo 5-10°K por encima del aire ambiente, en su recorrido por el intercambiador, el aire pierde la mayor parte de su humedad.

2.4.2. Acumulador Kaeser

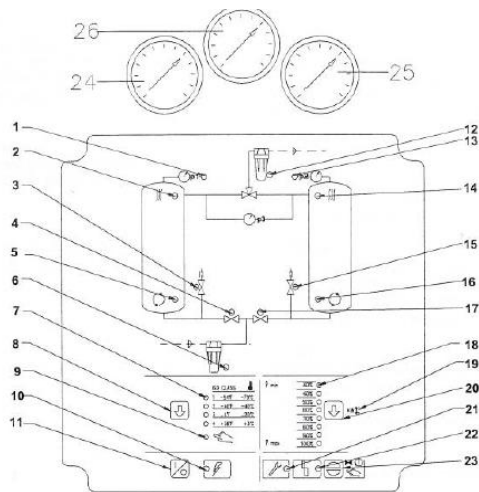
Los tanques de almacenamiento de aire comprimido Kaeser son recipientes presurizados que, además de servir como acumuladores, desempeñan dos funciones de vital importancia en la estación de aire comprimido: compensan las fluctuaciones de la demanda y con frecuencia, separan el condensado del aire comprimido. Su cabal desempeño depende, en gran medida, de ampliar una protección anticorrosiva confiable, por lo cual posee un revestimiento galvanizado.

2.4.3. Secador Kaeser

Los secadores de aire desecantes proveen aire extremadamente seco son secadores regenerativos de doble torre, estas unidades de alta eficiencia utilizan un proceso de absorción usando alúmina activada con el método de regeneración, en el cual las moléculas de agua se adhieren a glóbulos desecantes hidrofílicos. Debido a la gran porosidad de los glóbulos desecantes, estos poseen una gran área superficial por donde pasa el aire comprimido y pueden absorber hasta 40% de su propio peso en agua. Esto puede producir puntos de rocío de hasta menos 73°C.

2.4.5. Modo de operación

En el tiempo cero las dos torres del secador de aire se encuentran presurizadas en el mismo valor (Figura 2-7), luego se abre la válvula de despiche y cae la presión de la torre "A" para purgar el aire condensado, mientras que al mismo en la torre "B" la alúmina comienza a secar el aire comprimido y mantiene la línea hacia la turbina presurizada, se cierra la válvula de despiche de la torre "A", las presiones se igualan y luego de un tiempo comienza a purgar la torre "B" y comienza el secado en la torre "A". Cuando se vuelven a igualar las presiones termina un ciclo de secado.



Fuente: manuales técnicos secador Kaeser

Figura 2-7. Panel del secador de aire Kaeser

2.4.6. Pruebas prácticas

Para realizar una tarea completa y de calidad se realizó un estudio intensivo sobre esta temática lo que llevó a la conclusión de que el tiempo en que trabajaba el secador estaba directamente relacionado con el período en que funcionaba el compresor, siendo el período de trabajo del compresor el que se pretende optimizar, por lo tanto la teoría se basa en cambiar algunos parámetros del secador como la temperatura y punto rocío, de los cuales depende el tiempo en que demora un ciclo de secado, por lo tanto es posible lograr una eficiencia de consumo energético en todo el sistema vinculado. Respondiendo a esta hipótesis se realizaron pruebas con los equipos de instrumentación en las cuales se calcularon los tiempos de funcionamiento. Por último se realizó un detallado informe, gracias a que el HMI crea un registro de la presión existente en la línea de la Turbina en todo momento. Este registro ayudó a un análisis más minucioso y luego de considerar los resultados de las pruebas se envió el informe al personal encargado correspondiente de esta área para su estudio objetivo y posterior aprobación o desaprobación del proyecto sugerido.

2.5. CHECK LIST

Otras tareas en las que se vio involucrado el estudiante durante su pasantía fueron las Check List. Las que se pueden describir como planillas que tienen un uso continuo por parte de los trabajadores de Central Colmito, ya que éstas cumplen el fin de sistematizar y lograr realizar una supervisión y mantención de todos los instrumentos, equipos y maquinaria de la Central Colmito de una manera ordenada y organizada de acuerdo a los diferentes turnos que conviven en el lugar. Las planillas se pueden dividir en diversos formatos según el período de tiempo que contemplen y la necesidad de mantención que tengan los equipos y lugares de la Central. Pueden

ser de carácter diarias, semanales, mensuales, semestrales, trimestrales y anuales según corresponda.

Entre ellas cabe destacar la planilla de terreno diaria, para la realización de ésta se debe efectuar una revisión diaria y permanente a toda la planta buscando e inspeccionando todos los puntos críticos y parámetros afectados para mejorarlos y asegurar el correcto funcionamiento de la Central. Entre los lugares que son observados se encuentran las salas eléctricas, los transformadores, el sistema de petróleo, la planta de agua DEMI, la Turbina con sus skid de petróleo y skid de agua, sistema de refrigeración, lubricación, generador y el sistema contra incendios, entre otros.

Otro aspecto positivo que tiene la utilización de estas planillas, es que se pueden tomar medidas diarias (pH en pileta de riles, cloro del agua potable, etc.) para verificar y dejar un registro sistemático escrito que se refiera a las condiciones medibles en que se encuentran los diversos sistemas y de esta manera poder verificar que todo se encuentre bajo las normas correspondientes que rigen el sistema.

Cabe mencionar la importancia de esta planilla por su principal característica de involucrar aspectos importantes de toda la planta, además de motivar al operador de terreno a recorrer el lugar agudizando su sentido de la observación logrando identificar cada detalle, lo cual permite realizar una gran cantidad de hallazgos relevantes para optimizar las condiciones generales del funcionamiento de la central.

Otra planilla que a cambio de la anterior se realiza semanalmente, es la del sistema contra incendios. Como principal misión esta planilla busca optimizar el desarrollo de una operación enfocada a simular un caso hipotético de emergencia, que pudiese ser real y que involucraría a la Central Termoeléctrica. Esta planilla es muy relevante de ser realizada considerando la cantidad de productos inflamables que son utilizados diariamente en la generación de energía y durante el funcionamiento del lugar. Cabe mencionar que con la realización de las mantenciones se quiere cumplir con todos los parámetros y las normas establecidas por la NFPA 25 para estos sistemas de control de siniestros.

Una planilla distinta que se efectúa semanalmente, está relacionada con la inspección operacional del generador de emergencia. Como ya se mencionó en el capítulo número uno, el generador de emergencia esta adecuado para una "partida en negro" o "blackout" de esta manera el turbogenerador no necesita ser alimentado con una potencia inicial desde la línea de 110kv para su partida, sino que depende solo del generador, es por este motivo que se vuelve fundamental realizar una mantención a este equipo. El chequeo comienza con una inspección visual de la máquina, en caso de que existan filtraciones de aceite o petróleo, se revisa el nivel correspondiente a estos, también se efectúa una revisión a los filtros y de la maquina en general, luego se verifica que los parámetros en el panel EGCP (Emergency Generator Control Panel), estén dentro de los rangos aceptables para su correcto funcionamiento, posteriormente se realiza una prueba funcional en la cual el protocolo indica que los pasos a seguir son los siguientes: desconectar el generador de la red y luego encenderlo, durante su funcionamiento se revisan en el EGCP las temperaturas del refrigerante, del aceite y todos los parámetros. Al tratarse del voltaje de salida se verifica la corriente además de las horas de funcionamiento, entre otros aspectos. El generador se debe arrancar durante aproximadamente media hora, este paso se realiza para que el motor tome las temperaturas adecuadas, de no suceder esto, el

motor corre el riesgo de ser impregnado de vahos provenientes del aceite lo que conlleva un desgaste mayor del equipo. Para finalizar el proceso se apaga el generador y se realiza una última inspección para corroborar que en el transcurso de la mantención rutinaria nada se encuentre fuera del normal funcionamiento, luego se conecta nuevamente el generador a la red.

En el caso de que exista algún inconveniente durante este proceso, el protocolo indica que se debe informar al operador de sala para que en conjunto se tomen las medidas correspondientes.

Como las planillas mencionadas anteriormente, hay muchas otras inspecciones operacionales y también existen algunas inspecciones que solo son de carácter visual, un ejemplo de este tipo de planillas es la inspección a la planta de agua potable la cual, según el protocolo consiste en observar el buen funcionamiento de los equipos, se revisa que no existan filtraciones, revisar que las bombas de permanganato y cloro se encuentren funcionando, que los niveles de los estanques de agua clorada y permanganato se encuentren en niveles apropiados, de no ser de este modo se procede a regularizar la situación, entre otras actividades.

**CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA PASANTÍA REALIZADA
EN CENTRAL COLMITO**

3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA PASANTÍA REALIZADA EN CENTRAL COLMITO

De acuerdo al trabajo realizado durante la estadía en la Central Colmito, cumpliendo con diversos turnos y teniendo la posibilidad de interactuar con diferentes personas en el lugar, se puede evaluar de forma positiva la experiencia considerando la gran posibilidad de participación y responsabilidad que se otorgaron durante todo el proceso. Entregando distintos aprendizajes referentes a las diversas funciones que se cumplen dentro de la Central Colmito, entre las cuales se han destacado variadas mantenciones de maquinarias como el sistema de incendio, el Generador de Emergencia, Transformador de 110 KV/ 11,5 KV, Sistemas de lubricación, mantención de las bombas de agua desmineralizada y cruda. Además de la posibilidad de desarrollar procedimientos que ayudaron al mejoramiento del lugar a través de las planillas diarias, semanales y mensuales lo cual se convirtió en un aporte durante la auditoría que se realizó por parte de IC Power a la Central "Colmito".

Se entregó al estudiante la autonomía suficiente para indagar muchos y diversos aspectos de la labor que se realiza en terreno dentro de la Central, lo que permitió conocer la Turbina Rolls-Royce la cual es el único ejemplar de Chile y Sudamérica. Ya que a pesar de que existen otras turbinas dentro de Sudamérica no cumplen a cabalidad con las características y propiedades específicas de la Turbina antes mencionada. Es por este motivo que se valora con especial ahínco el tener la posibilidad de realizar mantenciones a ésta, considerándola como una experiencia positiva al ser integrado en el mundo laboral.

Además se debe destacar que durante la estadía en Central Colmito fue considerada, de manera positiva, en todo momento la labor realizada por el estudiante, siendo valorados los conocimientos previos que él poseía y también la pro actividad que se demostró durante el transcurso de la pasantía para aprender nuevos conceptos y procedimientos que son realizados de acuerdo a las necesidades que van surgiendo durante el trabajo diario en el lugar.

Además se debe mencionar la posibilidad que se ha dado de trabajar con profesionales de otras áreas como la de mecánica o electricidad ya que a través de la convivencia diaria se van intercambiando conocimientos teóricos y prácticos, alcanzando un trabajo multidisciplinario donde se complementan las habilidades y se desarrollan conjuntamente con los otros operadores. Desde este punto de vista se puede evaluar la estadía en la central como un lugar donde se puede aprender de otros y se logra realizar un aporte positivo a partir de los propios conocimientos hacia los compañeros de trabajo, ampliando la gama de conocimientos y por tanto de competencias de los trabajadores que allí interactúan diariamente.

Es importante destacar la disposición manifestada por los operadores con más experiencia dentro de la Central Colmito, ya que la gran mayoría de los trabajadores entregaron sus conocimientos y guiaron al estudiante sobre los procedimientos y protocolos a seguir durante las jornadas laborales, además de manifestar mucha paciencia al explicar los funcionamientos de las diferentes maquinarias, componentes y sistemas del lugar.

3.1. CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA CARRERA DE ELECTRÓNICA

Al realizar una evaluación del proceso que ha significado la pasantía realizada en la Central Termoeléctrica se logra descubrir la gran contribución que hizo la Universidad Técnica "Federico Santa María", a través de su malla curricular, para formar a estudiantes con competencias pertinentes al contexto laboral actual solicitado por las grandes empresas energéticas. Donde se necesitan profesionales capaces de relacionar diversos contenidos aprendidos de forma teórica-práctica, para que puedan ser aplicados en el espacio laboral que se presente.

Considerando lo anterior se pueden mencionar variadas asignaturas que aportaron conocimientos utilizados durante el transcurso de los tres meses que han correspondido a la práctica profesional, los cuales son mencionados a continuación.

3.1.1. Asignatura de Corriente Continua

Durante el curso de la asignatura se presentó al alumno la Ley de Ohm. Esta ecuación se presenta, sin lugar a dudas, en toda la electricidad y la electrónica, siendo una herramienta básica y fundamental para la comprensión de circuitos y líneas eléctricas.

3.1.2. Asignatura de Microcomputadores

En esta asignatura se realizó una experiencia de laboratorio que consistía en programar un micro-controlador, utilizando como referencia el funcionamiento de un estanque de agua, el cual contenía sensores de nivel. Durante la pasantía se tuvo la oportunidad de utilizar exactamente esta lógica al momento de normalizar el funcionamiento de sensores de nivel en la planta de agua potable. Ya que dentro de la central este sistema funciona de la misma manera, por lo tanto fue de gran ayuda tener estos conocimientos y experiencia previa para la realización de la labor.

3.1.3. Asignatura de Electrónica Industrial

Cursar esta asignatura fue muy útil, especialmente cuando se enseñaron las materias de convertidores, inversores y también UPS.

En el circuito de corriente continua de la Central Colmito existen inversores y convertidores de voltaje y corriente para alimentar la sala de baterías, la sala eléctrica de comunicaciones, la sala eléctrica ubicada en el patio de alta tensión, entre otras. Además dominar los conocimientos sobre UPS ayudó al estudiante cuando se tuvo que resolver una problemática que se presentó durante la práctica, específicamente con la UPS que alimenta la planta de agua DEMI. Esta UPS se encontraba en modo On-Line, lo cual afectaba consecuentemente otros equipos de la planta.

3.1.4. Asignatura Instrumentación Industrial

Durante esta asignatura fueron adquiridos otros conocimientos que se utilizaron durante la práctica. Un ejemplo de ello ocurrió cuando se aprendió sobre las diversas clases de instrumentos existentes en el mundo de la industrias, tales como sensores, medidores de presión (presostatos), válvulas, medidores de nivel, transmisores, transductores, controladores y elementos finales de control, ya que en la central donde se realizó la práctica profesional es fundamental distinguir cotidianamente cada instrumento y su propósito, para de esta manera lograr la comprensión del funcionamiento de todo el sistema.

Es importante agregar que durante la estadía en la central "Colmito" fue necesario tener un conocimiento previo sobre los medidores de presión y medidores de líquidos, porque se realizó un trabajo en donde estos aprendizajes fueron esenciales para la realización correcta y exitosa de la labor que consistió en la calibración de transmisores de presión que debieron ser medidos y comparados con las tablas de valores ideales, indicadas para estos instrumentos según los manuales existentes en la Central.

Además, hubo contenidos durante la asignatura de Instrumentación Industrial que fueron de gran utilidad durante la pasantía. Un ejemplo de esto fueron las temáticas sobre profibus, modbus, Ethernet. Todas estas relacionadas a protocolos de comunicación. Además fue muy positivo para el estudiante tener conocimientos previos de las normativas que afectan el área de las comunicaciones, como por ejemplo: RS-232, RS-422, RS-485, entre otras. Se considera importante tener conocimiento sobre tipologías de redes que pertenecen a la base del control de operación y la supervisión del sistema. Estos conceptos fueron útiles para una provechosa y rápida comprensión de la transmisión de datos que componía cada lugar existente en la empresa.

En consecuencia la Universidad se ocupó de crear una visión completa, que le entrega un dominio de las temáticas al practicante, poniéndolo en un nivel privilegiado de conocimientos frente a sus demás compañeros de la Central Termoeléctrica. Esto se evidencia durante la jornada al establecer conversaciones técnicas de la temática con otros operadores y profesionales especialistas en turbinas Rolls-Royce.

3.2. DESTREZAS Y HABILIDADES ENTREGADAS POR LA CARRERA

La Universidad Técnica "Federico Santa María" se encargó, a través de su malla curricular, de preparar profesionales que cumplieran con variadas habilidades y destrezas pertinentes a los diferentes contextos laborales que se puedan presentar durante las diversas experiencias posibles para un especialista en electrónica.

Se procuró formar técnicos de calidad, con la idoneidad suficiente para aplicar los conocimientos previos, adquiridos en el transcurso de los años de estudio, según la tarea que se presente en el campo laboral.

Específicamente durante la estadía en Central Colmito, se utilizaron diversas destrezas y habilidades obtenidas durante los años de estudios universitarios entre las cuales se destacan las siguientes:

3.2.1. Análisis de Circuitos

Una de las habilidades adquiridas durante la carrera tuvo relación al análisis y la búsqueda de fallas en diversos circuitos. Esta habilidad fue desarrollada principalmente durante la asignatura de electrónica no lineal y pulida en la asignatura de control de procesos, a partir de la práctica en laboratorios de electrónica, donde se realizaron diversos proyectos tanto individuales como grupales, en variadas oportunidades.

3.2.2. Uso de los instrumentos de medición

Otra destreza desarrollada durante la estadía en la Universidad tiene relación con el correcto uso de diversos instrumentos de medición. Esta habilidad se va desarrollando de forma concreta durante la carrera, ya que se utilizan diferentes instrumentos de medición en el trabajo cotidiano, logrando fomentar cierta habilidad para el manejo de otros con similares características. Durante la estadía en la Central Colmito se utilizó esta destreza en variadas ocasiones para medir aislación de motores, medición de corriente y tensión en la búsqueda de fallas. Todo lo anterior se refleja al momento de ejercer diferentes labores, como la calibración de transmisores, mencionadas en el capítulo anterior.

Expuesto lo anterior, se debe destacar la calidad de la formación por parte de la universidad ya que entrega la posibilidad de aprender practicando concretamente, para adquirir de esta manera diferentes destrezas y habilidades necesarias para el cumplimiento de perfil técnico que buscan las empresas emergentes.

3.3. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS DURANTE LA PASANTÍA

Durante el trabajo realizado en la Central Colmito se adquirieron variados aprendizajes referentes al contexto específico del lugar.

Para que el estudiante pudiera realizar una pasantía de calidad, logrando alcanzar las expectativas que se tenían de él al ingresar al lugar. Fue favorecido y capacitado por la empresa en diversas áreas, tanto técnicas como de seguridad dentro del lugar.

3.3.1. Trabajo en Áreas Energizadas (380 VAC y 220 VCC)

Una de las capacitaciones tuvo relación con los conocimientos necesarios para realizar labores de mantenimiento en zonas donde hay conductores energizados y expuestos, para ello se estableció un procedimiento que debe ser utilizado como referencia para considerar los riesgos, las características del EPP y las herramientas, las distancias seguras y las precauciones en terreno, para realizar trabajos de mantenimiento en áreas con circuitos energizados hasta 380 VAC y hasta 220 VCC en la Central Colmito Ltda.

3.3.2. Gestión de residuos

Esta capacitación entregó los conocimientos de la gestión de residuos, cuya finalidad fue que los operadores supieran establecer la metodología para el correcto manejo de los residuos, lo cual incluye las acciones destinadas a disminuir su generación y una vez generadas, su segregación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final.

3.3.3. Control de Combustibles Líquidos

El combustible es la materia prima de mayor impacto económico en la generación de electricidad con Plantas Térmicas, por lo tanto, es importante identificar y controlar los riesgos que puedan afectar a la correcta gestión de compras, recepción, almacenamiento de petróleo, así como su uso en la operación. Considerando lo anterior se realizó una capacitación sobre el control de riesgos de los combustibles líquidos donde se establecen los principales parámetros para su manipulación.

3.3.4. Control de Aceites Lubricantes

El aceite lubricante es una de las materias primas de mayor impacto económico en la generación de electricidad con plantas de Energía Térmica, por lo tanto es importante identificar y controlar las causas que podrían afectar a la correcta gestión de compras, recepción y almacenamiento de este producto, así como su operación. En esta capacitación se establecieron los principales parámetros de los puntos mencionados anteriormente en relación con los aceites lubricantes.

3.3.5. Capacitaciones de seguridad

Por otra parte la empresa se muestra muy interesada en la seguridad de los trabajadores del lugar, es por este motivo que se capacita constantemente al equipo de operadores sobre procedimientos de seguridad durante la estadía en la Central Termoeléctrica. De esta manera se logra reducir los peligros en su totalidad si se aplican los procedimientos adecuados. Entre las capacitaciones realizadas se pueden describir las siguientes:

3.3.5.1. Técnicas y Procedimientos de Seguridad

La primera capacitación realizada fue una relacionada en las técnicas y procedimientos necesarios para el desempeño seguro de las tareas que se les exige en el nuevo entorno de trabajo. Este procedimiento describe las responsabilidades, principios y opiniones básicas para el desarrollo de procedimientos para garantizar la seguridad y eficiencia del trabajo dentro de la central.

3.3.5.2. Equipos de protección personal

Este procedimiento establece los requerimientos a respetar, para prevenir daños a través de los equipos de protección personal o EPP, identificando donde se deben usar y reforzando su uso obligatorio.

3.3.5.3. Equipos de Seguridad

Una capacitación similar tuvo relación con los equipos de seguridad. La cual establece los requisitos que deben seguirse para proporcionar a cada instalación de Central Termoeléctrica Colmito Ltda. Un equipo de seguridad designado que estará activo en la ejecución de todas las acciones de seguridad, programas y procedimientos a realizar.

3.3.5.4. Protección contra caídas

El objetivo del procedimiento está destinado a evitar potenciales accidentes por caídas relacionados con los trabajadores. Este Procedimiento describe la terminología, las responsabilidades y los principios básicos en la elaboración de procedimientos para garantizar la seguridad y eficiencia.

3.3.5.5. Uso de extintores portátiles

Este Procedimiento establece los requisitos que deben seguirse para entregar a los empleados los conocimientos, habilidades y formación para proporcionar una respuesta inmediata en el control de los incendios en etapas iniciales con extintores portátiles.

3.3.5.6. Delimitaciones

Además se realizó una instrucción sobre delimitaciones la cual tenía la finalidad de que la información tratada en este procedimiento facilitara la comprensión de términos básicos y las responsabilidades del personal clave, así como establecer los requisitos para evitar la entrada de personal en áreas inapropiadas o desconocidas, que son peligrosas para su salud y seguridad.

3.3.5.7. Reuniones de seguridad

Existen capacitaciones diarias llamadas Reuniones de seguridad las que consisten en proporcionar un medio para comunicar información sobre rendimiento en materia de seguridad, procedimientos e información relacionada a esta temática. Estas reuniones no sólo sirven para educar a los empleados en materia de seguridad básica, sino también para motivar a los empleados a evitar lesiones y accidentes, compartir las lecciones aprendidas y examinar las principales actividades en curso en la Planta.

Este procedimiento describe las responsabilidades y los principios básicos para el desarrollo de las reuniones, esta reunión se suma a la planificación y reuniones informativas diarias de seguridad al comienzo de cada día de trabajo.

3.3.5.8. Señales y etiquetas

Una Capacitación adicional fue sobre señales y etiquetas. Este procedimiento establece los requisitos que se deben seguir para alertar a las personas mediante el uso de diversos signos o señaléticas y etiquetas para identificar los peligros potenciales que no pueden ser eliminados y se debe trabajar constantemente junto a ellos.

3.3.5.9. Inspección de Botiquines

Además se realizó una capacitación llamada inspección de botiquines la cual consistió en conocer los lineamientos básicos en el manejo oportuno y adecuado del Botiquín de primeros auxilios en Central Termoeléctrica Colmito Ltda., permitiendo un control apropiado de los recursos disponibles con el fin de prestar una primera atención de forma rápida y oportuna en caso de urgencias.

3.3.5.10. Asbestos

La información contenida en una guía de capacitación buscó fomentar la conciencia del empleado de los peligros para la salud asociados con la exposición excesiva a las fibras de asbesto y los métodos perfilados para reducir la exposición de los empleados a este producto.

3.4. DESTREZAS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS EN EL TRABAJO

Si bien la malla curricular de la Carrera consideró variadas habilidades y destrezas que son utilizadas en los distintos contextos laborales. Existen otras destrezas y habilidades que son específicas del lugar donde se realiza el trabajo. Ya que cada lugar necesita actividades diferentes según la tarea que se deba realizar. Las destrezas y habilidades que han sido adquiridas en el trabajo como operador de terreno y que la carrera no mencionó en su malla curricular son variadas. Cabe destacar que algunas de ellas corresponden a otras carreras profesionales como por ejemplo las carreras de electricidad y mecánica.

3.4.1. Vinculadas al área de la Electricidad

Algunas destrezas adquiridas durante la pasantía están relacionadas a la electricidad. Como ejemplo de esto se puede mencionar el análisis y la comprensión de algunos circuitos de alta tensión como es la línea de alta tensión desde la subestación Torquemada hasta el transformador de la Central Colmito, la línea de media tensión de 11,5 KV. A la que se encuentra conectado el grupo turbogenerador, el transformador de baja tensión, el breaker de baja tensión y el generador de emergencia que ocupa la central para lograr su funcionamiento.

3.4.2. Vinculadas al área de la Mecánica

Respecto al área de la mecánica, se debe destacar que se desarrollaron algunas habilidades y destrezas. Esto se puede afirmar porque dentro de la central se realiza un trabajo complementario y multidisciplinario, donde se da la posibilidad de realizar labores con profesionales del área mecánica, donde se adquieren en la práctica conocimientos de las piezas de la maquinaria, las herramientas que se utilizan, además de su funcionamiento. Un ejemplo de esto es la mantención del generador de emergencia para lo cual se debía cambiar filtros de aceite, petróleo y de aire, tensar cuerdas, cambio de combustible, además del desarme y limpieza de sus partes.

3.4.3. Vinculadas a primeros auxilios

Por otra parte es importante mencionar las destrezas adquiridas durante la estadía en la Central Termoeléctrica, que tiene que ver con el conocimiento de habilidades referentes a la aplicación de primeros auxilios en casos de emergencia, para lo cual se capacitó al personal con especialistas en salud y prevención de riesgo quienes dieron a los trabajadores la posibilidad de adquirir los conocimientos teóricos pertinentes a la realidad de la Central Colmito, para luego realizar simulacros de inmovilizaciones, reanimaciones cardiopulmonares, aplicación de torniquetes en casos de emergencia extrema, control de hemorragias, entre otros.

Lo anteriormente descrito ha favorecido al estudiante durante su pasantía ya que ha tenido la oportunidad de seguir adquiriendo destrezas útiles para su quehacer dentro de la Central Colmito. Varias de estas destrezas fueron alcanzadas gracias a la experiencia de trabajar con profesionales de otras áreas lo que permite un trabajo multidisciplinario que enriquece los aprendizajes de una manera concreta.

3.5. TRABAJO EN EQUIPO

Para describir el contexto de la Central Colmito se puede decir que presenta una dinámica de trabajo bastante desarrollada, donde cada participante tiene tareas muy definidas. Los operadores de sala y los operadores de terreno trabajan en equipo durante toda la jornada y las actividades que realizan se convierten en un complemento constante. El operador de sala realiza una labor de sistematización del trabajo que se hace en terreno, mientras que el operador de terreno lleva a cabo las labores pertinentes a la realidad del lugar, tomando en cuenta las necesidades de mantención del espacio.

Es por este motivo que se debe mantener una comunicación muy fluida entre la sala de control y el personal que trabaja de manera práctica dentro de la Central, ya que cualquier descoordinación entre ambas podría tener como consecuencia una falla que desfavorecería el buen funcionamiento de la Planta.

Otro contexto donde se debe tener un gran desarrollo del trabajo en equipo, es entre los operadores de terreno, quienes tienen la labor de trabajar conjuntamente durante toda la jornada realizando los protocolos correspondientes a las planillas de faena del lugar. Para lograr esto se debe organizar los roles que llevará a cabo cada operador ya que de esta forma el trabajo se vuelve mucho más sistemático, equilibrado y se puede delegar las funciones según las habilidades de cada trabajador.

Tomando en cuenta lo anterior, durante la jornada se vivencia una gran posibilidad de desarrollar la capacidad de trabajo en equipo. Donde se debe considerar la experiencia y el conocimiento de los otros operadores respecto a la Central Termoeléctrica. De quienes se puede rescatar diversas cualidades en la labor a realizar, tanto de sus conocimientos teóricos como prácticos.

Sin embargo, se debe tener especial habilidad para relacionarse con las diversas personalidades de quienes trabajan en la Central Colmito ya que la amplitud de las edades y las formas de relacionarse entre ellos son bastante variadas. Cada trabajador tiene su propia manera de expresar sus opiniones respecto al trabajo, además de sus formas de resolver los conflictos que se presentan. Desde este prisma, es necesario tener un desarrollo elevado de la inteligencia emocional, tanto de forma intrapersonal conociendo las propias fortalezas para utilizarlas en el campo laboral y las debilidades para superarlas alcanzando un crecimiento personal. Esto sin duda ayuda a la inteligencia interpersonal para alcanzar una forma sana de relación con los demás.

3.5.1. Asignatura sugerida

Si bien durante los años de estudio en la Universidad Técnica "Federico Santa María" se dieron variadas instancias de trabajar con otros compañeros realizando trabajos de proyectos en los diferentes laboratorios, donde se debió realizar un estudio de las habilidades que tenían los participantes del grupo para llevar a cabo los proyectos a realizar. Se considera que la preparación en estrategias de resolución de conflictos de manera asertiva habría sido de gran utilidad.

Se cree fundamental la implementación de alguna asignatura específica de psicología que entregue una base teórica sobre estrategias de relaciones humanas para facilitar la comprensión de las conductas de los otros, ya que de esta manera sería más fácil entender las conductas de los demás y favorecería considerablemente la manera de resolver las dificultades que se presentan en la convivencia del mundo laboral. Mayormente cuando se trata de realizar trabajos bajo presión, donde muchas veces aparecen síntomas de estrés que afectan directamente las formas de relacionarse dentro del lugar de trabajo. Desde este punto de vista sería interesante cursar alguna asignatura que se refiera a técnicas de mediación y resolución de conflictos además del manejo de tensión en situaciones de trabajo bajo presión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La estadía en la Central Termoeléctrica Colmito, fue muy favorable para el estudiante ya que alcanzó aprendizajes significativos en el área de la electrónica, teniendo la posibilidad de participar de diversas mantenciones del lugar siguiendo los protocolos indicados según las plantillas de trabajo correspondientes.

Se le dio la posibilidad de demostrar sus conocimientos previos y de dar opiniones para mejorar el trabajo optimizando el tiempo en la faena diaria. Además de realizarle consultas sobre el funcionamiento de algunos elementos de terreno que no son tan habituales para los operadores de sala.

Las jefaturas tuvieron una buena acogida para el practicante, confiando en sus capacidades y conocimientos previos adquiridos en la "Universidad Técnica Federico Santa María"- valorando el prestigio de la entidad, además de las competencias que se entregan en la institución educativa.

Los demás operadores se mostraron positivos ante la llegada del estudiante al equipo de trabajo, tomando en cuenta las sugerencias que se planteaban para optimizar el trabajo dentro de la central.

Los beneficios de las capacitaciones realizadas dentro de la Central Termoeléctrica fueron muy positivos y útiles para el estudiante, ya que le dio la posibilidad de adquirir nuevos aprendizajes relevantes tanto para la labor práctica del funcionamiento del lugar como en el aprendizaje de estrategias de prevención de riesgos y primeros auxilios.

La oportunidad de trabajar con especialistas en diferentes disciplinas favoreció al estudiante ya se pudo instruir en el conocimiento de áreas mecánicas y eléctricas que aportan a la multiplicidad de habilidades que se pueden desarrollar en el lugar de práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- ROLLS-ROYCE. TRENT 60 WLE Directrices de funcionamiento del grupo – Referencia de publicación– Volumen 1: Descripción del sistema. Enero:2008
- ROLLS-ROYCE. TRENT 60 WLE Directrices de funcionamiento del grupo – Referencia de publicación- Volumen 2: Funcionamiento del sistema. Septiembre: 2007
- BARRETT MIKE. Engine Control System (ECS) M.A007 – Referencia Bibliográfica - Rolls-Royce. Hidroeléctrica La Higuera, Chile: 2003.
- BARRETT MIKE. Package Control System (PCS) M.A,007 - Referencia Bibliográfica- Rolls-Royce. Hidroeléctrica La Higuera, Chile: 2003
- BARRETT MIKE. Generator Control Protection Panel Interface (GCPPI) M.A007 - Referencia Bibliográfica - Rolls-Royce. Hidroeléctrica La Higuera, Chile: 2003
- HANDFORD MATTHEW. Operating & Maintenance - volumen 1 Generator Operation & Maintenance TP0000824– Referencia Bibliográfica – Brush. Septiembre:2004
- HANDFORD MATTHEW. Operating & Maintenance - Referencia Bibliografica – volume 2 Generator Installation & Commissioning TP0000824. Brush:2004
- HANDFORD MATTHEW. Operating & Maintenance - Referencia Bibliografica- volumen 4A Generator Control & Protection Panel TP0000824, Brush:2004
- LIVISE ANGEL. Generador Caterpillar - Referencia Bibliografica- Mantenimiento de Motor Generador Caterpillar Diesel. Diciembre:2005
- LAZO CLAUDIO. Manual de operación y mantenimiento- Referencia Bibliografica - Producción de Agua de Alta Pureza Electrodesionización en Continuo (CEDI)- Aguasin:2009

ANEXOS

ANEXO B: DIAGRAMA DIMENSIONAL TRANSMISOR ROSEMOUNT

Diagramas dimensionales

Vista despiezada del modelo 3051

