

CENERGIA

JJL Asociados S.A.
Solución Integral a Problemas de
Contaminación Ambiental

**SHOUGANG
GENERACIÓN
ELECTRICA S.A.A.**

ESTUDIOS DE RIESGOS CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLAS

R.M. N° 161-2007-MEM/DM

**SEGUNDA
ACTUALIZACIÓN**

**NOVIEMBRE 2009
2009 – 2010**

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y/O ACTIVIDADES

1.1 GENERALIDADES

- 1.1.1 Introducción
- 1.1.2 Antecedentes
- 1.1.3 Objetivos
- 1.1.4 Alcances
- 1.1.5 Terminología
- 1.1.6 Base Legal
- 1.1.7 Procedimiento general de desarrollo del Estudio

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE GENERACIÓN, EL AREA DE ESTUDIO Y LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA

- 1.2.1 Descripción general del proceso de generación de una Central Termoeléctrica a Vapor
- 1.2.2. Proceso de generación de la Central Termoeléctrica San Nicolás
- 1.2.3 Descripción del Área de Estudio y Ubicación de la Central Termoeléctrica San Nicolás
- 1.2.4 Descripción de la Infraestructura Básica

1.3 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU ENTORNO

- 1.3.1 Diagnóstico de la Infraestructura
- 1.3.2 Marco Geológico Regional
- 1.3.3 Condiciones Ambientales
- 1.3.4 Diagnóstico del Personal de la Central
- 1.3.5 Evaluación del Mantenimiento

2. DETERMINACIÓN DE LOS PROBABLES ESCENARIOS DE RIESGOS

2.1 GENERALIDADES

2.2 RIESGOS TECNOLÓGICOS

2.3 ESCENARIOS DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL HOMBRE

2.4 FACTORES DE RIESGO EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

2.5 TIPIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

2.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y RIESGOS EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

3. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL

3.1 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS

3.2 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS

3.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

4. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

4.1 RIESGOS DE ORIGEN NATURAL



- 4.2 RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO**
- 4.3 MAPA DE RIESGOS**

5. TIEMPO Y CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA ENTIDAD

6. TIEMPO, CAPACIDAD DE RESPUESTA Y ACCESIBILIDAD DE APOYO EXTERNO

7. TIPO, CANTIDAD Y UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE DETECCIÓN, ALARMA Y CONTROL DE EMERGENCIAS

8. ACCIONES DE MITIGACIÓN

- 8.1 DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS CRÍTICOS**
- 8.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL**

9. EFECTOS CLIMATOLÓGICOS Y DE DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

- 9.1 RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES NATURALES EN EL PERÚ**
- 9.2 ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA SÍSMICA**
- 9.3 ESCENARIO DE RIESGO POR TSUNAMIS (MAREMOTOS)**
- 9.4 ESCENARIO DE RIESGO POR VIENTOS FUERTES**
- 9.5 ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA GEODINÁMICAS**
- 9.6 CONCLUSIONES**

10. PROTECCIÓN DE TANQUES Y ESTRUCTURAS DE LOS EFECTOS DEL FUEGO

11. RESERVA Y RED DE AGUA, ASÍ COMO SISTEMAS FIJOS Y MANUALES CONTRA INCENDIOS.

12. ACCIONES PLANEADAS EN CASO DE EMERGENCIAS

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 13.1 CONCLUSIONES**
- 13.2 RECOMENDACIONES**

14. BIBLIOGRAFÍA



1

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS Y/O ACTIVIDADES

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y/O ACTIVIDADES

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Introducción

El término “riesgo” incluye dos aspectos: 1) La probabilidad de que un accidente ocurra dentro de cierto período de tiempo y; 2) Las consecuencias para la población, las propiedades y el medio ambiente.

El análisis de peligro busca medir las consecuencias de un accidente contra las probabilidades de que este llegue a ocurrir. La probabilidad de que suceda un accidente y sus consecuencias raramente puede llegar a calcularse en forma exacta (matemática). Sin embargo, con frecuencia se pueden estimar con la precisión suficiente para poder establecer una base para tomar medidas prácticas para contener los riesgos. La probabilidad de que un accidente ocurra y cause daños se reduce si el peligro es reconocido por quienes se pudieran ver afectados, y si son comprendidas las causas y los efectos del evento.

Las personas responsables de la toma de decisiones en aquellas empresas donde existen los mayores riesgos de que se produzcan accidentes graves, tienen que reconocer la necesidad de lograr un manejo efectivo de estos riesgos por varias razones tales como: la salud y la seguridad de los trabajadores de la CT. San Nicolás, evitar daños a las propiedades y al medio ambiente, la necesidad de que la empresa establezca buenas relaciones con las autoridades y el público en general para poder desarrollarse de una manera positiva, que se tenga una producción ininterrumpida para mantener entregas confiables y buenas relaciones con los clientes, evitar costo de los daños a la propia empresa, así como a terceros. La gestión de estos peligros para poder evitar accidentes es, por lo tanto, conveniente dentro de la empresa, con la participación de las autoridades locales.

El presente documento contiene los resultados de Revisión y Actualización de la evaluación de los riesgos existentes relacionados a la Central Térmica San Nicolás; tomando como base el Estudio de Riesgos de la Central Térmica elaborado por CENERGIA / JJL y ASOCIADOS S.A. en el año 2007 por encargo de Shougesa.

Para el análisis de los riesgos inherentes a esta Central Térmica, se revisaron estudios e informes técnicos relacionados, directa e indirectamente con el objeto del estudio, los cuales están referidos a todas las variables técnicas (equipos, instalaciones, operación); así como naturales (geología, geomorfología, sismología) que pueden afectar las

instalaciones, las personas y el área de influencia involucrada a la operación de esta central termoeléctrica.

Este estudio ha sido elaborado tomando en cuenta los alcances que se fijan en el Artículo 10 del “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas”, emitido mediante la RM N° 161-2007-MEM/DM del 18 de Abril del 2007.

1.1.2 Antecedentes

El 18 de Abril del 2007 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano, en la sección de Normas Legales, el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas “R.M. N° 161-2007-MEM/DM”, en cuyo texto está incluido la obligatoriedad de elaborar un Estudio de Riesgos (Artículo 10° de la mencionada Resolución Ministerial).

Esta norma deja sin efecto la anterior R.M. N° 263-2001-EM/VME “Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad” publicada en el Peruano el 21 de Junio del 2001, y a la vez amplía los requerimientos y alcances para la elaboración del Estudio de Riesgos que también fue considerado en su Artículo 8°. En esta nueva norma se reglamenta sobre los contenidos específicos que debe tener, dejando así, también sin efecto el Estudio de Riesgos que se elaboró en el año 2001.

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados anteriormente, la Empresa Shougang Generación Eléctrica S.A.A., hace la Segunda Revisión y Actualización del Estudio de Riesgos elaborado por el consorcio CENERGIA-JJL Asociados S.A hace dos años el cual servirá de base para la elaboración del nuevo Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Central Térmica San Nicolás 2009, y además proporcionará información valiosa para las actualizaciones de los Planes de Contingencias y el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (de acuerdo a los Artículos 12°, 13° y 14° de la presente norma).

1.1.3 Objetivos

1.1.3.1 Objetivo general

El objeto principal del estudio es determinar el grado de riesgo de la infraestructura (material y procesos) así como el personal que conforma la Central Térmica San Nicolás, igualmente los daños a terceros y las personas que se encuentran en su área de influencia; por amenazas naturales, actos de terceros o las variables técnicas que forman parte del proceso de generación eléctrica (las instalaciones y el personal

operativo); asimismo forma parte de estudio la elaboración del programa de mitigación y control de estos riesgos.

El análisis de riesgo comprendió la identificación de amenazas y vulnerabilidades. Las amenazas naturales consideradas incluyeron movimientos sísmicos, deslizamientos y derrumbes, inundaciones, las amenazas por acciones de terceros comprendieron el terrorismo y orden público; las amenazas tecnológicas comprendieron, incendios y explosiones, emergencias sanitarias, derrame de combustibles, etc. Las vulnerabilidades incluyeron el entorno físico, social, económico y ecológico.

1.1.3.2 Objetivos específicos

De acuerdo al artículo 10 del “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas”, emitido mediante la RM N° 161-2007-MEM/DM del 18 de Abril del 2007; se ha considerado los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar, describir, analizar y evaluar los riesgos a las instalaciones, a la población (personal de la central y público); al proceso productivo y al medio ambiente atribuible a la operación de la Central Termoeléctrica San Nicolás.
2. Efectuar una evaluación de los trabajadores, sus herramientas y ambientes de trabajo.
3. Determinar los posibles daños a terceros y/o propiedad como consecuencia de las actividades que se desarrollan en la central.
4. Evaluar otros riesgos posibles tales como manipuleo de sustancias peligrosas, exposición de agentes químicos, exposición de ruidos, entre otros.
5. Proponer un Programa de Control y Mitigación de Riesgos

1.1.4 Alcances

El presente estudio de riesgos está referido específicamente a la Central Termoeléctrica San Nicolás y sus alcances son los que se mencionan en el artículo N° 10 del “Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas”, emitido mediante la RM N° 161-2007-MEM/DM del 18 de Abril del 2007.

Para la realización del presente informe se tuvo en cuenta además los siguientes alcances:

- Recopilación histórica de desastres en el Perú, sus consecuencias y las experiencias obtenidas de ellos.

- Elaboración de metodología de análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos.
- Análisis de riesgos ante fenómenos naturales.
- Identificación de obras de mitigación y recomendaciones sobre transferencia de riesgos.
- Elaboración de Mapa de Riesgos de la Central Térmica.

1.1.5 Terminología

Para el presente estudio, en lo que se refiere a los riesgos por amenazas naturales se adoptaron las siguientes definiciones aceptadas por la ONU (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD-2002) basado en los trabajos de Cardona (2002) [Referencia 1].

Amenaza: Peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo de un fenómeno peligroso de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y servicios y el ambiente. Es un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un período de tiempo definido.

Evaluación de la amenaza: Es el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno se manifieste, con un cierto grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables.

Vulnerabilidad: Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. Corresponde con la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos.

Evaluación de la Vulnerabilidad: Proceso mediante el cual, se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular.

Elementos en riesgo (expuestos): Es el contexto social, material y ambiental representado por las personas y por los recursos, servicios y



ecosistemas que pueden ser afectados por la manifestación de un fenómeno peligroso.

Riesgo: Es la probabilidad que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Análisis de riesgo: En su forma más simple es el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y consecuencias en un área determinada.

Mitigación (Reducción): Planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo totalmente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar los daños y sus consecuencias y sólo es posible atenuarlas.

Reducción de riesgos: Medidas de intervención compensatorias dirigidas a cambiar o disminuir las condiciones de riesgo existentes y acciones prospectivas de control, con el fin de evitar futuras condiciones de riesgo. Son medidas de prevención y mitigación que se adoptan con anterioridad de manera alternativa, prescriptiva o restrictiva, con el fin de evitar que se presente un fenómeno peligroso, o para que no generen daños, o para disminuir sus efectos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente.

De acuerdo al Artículo 3º de la RM-161-2007-MEM/DM, "Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas"; se tiene estipulada la siguiente terminología.

Arnés de seguridad: Dispositivo que se usa alrededor de porciones del torso del cuerpo: hombros, caderas, cintura y piernas, que tiene una serie de tirantes, correas y conexiones que detendrá las caídas más severas.

Accidente de tercero: Evento que sobreviene durante la realización de trabajos para la Entidad o por contacto con instalaciones de propiedad de esta última y que produce lesión orgánica o perturbación funcional sobre una persona que no tienen vínculo laboral con la Entidad.

Accidente de trabajo: Suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce pérdidas tales como lesiones personales, daños materiales, derroches y/o impacto al medio ambiente;

con respecto al trabajador le puede ocasionar una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Asimismo se consideran accidentes aquellos que:

- Interrumpen el proceso normal de trabajo.
- Se producen durante la ejecución de órdenes de la Entidad, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

Dependiendo de la gravedad, los accidentes con lesiones personales pueden ser:

- **Accidente leve:** No requiere de un descanso médico y el tiempo de atención médica no debe superar las 24 horas.
- **Accidente incapacitante:** Como resultado de la evaluación médica se determina que el accidente no es leve y recomienda que, el accidentado al día siguiente no asista al trabajo y continúe el tratamiento. El día de la ocurrencia de la lesión no se tomará en cuenta, para fines de información estadística.
- **Accidente mortal:** Donde la lesión genera la muerte del trabajador, sin tomar en cuenta el tiempo transcurrido entre la fecha del accidente y el deceso. Para efecto de la estadística se debe considerar la fecha del fallecimiento del trabajador.

Actividad: Ejercicio de las actividades industriales o de servicios en las operaciones de la Entidad en concordancia con la normatividad vigente.

Emergencia: Evento no deseado que se presenta debido a factores naturales o como consecuencia de accidentes de trabajo, tales como: incendios, explosiones, sismos, deslizamientos, entre otros.

Enfermedad ocupacional o profesional: Enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgos como agentes físicos, químicos, biológicos y ergonómicos, inherentes a la actividad laboral.

Equipos de protección personal: Los dispositivos específicos destinados a proteger al trabajador de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo.

Ergonomía: Llamada también ingeniería humana, es la ciencia que busca optimizar la interacción entre el trabajador, máquina y ambiente de trabajo con el fin de adecuar los puestos, ambientes y la organización del trabajo a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, con el fin de

minimizar el estrés y la fatiga y con ello incrementar el rendimiento y la seguridad del trabajador.

Estadística de accidentes: Sistema de control de la información de los incidentes. Permite medir y utilizar esta información y las tendencias asociadas en forma proactiva y focalizada para reducir los índices de accidentabilidad.

Estudio de riesgos: Proceso mediante el cual se establece la probabilidad y la gravedad de que los peligros identificados se manifiesten, obteniéndose la información necesaria para que la Entidad esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad y el tipo de acciones preventivas que deben adoptarse.

Estudio de ruidos: Evaluación y medición de las fuentes primarias y secundarias de generación de ruidos inherentes a la actividad eléctrica que puedan estar afectando directa o indirectamente a los trabajadores.

El estudio constará como mínimo de la siguiente información:

- Identificación de las fuentes primarias y secundarias de generación de los ruidos.
- Medición de la intensidad de los ruidos en las fuentes identificadas, estableciendo la metodología del mapeo de los mismos y los equipos de medición (rangos, calibración, etc.).
- Análisis de los resultados obtenidos, estableciendo la comparación de los mismos con la de los límites permisibles establecidos por norma.
- Selección de los sistemas de atenuación (cambios estructurales, modificación de la ingeniería de diseño del equipo, uso de equipo de protección personal, entre otros).
- Conclusiones y recomendaciones.

Exámenes médicos periódicos: Son evaluaciones médicas que se realizan al trabajador durante la vigencia del vínculo laboral. Estos exámenes tienen por objeto la detección precoz de patologías ocupacionales y la promoción de la salud. Asimismo, permiten definir la eficiencia de las medidas preventivas y de control que se toman y el impacto de éstas, así como la reorientación de dichas medidas.

Horas-hombre trabajadas: Es el número total de horas trabajadas bajo ciertas condiciones ambientales por los trabajadores incluyendo los de operación, producción, mantenimiento, transporte, etc.

Incidente: Un acontecimiento no deseado, el que bajo circunstancias ligeramente diferentes a un accidente pudo haber resultado en lesiones a las personas, daño a la propiedad o pérdida en un proceso de producción.

Los incidentes son reportados a la autoridad en formatos especialmente preparados por la misma.

Índice de accidentalidad (IA): Una medición que combina el índice de frecuencia (IF) con tiempo perdido y el índice de severidad de lesiones (IS)

$$IA = \frac{IF \times IS}{1\ 000}$$

Índice de frecuencia (IF): Número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas-hombre trabajadas. Se calculará con la fórmula siguiente:

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes} \times 1\ 000\ 000}{\text{Horas-hombre trabajadas}}$$

Índice de severidad (IS): Número de días perdidos o su equivalente por cada millón de horas-hombre trabajadas. Se calculará con la fórmula siguiente:

$$IS = \frac{N^{\circ} \text{ días perdidos} \times 1\ 000\ 000}{\text{Horas-hombre trabajadas}}$$

Inspecciones periódicas: Técnica básica para la prevención de riesgos de accidentes, permitiendo la identificación de deficiencias, así como la adopción de medidas preventivas para evitarlas. Está orientada a evitar y controlar las deficiencias de las instalaciones, las máquinas y los equipos y en general las condiciones de trabajo.

Medidas de prevención: Las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo que generan daños que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el cumplimiento de sus labores, medidas cuya implementación constituye una obligación y deber de parte de los empleadores.

Observaciones planeadas: Técnica básica para la prevención de accidentes, a través de la identificación de deficiencias, durante el

desarrollo de las actividades específicas, así como el control de las medidas existentes para evitarlos.

Plan de contingencias: Aquel plan elaborado para responder a las emergencias.

Prevención de accidentes: Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de las operaciones de la Entidad con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

Peligro: Propiedad o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente.

Peligro inminente: Fuente o una situación que implica un daño potencial en términos de lesión o daños a la salud, daño a la propiedad, daño al ambiente de trabajo, o una combinación de éstos.

Riesgo: Probabilidad de que un peligro se materialice en unas determinadas condiciones y produzca daños a las personas, equipos y al ambiente.

Salud: Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no meramente la ausencia de enfermedad o de incapacidad.

Salud en el trabajo o salud ocupacional: Rama en la salud pública que tiene como finalidad promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; prevenir todo daño a la salud causado por las condiciones de trabajo y por los factores de riesgo; y adecuar el trabajo al trabajador, atendiendo a sus aptitudes y capacidades.

Seguridad: Son todas aquellas acciones y actividades que permiten que el trabajador labore en condiciones seguras, tanto ambientales como personales, con el fin de conservar la salud y preservar los recursos humanos y materiales.

Trabajador: Toda persona que desempeña una actividad de manera regular o temporal por cuenta ajena y remunerada o de manera independiente o por cuenta propia, como dependiente o mediante cualquier otra modalidad de contrato.

1.1.6 Base Legal

1. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas, R.M. N° 161-2007-MEM/DM del 18 de abril del 2007.



2. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo Decreto Supremo N° 009-2005-TR del 25 de septiembre del 2005
3. Decreto Supremo N° 007-2007- TR, del 4 de abril del 2007. Modifica artículos del D.S. N° 009-2005 –TR
4. Reglamento de Constitución y funcionamiento del Comité y Designación de Funciones del Supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo, R.M. N° 148-2007-TR aprobado el 25 de mayo del 2007.
5. Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, D.S. N° 29-94-EM. Aprobado el 7 de junio de 1994.
6. Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas
7. Decreto Supremo N° 009-93, Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
8. Ley N° 27239, Ley que modifica diversos artículos de la Ley de Concesiones Eléctricas, publicada el 22 de diciembre de 1999
9. Ley N° 27435 Ley de promoción de concesiones de centrales hidroeléctricas, publicada el 16 de marzo de 2001.
10. Decreto de Urgencia 007-2004, publicado el 20 de julio de 2004
11. Ley N° 28447, que modifica diversos artículos de la, Ley de Concesiones Eléctricas, publicada el 30 diciembre de 2004.
12. Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, publicada el 23 de julio de 2006
13. Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, publicada el 29 de julio de 2000.
14. Ley N° 28337, Ley que modifica diversas disposiciones de la Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, publicada el 16 de agosto de 2004.
15. Decreto Supremo N° 029-94-EM, Aprueba Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, publicado el 07 de julio de 1994.
16. Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA, publicada el 17 de marzo de 1997.
17. Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Aprueba Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, publicado el 24 de octubre de 2003.
18. Decreto Supremo N° 040-2001-EM, Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, publicada el 17 de julio de 2001.
19. Decreto Ley N° 28611, Ley General del Medio Ambiente, publicado el 15 de octubre de 2005.
20. Decreto Supremo N° 074-2005-PCM, Modifican el Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Defensa Civil, publicado el 29 de septiembre de 2005.
21. Resolución Directoral N° 014-2005-EM/DGE, Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados, publicada el 03 de marzo de 2005.
22. Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, publicada el 25 de junio de 1997.

1.1.7 Procedimiento General De Desarrollo Del Estudio

El procedimiento general que se ha utilizado para el desarrollo del estudio, referido a la identificación y evaluación de los riesgos fue la siguiente:

1. Se realizó una recopilación de la siguiente información existente:
 - a) Las variables técnicas (datos técnicos de equipos, instalaciones, procesos; personal de operación; manual de operación de la central y las subestaciones y líneas de transmisión; planos tales como: plano de distribución en planta, plano de localización de la central. También se obtuvo información sobre los mantenimientos efectuados en los últimos años.
 - b) Las variables naturales (estudios de peligro sísmico, localización de la infraestructura).
 - c) Antecedentes de históricos de eventos producidos en la Central Térmica San Nicolás; informe preliminar de accidentes.
2. Se desarrollaron reuniones de trabajo entre el grupo multidisciplinario de especialistas encargados del desarrollo del estudio, con el fin de unificar criterios respecto al objeto y alcance del proyecto.
3. Se complementó la información existente con el fin de cubrir exhaustivamente todos los temas básicos para la ejecución del estudio:
 - a) Se obtuvieron imágenes satelitales, planos geológicos y geomorfológicos.
 - b) Se revisó diferente bibliografía para determinar la metodología que se aplicó para la identificación, evaluación y control de riesgos (Ver Bibliografía).
4. Se realizó trabajos de campo con la finalidad de identificar los riesgos potenciales; habiéndose efectuado registros fotográficos de los mismos.
5. Se procedió a identificar los peligros y riesgos de la Central Termoeléctrica San Nicolás considerando los factores de riesgo (naturales y antropogénicos) y luego se efectuó su evaluación.
6. Luego de la evaluación de riesgos se procedió a elaborar un programa de control y mitigación de riesgos críticos.

1.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE GENERACION, EL AREA DE ESTUDIO Y LA INFRAESTRUCTURA BÁSICA

1.2.1 Descripción General del Proceso de Generación de una Central Termoeléctrica a Vapor.

El proceso de producción de la energía eléctrica en una central térmica a vapor tiene la siguiente secuencia:

Energía química.- Es la energía contenida en los combustibles que se utilizan en las centrales térmicas, tales como el petróleo, carbón, gas natural; etc., su valor se mide con un parámetro denominado “poder calorífico” que se mide en unidades de calor por unidad de masa o volumen, por ejemplo 9600 Kcal/Kg para un petróleo residual, 7000 Kcal/Kg para carbón o 1000 BTU/pie³ para el gas natural.

Energía calorífica.- Es la energía que resulta de un proceso de combustión¹ y es el que se utiliza como energía de entrada en las centrales térmicas. En una Central Térmica a Vapor como es el caso de la CT. San Nicolás; este proceso se realiza en las calderas, en la cual los gases calientes producidos durante el proceso de combustión, transfieren su calor al agua para producir el vapor.

Energía mecánica.- El vapor producido se inyecta a la turbinas a vapor para hacerla girar produciéndose así la energía mecánica (se manifiesta por el movimiento que se consigue en el eje de la turbina).

Energía eléctrica.- El movimiento del eje de la turbina mueve al rotor de un generador al cual se encuentra acoplado, el cual es un gran imán cuyas líneas de fuerza cortan las espiras de un arrollamiento de conductores denominado alternador, transformándose en energía eléctrica, la que se manifiesta como una fuerza electromotriz en los bornes del generador. La energía así producida es tomada de los bornes y conducida mediante conductores eléctricos a una estación transformadora.

Transformación y transporte.- En las estaciones transformadoras la energía es transformada y preparada para su transporte a los centros de carga que podrían estar distantes o cerca de las centrales de generación.

A continuación se muestra un diagrama de bloques del proceso de generación eléctrica en una central con turbinas a vapor.

¹ Combustión es una reacción rápida exotérmica que sucede entre los elementos de un combustible (C, H, O, N, S) y el oxígeno del aire (O₂); el producto de esta reacción está conformado por gases calientes como el CO₂, SO₂, CO, H₂O (vapor); etc.

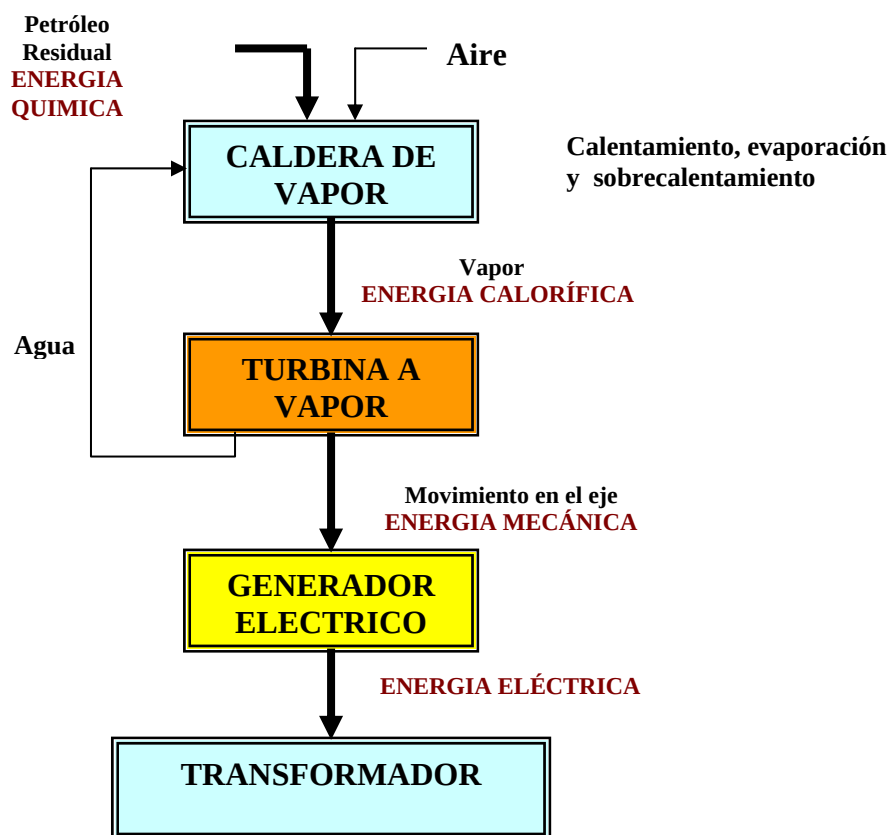


Gráfico N° 2.1 Diagrama del Proceso de Generación en una Central Térmica a Vapor

1.2.2 Proceso de Generación de la Central Termoeléctrica San Nicolás

En el caso de la Central Termoeléctrica San Nicolás, siendo una central con turbinas a vapor, dispone primeramente de calderas en las que se produce la energía calorífica (vapor), mediante la transferencia del calor producido en la combustión (gases calientes) al agua de alimentación a la caldera. En el proceso de combustión señalado se utiliza el petróleo residual 500 (PIAV-500) como combustible con un contenido de 1,4% de azufre y el aire ambiente como comburente. Los gases provenientes del proceso de combustión en la caldera son arrastrados por el viento con dirección Nor-Oeste hacia el mar, por lo que no causa problemas ambientales.

El vapor producido en las calderas que normalmente se encuentra a 950 PSIG y 900°F se inyecta a las turbinas en las que se expanden hasta la presión correspondiente al condensador (1,5 "Hg), generando en este proceso la rotación del eje (energía mecánica). Esta energía mecánica es convertida en energía eléctrica a través de los generadores eléctricos.

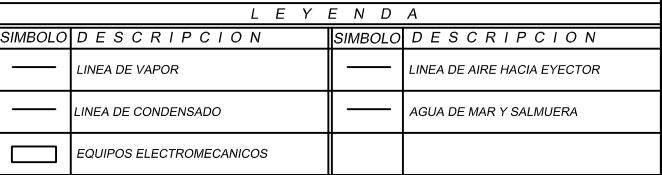
Debe aclararse que el vapor que ha sido utilizado como fluido de trabajo en la turbina, es condensado (en el condensador) mediante el agua de mar que se utiliza como fluido de enfriamiento; de esta manera el agua condensada regresa a la caldera, siendo a su paso precalentada mediante sangrías de vapor en 03 calentadores indirectos y uno directo o de mezcla (desaerador). Es decir este circuito agua – vapor es teóricamente cerrado aunque en la realidad tiene algunos puntos en las que se pierde algo de flujo (purgas) que son compensadas mediante agua de reposición. El agua utilizada proviene de la Planta Desalinizadora de propiedad de Shougang Hierro Perú S.A.A., la cual es almacenada en la Central Térmica San Nicolás en 3 tanques, de los cuales se repone a las calderas según la necesidad mediante una bomba de reposición.

El agua que se utiliza para la refrigeración es agua de mar la que es impulsada por una batería de bombas desde un reservorio construido en la orilla del mar. La temperatura de entrada del agua es de aproximadamente 15° C y cuando el sistema esta operando el agua es evacuada de la planta a 26° C en invierno y a 28 – 30 ° C en verano. El flujo de agua de enfriamiento es de 9000 gal/min.

La energía eléctrica producida a un nivel de tensión de 13,8 KV luego es elevada a la tensión de 60 KV en los transformadores de la S.E. San Nicolás donde se conecta con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. La S.E. San Nicolás está conectada con la S.E. Marcona a través de dos líneas en 60 KV de 15,2 Km de longitud. Por otro lado la Central Térmica posee tres barras de generación conectadas entre sí y alimentadas cada una de ellas por un generador. De estas barras se alimentan a los diversos circuitos en 13,8 KV: Planta Diesel, Pellet 1, Pellet 2, Concentradora 1, Concentradora 2, Concentradora 3, Mina, San Juan, Bombas de Mar, Relaves. De la Barra 3 se alimenta el circuito San Juan y mediante la S.E. 8B se eleva la tensión a 34,5 KV. y con la línea de Transmisión TL2 se lleva la energía a San Juan de Marcona. En estas últimas subestaciones la energía es transformada a la tensión de utilización de 4,16 KV y 0,48 KV mediante transformadores de potencia de una relación de transformación de 13,8/4,16-0,48 KV.

La Mina toma su energía de la SE Mina, esta es alimentada desde la S.E. Marcona del SEIN a través de la línea 6629 de REP. En dicha SE está instalado un transformador de 25 MVA con una relación de transformación de 60/34.5 KV.

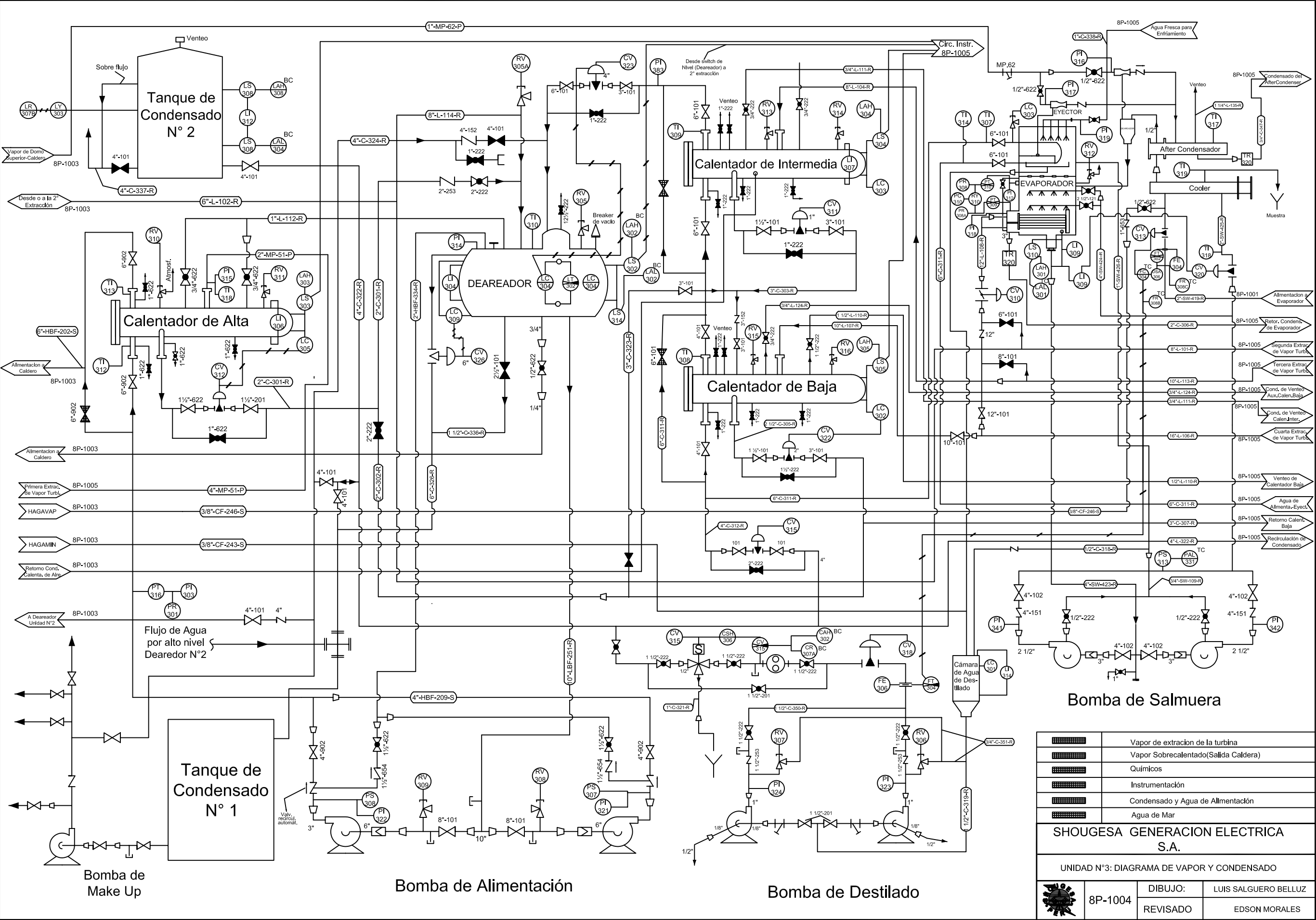
En el Gráfico N° 2.2 se muestra un diagrama que ilustra los diferentes procesos y equipos descritos, para el caso de la Unidad N° 2 (la cual es similar a la Unidad N° 1) y la Unidad N° 3.



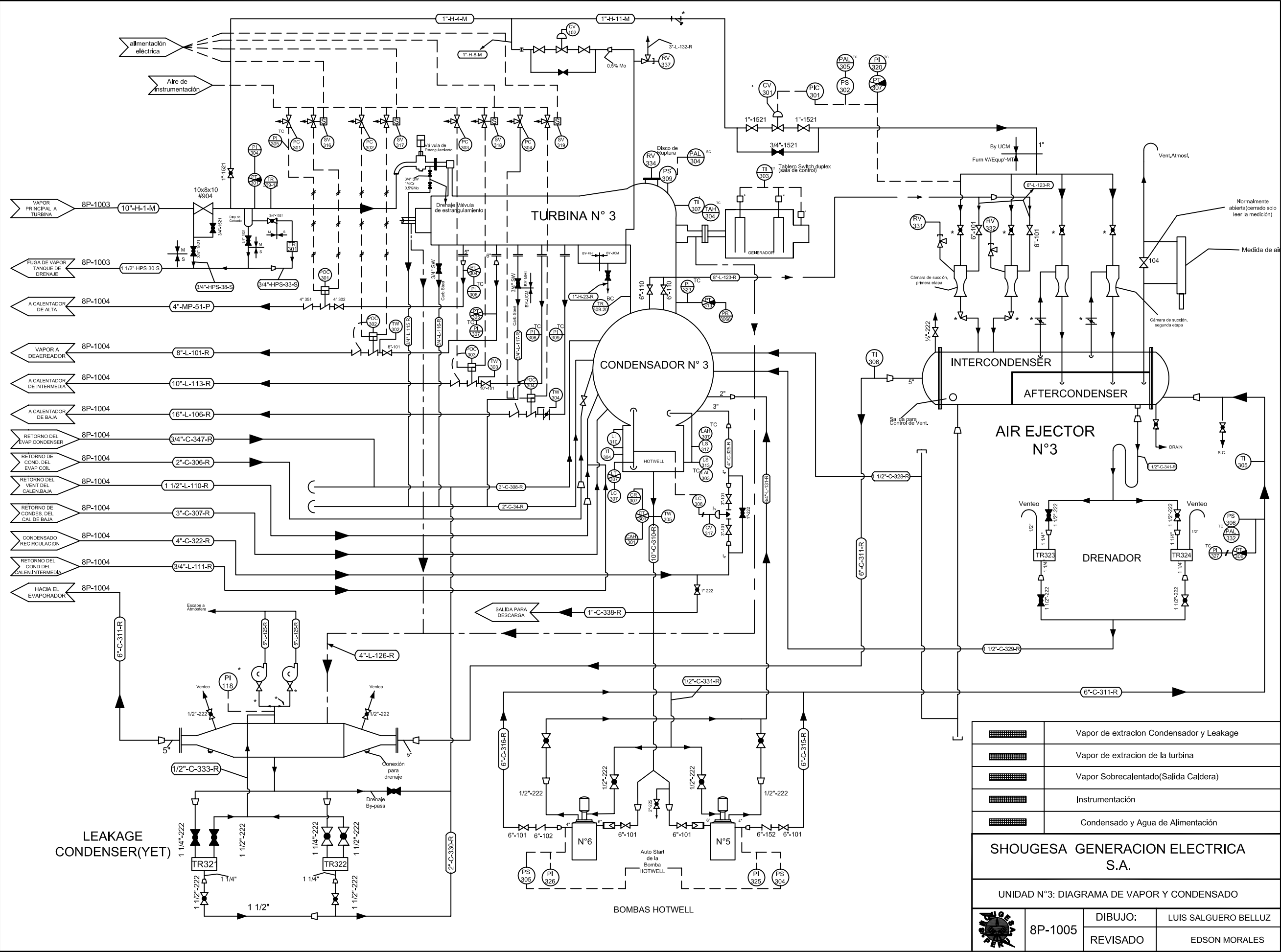
SISTEMA DE DISTRIBUCION DE
VAPOR Y CONDENSADO DE UNIDAD N° 2



ELABORADO : M. ALVAREZ	APROBADO : R.CUESTA	FORMATO A3	
REVISADO : E. MORALES	APROBADO : J. C. ALFARO	FECHA 14/02/2001	PLANO N° 02



	Vapor de extraccion de la turbina		
	Vapor Sobrecalentado(Salida Caldera)		
	Químicos		
	Instrumentación		
	Condensado y Agua de Alimentación		
	Agua de Mar		
SHOUGESA GENERACION ELECTRICA S.A.			
UNIDAD N°3: DIAGRAMA DE VAPOR Y CONDENSADO			
	8P-1004	DIBUJO:	LUIS SALGUERO BELLUZ
		REVISADO	EDSON MORALES



1.2.3 Descripción del Área de Estudio y ubicación de la Central Termoeléctrica San Nicolás

1.2.3.1 Descripción del Área de Estudio

El estudio comprende el área de emplazamiento de las instalaciones correspondientes a la Central Térmica San Nicolás, la misma que está ubicada en la Punta San Nicolás cerca de la ciudad de San Juan de Marcona, al Sur de Lima.

El clima en el área de estudio es cálido árido, con escasas precipitaciones. La temperatura máxima puede superar los 30°C (Enero-Marzo) y la mínima de 16°C en el mes de agosto. La temperatura promedio anual es de 18°C a 23°C. Durante cada cambio de estación se producen los fuertes vientos de arena y tierra llamados *paracas*. La humedad relativa promedio está entre 60 a 70% y la precipitación pluvial es de 0,3 mm en promedio anual.

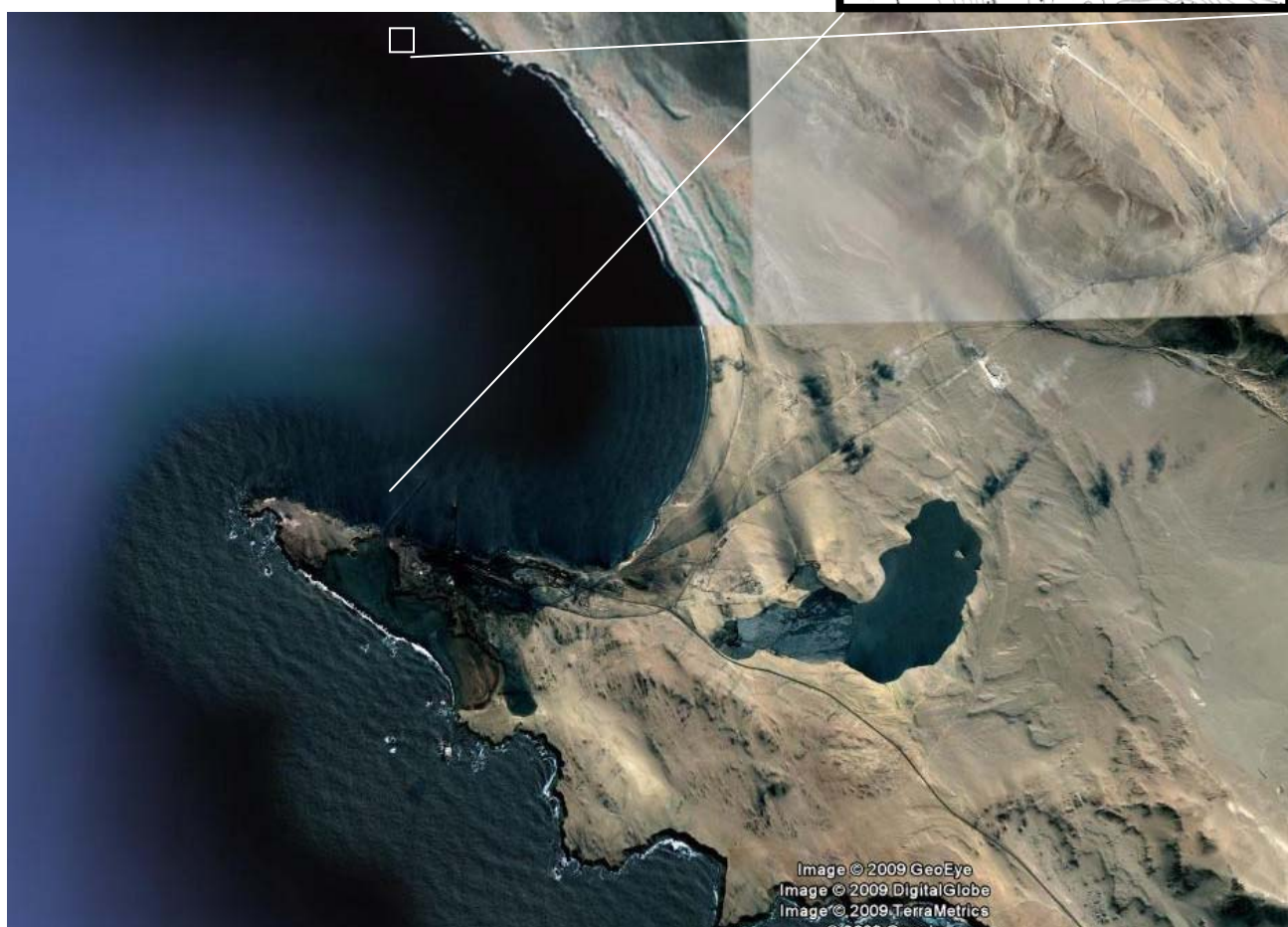
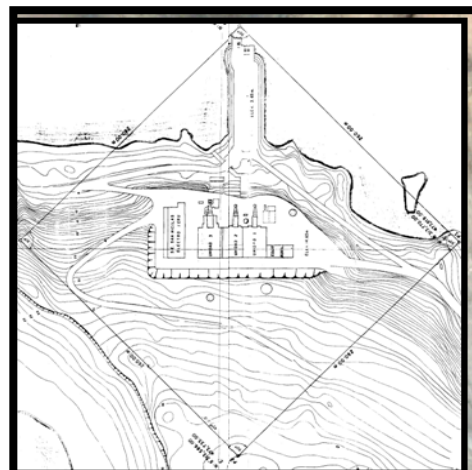
Los suelos en el área de estudio son de origen eólico, es decir, por aquellos formados por materiales que han sido acarreados por acción del viento. Son suelos de textura arenosa a franco arenosa, sueltos, excesivamente drenados y de relieve plano a ligeramente inclinado.

El área se ubica en la región de la costa, correspondiendo su morfología a una terraza marítima, de relieve plano ligeramente inclinado, cuyo paisaje fisiográfico se tipifica como “áreas eólicas”.

En su entorno inmediato se tiene una zona marina reservada: la Reserva de Punta San Juan, en ella se encuentran gran cantidad de lobos marinos, la colonia más numerosa de pingüinos de Humboldt en el Perú y variedad de aves guaneras. Además la Ensenada de San Fernando alberga al guanaco y el cóndor andino, único lugar de la costa donde se encuentran estas especies.

El área de estudio se encuentra cerca de la ciudad de Marcona. Este distrito, según el censo de julio de 1993 cuenta con 12 919 habitantes. Parte de este distrito es de concesión minera, que explota la empresa Shougang Hierro Perú S.A. Este distrito cuenta con la Bahía de San Juan y la Bahía de San Nicolás en el litoral; sus puertos cuentan con muelles de gran tonelaje y para pesca artesanal; asimismo cuenta con aeropuerto y pista de acceso a la Carretera Panamericana.

En el Gráfico N° 2.3 se muestra la ubicación del área de estudio

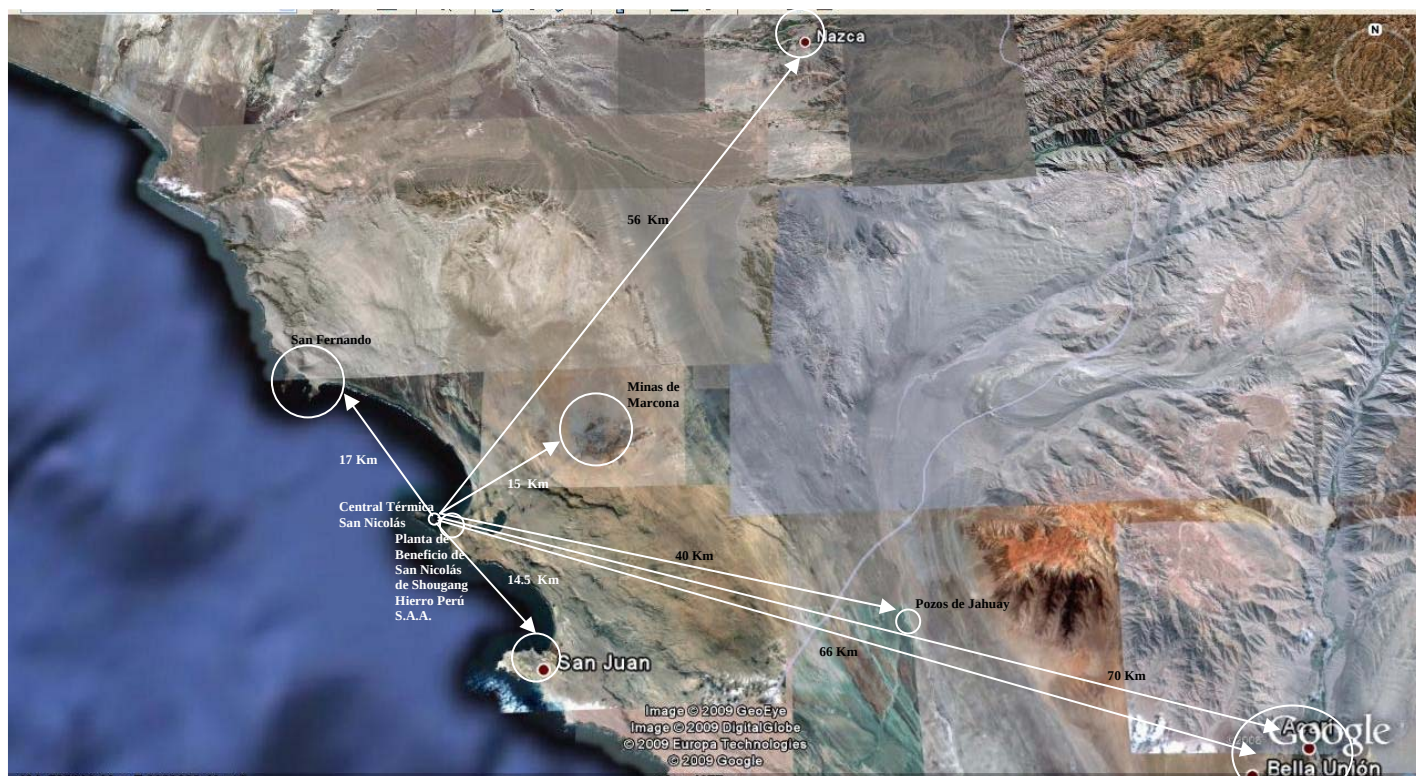


- Norte	8 313 741 m
- Este	473 849 m
- Zona	18 L
- Altitud	21 m

Los límites de la Casa de Máquinas son:

- | | |
|---------|--|
| - Norte | : Carretera de acceso a la C.T. |
| - Sur | : Terrenos de Shougang Hierro Perú SAA |
| - Este | : Terrenos de Shougang Hierro Perú SAA |
| - Oeste | : Mar. |

En el Gráfico N° 2.4 se muestra la ubicación de la C.T. San Nicolás.



En el Plano se indican con flechas las distancias lineales que existen entre la Concesión de la Central Térmica San Nicolás y:

- El principal Centro Poblado al Sur (14,5 Km.) el Distrito San Juan de Marcona.
- La Reserva Natural Punta San Juan (14,5 Km.).
- La Reserva Natural San Fernando (17 Km.).
- La Planta de Beneficio de San Nicolás (500 mts.).
- Minas de Marcona (15 Km.).
- Zonas Agrícolas por Nazca (28,2 y 30,7 Kms.).
- Cursos de Aguas Subterráneas (Jahuay) a más de 45 Km.
- Zonas Arqueológicas (Sacaco) a más de 50 Km.

Gráfico N° 2.4 Ubicación de la Central Térmica San Nicolás

1.2.4 Descripción de la Infraestructura Básica

1.2.4.1 Central Térmica San Nicolás

La Central Térmica San Nicolás inició su operación el año 1964; está conformada por tres unidades de generación con turbinas a vapor que operan termodinámicamente cumpliendo un ciclo RANKINE regenerativo con sobrecalentamiento para lo cual dispone como equipos básicos: calderas de fuego directo acuotubulares que utilizan petróleo residual 500 (PIAV-500) como combustible, turbinas a vapor del tipo condensación con extracciones, condensadores enfriados por agua de mar y toda una red de vapor y condensados que conforman el circuito principal además de los otros circuitos como el de combustible, agua de enfriamiento; etc.

De acuerdo a los últimos ensayos de potencia efectiva y rendimiento, las unidades de generación TV1, TV2 y TV 3 tienen una potencia efectiva de 19 026 KW, 18 284 KW y 25 786 KW respectivamente.

En el siguiente cuadro se dan las características principales de los equipos que conforman cada unidad de generación.

Tabla N° 2.1				
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS UNIDADES DE GENERACION DE LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS				
DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE GENERACION		
		TV1	TV2	TV3
TURBINA				
Marca		General Electric	General Electric	Mitsubishi-Heavy Industries LTD
Capacidad	KW	20 180	20 180	26 860
RPM		3 600	3 600	3 600
Presión de vapor	PSIG	850	850	850
Temperatura de vapor	°F	900	900	900
Presión de escape	“Hg	1,5	1,5	1,5
GENERADOR				
Marca		General Electric	General Electric	Mitsubishi-Electric Corporation
Capacidad	KVA	20 294	20 294	29 412
Tensión de generación	KV	13,8	13,8	13,8
Frecuencia	HZ	60	60	60
Factor de potencia		0,85	0,85	0,85
CALDERA				
Modelo		VU - 60	VU - 60	VU – 60
Capacidad	Lb/h	190,000	190,000	255,000
Combustible		PIAV 500	PIAV 500	PIAV 500

Dentro de las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás se encuentra instalado un grupo electrógeno Diesel que también ha sido declarada ante el COES. En la siguiente tabla se dan las características de esta unidad.

Tabla N° 2.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL GRUPO ELECTROGENO CUMMINS		
DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE GENERACION CUMMINS
MOTOR		
Marca		CUMMINS
Potencia	KW	1855 Bhp
RPM		1800
Combustible		Petróleo Diesel N° 2
GENERADOR		
Capacidad	KVA	1875
Tensión de generación	KV	13.8
Frecuencia	HZ	60
Factor de potencia		0,8

1.2.4.2 El Sistema Eléctrico

El Sistema Eléctrico de la central térmica está constituido fundamentalmente por un conjunto de Barras en 13.8 KV denominados Barra 1, Barra 2 y Barra 3, conectados entre sí y alimentados cada uno por las unidades de Generación 1, 2 y 3, respectivamente.

Este sistema de barras esta conectado al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) mediante 3 transformadores de 37.5 MVA y 13.8/60 KV en la S.E. San Nicolás; ésta S.E. a su vez esta conectada a la S.E. Marcona de 75/75/30 MVA y 220/60 KV del SEIN mediante 2 líneas de transmisión en 60 KV y 15.2 km de longitud.

Del sistema de barras de generación en 13.8 KV, a esta misma tensión y mediante cables de potencia se alimenta a la Subestación MAGNÉTICA de la Planta de tratamiento del hierro de Shougang Hierro Perú S.A.A., en las que se encuentran instalados transformadores con potencias nominales que van desde 1 hasta 10 MVA, 13.8/4.16 KV, dependiendo del requerimiento de las cargas. De estas mismas barras se alimentan también a las subestaciones PELLET N° 1 y 2 en las que reubican transformadores de 13.8/4.16 KV y potencias nominales que van desde 1.5 hasta 10 MVA; a las subestación FILTROS N°2 y a las subestaciones N° 8, 8A y 11 en las que se han ubicado transformadores con potencias nominales que van desde 1 hasta 10 MVA y relaciones de transformación de 13.8/4.16 – 0.48 KV.

De la barra de generación N° 3 se alimenta a la S.E. N° 8 B en la que se encuentra instalado un transformador de 10 MVA y 13.8/34.5 KV y mediante una línea de transmisión en 34.5 KV se alimenta a las subestaciones Colchón de 2 MVA - 34.5/4.16 KV; S.E. PTAR de 0.25 MVA – 34.5/0.48 KV; las Subestaciones CD1 y CD2 de 3.75 y 2 MVA y 34.5/4.16 Kv, respectivamente, que alimenta a los servicios de la ciudad de San Juan de Marcona.

La S.E. Mina de SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A. es alimentada desde la S.E. Marcona del SEIN mediante una línea de transmisión en 60 KV, 3.9 km de longitud y un transformador de 25 MVA, 60/34.5 KV ubicada en la misma subestación.

En el Gráfico N° 2.5 se muestra el Diagrama Unifilar San Nicolás-Mina-San Juan, que ha sido descrita.

1.3 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU ENTORNO

1.3.1 Diagnóstico de la Infraestructura

1.3.1.1 Caminos de acceso

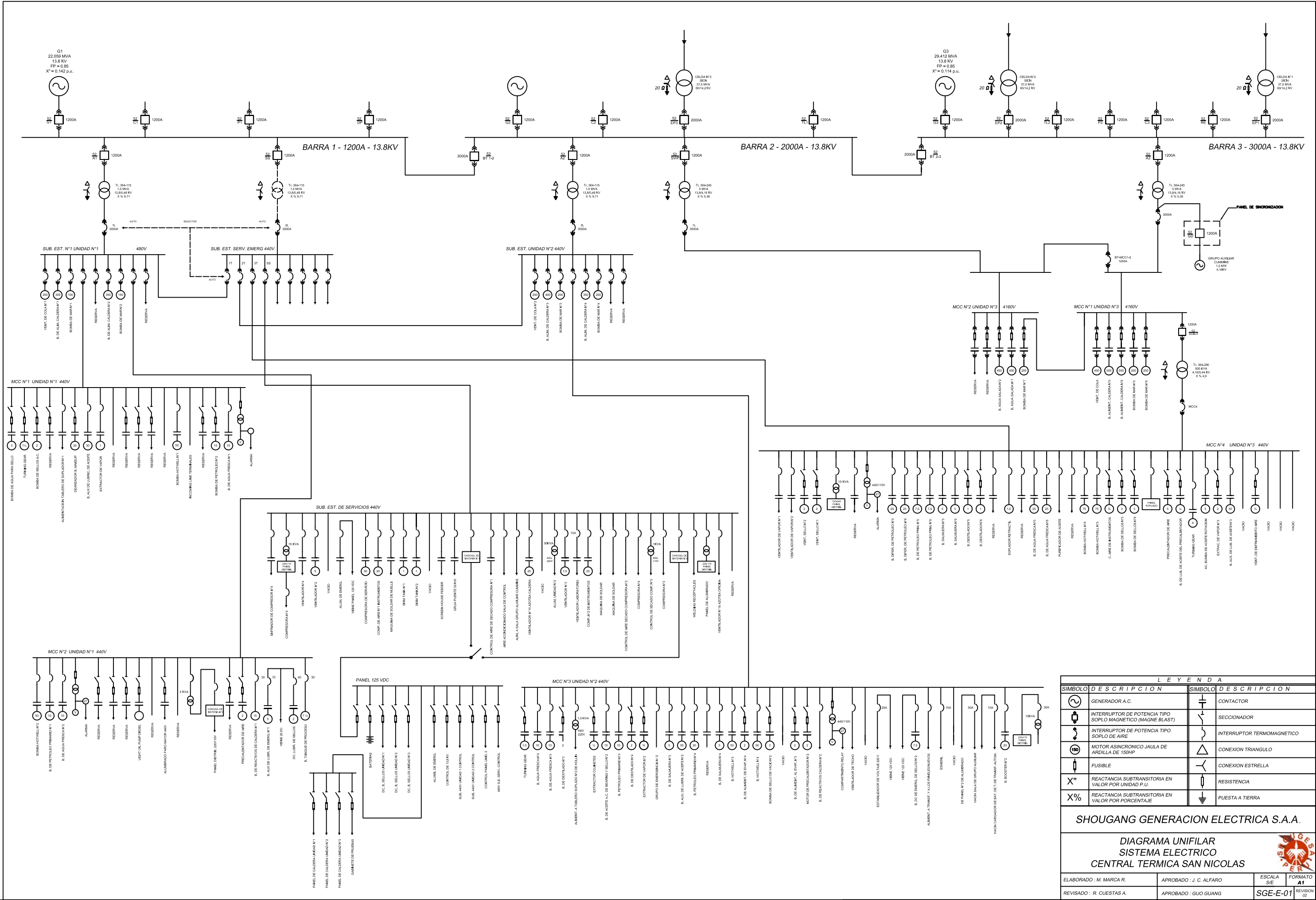
La principal vía de acceso es la Carretera Panamericana Sur. A la altura del Km 483 se encuentra la derivación del cual parte una carretera afirmada que conduce a la ciudad de San Juan de Marcona. Desde esta ciudad el transporte hacia la Central Térmica San Nicolás es a través de otra carretera afirmada que es de propiedad de la empresa Shougang.

Por vía marítima el transporte puede ser a través de los Puertos Marítimos San Juan y San Nicolás. También existe un Aeropuerto.

1.3.1.2 Central Térmica San Nicolás

La Central Térmica San Nicolás en su conjunto es antigua (la primera unidad empezó a operar el año 1964), aunque las calderas N° 1 y 2 son relativamente nuevas, fueron instaladas en el año 1995 (reemplazaron a otras antiguas).

Durante muchos años esta central operó en base cubriendo los requerimientos de la mina y la población de Marcona. Desde el año 1997, dichas cargas están siendo abastecidas principalmente por energía del Sistema Interconectado Nacional, salvo cortos períodos de tiempo en el que es abastecida por la Central.



L E Y E N D A			
SÍMBOLO	D E S C R I P C I O N	SÍMBOLO	D E S C R I P C I O N
	GENERADOR A.C.		CONTACTOR
	INTERRUPTOR DE POTENCIA TIPO SOPLO MAGNETICO (MAGNE BLAST)		SECCIONADOR
	INTERRUPTOR DE POTENCIA TIPO SOPLO DE AIRE		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MOTOR ASINCRONICO JAULA DE ARDILLA DE 150HP		CONEXION TRIANGULO
	FUSIBLE		CONEXION ESTRELLA
	REACTANCIA SUBTRANSITORIA EN VALOR POR UNIDAD P.U.		RESISTENCIA
	REACTANCIA SUBTRANSITORIA EN VALOR POR PORCENTAJE		PUESTA A TIERRA
SHOUGANG GENERACION ELECTRICA S.A.A.			
DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA ELECTRICO CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS			
ELABORADO : M. MARCA R.	APROBADO : J. C. ALFARO	ESCALA S/E	FORMATO A1
REVISADO : R. CUESTAS A.	APROBADO : GUO GUANG	SGE-E-01	REVISION 02

1.3.2 Marco Geológico Regional

Para efectos de la presente evaluación de riesgos se ha considerado como información geológica base los cuadrángulos de la hoja geológica de San Juan 31-m del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET 1978). (Ver Figura 1-G)

La morfoestructura de los dominios costeros esta constituida por: Las pampas costeras, Depresión de Nazca (Ver fotografía N° 01, 02 RG).

La secuencia estratigráfica esta constituida por unidades metamórficas sedimentarias y volcánicas en el área de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás de SHOUGESA predominan las secuencias del paleozoico sobresaliendo nítidamente el intrusivo que sirve como fundamento de la central, que es una monzodiorita, se debe resaltar que las unidades mas antiguas se distribuyen en el borde costero donde se impone el complejo Basal de la Costa del Precámbrico cubiertos por metasedimentos de la Formación San Juan del Precámbrico – Paleozoico.

Las rocas ígneas intrusivas aflorantes en el área son de dimensiones de batolito cuya composición varía desde gabrodioritas hasta granitos.

La expresión estructural fue definida por la superdeposicion de numerosas fases de tectónicas desde el Precámbrico hasta el cuaternario las que afectan el zócalo de la Cordillera de la Costa (Tectónicas Precambrianas y Caledonianas) y la Tectónica Andina que deforma la cobertura meso-cenozoica y que es responsable de un intenso plegamiento y levantamiento de los andes.

1.3.2.1 Estratigrafía

Las unidades lito-estratigráficas localizadas en el área de estudio van desde el Precámbrico al Cuaternario reciente; la descripción de las unidades que afloran en el área se presenta a continuación.

Formación Pisco (Nmp-pi)

Esta formación yace en discordancia sobre las rocas del preterciario y sobre la formación Caballas (J. Macharé 1978).

Tiene amplia distribución en el área de estudio, en el muelle de embarque de mineral y sobre el basamento del pre- terciario.

La morfología y su avanzado estado de disección de la Fm. Pisco se deben esencialmente a la erosión marina y eólica durante periodos actuales y subactuales. (Ver fotografías N° 02, 11 RG),

La Fm Pisco esta constituido en su base por secuencias rítmica y monótona de secuencias de areniscas beige amarillentas o blanquecinas en parte tobácea en estratos medianos a gruesos (0.3-1.5 m) de grano medio que grada progresivamente a limolitas y lutitas verdes hacia el tope en la parte superior se observa predominio de facies pelíticas constituidas por lutitas diatomíticas y bentoníticas con algunas intercalaciones de areniscas amarillentas con contenidos de moluscos y ocasionalmente areniscas blancas tobáceas.

Rocas intrusivas

o Batolito de San Nicolás

Esta formación bordea el litoral en forma regional va desde la Bahía San Juan hasta la península de Pisco (Figura 1-G). Esta unidad está ampliamente distribuido en el área de estudio, en la Costa donde ha intruido a gneises y esquistos del Complejo Basal y subyace a los terrenos sedimentarios de la Fm. Paracas y Pisco.

Figura 1 – G



Observado en afloramientos en la Bahía de San Nicolás (Ver fotografías N° 01, 02 RG) es el elemento de fundamento de la C.T. San Nicolás se encuentra medianamente alterada en superficie. Es de color rosado por la ortosa a blanquecina con textura fanerítica de grano medio, hipidiomórfica con cristales de ortosa, plagioclasas, hornblendas, biotitas y piroxenos subhedrales débilmente alterados. Por las relaciones estratigráficas y tectónicas se le puede asignar una edad Paleozoica (Siluro-Devoniana)

1.3.2.2 Geología estructural.

En el distrito de San Juan, la geología estructural esta definida por la geometría y estilos de deformación de la Cordillera de la Costa y Pampas Costaneras que conforman un umbral relativamente levantado de naturaleza hórstica, afectado internamente por falla normales longitudinales y paralelas al litoral que le dan un estilo de bloques fallados.

La depresión de Ica-Nazca es una cubeta tectónica de dirección noroeste –Sureste comprendida entre el pie de las estribaciones andinas y la falla- flexura que limita el borde oriental del macizo costanero ubicadas al oeste de la Cordillera –Pampas costaneras.

o Fracturamiento

El fracturamiento en el área de San Nicolás es el resultado de las fuerzas compresivas e intrusivas que dieron lugar a la formación de los sistemas de fallamiento y fracturamiento.

La combinación de las fuerzas de compresión y la penetración del intrusivo monzodiorítico produjeron un levantamiento y arqueamiento de las formaciones sedimentarias lo que produjo fracturas de tensión perpendiculares al alineamiento del litoral costero; estas fracturas de tensión posible estén relacionadas a la ocurrencia de las principales estructuras mineralizadas en el área de Marcona.

1.3.2.3 Aspectos Geomorfológicos Locales

El área en estudio de CT. San Nicolás se encuentra esencialmente en la zona morfológica denominada Dominio Costero.

o Cordillera de la Costa

Es una unidad morfológica de extensión regional adyacente al litoral peruano.

En el área de estudio esta representada por una franja de elevaciones discontinuas de relieve moderado paralelas al litoral con un ancho variable entre 17 y 23 Km. y altitudes que alcanzan hasta los 900 msnm.

La Cordillera de la Costa es un paleo elemento estructural probablemente individualizado en el Cretáceo Superior y con actividad periódica hasta el cuaternario.

o Pampas Costeras.

Esta unidad se emplaza al oeste del Cordillera de la Costa y al oeste de la depresión de Ica-Nazca.

Geológicamente es una plataforma estructural de relieve plano a ligeramente ondulado de 250 a 700 msnm, esta unidad se halla relativamente levantada con respecto a la depresión de Ica-Nazca. (Ver fotografías N° 13,14 y 16 RG).

Sobre la unidad de pampas se observa también grandes acumulaciones de materiales eólicos en la forma de mantos de arena, barjanes, dunas coalescentes (Ver fotografía N° 10-RG).

o Depresión de Nazca.

Esta denominación fue utilizada por J. Macharé y otros (1978) para referirse a la depresión estructural comprendida entre las pampas costeras y las estribaciones andinas extendida a lo largo de los valles del ríos Nazca e Ica.

En el área de estudio dicha depresión preserva los mayores espesores de las facies marginales de las secuencias terciarias y probablemente mesozoicas y fue una artesa sedimentaria que recepcionó las acumulaciones aluviales del pie de monte pacifico del cuaternario Antiguo y del Reciente

1.3.3 Condiciones Ambientales

La Central que está emplazada en la península de San Nicolás, ocupa un área de 1649 m2, dentro de la concesión de 6,76 Has perteneciente a Shougang Hierro Perú S.A.A., condición que determina que no exista población en el entorno inmediato.

La población más cercana a la central es la localidad de San Juan de Marcona, a 14,5 kilómetros de distancia.

De acuerdo al sistema establecido por Holdridge, sistema empleado por el Instituto de recursos Naturales INRENA, la central se ubica en la zona de vida denominada Desierto Desecado subtropical (dd-S); esta zona de vida se extiende desde el litoral aproximadamente hasta los 500 msnm,

presenta una precipitación promedio anual de 2,2 mm, una temperatura máxima de 22,2 °C y una mínima de 17,9 °C.

El clima de la zona es árido con precipitaciones anuales casi nulas. La escasa presencia y diversidad de flora y fauna son también características propias de este ecosistema.

1.3.3.1 Clima y Meteorología

La caracterización climática considera la información meteorológica de los años 2006 y 2007 registrados en una estación ubicada dentro del área de emplazamiento de la central.

Temperatura

Los promedios anuales oscilan entre 19,6°C en 2007 y 19,3°C en 2008; de acuerdo a esto el régimen de temperaturas tiende a ser bastante regular y estable, tipificándose como semi-cálido. Los registros mensuales se presentan en el cuadro siguiente:

Registro de Temperaturas (°C)

Meses	Año 2007			Año 2008		
	Máxima Media	Mínima Media	Media	Máxima Media	Mínima Media	Media
Enero	24,6	22,0	23,3	24,9	20,8	22,7
Febrero	24,7	22,7	23,7	24,4	20,8	23,2
Marzo	23,4	21,7	22,7	24,0	21,5	23,0
Abril	22,3	19,5	20,9	23,1	19,9	21,3
Mayo	19,9	16,3	18,1	20,3	16,1	17,9
Junio	16,7	13,2	15,9	17,7	15,8	16,7
Julio	15,8	14,3	15,0	17,1	15,7	16,4
Agosto	15,5	13,5	14,5	17,0	14,9	16,1
Septiembre				17,9	15,4	16,6
Octubre	16,9	15,1	16,2	18,4	16,4	17,5
Noviembre	18,7	17,7	18,2	20,8	17,7	19,4
Diciembre	22,0	19,5	20,6	21,6	19,7	21,2

Vientos

Las velocidades de viento máximas se registran comúnmente en el día y en horas de la tarde, alcanzando velocidades máximas medias de 53,8 km/h en el 2007 y 47,4 km/h en el 2008, valores que corresponden a vientos fuertes.

Los promedios anuales fueron de 18,3 km/h en el 2006 y 9,5 km/h en el 2007. Los registros mensuales se presentan en el cuadro siguiente:

Registro de Velocidades de Viento (Km/h)

Meses	Año 2007		Año 2008	
	Máxima Media	Promedio	Máxima Media	Promedio
Enero	53,1	19,2	46,7	7,9
Febrero	59,5	22,6	40,2	8,2
Marzo	69,2	22,4	46,7	9,6
Abril	62,8	18,5	45,1	11,4
Mayo	66,0	25,7	56,3	10,8
Junio	49,9	9,6	46,7	9,6
Julio	54,7	6	45,1	9,1
Agosto	46,7	9,1	49,9	9,9
Septiembre			51,5	11,1
Octubre	48,3	3,4	46,7	11,6
Noviembre	48,3	5,4	48,3	9,7
Diciembre	45,1	6,5	45,1	4,6

En los años 2007 y 2008, la dirección de viento dominante fue Sur Sureste. Debemos señalar que en algunas horas del día se presentan variaciones en la dirección del viento, principalmente debido a la presencia de los vientos denominados brisas marinas o brisas térmicas.

Estas brisas térmicas, son vientos costeros debidos a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra. Su intensidad depende de muchos factores locales tanto sinópticos como climáticos. La ausencia de nubes es un factor importante que favorece el calentamiento de la tierra durante el día y su pérdida de calor durante la noche, por lo que se favorece el gradiente térmico diurno y nocturno.

En meteorología se denominan brisas térmicas a los vientos que soplan en las zonas de la costa del mar hacia tierra durante el día y de la tierra al mar durante la noche.

Humedad Relativa

La humedad promedio en el año 2008 varió entre 69% registrado en Febrero y 77% registrado en Julio/Noviembre, por tanto existe un rango pequeño de oscilación (8% de H.R.), lo que indica que la humedad es muy persistente y estable.

La época del año con mayor humedad es el invierno, los registros se presentan en el cuadro siguiente:

Registro de Humedad Relativa (%)

Meses	Año 2007	Año 2008
Enero	74,0	76,0
Febrero	68,0	69,0
Marzo	72,0	75,0
Abril	69,0	74,0
Mayo	70,0	72,0
Junio	75,0	75,0
Julio	75,0	77,0
Agosto	72,0	76,0
Septiembre		75,0
Octubre	75,0	76,0
Noviembre	76,0	77,0
Diciembre	70,0	71,0

1.3.3.2 Calidad de Aire

El conocimiento de estas fuentes de emisión y el monitoreo de calidad de aire de una zona, nos permite determinar el grado de saturación de la calidad del aire en las determinadas condiciones.

Entre los parámetros a medir están los contaminantes atmosféricos, los cuales pueden ser clasificados en primarios y secundarios. Los primarios son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera por alguna fuente, los secundarios, son generados a partir de reacciones de los primarios en la atmósfera.

La empresa Shougesa realiza monitoreos mensuales de calidad de aire, estos se realizan en el muelle de bombas de agua de mar para enfriamiento, a unos 150 m de la Central, hacia el norte, a poco más de 400 m, se ubica el muelle de embarque de mineral de Shougang Hierro Perú S.A.A.

Los parámetros que se controlan son: PM_{10} , Pb, As y SO_2 . Los resultados obtenidos durante el año 2008 se presentan en el cuadro siguiente:

Programa de Monitoreo Ambiental 2008

Mes	Año 2007				Año 2008			
	Concentración ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				Concentración ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)			
	PM10	Plomo	Arsénico	Dióxido de Azufre	PM10	Plomo	Arsénico	Dióxido de Azufre
Enero	64	0,04	0,00	7,5	80	0,04	0,00	130,0
Febrero	135	2,20	0,39	11,0	97	0,20	0,00	72,5
Marzo	136	0,81	0,41	17,0	171	0,19	0,00	85,0
Abril	79	0,04	0,01	33,3	241	0,28	0,00	120,0
Mayo	164	0,79	0,00	1,8	66	0,02	0,05	22,9
Junio	172	2,02	0,19	137,6	211	0,28	0,00	25,2
Julio	193	2,40	0,00	33,6	125	0,24	0,00	43,2
Agosto	206	1,95	0,02	127,0	110	0,13	0,00	32,5
Septiembre	333	1,22	0,06	40,5	169	0,31	0,02	77,4
Octubre	89	0,07	0,00	42,0	148	0,30	0,00	34,6
Noviembre	67	0,08	0,00	71,0	85	0,03	0,00	104,2
Diciembre	219			54,0	66	0,04	0,00	22,2
Estándar ⁽¹⁾	150	1,5	6 ⁽²⁾	365	150	1,5	6⁽²⁾	365

⁽¹⁾ Según D.S. N° 074-2001-PCM⁽²⁾ Según R.M. N° 315-96-EM/VMM

Actualmente, el país cuenta con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM que es un documento de gestión de la calidad del aire en el país, el cual contribuye a determinar los criterios para la protección de la calidad ambiental, así como los lineamientos estratégicos para alcanzar progresivamente la protección de la salud de las personas.

De los parámetros evaluados, sólo los correspondientes al material particulado de diámetro menor a 10 micras son elevados y superan ampliamente el estándar nacional de calidad ambiental para el aire, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

La elevada concentración de material particulado tendría dos orígenes:

- Las actividades que la Empresa Shougang Hierro Perú realiza en el entorno inmediato de la Central, tales como descarga de mineral, movimiento de materiales en el área de apilamiento de pelets, las actividades de embarque y el tránsito de unidades de transporte.

- Por otro lado, las características propias de la zona, la presencia de tierra suelta y los fuertes vientos.

1.3.3.3 Intensidad de ruido

En lo referente a calidad ambiental, para zona industrial se aplica como límite el estándar nacional de calidad ambiental para ruido cuyo valor es de 80 dBA para horario diurno y 70 dBA para horario nocturno.

No existe población cercana a la Central, por tanto para hacer la evaluación desde el punto de vista ambiental, se han considerado los resultados de los monitoreos de ruidos en el entorno a la central, los cuales están por debajo del estándar.

Lugar de Medición	Nivel de ruido dBA
1. Oficinas Nuevas	64,0
2. Exterior lateral derecho	87,0
3. Comedor	47,6

Sin embargo al interior de la central la mayoría de las zonas superan el máximo permisible de 80 dB, por lo que es obligatorio el uso de “protectores auditivos” que tienen un nivel de atenuación del ruido de 24 dBA.

1.3.3.4 Campos Magnéticos

Al igual que la masa de las partículas genera un campo gravitatorio, las cargas eléctricas y su movimiento crean campos eléctricos y magnéticos, es decir, zonas donde se manifiestan fuerzas eléctricas y magnéticas. El campo eléctrico se mide en kilovoltios por metro (kV/m) y el campo magnético se suele medir en microteslas (μT).

En las mediciones realizadas en el año 2008, en condiciones de operación de la Central Térmica, la densidad de flujo magnético se mantuvo constante en toda la Central (ambos pisos), y se enfatizó en la evaluación de las Celdas, cables, Transformadores Estabilizadores de las 03 unidades (primer piso), etc. donde los rangos fueron los siguientes:

1. En las Celdas de la TV1: 0,3 μT - 32,2 μT .
2. En las Celdas de la TV2: 0,2 μT – 26,0 μT .
3. En las Celdas de la TV3: 0,4 μT , - 75,6 μT .
4. A 1 metro de distancia el nivel descendía a 0,1 μT .
5. Cables de las Celdas centrales: valores entre 124,6 μT – 247,4 μT
6. Transformadores estabilizadores: 1,2 μT - 55,1 μT

En zonas exteriores a la central, la densidad de flujo magnético se mantuvo en $0,2 \mu\text{T}$.

En el siguiente cuadro se presenta los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y el ambiente.

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RADIACIONES NO IONIZANTES

Rango de Frecuencias	Intensidad de Campo Eléctrico (E)	Intensidad de Campo Magnético (H)	Densidad de Flujo Magnético (B)	Densidad de Potencia (Seq)	Principales aplicaciones
(f)	(V/m)	(A/m)	(μT)	(W/m ²)	(no restrictiva)
0,025 - 0,8 kHz	250 / f	4 / f	5 / f	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes, monitores de video

Nota: f está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias.

La frecuencia en este caso es de 0,06 kHz, por lo que resulta un límite permisible de Densidad de flujo Magnético de $83,3 \mu\text{T}$; que comparado con el valor de $0,2 \mu\text{T}$ registrado en el entorno de la central, nos indica que no existe riesgo de afectación al ambiente por este parámetro.

1.3.3.5 Efluentes Líquidos y Cuerpo Receptor

La descarga de efluentes líquidos, proviene de los sistemas de enfriamiento de los calderos, el punto de control se ubica a orillas del mar entre el muelle y rompeolas.

Tal como se puede apreciar en el cuadro siguiente, los parámetros evaluados se encuentran por debajo de los límites aplicables.

Resultados analíticos en punto de emisión (SH-1) Promedio mensual 2008

Meses	Parámetro controlados – Año 2008				
	pH	T (°C)	Ac. y gr. (mg/l)	SST (mg/l)	Turbidez (NTU)
Enero	7,95	26,8	<1,4	15	5,78
Febrero	8,04	27,1	<1,4	16	2,30

ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE



Marzo	8,02	27,9	<1,4	5	4,10
Abril	7,90	22,9	<1,4	10	
Mayo	7,52	21,8	<1,4	9	
Junio	7,29	22,7	1,4	11	4,29
Julio	7,58	30,7	<1,4	7	4,71
Agosto	7,59	28,3	<1,4	15	4,56
Septiembre	7,72	29,2	<1,4	10	3,98
Octubre	7,81	23,4	2,3	8	4,87
Noviembre	7,77	24,9	<1,4	18	4,35
Diciembre	7,55	26,0	<1,4	18	3,98
Límite ⁽¹⁾	6 – 9	50	20	50	

⁽¹⁾ R.D. N° 008-97-EM/DGAA “Niveles máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos para las actividades eléctricas”.

Las actividades de producción de electricidad por la central no ocasionan problemas de contaminación u alteración de los parámetros aplicables a las actividades eléctricas, estando los valores obtenidos dentro del límite permisible establecido por la Ley General de Aguas para cuerpos de Agua Clase V.

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados analíticos en cuerpo receptor (SH-1A), a 150 m del punto de descarga de los efluentes líquidos que provienen del sistema de enfriamiento de las calderas.

Promedio mensual 2008 (SH-1A)

Meses	Parámetro controlados – Año 2008					
	pH	T(°C)	Ac. y gr. (mg/l)	SST (mg/l)	O.D. (mg/l)	Turbidez (NTU)
Enero	7,91	22,2	<1,4	15	5,10	17,2
Febrero	8,07	22,7	<1,4	18	5,50	8,9
Marzo	8,07	20,0	<1,4	7	5,15	6,8
Abril	8,05	16,7	<1,4	24	5,25	
Mayo	7,59	16,9	<1,4	24	5,05	
Junio	7,53	18,4	<1,4	14	4,70	10,6
Julio	7,62	18,0	<1,4	10	4,00	4,2
Agosto	7,57	17,8	<1,4	15	4,75	3,9
Septiembre	7,43	18,2	<1,4	13	4,50	4,8
Octubre	7,82	18,9	1,0	6	3,85	3,6
Noviembre	7,93	18,7	<1,4	32	2,05	3,9
Diciembre	7,75	20,6	<1,4	25	3,90	2,9
Estándar ⁽¹⁾					3	

⁽¹⁾ Reglamento de los Títulos I, II y III del Decreto Ley N° 17752 "Ley General de Aguas"

1.3.3.6 Manejo de Residuos Sólidos

La normativa vigente sobre residuos establece la obligatoriedad de gestionar adecuadamente todos los residuos que se generan. En tal sentido Shougesa cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Industriales, elaborado de acuerdo al D.S. N° 057-2004-PCM.

La gestión que se realiza incluye:

- La clasificación de residuos, según su peligrosidad a la salud y al ambiente se clasifica como No Peligrosos y Peligrosos
- La identificación de residuos, según el código de colores establecido para cada tipo de residuo.
- El almacenamiento temporal, que incluye el almacenamiento intermedio en recipientes ubicados en lugares estratégicos y el almacenamiento central.
- El transporte de residuos, se programa realizar a través de una empresa EPS-RS autorizada por DIGESA.
- El reaprovechamiento de residuos
- Plan de minimización
- Disposición final, se programa realizar a través de una empresa EPS-RS ó EC-RS

1.3.3.7 Manejo de Sustancias Peligrosas

Shougesa cuenta como parte de sus instalaciones con transformadores, que estan distribuidos de la manera siguiente:

- a) En San Nicolás se tienen identificados 17 transformadores instalados entre los años 1960 y 1983;
- b) En la mina, se tienen identificados 11 transformadores instalados entre los años 1942 y 1988;
- c) En el área de San Juan se tienen identificados 90 transformadores de distribución que fueron instalados en 1967 y 1989.

Cabe mencionar que SHOUGESA, sólo es dueño de los transformadores; no así de las infraestructuras civiles ni de los equipos auxiliares.

La presencia de la sustancia denominada bifenilo policlorado (PCB) en el aceite aislante, ha sido confirmada sólo en algunos transformadores a través de análisis realizados por la empresa Oil & Transformers S.A.C.

Sin embargo, por la antigüedad de los transformadores se puede deducir existen más transformadores que vienen operando con aislantes que tienen en su composición PCB's.

Los PCB's pueden ingresar en el cuerpo a través del contacto de la piel, por la inhalación de vapores o por la ingestión de alimentos que contengan residuos del compuesto. Es una de las sustancias más tóxicas y está incluido en la lista de los 12 contaminantes más peligrosos del mundo. Puede causar efectos crónicos sobre la salud.

La liberación de aceite con PCB's podría contaminar el suelo, las napas y el agua. Pero el principal riesgo ocurre si esta sustancia está sometida a altas temperaturas, dado que ocasionaría la formación de sustancias como las dioxinas.

1.3.4 Diagnóstico del Personal de la Central

SHOUGESA cuenta con personal calificado para atender la operación y el mantenimiento de la Central Térmica San Nicolás. Tanto el personal de operación, así como el de mantenimiento dependen de la Gerencia de Operaciones. Para los aspectos de seguridad y medio ambiente se cuenta con un asesor que depende directamente del Sub Gerente General.

1.3.4.1 Personal asignado a la operación de la Central

Operación (Operadores, Turbineros y Caldereros):

- Hector Quispe Palomino
- Gerónimo Perez Salinas
- Felix León Peña
- Eduardo Altamirano Díaz
- Juan León Jurado
- Herminio Morales Conde
- Carlos Guerrero Suarez
- Walter Dueñas Gameros
- Berti Taype Tica
- Enrique Baca García
- Paulo Aroni Vargas
- Amado Cabrera Hernández
- Edgar Alegre Risco
- Omar Orihuela



- Cléber Ochoa
- Paolo García
- Mario Gomez

1.3.4.2 Personal asignado al Mantenimiento de la Central

Mantenimiento Mecánico (mecánicos, soldadores)

- Florentino Chirinos Córdova
- Alejandro Coahuila Chivigorri
- Julio De La Cruz Alvaro

Mantenimiento Eléctrico

- Luis Suaña
- Rafael Sermeño

Mantenimiento Instrumentación

- Guillermo Pango Román
- Felix Escajadillo Preciado

Mantenimiento Patio

- Ismael Velez Chávez

SHOUGESA completa el número de personal con personal eventual contratado a través de Cooperativas de fomento al trabajo como COOPSOL y “Campo Mayor”

1.3.5 Evaluación del Mantenimiento

SHOUGESA, mantiene una política de conservación de sus equipos e instalaciones, priorizando los mantenimientos preventivos y predictivos que se programan de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, las condiciones ambiente naturales de la zona en la que está ubicada las Central Térmica así como la experiencia propia de la empresa. Estas actividades se realizan con frecuencias diaria, semanal, mensual, semestral y anual. Esta política ha permitido mantener unos índices de confiabilidad y disponibilidad adecuados.

Una evaluación efectuada de los mantenimientos ejecutados en los últimos años demuestra que la mayoría de las intervenciones de mantenimiento efectuadas han sido actividades programadas y predictivas con muy pocas intervenciones del tipo correctivo.



2

DETERMINACIÓN DE LOS PROBABLES ESCENARIOS DE RIESGOS

2. DETERMINACIÓN DE LOS PROBABLES ESCENARIOS DE RIESGOS

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Escenario matricial de los riesgos.

La interacción negativa de los actores participantes en la actividad de la empresa se sintetiza en un escenario matricial, en el que se analizan inicialmente y de forma esquemática los riesgos, para su posterior estudio detenido y decisión ajustada del tratamiento preventivo y financiero que les corresponde y la empresa está dispuesta a llevar a cabo.

El primer grupo de los actores de los riesgos está representado por el conjunto de peligros –fuentes de daño-, que pueden ocurrir y que será necesario identificar en el escenario particular en que se realice el análisis. A los efectos de la construcción de la matriz de análisis de riesgos, se establece la siguiente clasificación básica de peligros:

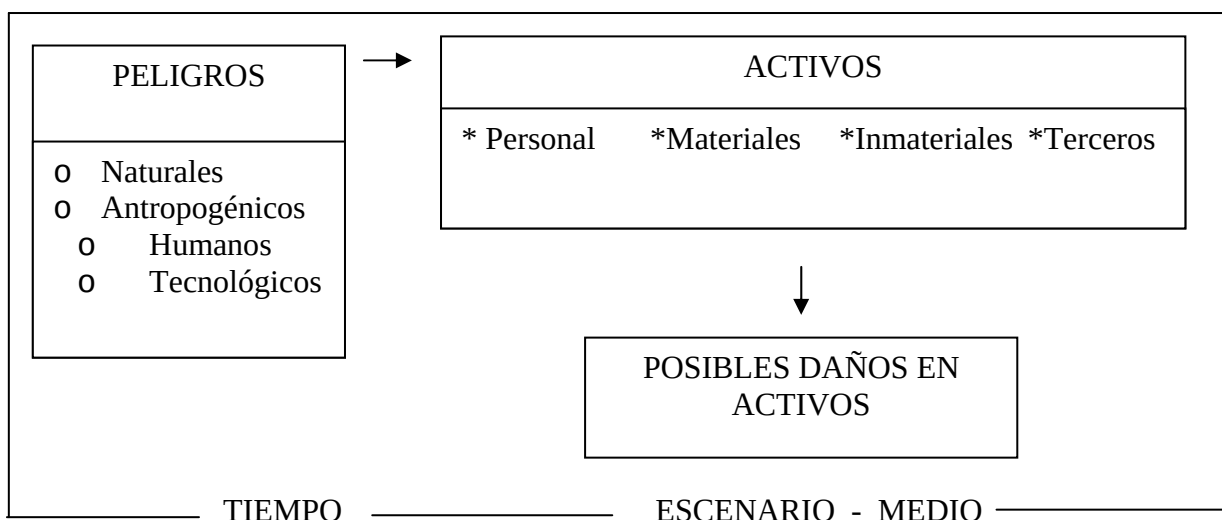
- Naturales
- Antropogénicos
 - o Humanos – Sociales
 - o Tecnológicos

El segundo grupo de actores está formado por los activos que intervienen en la vida de la empresa y que pueden verse afectados por los agentes agresivos liberados por los peligros y que, igualmente, será necesario inventariar en cada caso particular, para lo que se dispone la clasificación básica que sigue:

- Activos propios
 - o Personal
 - o Materiales
 - o Inmateriales
- Activos de terceros

Su interacción se produce en una dimensión temporal (Tiempo) y espacial (escenario) determinadas por unas condiciones físicas definidas por el país, la situación geográfica, la actividad realizada, la distribución general de espacios, así como otras características que permitan un mejor conocimiento, al igual que los aspectos influyentes de los marcos social, legal y económico.

En síntesis, de forma esquemática, que en un estudio real requerirá una metodología y desarrollo detallado, se construye la matriz general de riesgos siguiente



En esta matriz de análisis se modeliza la liberación de los agentes agresivos de cada peligro identificado y los daños posibles sobre cada uno de los activos inventariados, lo que se concreta, fundamentalmente, en la evaluación estadísticas de los riesgos –probabilidad de ocurrencia y gravedad de los daños-, Esta evaluación, así como otras valoraciones de carácter prospectivo, a futuro, proporcionan un conocimiento suficiente para decidir las actuaciones de seguridad correspondientes con la importancia de los riesgos.

En base al modelo matricial, las medidas de seguridad se aplicarán de forma preventiva sobre los actores identificados –medidas individuales y específicas sobre peligros y activos concretos- y el escenario en su globalidad –medidas colectivas, genéricas- y de forma correctiva sobre los efectos dañinos ocasionados en los activos –medidas individuales y colectivas de asistencia y rehabilitación.- en las fases de emergencia y contingencia.

2.1.2 Principios de acción del cumplimiento legal en cuanto a la seguridad.

El cumplimiento legal se basa en una toma de posición proactiva con el objetivo de contribuir positivamente a la mejora de los rendimientos

industriales, el ambiente laboral y el entorno social y ecológico. (Art. 10 del RSSTAE RM-161-2007-MEME/DM).

Los fundamentos en que se basa el logro de mayor calidad, competitividad, productividad y, en definitiva, eficacia y rentabilidad empresarial, son coincidentes con los fines que pretende el cumplimiento legal. La aplicación coordinada de procedimientos para conseguir estas condiciones repercute positivamente en la mejora recíproca de cada una de ellas, el lo que actualmente se le conoce como **Seguridad Integral**, es decir un elemento estratégico para la mejora de los aspectos sociales y económicos de la empresa.

La aplicación de la seguridad requiere unas consideraciones previas, de naturaleza sistemática, que contemplen todos los factores y los planos en que se desenvuelve la vida de la empresa y la relación en que la seguridad tiene con ellos. Declaración de Nicoya de la Seguridad Integral

“La Seguridad es una tendencia natural de hombre hacia el mayor grado de certidumbre posible en la consecución de sus objetivos y en la prevención de los hechos o fenómenos que estima negativos para el mismo. Con la evolución del hombre y de las técnicas desarrolladas por él, en la actualidad la Seguridad Integral, debe estar caracterizada por las siguientes orientaciones:

- o Búsqueda del bien común, a nivel de toda la sociedad en su más amplio sentido universal.
- o Consideración dinámica, que lleva a su actualización permanente y adaptada a las peculiaridades de los diversos países y comunidades.
- o Perspectiva integradora de la Seguridad con los distintos componentes de los sistemas sociales y funciones y cualidades orientadas a la eficacia social y empresarial.
- o Interacción y coordinación entre los diversos riesgos que pueden afectar al sistema en cuestión.
- o Tratamiento particular y especializado para los casos de riesgos de gran importancia cualitativa y/o cuantitativa.
- o Enfoque integral que aplica distintas disciplinas, que incluyen técnicas preventivas, asistenciales, reparadores y recuperadoras.”

Estos pronunciamientos se concretan, junto con otras características que definen el concepto de la Seguridad Integral, en los siguientes principios de acción.

a. Justificación de la seguridad integral

La necesidad de la Seguridad Integral viene justificada por determinadas vinculaciones de la empresa en el marco de sus actividades, tanto a nivel externo como interno y, por encima de todo, por la convicción de los

efectos positivos que ésta tiene sobre sus componentes y que conducen a la eficacia y rentabilidad de la empresa.

- A nivel externo se consideran las siguientes justificaciones:
 - Obligatoriedad del cumplimiento de las disposiciones legales genéricas y específicas de seguridad vigentes.
 - Cumplimiento de condiciones que afecten a la seguridad recogidas en contratos con entidades con las que se mantengas relaciones.
 - Adopción de medidas aconsejadas por razones de carácter humano, social, ético, político, medioambiental y comercial.
- A nivel interno se tienen en cuenta:
 - Cumplimiento de obligaciones relacionadas con la seguridad, contraídas en contratos laborales y con otras empresas.
 - Adopción de medidas recomendadas por razones de carácter sociolaboral.
 - Implantación de medidas aconsejadas por razones de mejora de la productividad, calidad y rentabilidad.
 - Adopción de medidas precisas para garantizar la estabilidad económica y financiera y la conservación de los puestos de trabajo.

b. Universo de activos

La Seguridad Integral contempla la protección de todos los activos que intervienen en la actividad empresarial, que se puedan afectar por los peligros aparejados a la misma. Se consideran los siguientes grupos:

- Activos propios:
 - Personal
 - Materiales
 - Inmateriales: Tecnología, imagen, finanzas, etc.
- Activos de terceros:
 - Consumidores
 - Vecinos
 - Medio Ambiente.

En la práctica, los riesgos más importantes que amenazan a la empresa se agrupan en las siguientes áreas, teniendo en consideración los grupos de activos anteriores:

- Riesgos laborales
- Riesgos patrimoniales:



- Intrusión
- Incendios

- Riesgos Medioambientales

En función de las condiciones particulares de cada empresa: tamaño, organización, niveles de riesgo y otros factores, estas áreas se estructuran en un único departamento de seguridad, que es la solución deseable, o en varios departamentos o sectores diferentes, que agrupan varias áreas de riesgos. En todo caso, se debe buscar la máxima coordinación entre estas áreas en sus vertientes orgánicas, de recursos, funcionales y operativas.

c. Universo de peligros

Los peligros o fuentes liberadores de daños se ordenan en los grupos principales que siguen a continuación:

- Fenómenos de la Naturaleza
 - Meteorológicos
 - Geológicos
 - Hidrológicos
 - Biológicos
 - Astronómicos
- Antropogénicos
 - Esencia humana
 - Básica
 - Intrusión y actos antisociales
 - Sociales
 - Tecnológicos
 - Físicos
 - Químicos
 - Organizativos, psicosociales

d. Universo de efectos

En la ocurrencia de un accidente en el que el agente dañino incide sobre los activos de la empresa, la Seguridad Integral contemple todos los efectos posibles, que se clasifican en estas categorías:

- Personales
- Materiales (propio, ajeno, múltiples)
- Inmateriales

Estos efectos pueden manifestarse tanto en elementos propios de la empresa como ajenos de las mismas categorías y recaer en uno o varios de ellos a la vez.

e. Participativa

La dirección de la empresa debe liderar de forma expresa las acciones de seguridad, manteniendo una postura abierta que favorezca la participación activa de los trabajadores y, adicionalmente, la participación y disposición favorable de las autoridades, vecinos, consumidores y otras organizaciones sociales.

Juega un papel fundamental en esta dirección el buen uso de las técnicas de comunicación y liderazgo (ascendencia), que activen los cauces de información, motivación y participación personal.

2.2 RIESGOS TECNOLÓGICOS

2.2.1 Riesgos Físicos.

Dentro de estos riesgos podemos considerar los siguientes:

▪ El ruido

Existe un límite de tolerancia del oído humano. Entre 100-120 db, el ruido se hace inconfortable. A los 130 db se sienten crujidos; de 130 a 140 db, la sensación se hace dolorosa y a los 160 db el efecto es devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.

Se debe evaluar el riesgo del ruido, y para esto se requieren tres tipos de información:

1. Niveles de ruido de una planta y maquinaria.
2. El modelo de exposición de todas las personas afectadas por el ruido.
3. Cantidad de personas que se encuentran en los distintos niveles de exposición.

El control de los ruidos busca la eliminación o, al menos, la reducción de los sonidos indeseables. Los ruidos industriales pueden ser:

- a. Continuos (máquinas, motores o ventiladores).
- b. Intermitentes (prensas, herramientas neumáticas, forjas).
- c. Variables (personas que hablan, manejo de herramientas o materiales).

Los métodos más ampliamente utilizados para controlar los ruidos en la industria pueden incluirse en una de las cinco categorías siguientes:

1. Eliminación del ruido en el elemento que lo produce, mediante reparación o nuevo desempeño de la máquina, engranajes, poleas, correas, etc.
2. Separación de la fuente de ruido, mediante pantallas o disposición de máquinas y demás equipos sobre soportes, filtros o amortiguadores de ruido.
3. Aislamiento de la fuente de ruido dentro de muros a prueba de ruido.
4. Tratamiento acústico de los techos, paredes y pisos para la absorción de ruidos.
5. Equipo de protección individual (EPI), como el protector auricular.

▪ **Iluminación**

Cantidad de luminosidad que se presenta en el sitio de trabajo del empleado. No se trata de iluminación general sino de la cantidad de luz en el punto focal del trabajo. De este modo, los estándares de iluminación se establecen de acuerdo con el tipo de tarea visual que el empleado debe ejecutar: cuanto mayor sea la concentración visual del empleado en detalles y minucias, más necesaria será la luminosidad en el punto focal del trabajo. La iluminación deficiente ocasiona fatiga a los ojos, perjudica el sistema nervioso, ayuda a la deficiente calidad del trabajo y es responsable de una buena parte de los accidentes de trabajo.

▪ **Vibraciones**

Las vibraciones se definen como el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento, puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad, o bien aleatorio, que es lo más corriente.

▪ **Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes**

Las radiaciones pueden ser definidas en general, como una forma de transmisión espacial de la energía. Dicha transmisión se efectúa mediante ondas electromagnéticas o partículas materiales emitidas por átomos inestables.

▪ **Temperaturas Extremas (Frío, Calor)**

El hombre necesita mantener una temperatura interna constante para desarrollar la vida normal. Para ello posee mecanismos fisiológicos que

hacen que ésta se establezca a cierto nivel, 37 °C, y permanezca constante.

▪ **Radiación Infrarroja**

Radiaciones Infrarrojas o Térmicas: Estos rayos son visibles pero su longitud de onda está comprendida entre 8,000 Angstroms; y 0.3 MM. Un cuerpo sometido al calor (más de 500 °C) emite radiaciones térmicas, las cuales se pueden hacer visibles una vez que la temperatura del cuerpo es suficientemente alta. Debemos precisar que estos rayos no son los únicos productores de efectos calóricos. Sabemos que los cuerpos calientes, emiten un máximo de infrarrojos; sin embargo, todas las radiaciones pueden transformarse en calor cuando son absorbidas.

▪ **Radiaciones Ultravioleta**

En la escala de radiaciones, los rayos ultravioleta se colocan inmediatamente después de las radiaciones visibles, en una longitud de onda comprendida entre 4,000 Angstroms y unos 100 Angstroms. Las radiaciones ultravioleta son más energéticas que la radiación infrarroja y la luz visible. Naturalmente, recibimos luz ultravioleta del sol y artificialmente se produce tal radiación en las lámparas germicidas, aparatos médicos y de investigación, equipos de soldadura, etc.

▪ **Riesgos eléctricos**

La energía eléctrica se obtiene a partir de procesos que se originan en saltos de agua (Centrales Hidroeléctricas) y en Centrales Térmicas como la Central Térmica San Nicolás. Esta energía se trasmite y distribuye mediante cables eléctricos hasta llegar a nuestras casas y lugares de trabajo. La agricultura, la industria, el comercio y el hogar son directos beneficiarios de esta forma de energía que, entre otras cosas, ahorra importantes esfuerzos físicos.

Características de los seres vivos:

Los seres vivos somos conductores de la corriente eléctrica. Al estar expuestos a contactos con cables con tensión o aparatos defectuosos, existe la posibilidad que circule corriente a través del cuerpo humano. Este es el riesgo de electrocución.

Para ello deben cumplirse en forma simultánea tres condiciones:

- a) Que el cuerpo humano sea un buen conductor (lo cual se incrementa con la humedad).
- b) Que el cuerpo humano forme parte de un circuito eléctrico.
- c) Que el cuerpo humano esté sometido a una tensión peligrosa (**V**).

Los efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano.- La importancia de los efectos de la corriente sobre la salud depende de varias circunstancias, de las cuales destacamos:

- la intensidad de la corriente (**I**)
- la resistencia del cuerpo humano al pasaje de la corriente (**R**)
- el tiempo que esté sometido el ser humano al contacto eléctrico
- el recorrido de la corriente por el cuerpo humano.

La corriente que circula por un circuito eléctrico se relaciona con la tensión o voltaje aplicado a ese circuito a través de la llamada «Ley de Ohm»:

$$I = V / R$$

Localización de riesgos eléctricos:

La ubicación de fuentes y conductores, su aislamiento y señalización, el estado de los distintos elementos y el cuidado con que se usen, son todos elementos a tener en cuenta para la prevención de accidentes por electrocución.

Los accidentes por motivos eléctricos tienen sus orígenes tanto en la falta de instrucciones como en los procedimientos incorrectos que usamos al trabajar.; asimismo, en las condiciones físicas inseguras reinantes en el lugar de trabajo.

Un shock eléctrico puede provocar:

- Paralización del sistema respiratorio
- Alteración del ritmo cardíaco
- Tensión muscular
- Hemorragias y toxicidad en la sangre
- Pérdida de la vida

En caso de accidente:

- No tocar al accidentado mientras esté bajo tensión
- Primero se debe cortar la corriente, desconectando el interruptor. Si no es posible, retirar al afectado de la electricidad usando para ello medios aislantes.
- Después de separar al accidentado de la corriente, y no antes, iniciar la respiración artificial hasta la llegada de un médico.

Efectos de un accidente eléctrico:



- Choque eléctrico.- Producido por contacto directo o proximidad a circuitos energizados. Efectos de tipo nervioso, contracción muscular, desvanecimiento y paro cardíaco.
- Quemaduras por corriente eléctrica.- Son debidas al paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo. Quemaduras en tejidos, órganos y nervios a nivel superficial e interno.
- Gases.- Debidos a las altas temperaturas alcanzadas en el arco eléctrico. Pueden ir acompañados de partículas de material y/o proyecciones.
- Bola de fuego (fogonazo).- Fenómeno de llama directa ocurrido durante la aparición del arco eléctrico. No alcanza mucha distancia.
- Energía radiante.- Onda electromagnética de energía debida al arco eléctrico. Velocidad de 300 000 km/s a una temperatura de 19 000°C.

Dependen de la **Intensidad de la corriente** que atraviesa el cuerpo y la **duración del contacto**.

En la intensidad intervienen además varios factores:

- Tensión del conductor
- Forma de contacto
- Estado del sujeto

Efecto de la corriente:

- Hasta 1 mA imperceptible para el hombre
- 2 a 3 mA sensación de hormigueo
- 3 a 10 mA el sujeto se desprende del contacto
- 10 a 50 mA no es mortal durante poco tiempo
- 50 a 500 mA fibrilaciones y quemaduras internas
- > 500 mA muerte por parálisis en centros nerviosos.

▪ **Riesgos mecánicos**

Son los que se producen por el uso de máquinas, útiles, o herramientas, produciendo cortes, quemaduras, golpes, choques, colapsos, caídas, atrapamientos, punzamientos; etc.

Máquinas:

Los accidentes en el trabajo con máquinas pueden ser por contacto o atrapamiento en partes móviles y por golpes con elementos de la máquina o con objetos despedidos durante el funcionamiento de la misma.

De aquí que las lesiones sean, principalmente, por alguno de estos motivos: aplastamiento, cizallamiento, corte o seccionamiento, arrastre, impacto, punzamiento, fricción o abrasión y proyección de materiales.

¿Dónde está el riesgo?

1. En las partes móviles de la máquina.
Al entrar en contacto con las partes móviles de la máquina, la persona puede ser golpeada o atrapada.
2. En los materiales utilizados.
Otro peligro se deriva del material procesado en la máquina, por contacto con el mismo o porque el material pone en contacto al trabajador con la parte móvil de la máquina. Ej.: Una barra que gira en un torno, una plancha de metal en una prensa.
3. En la proyección.
Proyección de partes de la propia máquina, como una lanzadera de un telar, pieza rota en una prensa, el estallido de una muela abrasiva, etc. La proyección puede ser también de partes del material sobre el que se está trabajando.

Prevención del riesgo

Se suele distinguir entre medidas integradas en la máquina y medidas no integradas en la máquina. La prevención integrada incluye todas las técnicas de seguridad aplicadas en el diseño y construcción de la máquina.

La prevención no integrada se refiere a la protección personal, la formación, los métodos de trabajo y las normas de la empresa y el mantenimiento de las máquinas.

Herramientas manuales

Son los instrumentos de trabajo más antiguos y nos resultan tan familiares que no pensamos que puedan ser peligrosos. Sin embargo, producen muchos accidentes.

Principales riesgos

- Utilización en tareas para las que no están diseñadas, ej.: uso de un destornillador como palanca o cincel.
- Uso de herramientas de características inadecuadas para la operación, ej.: cincel demasiado pequeño o llave demasiado grande.
- Operaciones peligrosas dirigidas a una parte del cuerpo, ej.: mantener la pieza en la palma de la mano mientras se desatornilla o se corta.

- Mantenimiento inadecuado de la herramienta, ej.: zona de corte no afilada, lima embotada, cabeza de cincel deformada, etc.
- Falta de formación y entrenamiento en su correcto uso.
- Transporte inadecuado, ej.: llevar herramientas en el bolsillo.
- Almacenamiento en cualquier sitio, en lugar de utilizar estuches, cajas o soportes específicos.

Condiciones de seguridad

- | | |
|-------------------|---|
| Martillos: | — cabeza y mango bien sujetos
— buenas condiciones de uso |
| Llaves: | — llaves fijas siempre que sea posible
— no poner un tubo para alargar el mango
— no golpear en el extremo del mango
— utilizar llaves de dimensiones adecuadas
— no rellenar el hueco entre la llave y el tornillo con otra pieza o material |
| Cinceles: | — no usar cinceles con la cabeza deformada
— cincelar en dirección opuesta al cuerpo
— mantener el corte en buenas condiciones
— utilizar protección ocular |
| Destornilladores: | — no darles otro uso que no sea el propio
— pieza sujeta a un soporte firme, nunca en la otra mano
— tamaño adecuado para cada operación |
| Limas: | — nunca usar una lima sin mango y asegurarse de que esté bien sujeto
— no utilizarla para otros usos: palanca
— mantenerla limpia y en buenas condiciones |
| Cuchillos: | — mango y hoja firmemente sujetos para trabajos con materiales grasientos, incorporar una defensa entre mango y hoja
— Almacenarlos en soportes especiales o bien proteger el filo |

Herramientas mecánicas portátiles

Son herramientas que para operar necesitan un aporte de energía eléctrica, neumática o térmica. Realizan movimientos de rotación o traslación y de percusión. Su uso está cada vez más extendido, ya que aportan mayor eficacia y rapidez en la ejecución de la tarea y ahorran esfuerzo.

Los riesgos principales son:

- Por contacto con la máquina.

- Por la fuente de alimentación (electrocución, roturas o fugas de aire comprimido, etc.).
- Por proyecciones de partículas (lesiones oculares).

Riesgos y prevención

Sierras circulares:

- Riesgos: — bloqueo de la hoja de la sierra y posible retroceso brusco de la máquina
— retirada de la máquina del punto de corte
— traslado de la herramienta

- Prevención: — protección de la hoja de la sierra con una carcasa móvil
— cuchillo divisor para completar la seguridad

Atornilladoras:

- Riesgos: — lesiones del antebrazo y muñeca por bloqueo de la máquina y giro brusco en sentido inverso

- Prevención: — sistema de parada automática cuando finalice la operación de atornillado

Taladradoras:

- Riesgos: — oculares por proyección de materiales
— caídas en trabajos de altura y sin una base firme de sujeción

- Prevención: — utilizar la broca adecuada en tamaño y corte
— presión sobre la máquina adecuada a la resistencia del material a taladrar
— utilizar gafas de seguridad

Amoladoras:

- Riesgos: — rotura o estallido de la muela

- Prevención: — almacenar, manipular, transportar y montar las muelas de forma que queden protegidas de golpes y tensiones excesivas
— elegir la muela adecuada (en ningún caso de diámetro superior a 254 mm) a la máquina y al trabajo a realizar
— revisarla, en busca de roturas, antes de comenzar el trabajo
— hacer girar la muela en vacío, durante un minuto y con el protector puesto, antes de aplicarla sobre el punto de trabajo

- la muela debe estar provista de un protector y la distancia entre éste y la muela ser inferior a 25 mm
- utilizar medios de protección personal: gafas de seguridad, guantes y mandil de protección

Grapadoras y clavadoras:

- Riesgos:
- relativamente bajos si cuentan con los elementos de protección
 - las pistolas clavadoras por impulsión entrañan graves riesgos
- Prevención:
- dispositivo de protección contra proyección de clavos o grapas
 - inspección previa: presión y funcionamiento
 - impedir la puesta en marcha durante su manipulación y transporte
 - utilizar los clavos y grapas recomendados
 - medios de protección personal: gafas, calzado de seguridad, etc.

Martillos neumáticos:

- Riesgos:
- proyección de trozos del material sobre el que se trabaja o del propio martillo
- Prevención:
- dispositivo de retención para evitar retroceso
 - inspeccionar su correcto funcionamiento
 - pantallas protectoras que aíslen los puestos de trabajo vecinos
 - medios de protección personal: casco, guantes y gafas de seguridad

▪ Termodinámicos

Explosiones físicas, transferencia de calor (congelaciones, calentamientos, etc).

2.2.2 Riesgos Químicos

A) Asbesto.

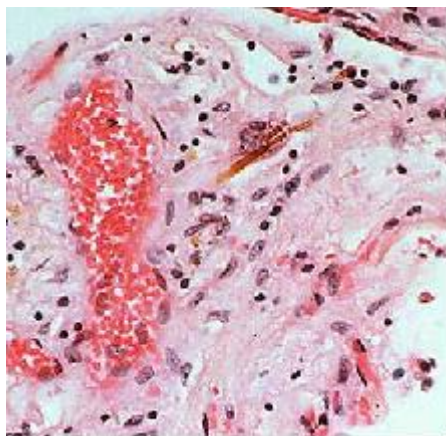
Conocido también como amianto, Asbesto es el nombre asignado a un grupo de seis materiales fibrosos diferentes (amosita, crisotilo, crocidolita y las formas fibrosas de tremolita, actinolita, y antofilita), son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y resisten altas temperaturas, por lo que antiguamente se utilizaba ampliamente en los aislamientos térmicos.

Debido a estas características, el asbesto se ha usado para una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas para techado, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto), productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de la transmisión), materias textiles termoresistentes, envases, empaquetaduras, y revestimientos.

Las fibras de asbesto son tan pequeñas que no es posible verlas. Alterar las fibras del asbesto puede hacer que las fibras floten en el aire. Cuando eso ocurre, son fáciles de inhalar. La mayoría de las fibras se exhalan, pero algunas otras se alojan en los pulmones. Con el tiempo, pueden acumularse en los pulmones y causar excoriaciones e inflamación. Tarde o temprano, esto puede afectar la respiración y causar enfermedades como:

- Asbestosis, o excoriaciones en los pulmones, que a su vez dificultan la respiración.
- Mesotelioma, un cáncer raro que afecta las membranas que recubren los pulmones o el abdomen.
- Cáncer de pulmón.

Enfermedades provocadas por el asbesto



Fibras de asbesto afectando tejido pulmonar

El asbesto afecta principalmente a los pulmones y a la membrana que envuelve a los pulmones, la pleura. Respirar altos niveles de fibras de asbesto por largo tiempo o tener exposición corta a altos niveles de asbesto, pueden producir lesiones que parecen cicatrices en el pulmón y en la pleura. Esta enfermedad se llama asbestosis y ocurre comúnmente en trabajadores expuestos al asbesto. La gente con asbestosis tiene dificultad para respirar, a menudo tiene tos, y en casos graves sufre

dilatación del corazón. La asbestosis es una enfermedad grave que eventualmente puede producir incapacidad y la muerte.

Respirar niveles de asbesto más bajos puede producir alteraciones en la pleura, llamadas placas. Las placas pleurales pueden ocurrir en trabajadores y ocasionalmente en gente que vive en áreas con altos niveles ambientales de asbesto. Los efectos de las placas pleurales sobre la respiración generalmente no son serios, pero la exposición a niveles más altos puede producir un engrosamiento de la pleura que puede restringir la respiración.

Se sabe que respirar asbesto puede aumentar el riesgo de cáncer en seres humanos. Hay dos tipos de cáncer producidos por exposición al asbesto: cáncer de pulmón y mesotelioma. El mesotelioma es un cáncer de la pleura o del tejido que envuelve la cavidad abdominal (el peritoneo). El cáncer producido por el asbesto no aparece inmediatamente, sino que se manifiesta después de varios años (el mesotelioma pleural suele tener un tiempo de latencia de entre 20 y 40 años). La identificación y el tratamiento tempranos de todo cáncer pueden aumentar la calidad de vida y la supervivencia de la persona.

La combinación de exposición al asbesto y al humo de cigarrillo aumenta considerablemente las posibilidades de contraer cáncer del pulmón. Por lo tanto, si usted ha estado expuesto al asbesto, debería dejar de fumar. Esta puede ser la acción más importante que usted puede tomar para mejorar su salud y disminuir el riesgo de contraer cáncer.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO) y la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency* - EPA) de los EE.UU. han determinado que el asbesto es carcinógeno para seres humanos, por lo cual en 1989 prohibió todo nuevo uso del asbesto; sin embargo, los usos establecidos con anterioridad a esta fecha todavía se permiten y están reglamentados. En lo que respecta a Europa, todos los estados miembros de la Unión Europea (UE) han debido prohibir la comercialización y el uso de cualquier tipo de asbesto.

La EPA ha propuesto una concentración límite de 7 millones de fibras por litro de agua potable para fibras largas (5 μm de longitud o más). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (OSHA, por sus siglas en inglés) ha establecido límites de 100,000 fibras con longitudes de 5 μm o más por metro cúbico de aire en el lugar de trabajo durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas semanales.

Diagnóstico:

Los niveles bajos de asbesto pueden medirse en la orina, las heces, líquidos mucosos o en lavados pulmonares de la población general. Los niveles mayores que el promedio de fibras de asbesto en tejidos pueden confirmar la exposición, pero no pueden predecir si le afectará la salud.

Para evaluar enfermedades relacionadas a la exposición al asbesto se necesitan una historia completa, examen físico y pruebas de diagnóstico. La radiografía del pecho es la mejor herramienta para detectar cambios en los pulmones que resultan de la exposición al asbesto. Pruebas de función pulmonar y sondeos computarizados en tres dimensiones del pulmón también ayudan en el diagnóstico de enfermedades relacionadas al asbesto.

B) *Polvos.*

En la higiene industrial el problema del polvo es uno de los más importantes, ya que muchos polvos ejercen un efecto, de deterioro sobre la salud de los obreros; y así aumentar los índices de mortalidad por tuberculosis y los índices de enfermedades respiratorias. Se sabe que el polvo se encuentra en todas partes de la atmósfera terrestre, y se considera verdadero que las personas dedicadas a ciertos trabajos donde existe mucho polvo son menos saludables que los que no están en esas condiciones, por lo que se considera que existen polvos dañinos y no dañinos.

C) *Hierro en polvo.*

Las actividades de trasvase y carga de hierro generan emisiones difusas de polvo que pueden originar importantes molestias en los alrededores.

Las partículas que llegan con el viento y que arrastran polvillo de hierro. Afecta a toda la Central Térmica y alrededores. Todas las instalaciones están sufriendo las consecuencias de la contaminación atmosférica. Hasta los aires acondicionados son invadidos por el polvo de hierro, los teclados de las computadoras en las oficinas y en toda la central está cubierta de este polvillo. Las escaleras, los pasillos, no hay lugar que no lo tenga. Los trabajadores deben tener sus pulmones negros y esto produce enfermedades respiratorias como alergias, asma, bronquitis.

D) *Vapores.*

Son sustancias en forma gaseosa que normalmente se encuentran en estado líquido o sólido y que pueden ser tornadas a su estado original mediante un aumento de presión o disminución de la temperatura. El benceno se usa ampliamente en la industria, en las pinturas para



aviones, como disolvente de gomas, resinas, grasas y hule; en las mezclas de combustibles para motores, en la manufactura de colores de anilina, del cuerpo artificial y de los cementos de hule, en la extracción de aceites y grasas, en la industria de las pinturas y barnices, y para otros muchos propósitos.

E) Líquidos.

En la industria, la exposición o el contacto con diversos materiales en estado líquido puede producir, efecto dañino sobre los individuos; algunos líquidos penetran a través de la piel, llegan a producir cánceres ocupacionales y causan dermatitis.

F) Disolventes.

Los disolventes orgánicos ocupan un lugar muy destacado entre las sustancias químicas más frecuentes empleadas en la industria. Se puede decir que raras son las actividades humanas en donde los disolventes no son utilizados de una manera o de otra, por lo que las situaciones de exposición son extremadamente diversas.

G) Incendio y explosión.

El riesgo de incendio y explosión se nos presenta en el lugar de trabajo con un potencial intrínseco de pérdidas humanas y económicas importante.

Representan también un riesgo para la población en general. Con todo, no siempre se adoptan las medidas necesarias para prevenirlo o protegerse contra el mismo.

Las medidas apropiadas para evitar el riesgo de incendios o explosiones pueden variar según las circunstancias en que se presente el riesgo, pero el incendio como fenómeno, su evolución y las medidas de seguridad admiten un tratamiento común.

Incendios

Se produce al trabajar en ambientes con materiales y elementos inflamables.

Evitar los incendios, conocer los principios básicos de la detección y la extinción, así como de la evacuación de los edificios, son deberes sociales de primer orden por cuanto la seguridad es consecuencia de la suma de las actitudes de los individuos que integramos las colectividades. También aquí es necesaria la intervención de los delegados y delegadas de prevención.

Causas más frecuentes

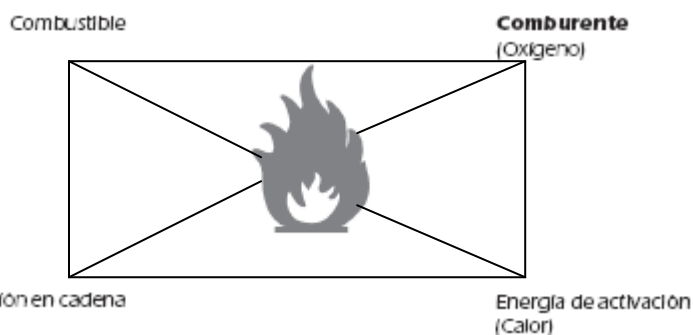
Según algunas estadísticas, un 90% aproximadamente de todos los incendios industriales son causados por 11 fuentes de ignición:

- Incendios eléctricos 19%
- Roces y fricciones 14%
- Chispas mecánicas 12%
- Fumar y fósforos 8%
- Ignición espontánea 7%
- Superficies calientes 7%
- Chispas de combustión 6%
- Llamas abiertas 5%
- Soldadura y corte 4%
- Materiales recalentados 3%
- Electricidad estática 2%

¿Cómo se produce el fuego?

Para que se produzca el fuego o la explosión son necesarios los siguientes elementos: combustible, comburente (oxígeno) y energía de activación (calor).

Estos tres elementos forman el triángulo del fuego, de tal forma que cada uno de sus lados está siempre en contacto con los otros dos. La eliminación de cualquiera de sus lados o del contacto entre cualquiera de los vértices impide la producción del fuego. Ahora bien, una vez producido el fuego, hay un cuarto elemento a tener en cuenta: la reacción de los gases de la combustión entre sí y con el propio oxígeno del aire (reacción en cadena). De esta forma, como resultado de la misma combustión, el triángulo del fuego se transforma en un tetraedro del fuego, que permite su propagación. Si falta alguna de sus cuatro caras, la combustión no tiene lugar o se extingue rápidamente.



La prevención de incendios requiere de medidas de control o eliminación sobre los diferentes elementos que posibilitan la generación y propagación del fuego. Así, por ejemplo, un almacenamiento adecuado impide el contacto combustible-calor, una atmósfera inerte (echar arena) sofoca el fuego por falta de oxígeno, el

agua puede rebajar la temperatura del combustible de forma que el fuego desaparece, determinados productos de extinción evitarán la reacción en cadena.

¿Cómo arden los combustibles?

- Los sólidos: la combustión de los sólidos se caracteriza por la aparición de llamas, brasas y gran cantidad de calor. Para que llegue a arder ha de calentarse hasta desprender vapores suficientes que puedan inflamarse y arder en forma de llamas.
- Los líquidos: cuando arde un líquido, no arde propiamente éste, sino los vapores que emite bajo la acción de la elevación de temperatura. Dependiendo de la naturaleza de cada líquido inflamable pueden definirse tres puntos característicos:
 - Punto de ignición: mínima temperatura a la cual emite suficientes vapores, pero incapaces de mantenerse ardiendo.
 - Punto de inflamación: temperatura a la cual emite suficientes vapores para que el líquido se mantenga en combustión hasta su total consumo.
 - Punto de autoinflamación: temperatura a la que los vapores se inflaman espontáneamente sin contacto con llama, pudiendo formar mezclas explosivas con el aire.
- Los gases: los gases combustibles tienen dos concentraciones en volumen de aire (límite inferior y límite superior), entre las cuales se produce la inflamación.

Los humos de la combustión.

El producto más peligroso de la combustión son los humos, dado que limitan en gran medida la visión, la respiración y, consecuentemente, la extinción del incendio y la evacuación del personal. Están constituidos por partículas de carbono en suspensión, anhídrido carbónico, vapor de agua y, sobre todo, gases tóxicos. En algunos casos son corrosivos y muy peligrosos para las personas.

Los humos y gases son los responsables de la mayoría de las muertes por incendios, ya sea directamente, por su inhalación, o debido al pánico y gran desorientación que originan.

Equipos de detección y extinción de incendios.

7. Equipos de detección:

Detectores: La detección de incendios tiene como finalidad el descubrimiento de un conato de incendio de forma rápida. El mejor detector de un incendio es el ser humano; sin embargo, no siempre

es posible la presencia humana en todas las situaciones, por lo que se recurrirá a la detección automática.

Se emplearán un tipo de detectores u otros dependiendo de lo que queremos que se detecte, si son los subproductos de la combustión, como monóxido o dióxido de carbono, o bien los humos o las llamas.

Instalaciones de alarma: Contienen pulsadores manuales de alarma conectados a una central de señalización situada en un local permanentemente vigilado.

Cuando se produce un conato de incendio, cualquier persona puede pulsar y la alarma será audible en todo el edificio. La distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta el pulsador no debe superar los 25 metros.

8. Sistemas de extinción

Extintores portátiles: Aparatos, portátiles o sobre ruedas, en cuyo interior está el agente extintor. Tienen peso y dimensiones apropiados para su uso y transporte. El peso máximo de un extintor portátil no excederá de 20 Kg.

La vida útil de un extintor no debe sobrepasar los 20 años a partir de la fecha de la primera prueba de presión.

Deben ser revisados cada tres meses, y someterse además a mantenimiento anual y retimbrado cada cinco años.

Se situarán en la proximidad de puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio, colocados en lugares visibles en las vías de tránsito en sentido de salida y a ser posible que la parte superior del extintor esté a 1,70 metros sobre el suelo; como orientación general, la distancia entre extintores no debe superar los 15 metros.

2.3 ESCENARIOS DE RIESGOS PROVOCADOS POR EL HOMBRE

2.3.1 Errores del personal de operación

Este se refiere básicamente a los actos sub estándares que realizan los trabajadores por falta de conocimiento, falta de motivación o por falta de habilidades.

De acuerdo a la información recibida de SHOUGESA, se reportan algunas condiciones sub estándares; los cuales son evaluados por el área de seguridad y medio ambiente y de acuerdo a dicha evaluación se procede a la ejecución de las medidas preventivas o correctivas correspondientes

Por otro no se tiene registros sobre huelgas o acciones de hurto que merezcan tomarse en cuenta.

2.3.2 Actos de terceros

Está referido a los actos antisociales o criminales: Robos, hurtos, secuestros, espionaje, terrorismo, sabotajes, vandalismo, etc y; los sociales: huelgas, manifestaciones, campañas de asociaciones, nacionalizaciones, expropiaciones efectuadas por personas ajenas a la empresa.

Al respecto uno de los factores que se ha percibido es el que se refiere a huelgas, como la que se suscitó recientemente por parte de SHOUGANG.

2.3.3 Riesgos medioambientales.

Para identificar y evaluar un determinado riesgo ambiental es preciso conocer:

A. Las fuentes de riesgo presentes

A través de numerosos medios tales como publicaciones, estudios, diagnósticos emitidos por expertos o consultores especializados, normas y disposiciones de carácter legal, etc.

Ejemplos:

- Tuberías cubiertas con asbesto
- Presencia en la empresa de Cadmio en las baterías. Producto peligroso, probable cancerígeno.
- Existencia de un horno de secado que utiliza gas-oil como combustible.
- Emisiones de CO₂.

B. Los identificadores del riesgo

Indican donde y como actúan las fuentes de riesgo en las condiciones concretas de una empresa o centro de trabajo.

Ejemplos:

- El ciclo de uso de una batería de Cadmio en el interior de una fábrica.
- Las emisiones, de CO₂ en un polígono industrial determinado.

C. Los efectos o consecuencias del riesgo

Los daños que puedan ocasionar en el medio natural.

Ejemplos:

- El Cadmio, como metal pesado contamina el terreno y las aguas subterráneas. Afecta a las plantas y a los animales que se nutren de ellas. Puede ocasionar perdidas importantes del valor del suelo tanto industrial como agrícola.
- El CO₂ es el principal gas responsable del efecto «invernadero».

Identificación de riesgos medioambientales

Una vez cada 50 años	Despreciable.....	0
Una vez entre 50 y 10 años.....	Posible	1
Una vez entre 10 y 1 año	Probable.....	2
Una vez entre 1 año y 1 mes	Altamente probable	3
Una vez al mes.....	Muy probable	4

Los beneficios derivados de la identificación de Riesgos Medioambientales

El reconocimiento de los riesgos ambientales de una empresa y el compromiso de actuar sobre ellos presentan una serie de beneficios genéricos para los trabajadores y la sociedad que se concretan en mejoras del medio natural, de la calidad de vida y de las condiciones de trabajo y salud laboral.

Pero, además, presenta importantes ventajas para la empresa en sí:

- Mejora su imagen corporativa ante la sociedad con efectos inmediatos sobre los clientes, los proveedores, las compañías de seguros, las entidades financieras y las administraciones.
- Establece una sólida base para la implantación de una adecuada gestión ambiental en la empresa, al facilitar las auditorias medioambientales destinadas a obtener la certificación según la norma ISO 14001 o el reglamento EMAS. En el futuro también el acceso a la certificación de la evaluación de riesgos medioambientales.

Estas ventajas son particularmente visibles en las empresas, pues su tamaño y las características de sus procesos productivos permiten a los delegados de prevención y a los técnicos de la empresa desarrollar una evaluación de riesgos medioambientales suficientemente rigurosas para aportar una información sustancial a las auditorías ambientales que ahorre esfuerzos y dinero. Esta evaluación es además necesaria para diagnosticar los «efectos ambientales significativos» que exige la norma ISO 14001.

2.4 FACTORES DE RIESGO EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

Para la identificación de los peligros y riesgos en la Central Térmica San Nicolás aplicando el método de espina y tomando en cuenta el ambiente y los recursos humanos y materiales que intervienen en los procesos de transformación de energía química en energía eléctrica, que se describió anteriormente, en el capítulo 2; se han considerado los siguientes aspectos dentro de cada uno de los factores mencionados.

Agentes materiales

Sistema de suministro y almacenamiento de combustible
Calderas
Turbinas a vapor
Grupo Electrónico
Generadores eléctricos y transformadores
Sistema de Enfriamiento
Otros sistemas auxiliares

Entorno ambiental

Condiciones geológicas
Clima
Sismos
Tsunamis

Personal

Conocimiento
Aptitudes
Actitudes
Salud

Actos de terceros

Atentados
Intrusión
Robos.

2.5 TIPIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

2.5.1 Instalaciones en la C.T. San Nicolás.

Este listado es necesario para homogeneizar la identificación y evaluación de riesgos. Considerándose como base de partida para conocer los riesgos existentes en las instalaciones:

- o Sistema de suministro y almacenamiento de combustible
- o Calderas
- o Turbinas a vapor
- o Generadores eléctricos
- o Sistema de Enfriamiento
- o Otros sistemas auxiliares
- o Sub estación, Transformadores
- o Sala de Control
- o Talleres
- o Almacenes
- o Oficinas
- o Grupo electrógeno
- o Sala de baterías

2.5.2 Actividades en la CT. San Nicolás.

Se han agrupado en siete grupos que engloban, de forma general, las tareas comúnmente desarrolladas. El listado de grupo de actividades es el siguiente:

1. Actividades de Operación y Maniobra

Existe una serie de actividades que permiten iniciar la operación, mantener en operación y sacar fuera de servicio las unidades de generación y la central; las cuales involucran tareas específicas de los siguientes trabajadores:

- o Operadores de calderas
- o Técnico de Control
- o Supervisor de turno
- o Operador de turbina

En este grupo de actividades, se consideran incluidos los trabajos que se realizan en la operación, control y maniobras de equipos y aparatos. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Operar y maniobrar los sistemas principales y equipos auxiliares



- Realizar maniobras de arranque, variación de carga y parada de equipos
- Efectuar maniobras locales y remotas en instalaciones eléctricas
- Efectuar maniobras en sistemas de manipulación de combustibles y residuos
- Maniobrar compresores, válvulas, bombas, etc.
- Operar de forma remota instalaciones, sistemas y equipos.
- Otras

2. Mantenimiento eléctrico

En este grupo de actividades, se consideran incluidos los trabajos que se realizan sobre equipos específicamente eléctricos en cuanto al fin que persiguen. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- o Mantenimiento de Banco de Baterías
- o Mantenimiento de Transformadores
- o Mantenimiento de Barras
- o Mantenimiento de Breakers
- o Mantenimiento de Mandos de Control de Grúa Puente
- o Mantenimiento de Excitatrices

3. Mantenimiento mecánico

En este grupo de actividades, se consideran incluidos los trabajos que se realizan sobre equipos específicamente mecánicos en cuanto al fin que persiguen o tareas no eléctricas. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Revisar y ejecutar los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos.
- Realizar desmontajes y montajes de equipos y maquinarias
- Trabajo mecánicos en taller
- Otras

4. Mantenimiento de Servicios Auxiliares

En este grupo de actividades, se consideran incluidos los trabajos que se realizan sobre equipos, generalmente de pequeño tamaño, que pueden considerarse a la vez como eléctricos y mecánicos en cuanto al fin que persiguen. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Revisar y mantener equipos de supervisión/control de sistemas de medida
- Realizar pequeñas tareas de mantenimiento en los sistemas de medida
- Revisar, desmontar, montar y reparar los sistemas de telecontrol



- Otras

5. Construcción (Obra civil y montaje)

En este grupo de actividades, se consideran todas las tareas que se realizan para la obra civil y montaje de instalaciones, edificios, recintos, etc. de una nueva construcción. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Montar líneas aéreas
- Realizar trabajos de conservación, mejora y reparación de líneas
- Realizar construcción y montaje de centros de transformación
- Realización de zanjas.
- Otras

6. Inspección y Revisión

En este grupo de actividades, se consideran incluidos todos los trabajos que se realizan para llevar a cabo la inspección y revisión de equipos y aparatos, rondas de medición, etc. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Supervisar actuaciones sobre instalaciones, sistemas, equipos, etc.
- Supervisar y controlar trabajos de mantenimiento y operación
- Supervisar el montaje y reparación de instalaciones
- Realizar rondas de medición y comprobación de equipos y sistemas
- Supervisar la realización de trabajos en el parque de intemperie
- Realizar inspección visual y correcto funcionamiento de compresores, válvulas, etc.
- Otras

7. Organización y Administración

En este grupo de actividades, se consideran incluidos todos los trabajos que se realizan en oficinas, laboratorios, garajes, etc. Cuyo objetivo es el de la organización y administración de departamentos o servicios. Entre estas actividades son de destacar las siguientes:

- Trabajos en oficinas
- Trabajos en almacenes y similares
- Trabajos relacionados con las cocinas y comedores
- Otras

2.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y RIESGOS EN LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

2.6.1 Antecedentes históricos de eventos producidos en la Central Térmica San Nicolás.

- ❖ 1991 hubo una inundación producida por un forado en el Tanque N° 3 de agua de condensados que está ubicado detrás de la Central en el nivel superior del Cerro, lo que produjo que toda la Central se inundara y se metiera el agua por todas las canaletas. Se utilizaron bombas para drenar el agua y finalmente se construyó un muro perimétrico alrededor de la central en la parte trasera y se pusieron tapas en las canaletas.
- ❖ Diciembre 1995 se produjo una rotura en la línea de 30" de agua salada en la Central la cual ocasionó que el talud frente al tanque diario 3 se deslizara como un huayco y cayera sobre la tapa de concreto del tanque el cual se rompió y dejó que todo el huayco de lodo y piedras entrara al tanque y desplazara todo el petróleo que en ese momento se encontraba depositado y por la cercanía al mar este fue a parar al mar. Las acciones que se tomaron fueron fabricar un tanque metálico en el interior del de concreto, y hacer una obra de reforzamiento y estabilización del talud contiguo al tanque.
- ❖ 2001 se produjo un incendio en el Precalentador N° 3 debido a una parada no esperada del mismo, lo que produjo que los elementos del precalentador se fundieran y se inflamaran. Se colocó una alarma para detectar las paradas no controladas a fin de que se inyecte automáticamente aire y continúe rotando.
- ❖ 2004 se produjo la explosión del Interruptor de Relaves por el corto circuito producido por el ingreso de un roedor al equipo. Se colocaron trampas y veneno para ratas y se sellaron más los paneles de interruptores.
- ❖ 2005 se produjo la explosión de un Brecker de 13,8 KV debido al corto circuito producido por el ingreso y acumulación de fino de mineral que llega a la Central por acción del viento y de las canchas de concentrado y pelets de la Zona de Transferencia y Embarque de SHPS.A.A. Se tiene un programa de limpieza manual de paneles de breckers con la mejora de su sellado. Esto ocasionó que toda la Central dejara de operar y el precalentador N° 2 no soportó el poco movimiento (en forma manual con manivela) y se fundieron sus elementos y se inflamaron también. Se compraron motores eléctricos para que en caso de caída de energía se pudieran accionar

automáticamente con un grupo auxiliar y no dejen de girar los precalentadores.

- ❖ En Julio del 2005 se produjo un Accidente Fatal, El accidentado llegó a las 8.20 horas con el grupo de Mantenimiento Mecánico para prestar apoyo al grupo de Mantenimiento Eléctrico, que estaba limpiando las barras del Tablero. El trabajo se había iniciado a las 7.00 horas. Verificando previamente la desconexión de las Barras 1 y 2 el jefe de Operaciones de la Central y el Ingeniero de Shougang Hierro Perú. El accidentado recibe órdenes de sacar la tapa posterior y limpiar las Celdas TL-1, Sep y C2 de la Barra 1, que estaba sin tensión, conjuntamente con el otro trabajador. Dichas celdas se encuentran cerca de la Celda TL-2 que pertenece a la Barra 3 que se encontraba con tensión. El accidentado se equivoca y destapa la parte posterior de la celda TL-2 de la Barra 3 (con tensión), comienza a limpiarla y recibe la descarga aproximadamente a las 9.47 horas. Quedó inconsciente y fue conducido a la enfermería de San Nicolás donde comprobaron su fallecimiento.
- ❖ El 28 de Abril del 2007, a las 15:02 se produce un cortocircuito en los potenciales de la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás con el Sistema, ocasionando la salida de servicio de la Celda No. 1 de Interconexión, la reducción de carga en la celda No. 3 de interconexión y la apertura del interruptor de 60 Kv de la S.E. Mina Shougang interrumpiéndose el suministro en este circuito. Queda fuera de servicio la Celda No. 1 de Interconexión.
 - La causa que originó el cortocircuito fue por falla de contacto en la barra de desconexión del potencial de la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás
- ❖ El Martes 8 de Julio del 2008 a las 20:43 horas se produce una explosión de un Interruptor de potencia de 13.8 Kv. de la Línea 9 del cliente Shougang Hierro Perú, como consecuencia salieron de servicio la barra No. 3 de la C.T. San Nicolás, la unidad TV3, la unidad Cummins, la Celda No. 1 de Interconexión de la C.T. San Nicolás con el Sistema, las cargas del cliente Shougang Hierro Perú de aproximadamente 50 MW, y se apagaron los quemadores de la caldera 1 por oscilación de tensión, quedando en servicio la Barra 1 y 2 de la C.T. San Nicolás interconectándose al Sistema a través de la Celda No. 3 de Interconexión.
 - A las 20:48 horas se saca de servicio la unidad TV1 por baja presión de vapor.
 - A las 23:03 horas entra en servicio la unidad TV1. La unidad TV3 en servicio a las 01:38 horas del 9 de julio.
 - La causa de la falla fue : falla del interruptor de potencia del circuito de la línea No. 9 del cliente Shougang Hierro Perú.



- ❖ El Miércoles 10 de Julio del 2008 a las 15:37 horas Sale de servicio la unidad Cummins con 1.1 MW por falla de cortocircuito en cable de fuerza , originando una caída de tensión en la barra de 13.8 y 4.16 Kv. de la C.T. San Nicolás, haciendo apagar la caldera y equipos auxiliares de la unidad 3. A las 15:42 horas se saca de servicio en forma manual la unidad TV3 por baja presión de vapor.
 - La unidad TV3 entra en servicio a las 16:37 horas
 - La unidad Cummins queda indisponible.
 - La causa de la falla fue: falla de terminal de línea de fuerza fase W del generador.

- ❖ El Viernes 17 de Octubre del 2008 a las 07:25 horas Sale de servicio la unidad Cummins con 1.2 MW por falla de cortocircuito en cable de fuerza , originando una caída de tensión en la barra de 4.16 Kv. de la C.T. San Nicolás, haciendo apagar los quemadores de la caldera y equipos auxiliares de la unidad 3. A las 07:30 horas se saca de servicio en forma manual la unidad TV3 por baja presión de vapor.
 - La unidad TV3 entra en servicio a las 10:41 horas
 - La unidad Cummins queda indisponible.
 - La causa de la falla fue: Falla de terminal de línea de fuerza fase V del generador.

2.6.2 Identificación de los eventos producidos la Central Térmica San Nicolás durante el año 2009

- ❖ Durante el 2009 solo se tuvo un pequeño incidente el cual fue controlado en forma rápida y efectiva y no repercutió en la operación y funcionamiento de la Central Térmica y sus demás instalaciones.
El día 14 de Enero, en un arranque de la Caldera N° 3, se produjo un goteo de aceite de refrigeración de una tubería que forma parte del circuito de aceite que circula por el gobernador de la Turbina N° 3.
El mencionado goteo cayó sobre una tubería de vapor, sobre el aislamiento térmico, el cual con la temperatura y el humedecimiento comenzó a humear y a desprender gases, situación que rápidamente fue reportada al Superintendente de la Planta Térmica quien es también el Coordinador de la Contingencia el cual identificó y evaluó la situación y dispuso que la Brigada contra Incendios tome rápida acción sobre ella. Primeramente se le aplicó agua del sistema contra incendios para reducir la temperatura, después se corrigió el goteo y finalmente se retiró el tramo húmedo de aislante y se le colocó un nuevo tramo de aislante térmico y se solucionó el incidente menor.

- ❖ Por lo demás, durante el año 2009 los diferentes Riesgos en la Central Térmica San Nicolás se han controlado adecuadamente gracias al cumplimiento de los Estándares de Seguridad y Salud en la



realización de cada trabajo de Mantenimiento y Construcción, así como por el fiel cumplimiento de los Procedimientos específicos para las actividades de Operaciones de la Central.

También por el cumplimiento de los Programas de Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo que se llevan a cabo en la Central cada año.

Y como complemento a todo lo antes indicado por la constante Capacitación en temas de Seguridad y Salud que se imparte al personal de todo nivel a través de Charlas, Videos, Sesiones Educativas, Permisos de Trabajo, etc.

2.6.3 Identificación de los Peligros y Riesgos generales en la Central Térmica San Nicolás

Considerando la metodología planteada anteriormente así como los diferentes factores de riesgo que han sido mencionados; se han identificado los peligros y riesgos que podrían suscitarse en la Central Térmica San Nicolás; los mismos que se presentan en las Tablas N° 7.1 y 7.2

Los riesgos laborales están asociados tanto a la actividad que se desarrolla como a la instalación donde dicha actividad se efectúa. Se han tenido en cuenta estos dos tipos de riesgos para elaborar el listado de riesgos tipos. Por otro lado los riesgos que pueden impactar sobre las instalaciones, el personal de la planta así como de terceros y el entorno consideran también los riesgos asociados a los actos de terceros y los de origen natural.

Para obtener una mejor identificación de los peligros y riesgos en la Central Térmica San Nicolás, a continuación se mencionan los principales eventos que se han producido a lo largo de los años en la que ha venido operando.

Tabla N° 7.1 IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS DE ORIGEN NATURAL 1. EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS		
N°	PELIGROS	RIESGOS
SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE		
1	Derrame de combustible por Rotura de tuberías provocadas por Sismos.	Explosión Incendio Contaminación del agua de mar.
2	Rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina	Explosión Incendio Contaminación del agua de mar.
CALDERAS		
1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo	Asentamiento del terreno y colapso de las calderas
CASA DE MAQUINAS (Turbinas, generadores)		
1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas
2	Inundación de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis	Colapso de la casa de máquinas
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		
1	Colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo	Parada de la Central
SUB ESTACION – TRANSFORMADORES Y LINEAS DE TRANSMISION		
1	Falla en estructuras de soporte de los transformadores provocadas por sismo	o Contaminación de suelos por derrame de aceite o Contaminación del aire por gases emitidos en caso de incendio o Incendio por cortocircuito
TRABAJADORES		
1	Sismo de gran intensidad y tsunamis.	Accidentes graves y fatales en los trabajadores de la Central.
ENTORNO AMBIENTAL		
1	Brisas	Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central.
2	Material Particulado de la Operación Minera	Deterioro de todos los equipos e instalaciones de la central Descargas eléctricas por pérdida de aislamiento en las S.E. y L.T.

Tabla N° 7.2 IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS ANTROPOGENICOS (humanos y tecnológicos) EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS		
N°	PELIGROS	RIESGOS
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL		
1	✓ Rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.	Aluvión y erosión del terreno
SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES		
1	✓ Derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.	Incendio Explosión Caídas por suelos resbaladizos
2	✓ Derrame de combustible por rebose total del petróleo del tanque diario N° 3	Incendio Explosión
3	✓ Derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel 2	Incendio Explosión Caídas por suelos resbaladizos
4	✓ Colapso mayor del tanque de almacenamiento de petróleo Diesel 2.	Explosión Incendio
5	✓ Rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.	Explosión Incendio
CALDERAS		
1	✓ Fallas en las estructuras de soporte de las calderas	Inestabilidad y colapso de las calderas.
2	✓ Falla en los dispositivos de seguridad y control.	Explosión en el hogar de la caldera
3	✓ Bajo nivel del agua del Drum ✓ Recalentamiento de tubos de caldera ✓ Corrosión de tubos de caldera.	Rotura del Drum y/o tubos de calderas
MOTORES DIESEL		
1	✓ Ignición de los gases y neblina del aceite en el carter.	Explosión del carter
2	✓ Impulso axial del bulón con motor en marcha ✓ Falla en la sincronización	Rotura de pistones y Cigüeñales
3	✓	
CASA DE MAQUINAS (EDIFICIO, TURBINAS, GENERADORES ELECTRICOS)		
1	✓ Falla en el aislamiento de bobinas de rotor, estator o excitatriz de los generadores	Explosión e incendio del generador
2	✓ Falla en dispositivos de control y protección de presión, temperatura y caudal de las turbinas. ✓ Fugas de vapor, combustible, agua caliente, aceite ✓ Negligencia del personal	Incendio y explosión de la turbina
LINEAS, SUB ESTACIONES (TRANSFORMADORES DE POTENCIA) Y SISTEMAS DE MEDICION, PROTECCION Y CONTROL		
1	✓ Falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.	Explosión e incendio del interruptor

ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE



2	✓ Cortocircuito, falla en el aislamiento de los elementos de los tableros	Cortocircuito e incendio de los tableros
3	✓ Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos	Salida de servicio de las líneas de transmisión por descarga a tierra o destrucción del aislamiento.
TODA LA CENTRAL		
1	✓ Deficiencias en el suelo ✓ Objetos en el suelo ✓ Existencia de vertidos o líquidos ✓ Superficies en mal estado por condiciones atmosféricas (heladas, nieve, lluvia, agua, etc.) ✓ No utilizar puentes y saltar canal	Caídas de personas al mismo nivel.-
2	✓ Mal uso de escaleras (fijas o portátiles) ✓ Mal uso de andamios o plataformas temporales ✓ Desniveles, zanjas, taludes, etc.	Caídas de personas a distinto nivel
3	✓ Caída por manipulación manual de objetos y herramientas ✓ Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores (grúa) ✓ Caída de elementos apilados (almacén)	Caída de objetos
4	✓ Desprendimientos de elementos de montaje fijos. ✓ Desprendimientos de muros. ✓ Desplome de muros. ✓ Hundimiento de zanjas o galerías.	Desprendimientos, desplomes y derrumbes
5	✓ Choques contra objetos fijos. ✓ Choques contra objetos móviles ✓ Golpes por herramientas manuales. ✓ Golpes por herramientas portátiles eléctricas. ✓ Golpes por otros objetos vigas o conductos a baja altura	Choques y golpes
6	✓ Atropello de peatones. ✓ Choques y golpes entre vehículos. ✓ Choques y golpes contra elementos fijos. ✓ Vuelco de vehículos (caída)- ✓ Caída de cargas	Maquinaria automotriz y vehículo (dentro del centro de trabajo)
7	✓ Atrapamiento por herramientas manuales. ✓ Atrapamiento por herramientas portátiles eléctricas. ✓ Atrapamiento por máquinas fijas. ✓ Atrapamiento por objetos. ✓ Atrapamiento por mecanismos en movimiento.	Atrapamiento
8	✓ Cortes por herramientas portátiles eléctricas. ✓ Cortes por herramientas manuales. ✓ Cortes por máquinas fijas. ✓ Cortes por objetos o superficies. ✓ Objetos punzantes.	Cortes
9	✓ Proyecciones de fragmentos o partículas sólidas.	Proyecciones

ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE



	✓ Proyecciones líquidas. (Se excluyen las proyecciones provocadas por arcos eléctricos)	
10	✓ Fluidos o sustancias calientes / frías. ✓ Focos de calor / frío. ✓ Proyecciones calientes / frías.	Contactos térmicos
11	✓ Trabajar sin guantes de seguridad con: - Sustancias corrosivas. - Sustancias irritantes / alergizantes. - Otras sustancias químicas	Contactos químicos
12	✓ Trabajar sin guantes dieléctricos cerca de circuitos energizados o con tensión - Contactos directos - Contactos indirectos. - Descargas eléctricas (inductiva / capacitiva)	Contactos eléctricos
13	✓ No respetar distancias de seguridad	Arco eléctrico
14	(Pueden provocar accidente de trabajo) ✓ Esfuerzos al empujar o tirar objetos. ✓ Esfuerzos por el uso de herramientas. ✓ Movimientos bruscos. ✓ Esfuerzos al levantar, sostener o manipular cargas.	Sobre esfuerzos (Carga física dinámica)
15	✓ Atmósferas explosivas. ✓ Máquinas, equipos o botellas. ✓ Voladuras o material explosivo. ✓ Deflagraciones.	Explosiones
16	✓ Acumulación de material combustible. ✓ Almacenamiento y trasvase de productos inflamables. ✓ Foco de ignición ✓ Atmósfera inflamable. ✓ Proyecciones de chispas. ✓ Proyecciones de partículas calientes (soldadura). ✓ Llamas abiertas. ✓ Descarga de electricidad estática. ✓ Sobrecarga de la red eléctrica.	Incendios
17	✓ Recintos cerrados con atmósferas bajas en oxígeno. ✓ Recinto cerrado con riesgo de puesta en marcha accidental de elementos móviles o fluidos.	Confinamiento
18	✓ Choques entre vehículos en vías urbanas o interurbanas. ✓ Atropellos de peatones. ✓ Atropellos en situaciones de trabajo. ✓ vuelco de vehículos por accidente de tráfico y/o falla del terreno. ✓ Fallos mecánicos de vehículos. ✓ Choques de vehículos contra objetos fijos.	Tráfico (fuera del centro de trabajo)
19	✓ Exposición prolongada al calor. ✓ Exposición prolongada al frío. ✓ Cambios bruscos de temperatura.	Sobre carga térmica

ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE



	✓ Estrés térmico.	
20	✓ Exposición a ruidos (maquinas, radiales, etc.)	Ruido
21	✓ Exposición a vibraciones (martillos neumáticos, vibradores de hormigón, etc.)	Vibraciones
22	✓ Exposición a radiaciones ionizantes (rayos X, rayos gamma, etc.) ✓ Contacto con productos radiactivos.	Radiaciones ionizantes
23	✓ Exposición a radiación no ionizante ultravioleta (soldadura, etc.) ✓ Exposición a radiación no ionizante infrarroja. ✓ Exposición a radiación visible o luminosa.	Radiaciones no ionizantes
24	✓ Ventilación ambiental insuficiente. ✓ Ventilación excesiva (zonas de ventilación forzada, etc.) ✓ Condiciones de ventilación especiales. ✓ Atmósferas bajas en oxígeno.	Ventilación
25	✓ Iluminación ambiental insuficiente. ✓ Deslumbramientos y reflejos.	Iluminación
26	(Pueden producir enfermedad profesional) ✓ Exposición a sustancias asfixiantes. ✓ Exposición a otras sustancias tóxicas. ✓ Exposición a atmósferas contaminadas.	Agentes químicos
27	✓ Exposición a agentes biológicos. ✓ Calidad del aire y agua.	Agentes biológicos
28	(Pueden producir enfermedad profesional) ✓ Movimientos repetitivos. ✓ Espacios de trabajo. ✓ Condiciones climáticas exteriores. ✓ Carga estática. ✓ Carga dinámica.	Carga física (Carga estática postural)
29	✓ Disminución del esfuerzo muscular ✓ Aumento de la información que se maneja. ✓ Apremio del tiempo ✓ Complejidad – rapidez ✓ Atención ✓ Minuciosidad	Carga mental (Fatiga nerviosa, Trastornos emocionales y alteraciones psicossomática)
30	✓ Iluminación del puesto. ✓ Ventilación / Calidad del aire. ✓ Humedad. ✓ Temperatura. ✓ Ruido molesto.	Condiciones ambientales del puesto de trabajo
31	✓ Espacios de trabajo. ✓ Distribución de equipos. ✓ Características de equipos (PDV's, pantallas, iluminación, reflejos, etc.).	Configuración del puesto de trabajo
32	✓ Atentados	Parada de la central



3

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL

3. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CONTROL

3.1 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS

El primer paso en cualquier análisis de riesgos consiste en la identificación de los posibles sucesos no deseados que pueden ocurrir en la instalación. Este primer paso es fundamental, y de él depende el éxito posterior de todo el estudio. Una buena identificación, rigurosa y detallada, de todos los posibles peligros que pueden suceder en la actividad en estudio, es un requisito indispensable y básico para llegar a buen fin en el análisis de riesgos.

Existe una amplia gama de métodos cualitativos así como semi cuantitativos para la identificación de riesgos; sin embargo no existe una metodología específica para la identificación, evaluación y control de riesgos, lo que si existe es mucha literatura sobre riesgos aplicados a los aspectos ambientales y de seguridad, por lo que se ha tomado alguna de esta literatura como referencia y se ha adaptado a los fines de este estudio.

El esquema siguiente nos indica el proceso que sigue una gestión de riesgos, allí se muestra que la primera acción debe ser identificar el riesgo, para luego evaluar el riesgo; el cual es un proceso que pasa por estimar el riesgo, valorar dicho riesgo, para luego determinar aquellos riesgos que no son tolerables y para los cuales se plantea finalmente un programa de mitigación y control.

Mas adelante se describe las metodologías que se han diseñado, tanto para la identificación, como para la evaluación de los riesgos operativos correspondientes al sistema de generación de la Central Térmica San Nicolás.

En todos los procesos de la gestión de riesgos que ha sido descrita y que se ilustra en el siguiente gráfico, se ha tenido la participación de todos los especialistas quienes de acuerdo a su propia experiencia, la información suministrada por la empresa, así como los trabajos de campo efectuados han desarrollado esta gestión de riesgos, de acuerdo a la metodología que se describe a continuación. Debe aclararse que la metodología responde a la disponibilidad actual de la información lo cual no nos ha permitido recurrir a métodos cuantitativos sino sólo a nivel cualitativo.

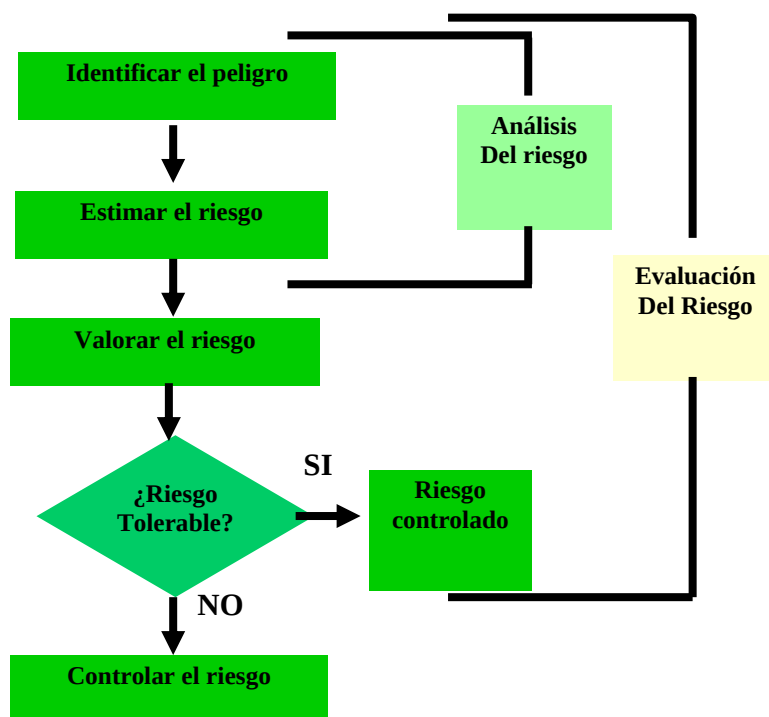


Grafico N° 6.1 LA GESTION DEL RIESGO

METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS.

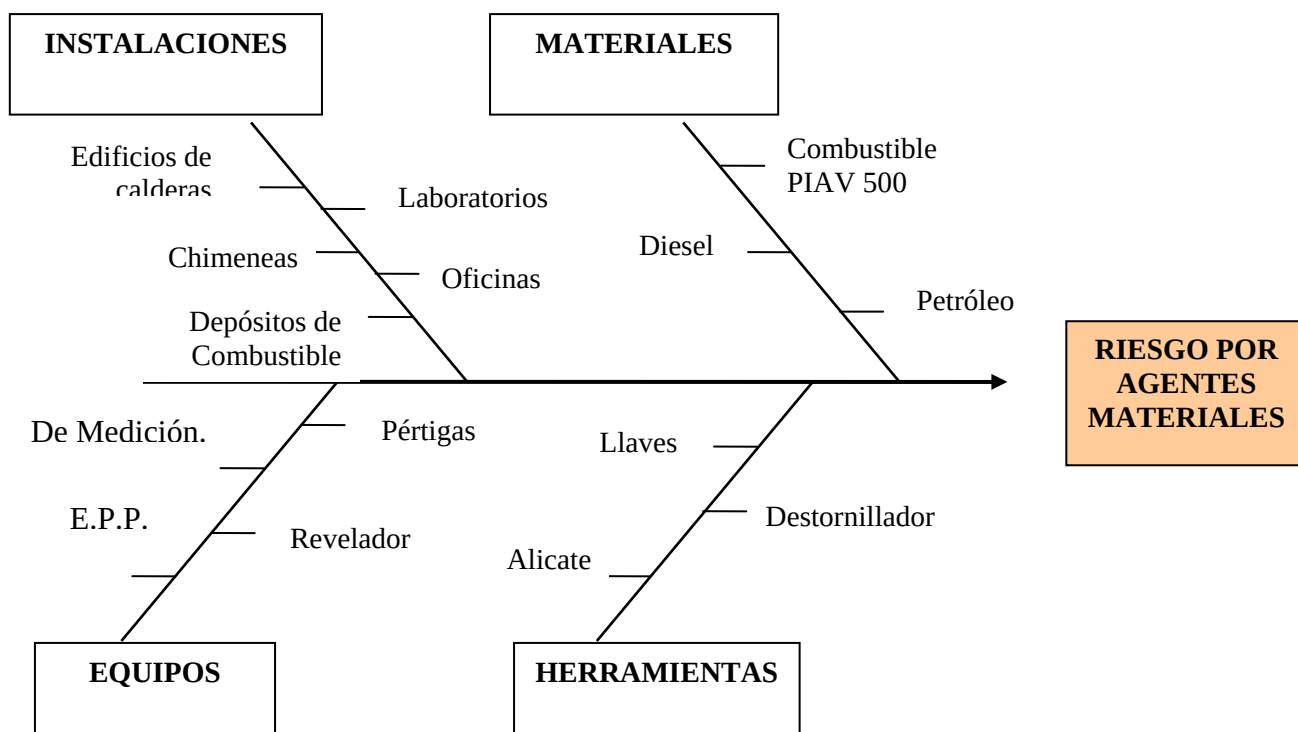
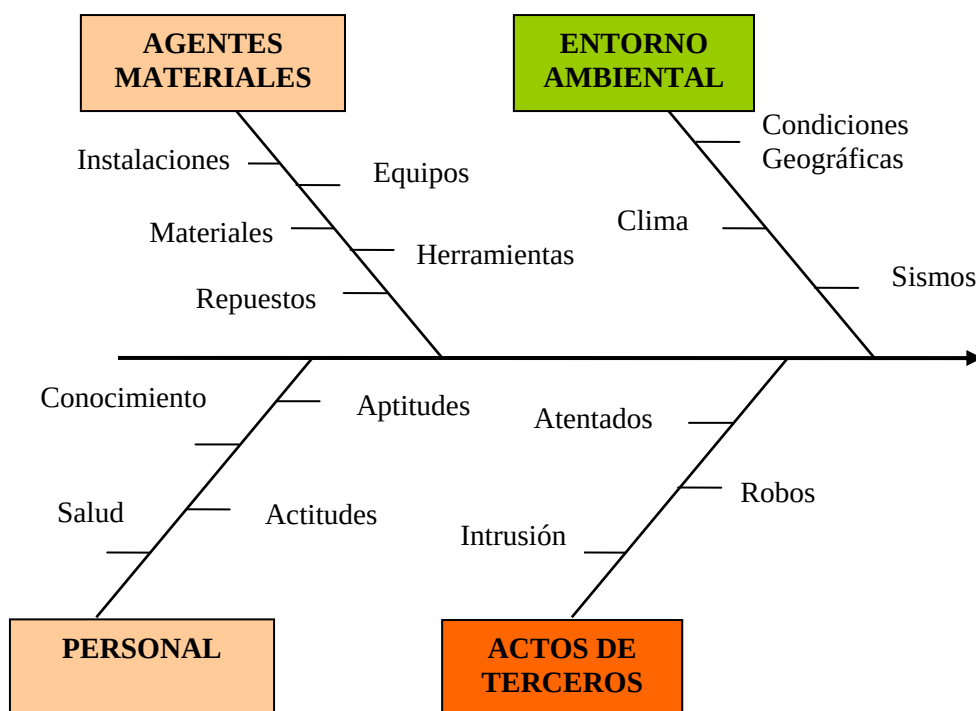
Para la identificación de riesgos se ha utilizado el método de “Causa – Efecto” (también conocido como Espina de Pescado), el cual considera una serie de factores (causas) que pueden originar los riesgos. En nuestro caso se han considerado los siguientes factores.

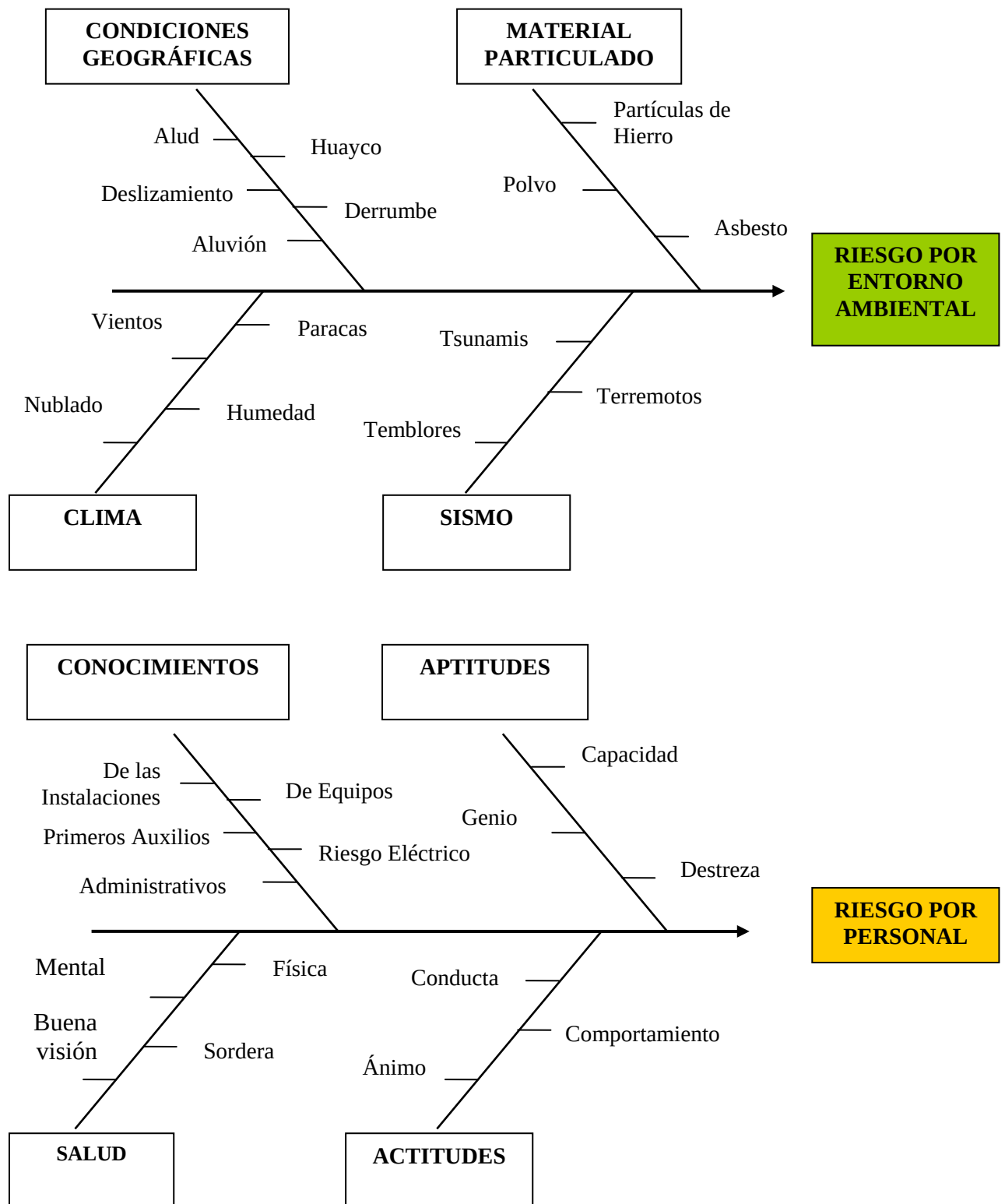
Agentes materiales.- comprende los equipos e instalaciones que conforma la Central Térmica San Nicolás; incluido las herramientas, materiales y repuestos.

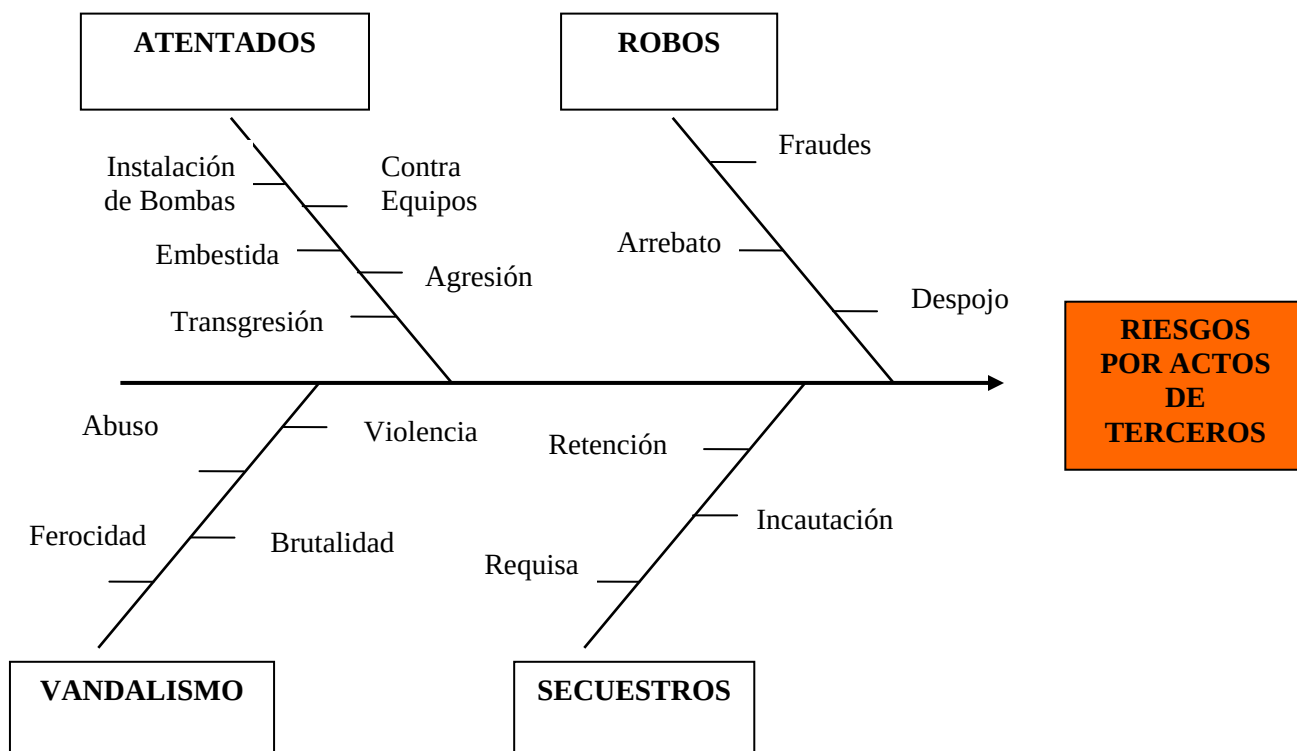
Entorno ambiental.- considera las condiciones geográficas, climatológicas, geológicas, sísmicas, etc.

Personal.- considera las aptitudes, actitudes, salud y conocimientos del personal que está destacado a la operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones que conforman las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas.

Actos de terceros.- considera los atentados terroristas y los robos sobre las instalaciones.







METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE RIESGOS.

En esta sección se establece la metodología que se ha diseñado para llevar a cabo la evaluación de riesgos en la Central Térmica San Nicolás de propiedad de SHOUGESA. Para el diseño de esta metodología se ha tomado en cuenta el criterio de evaluación general, aplicados a los temas de seguridad, salud y medio ambiente que han servido de referencia. Este criterio de evaluación considera la probabilidad de que se materialice el riesgo y las consecuencias derivadas si se materializa el riesgo.

Evaluación Del Riesgo	=	Probabilidad que se materialice el riesgo	x	Consecuencias derivadas del riesgo
-----------------------------	---	---	---	--

Aplicándose a continuación la siguiente tabla para evaluar el riesgo detectado:

Tabla N° 6.1
PROBABILIDAD, CONSECUENCIA Y ESTIMACION DEL RIESGO

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
PROBABILIDAD	Baja	TRIVIAL	TOLERABLE	MODERADO
	Media	TOLERABLE	MODERADO	IMPORTANTE
	Alta	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE

El criterio de valoración de la probabilidad y sus consecuencias en la evaluación general de riesgos que se propone, está basado en los riesgos por amenaza natural que podrían presentarse de acuerdo a la evaluación efectuada en el capítulo 4; así como los riesgos de origen antropogénico que han sido desarrollados en el capítulo 5. También se ha tomado el diagnóstico de la infraestructura y su entorno desarrollado en el capítulo 3; así como la experiencia de los especialistas que participaron en la elaboración de este estudio.

Probabilidad.

BAJA: Cuando es inusual o imposible; es decir que no es probable o es muy poco probable que ocurra durante la vida útil de la central, para el caso de riesgos naturales y para el caso de riesgos antropogénicos cuando ocurre una vez al año.

MEDIA: Cuando es ocasional; es decir cuando es probable que ocurra ocasionalmente (p.e. una vez cada 5 años a 10 años) durante la vida útil de la central para el caso de riesgos naturales y cuando ocurre una vez al mes para los riesgos antropogénicos.

ALTA: Cuando es común; es decir cuando es muy probable que ocurra con frecuencia (p.e. 1 vez por semana).

Consecuencias (Severidad de los peligros)

LIGERAMENTE DAÑINOS: Cuando el daño es marginal que puede resultar en una lesión leve por corto tiempo o una interrupción que se puede controlar rápidamente con medidas correctivas. También en esta categoría se incluye los daños que apenas son perceptibles que no

resulta en lesiones personales o el daño es insignificante a la propiedad que implica montos menores a US\$ 0,01 millones de dólares.

DAÑINO: Cuando implica daños de cierta seriedad. Resulta de lesiones personales que no se recupera o daños al sistema o requiere de una medida correctiva inmediata para la supervivencia del personal o del equipo que signifiquen montos del orden de US\$ 0,010 a US\$ 0,10 millones de dólares.

EXTREMADAMENTE DAÑINO: Cuando implica un desastre. Resulta en fatalidades o lesiones de gravedad o pérdida del sistema con implicaciones de gravedad para la organización, que en términos económicos implica pérdidas del orden de US\$ 0,10 a 1,0 millón de dólares o más.

Estimación del riesgo

Para la estimación del riesgo se ha considerado la siguiente tabla de estimación del riesgo.

Tabla N° 4
NIVELES DE RIESGO EN FUNCION A SU PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA

NIVEL 1	TRIVIAL	Cuando la probabilidad de ocurrencia es baja y su impacto o consecuencia es ligeramente dañino, en este caso no se requiere de acción específica.
NIVEL 2	TOLERABLE	Cuando la probabilidad es media y la consecuencia ligeramente dañino o cuando la probabilidad es baja y la consecuencia es dañino. En este caso se debe mejorar las acciones preventivas.
NIVEL 3	MODERADO	Cuando la probabilidad es baja y sin embargo las consecuencias son extremadamente dañinos, o cuando la probabilidad es media y la consecuencia es dañino o cuando siendo la probabilidad alta, la consecuencia es ligeramente dañino. En este caso hay que hacer esfuerzos para reducir el riesgo.
NIVEL 4	IMPORTANTE	Cuando la probabilidad es media y la consecuencia extremadamente dañino o cuando la probabilidad es alta y la consecuencia es dañino. En este caso se exige no comenzar la actividad (trabajo u operación) hasta que se haya reducido el riesgo detectado.
NIVEL 5	INTOLERABLE	Cuando la probabilidad es alta y las consecuencias son extremadamente dañinas. En este caso se exige no comenzar ni continuar el trabajo o la operación hasta que se haya reducido el riesgo detectado. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse la operación o la habilitación del personal que ha sido afectado.



CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

4. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

4.1 RIESGOS DE ORIGEN NATURAL.

4.1.1 Sistema de Suministro y Almacenamiento de Combustible.

1. Riesgos de explosión, incendio y contaminación del agua de mar por derrame de combustible debido a rotura de tuberías provocados por sismo de gran intensidad.

En el caso de presentarse sismos de gran magnitud, de 9 a más en la escala de Richter, en la zona de emplazamiento de la central, es posible que haya un desplazamiento crítico de bases de anclaje de las tuberías que puedan ocasionar una rotura de ellas con lo cual se produciría un derrame que puede ocasionar explosión, incendio y contaminación del agua de mar.

De acuerdo a los antecedentes históricos de eventos ocurridos (Ver Cuadro N° 4.2), la Central Térmica San Nicolás se encuentra en una zona de alta sismicidad y en las que en varias ocasiones se ha llegado a los límites anteriores; por otro lado las instalaciones que corresponden al sistema de almacenamiento y abastecimiento de combustible así como la central es antigua por lo que podemos decir que este riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia media, pero de producirse sus consecuencias pueden ser dañinas; con lo cual se estima que el riesgo es moderado.

2. Riesgo de explosión, incendio y contaminación del agua de mar por rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina.

Como se ha señalado anteriormente, la cercanía de la central con respecto al mar hace que la corrosión sea un problema para la conservación de los tanques y tuberías que en su integridad son metálicas, en consecuencia la probabilidad de ocurrencia es media y sus consecuencias dañinas con lo cual se estima que el riesgo es también moderado.

4.1.2 Calderas.

1. Riesgo de asentamiento del terreno y colapso de las calderas por falla en estructuras de soporte provocados por sismo.

Con un sismo mayor a grado 9 en la escala de Richter es posible que se asiente el terreno de emplazamiento de las calderas. Siendo el

área de emplazamiento catalogada como de alta sismicidad con algunos registros de niveles de sismos mayores a grado nueve lo cual hace que la probabilidad de ocurrencia sea media, pero de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede estimarse como importante.

4.1.3 Casa de Máquinas.

1. Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por falla en estructuras de soporte provocadas por sismo.

Al igual que en el caso de las calderas, con un sismo mayor a grado 9 en la escala de Richter es posible que se asiente las bases de la casa de máquinas provocando que se asiente el terreno y colapse el edificio (la casa de máquinas). Siendo el área de emplazamiento catalogada como de alta sismicidad y considerando la antigüedad de esta instalación, la probabilidad de ocurrencia puede ser calificada como media, pero de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede estimarse como importante.

2. Colapso de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis.

Un Tsunami puede también causar un colapso de la central ya que la central está ubicada muy cerca al mar; sin embargo no se tienen registros históricos de este tipo de eventos para la zona de emplazamiento de la central por lo que su probabilidad de ocurrencia es baja, pero de producirse sus consecuencias sería extremadamente dañinas con lo cual el riesgo que se estima es moderado.

4.1.4 Sistema de Enfriamiento

1. Parada de la central por colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo.

Con un sismo de gran intensidad también es posible que colapse el sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o se rompan las tuberías que llevan el agua de mar al condensador y/o el que evacúa dicha agua del condensador hacia el mar; lo cual implicaría una parada de la central, su probabilidad de ocurrencia puede ser calificado como baja, su consecuencia ligeramente dañino y su riesgo trivial.

4.1.5 Subestación, transformadores y líneas de transmisión

1. Contaminación e incendio por fallas en estructuras de soporte de los transformadores provocados por sismo.

Las estructuras de soporte de transformadores pueden fallar en caso de un sismo de gran magnitud provocando la caída del transformador, con posible daño de la carcasa y pérdida del aceite dieléctrico. En el caso de que los instrumentos de protección no actúen debido a la gravedad del sismo o por mantenimiento inadecuado, podría presentarse un cortocircuito, una explosión y el consiguiente incendio del transformador.

La ocurrencia de una falla de este tipo se daría básicamente por un sismo de gran magnitud y sus consecuencias serían de suma gravedad.

Dada la ubicación de la central térmica que está dentro de una zona sísmica, se estima que la probabilidad de ocurrencia es media, sus consecuencias serían dañinas, estimándose un riesgo moderado.

2. Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central provocadas por las brisas.

La ubicación de la CT. San Nicolás es muy próxima al mar, por lo que está sometida a los efectos de la brisa marina que por su salinidad origina la corrosión de la parte metálica de los equipos e instalaciones.

Considerando que la brisa marina se da permanentemente, su efecto también es permanente produciéndose una intensa corrosión con los consecuentes daños sobre la integridad de las partes metálicas de los equipos y las estructuras de la central.

Este hecho hace que la probabilidad de ocurrencia sea alta con consecuencias dañinas y con un riesgo importante.

3. Deterioro de todos los equipos e instalaciones de la central y descargas eléctricas por pérdida de aislamiento por presencia de material particulado de la operación minera.

La zona en la que se encuentra instalada la Central Térmica San Nicolás es extremadamente árida, arenosa y de fuerte y continuos vientos los que levantan polvo fino que se depositan e impregnan en las superficies fijas y móviles de los equipos e instalaciones provocando su deterioro.

Este hecho natural se incrementa por las actividades mineras especialmente por el polvo que se genera durante la descarga del mineral transportado por la faja y la proveniente de los depósitos del mineral en proceso y terminado.

Dado que los vientos y las condiciones de la zona son permanentes y se han incrementado con las actividades mineras, los daños que ocasionan a los equipos e instalaciones son también permanentes, lo que obliga a intensificar el mantenimiento con la finalidad de mitigar sus efectos tales como las interrupciones del servicio por contaminación del aislamiento de las subestaciones y líneas de transmisión.

Por esta razón la probabilidad de ocurrencia es alta, sus consecuencias son dañinas y el riesgo es importante.

4.1.6 Trabajadores

Con un sismo de gran intensidad o un tsunami se puede causar accidentes graves y fatales en los trabajadores de la central; considerando que existen antecedentes históricos de grandes sismos en la zona, su probabilidad de ocurrencia es media; sin embargo considerando que existe una continua capacitación del personal en cuanto a medidas preventivas ante un evento de esta naturaleza, sobretodo para el caso de sismos; sus consecuencias pueden ser controlables (sólo dañinos) con lo cual se estima que el riesgo sea moderado.

4.2 RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO.

4.2.1 Sistema de enfriamiento de la central.

1. Aluvión y erosión del terreno por rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.

Estando expuesta las tuberías que conducen el agua de mar a los condensadores así como las que evacuan el agua de los condensadores hacia el mar, cuyo flujo es alto (1300 m³/hora) siempre es probable que exista un riesgo por atentados; sin embargo considerando que la central está normalmente bien resguardada su probabilidad de ocurrencia es baja; sin embargo de producirse sus consecuencias serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede ser considerado moderado.

4.2.2 Suministro y almacenamiento de combustibles

1. Incendio, explosión y caídas por suelo resbaladizo por derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.

Por deficiencias operativas, tuberías corroídas y costuras de soldaduras fatigadas es posible que se tenga rotura de las tuberías por sobrepresiones (golpe de ariete) y desgaste.

Tomando en cuenta la antigüedad de las instalaciones pero la buena experiencia que tiene el personal operativo, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media; sin embargo de producirse sus consecuencias serían dañinas, por lo que se estima que este riesgo es moderado.

2. Incendio y explosión por rebose total del petróleo en el tanque diario N° 3.

En el caso que se tenga fugas considerables en la tubería de 30" que está enterrada en el relleno es posible que se produzca un aluvión de material de relleno sobre el tanque que rompa la tapa y desplace el petróleo al exterior lo cual podría originar un incendio y explosión de este tanque; sin embargo tomando en cuenta que siempre se está efectuando inspecciones de estas tuberías su probabilidad de ocurrencia es baja, pero de producirse sus consecuencias serían dañinas con lo cual el riesgo se estima como tolerable.

3. Incendio y explosión por derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel N° 2.

Este riesgo es posible de producirse una volcadura del camión cisterna, por colapso mayor del tanque cisterna o rebose del petróleo Diesel N° 2 al momento del despacho; sin embargo considerando que existe a pesar de que existe un buen control de las maniobras, por la antigüedad de los equipos la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media y de producirse sus consecuencias pueden ser calificados como dañinos, por lo que se estima que el riesgo es moderado.

4. Explosión e incendio por rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.

Al igual que en el caso de la rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media; sin embargo de producirse sus consecuencias serían dañinas, por lo que se estima que este riesgo es moderado.

4.2.3 Calderas

1. Inestabilidad y colapso de las calderas por fallas en las estructuras de soporte de las calderas

Cuando las estructuras están corroídas, los pernos de anclaje oxidados o se tiene las costuras de las soldaduras fatigadas, es posible que fallen las estructuras metálicas que soportan el peso de las calderas. Dada la antigüedad de los equipos (sobretudo la caldera N° 3 que es la más antigua) y el ambiente corrosivo en la que está inmerso la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es media, su consecuencia extremadamente dañino, su riesgo importante.

2. Explosión en el hogar de las calderas por falla en los dispositivos de seguridad y control.

Como se sabe existen ciertos parámetros que se deben controlar permanentemente para garantizar una operación segura y eficiente de las calderas; básicamente estos están referidos a un buen control de las temperaturas, presiones y flujos de los diferentes fluidos que intervienen en el proceso, es decir el agua, el vapor, los gases y el aire. Asimismo existen dispositivos de seguridad (03 válvulas de seguridad y un switch de apagado por alta presión en el hogar). Un descuido en el mantenimiento de estos dispositivos o errores humanos en la operación de ellas puede ocasionar una explosión del hogar de la caldera. Dado que estos dispositivos están siendo permanentemente inspeccionados y el personal operativo continuamente capacitado, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo es medio, sus consecuencias sí serían dañinas por lo que se estima que el riesgo es moderado.

3. Rotura del Drum y/o tubos de las calderas por deficiencias de operación y mantenimiento

El drum y/o los tubos de las calderas pueden tener una rotura si se tiene un bajo nivel de agua o si existe un recalentamiento y/o corrosión de los tubos de la caldera. El bajo nivel de agua puede tenerse si hay fallas en el sistema de control de nivel de agua, en el transmisor de nivel inferior de agua, fallas en las bombas de agua de alimentación; también pueden haber errores humanos. Por otra parte si los tubos quedan sin agua de refrigeración o tienen sarro interno, puede producirse recalentamiento de los tubos de la caldera. También puede corroerse los tubos de la caldera por mala calidad del agua así como antigüedad o deficiencias en el mantenimiento.

Todas estas fallas pueden darse en esta central considerando su antigüedad; sin embargo esta posibilidad disminuye si se toma en

cuenta que existe una política de mantenimiento que prioriza las medidas preventivas que reducen esta probabilidad, de tal manera podemos decir que la probabilidad de que ocurra este riesgo es media, aunque sus consecuencias sí serían extremadamente dañinas por lo que el riesgo puede ser considerado como importante.

4.2.4 Motores Diesel

1. Explosión del carter por ignición de los gases y neblina del aceite.

El carter puede explotar debido la ignición de los gases y neblina del aceite en el carter debido a dos condiciones:

1. Las altas temperaturas de la explosión en la cámara de combustión alcanza a ingresar al carter. Debido a que el sellado del cilindro es deficiente.
2. O la temperatura en puntos de fricción alcanzan niveles de ignición de la neblina de gases del carter, por falta de una adecuada lubricación en las paredes del cilindro.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

2. Rotura de pistones y cigüeñales por impulso axial del bulón con motor en marcha y falla en la sincronización.

Un deficiente mantenimiento de los cilindros, anillos y biela así como una rotura o deformación de la faja de sincronización por desgaste puede ocasionar una rotura de los pistones y cigüeñales.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

4.2.5 Casa de Máquinas (edificio, turbinas y generadores eléctricos)

1. Explosión e incendio del generador por falla en el aislamiento de bobinas, rotor o excitatriz.

El aislamiento de las bobinas del generador, tanto del rotor como del estator, así como de la excitatriz pueden fallar por envejecimiento o por sobretensiones originadas por descargas atmosféricas o maniobras en el sistema eléctrico, causando la puesta fuera de servicio del equipo.

Con el objeto de evitar las consecuencias de estas fallas es necesario que se efectúen controles y pruebas permanentes así como un mantenimiento anual integral que permita restituir las propiedades aislantes de las partes fijas y móviles de los generadores con objeto de darles mayor confiabilidad a las operaciones.

Por lo señalado la probabilidad de ocurrencia es media, sus consecuencias dañinas, estimándose un riesgo moderado.

2. Incendio y explosión de la turbina

Por fallas en los dispositivos de control y protección, por fugas de vapor, combustible, agua caliente, aceite y por negligencia en el personal pueden originarse incendio y explosión.

Sin embargo hasta la fecha no se ha manifestado ningún problema de este tipo; por lo tanto podemos calificar que la probabilidad de ocurrencia es baja y su consecuencia es extremadamente dañina, lo que resulta siendo un riesgo de nivel 3 o moderado.

4.2.6 Líneas, subestaciones (transformadores de potencia) y sistemas de protección y control

1. Explosión e incendio del interruptor por falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.

Una falla en el aislamiento de terminales, cámaras de extinción y contactos del interruptor originaran un grave daño al equipo y provocarán una salida intempestiva del mismo al que están protegiendo. Estas pueden ocurrir por falta de mantenimiento o por falla del material, por lo que deben establecerse controles frecuentes que permitan conocer programar y realizar su mantenimiento preventivo.

Por estas razones la probabilidad de ocurrencia de este tipo de fallas es media, su consecuencia dañina con un riesgo moderado.

2. Cortocircuito e incendio de los tableros por falla en el aislamiento de los tableros

Las fallas de aislamiento de los diversos componentes y del cableado de los tableros, pueden ocasionar un cortocircuito, con el consiguiente incendio y destrucción del tablero y la puesta fuera de servicio del equipo que controla.

Para evitar este tipo de fallas deben programarse inspecciones frecuentes y realizar mantenimientos preventivos programados.

Por estas razones la probabilidad de ocurrencia de estas fallas son medias, sus consecuencias dañinas con un riesgo tolerable.

3. Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos

Las líneas de transmisión y los terminales de los cables de potencia del sistema eléctrico de Shougesa están permanentemente contaminados por el polvo que levantan y arrastran los fuertes y continuos vientos existentes en la zona, los que se impregnan en los aisladores provocando descargas eléctricas y puestas a tierra que originan las interrupciones del suministro eléctrico a las operaciones y al servicio público de electricidad. El contenido de este polvo se incrementa con los que se producen por las operaciones mineras creándose un polvo con contenido metálico que acelera el proceso de contaminación del aislamiento de las líneas y terminales de los cables.

Esta situación obliga a incrementar la frecuencia y la calidad de los mantenimientos preventivos con la finalidad de minimizar sus efectos negativos.

Por lo mencionado la probabilidad de ocurrencia de este hecho es alto, su efecto es dañino y el riesgo importante.

4.2.7 Toda La Central.

1. Otros riesgos a que están sometidos toda la central por origen antropogénico

A continuación se hace una breve descripción de los riesgos tecnológicos encontrados:

Caídas de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existe en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón.

Caídas de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, aunque sea muy ocasionalmente, en zonas



elevadas sin protección adecuada, como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc. En los accesos a estas zonas y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo.

Desprendimientos, desplomes y derrumbes: El riesgo puede presentarse por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales

Choques y golpes: Este riesgo tipo puede presentarse cuando existe la posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso

Maquinaria automotriz y vehículo (dentro del centro de trabajo): Posibilidad de que se produzcan un accidente al utilizar maquinaria / vehículo o por atropellos de estos elementos dentro del lugar de trabajo.

Atropamiento: Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales.

Cortes: Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquinas-herramientas, etc..

Proyecciones: Posibilidad de que se produzcan lesiones por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramienta o acción mecánica. Incluye, además las proyecciones líquidas originadas por fugas, escapes de vapor, gases, licuados, etc.

Contactos térmicos: Posibilidad de quemaduras o lesiones ocasionadas por contacto con superficies o productos calientes o fríos.

Contactos químicos: Posibilidad de lesiones producidas por contacto con sustancias agresivas o afecciones motivadas por presencia de éstas en el ambiente.

Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daños producidos por el paso de corriente por el cuerpo.

Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.



Sobre esfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del individuo.

Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o sobrepresión de recipientes a presión..

Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.

Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados, o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera respirable en dicho recinto.

Tráfico (fuera del centro de trabajo): Posibilidad de sufrir una lesión por golpe o atropello por un vehículo (perteneciente o no a la Empresa) durante la jornada de trabajo, fuera del lugar de trabajo. Incluye los accidentes de tráfico en horas de trabajo pero fuera del lugar de trabajo. Excluye los accidentes al ir o volver del trabajo.

Sobre carga térmica: Posibilidad de daño por permanencia en ambiente con calor o frío excesivo. Este riesgo se evalúa por mediciones de diferentes tipos de temperaturas (seca, húmeda, etc.).

Ruido: Posibilidad de producirse una lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles. Este riesgo se evalúa por medición y cálculo del nivel equivalente.

Vibraciones: Posibilidad de producirse una lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles. Este riesgo se evalúa por medición y cálculo del nivel equivalente.

Radiaciones ionizantes: Posibilidad de lesión o afección por la acción de radiaciones ionizantes. Este riesgo se evalúa por medición.

Ventilación: Posibilidad de que se produzcan lesiones como consecuencia de la permanencia en locales o salas con ventilación insuficiente o excesiva por necesidad de la actividad. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con los valores de referencia.

Iluminación: Posibilidad riesgo por falta de o insuficiente iluminación, reflejos, deslumbramientos, etc.



Agentes químico: Posibilidad de lesiones o afecciones producidas por la exposición a sustancias perjudiciales para la salud.

Agentes biológico: Riesgo de lesiones o afecciones por la exposición a contaminantes biológicos.

Carga física (Carga estática postural): Posibilidad de fatiga física al producirse un desequilibrio ligero entre las exigencias de la tarea y la capacidad física del trabajador.

Carga mental: Cuando el trabajo exige una elevada concentración, rapidez de respuesta y un esfuerzo prolongado de atención, a los que la persona no puede adaptarse aparece la fatiga nerviosa y la posibilidad de trastornos emocionales y alteraciones psicosomáticas.

Condiciones ambientales del puesto de trabajo: Posibilidad de que el trabajador tenga molestias derivadas de factores físicos y químicos que se originen en el puesto de trabajo y puedan provocarle incomodidad.

Configuración del puesto de trabajo: Posibilidad de que las condiciones y distribución física del puesto de trabajo produzcan incomodidad en el trabajador.

En el Cuadro N° 8.1 se muestra la estimación de todos los riesgos identificados en la Central Térmica San Nicolás.

ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS

SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE



TABLA 8.1
ESTIMACION DE LOS RIESGOS EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS

ITEM	RIESGO	BABILIDAD		CONSECUENCIA ESTIMACION DEL RIESGO										IN	Nivel
		A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I				
RIESGOS DE ORIGEN NATURAL															
1	SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE														
1.1	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por derrame de combustible por Rotura de tuberías provocadas por Sismos.														3
1.2	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina														3
2	CALDERAS														
2.1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo														4
3	CASA DE MAQUINAS														
3.1	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por falla en estructuras de soporte provocadas por sismo														4
2.4	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por inundación de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis														3
3	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN		Nivel	
3.1	Colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo														1
4	SUBESTACIONES Y LINEAS DE TRANSMISION														
4.1	Falla en estructuras de soporte de los transformadores provocadas por sismo														3
5	TRABAJADORES														
5.1	Accidentes por sismo de gran intensidad y tsunamis.														3
6	ENTORNO AMBIENTAL														
6.1	Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central por Brisa marina.														4
6.2	Deterioro de LL.TT y SS.EE por descargas eléctricas provocados por polvo														4
RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO															
1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN		Nivel	
1.1.	Aluvión y erosión por rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.														3
2	SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE														
	Incendio, explosión y caídas por derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.														3
	Incendio, explosión por derrame de combustible por reboso total del petróleo del tanque diario N° 3														2
	Incendio, explosión y caídas por derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel 2														3
	Incendio y explosión por colapso mayor del tanque de almacenamiento de petróleo Diesel 2.														3
	Incendio y explosión por rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.														3
3	CALDERAS	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN		Nivel	
3.1	Inestabilidad y colapso por fallas en las estructuras de soporte de las calderas														4
3.2	Explosión en el hogar por fallas en los dispositivos de seguridad y control.														4
3.3	Rotura del Drum y tubos por Bajo nivel del agua del Drum, recalentamiento y corrosión de los tubos														4
4	MOTOR DIESEL														
4.1	Explosión del carter por ignición de los gases y neblina del aceite en el carter.														3
4.2	Rotura de pistones y cigueñales por impulso axial del bulón con motor en marcha y falla en la sincronización														3
5	CASA DE MAQUINAS	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN		Nivel	
5.1	Explosión e incendio del generador por falla en el aislamiento de bobinas de rotor, estator o excitatriz de los generadores														3
5.2	Explosión e incendio de la turbina por falla en dispositivos de control y protección de presión, temperatura y caudal de las turbinas, fugas de vapor, agua caliente, aceite y; por negligencia del personal														3
6	LINEAS Y SUBESTACIONES														
	Explosión e incendio por falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.														3
	Incendio por cortocircuito debido a falla en el aislamiento de los elementos de los tableros.														3
	Salida de servicio por puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos														4
RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO - POR CONDICIONES SUBESTANDARES															
1	UNIDADES DE GENERACION, SIST. MEDICION, PROTECCION Y CONTROL														
1.1	Caidas de personas al mismo nivel														1
1.2	Caidas de personas a distinto nivel														2
1.3	Caida de objetos														2
1.3	Desprendimientos, desplomes y derrumbes														2
1.4	Choques y golpes														2
1.5	Maquinaria automotriz y vehiculo (dentro del trabajo)														2
1.6	Atrapamiento														2
1.7	Cortes														1
1.8	Proyecciones														1
1.9	Contactos térmicos														3
1.10	Contactos químicos (contacto con asbesto y otros productos)														3
1.11	Contactos eléctricos														4
1.12	Arco eléctrico														4
1.13	Sobre esfuerzos (carga física dinámica)														1
1.16	Confinamiento														3
1.17	Tráfico (fuera del centro de trabajo)														1
1.18	Sobre carga térmica														3
1.19	Ruido														3
1.20	Vibraciones														2
1.21	Radiaciones ionizantes														2
1.22	Radiaciones no ionizantes														1
1.23	Ventilación														2
1.24	Iluminación														1
1.25	Agentes químicos														3
1.27	Carga física (carga estática postural)														1
1.28	Carga mental														1
1.29	Condiciones ambientales del puesto de trabajo														3
1.30	Configuración del puesto de trabajo														1
	A	Alto		ED	Extrem			T	Trivial						1
	M	Medio		D	Dañino			TO	Tolera						2
	B	Bajo		LD	Ligera			M	Moder						3
								I	Import						4
								IN	Intoler						5

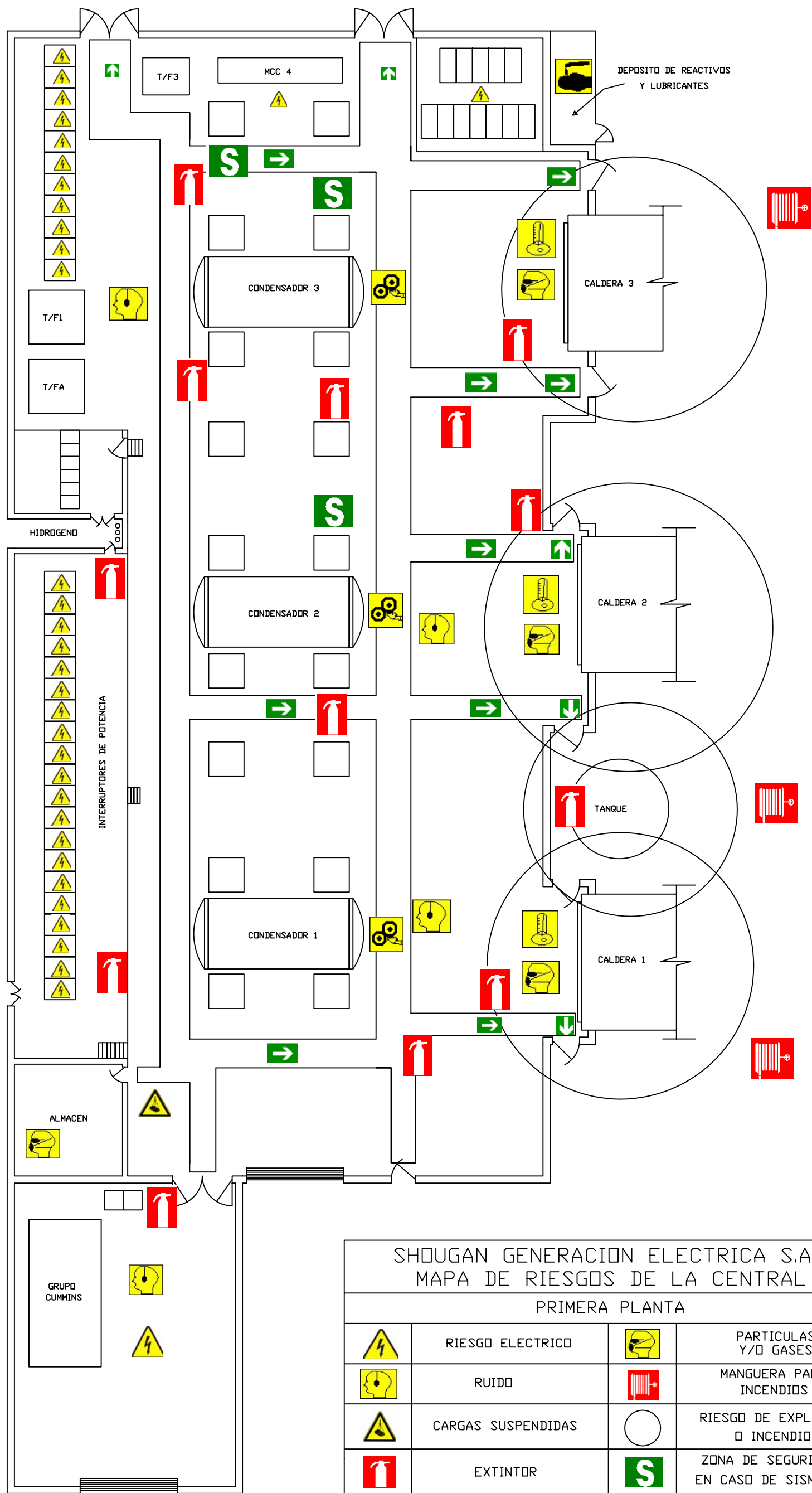
TABLA 8.1
ESTIMACION DE LOS RIESGOS EN LA CENTRAL TERMICA SAN NICOLAS

ITEM	RIESGO	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			ESTIMACION DEL RIESGO					
		A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN	Nivel
RIESGOS DE ORIGEN NATURAL													
1	SISTEMA DE SUMNISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE												
1.1	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por derrame de combustible por Rotura de tuberías provocadas por Sismos.												3
1.2	Incendio, explosión y contaminación de agua de mar por rotura de tanques y tuberías por corrosión provocado por brisa marina												3
2	CALDERAS												
2.1	Falla en estructuras de soporte provocadas por sismo												4
3	CASA DE MAQUINAS												
3.1	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por falla en estructuras de soporte provocadas por sismo												4
3.2	Asentamiento y colapso de la casa de máquinas por Inundación de la casa de máquinas provocadas por Tsunamis												3
4	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN	Nivel
4.1	Colapso del sistema de bombeo de agua de enfriamiento y/o tuberías de conducción de agua de mar provocado por sismo												1
5	SUBESTACIONES Y LINEAS DE TRANSMISION												
5.1	Falla en estructuras de soporte de los transformadores provocadas por sismo												3
6	TRABAJADORES												
6.1	Accidentes por sismo de gran intensidad y tsunamis.												3
7	ENTORNO AMBIENTAL												
7.1	Corrosión de partes metálicas de equipos e instalaciones de la central por Brisa marina.												4
7.2	Deterioro de LL.TT y SS.EE por descargas eléctricas provocados por polvo												4
RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO													
1	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CENTRAL	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN	Nivel
1.1.	Aluvión y erosión por rotura de tuberías de alimentación y descarga de agua de mar por atentado.												3
2	SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE												
2.1	Incendio, explosión y caidas por derrame de combustible por rotura de tuberías de abastecimiento a los tanques diarios.												3
2.2	Incendio, explosión por derrame de combustible por rebose total del petróleo del tanque diario Nº 3												2
2.3	Incendio, explosión y caídas por derrame desde el camión cisterna para transporte de petróleo Diesel 2												3
2.4	Incendio y explosión por colapso mayor del tanque de almacenamiento de petróleo Diesel 2.												3
2.5	Incendio y explosión por rotura de tuberías de abastecimiento a los quemadores.												3
3	CALDERAS	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN	Nivel
3.1	Inestabilidad y colapso por fallas en las estructuras de soporte de las calderas												4
3.2	Explosión en el hogar por fallas en los dispositivos de seguridad y control.												4
3.3	Rotura del Drum y tubos por Bajo nivel del agua del Drum, recalentamiento y corrosión de los tubos												4
4	MOTOR DIESEL												
4.1	Explosión del carter por ignición de los gases y neblina del aceite en el carter.												3
4.2	Rotura de pistones y cigueñales por impulso axial del bulón con motor en marcha y falla en la sincronización												3
5	CASA DE MAQUINAS	A	M	B	ED	D	LD	T	TO	M	I	IN	Nivel
5.1	Explosión e incendio del generador por falla en el aislamiento de bobinas de rotor, estator o excitatriz de los generadores												3
5.2	Explosión e incendio de la turbina por falla en dispositivos de control y protección de presión, temperatura y caudal de las turbinas, fugas de vapor, agua caliente, aceite y; por negligencia del personal												3
6	LINEAS Y SUBESTACIONES												
6.1	Explosión e incendio por falla en aislamiento de terminales, cámaras de extinción del interruptor.												3
6.2	Incendio por cortocircuito debido a falla en el aislamiento de los elementos de los tableros												3
6.3	Salida de servicio por puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables por contaminación originada por polvos												4
RIESGOS DE ORIGEN ANTROPOGENICO - POR CONDICIONES SUBESTANDARES													
1	UNIDADES DE GENERACION, SIST. MEDICION, PROTECCION Y CONTROL												
1.1	Caídas de personas al mismo nivel												1
1.2	Caídas de personas a distinto nivel												2
1.3	Caída de objetos												2
1.3	Desprendimientos, desplomes y derrumbes												2
1.4	Choques y golpes												2
1.5	Maquinaria automotriz y vehículo (dentro del trabajo)												2
1.6	Atrapamiento												2
1.7	Cortes												1
1.8	Proyecciones												1
1.9	Contactos térmicos												3
1.10	Contactos químicos (contacto con asbesto y otros productos)												3
1.11	Contactos eléctricos												4
1.12	Arco eléctrico												4
1.13	Sobre esfuerzos (carga física dinámica)												1
1.16	Confinamiento												3
1.17	Tráfico (fuera del centro de trabajo)												1
1.18	Sobre carga térmica												3
1.19	Ruido												3
1.20	Vibraciones												2
1.21	Radiaciones ionizantes												2
1.22	Radiaciones no ionizantes												1
1.23	Ventilación												2
1.24	Iluminación												1
1.25	Agentes químicos												3
1.27	Carga física (carga estática postural)												1
1.28	Carga mental												1
1.29	Condiciones ambientales del puesto de trabajo												3
1.30	Configuración del puesto de trabajo												1
	A	Alto			ED	Extrem		T	Trivial				1
	M	Medio			D	Dañino		TO	Tolera				2
	B	Bajo			LD	Ligera		M	Moder				3
								I	Import				4
								IN	Intoler				5

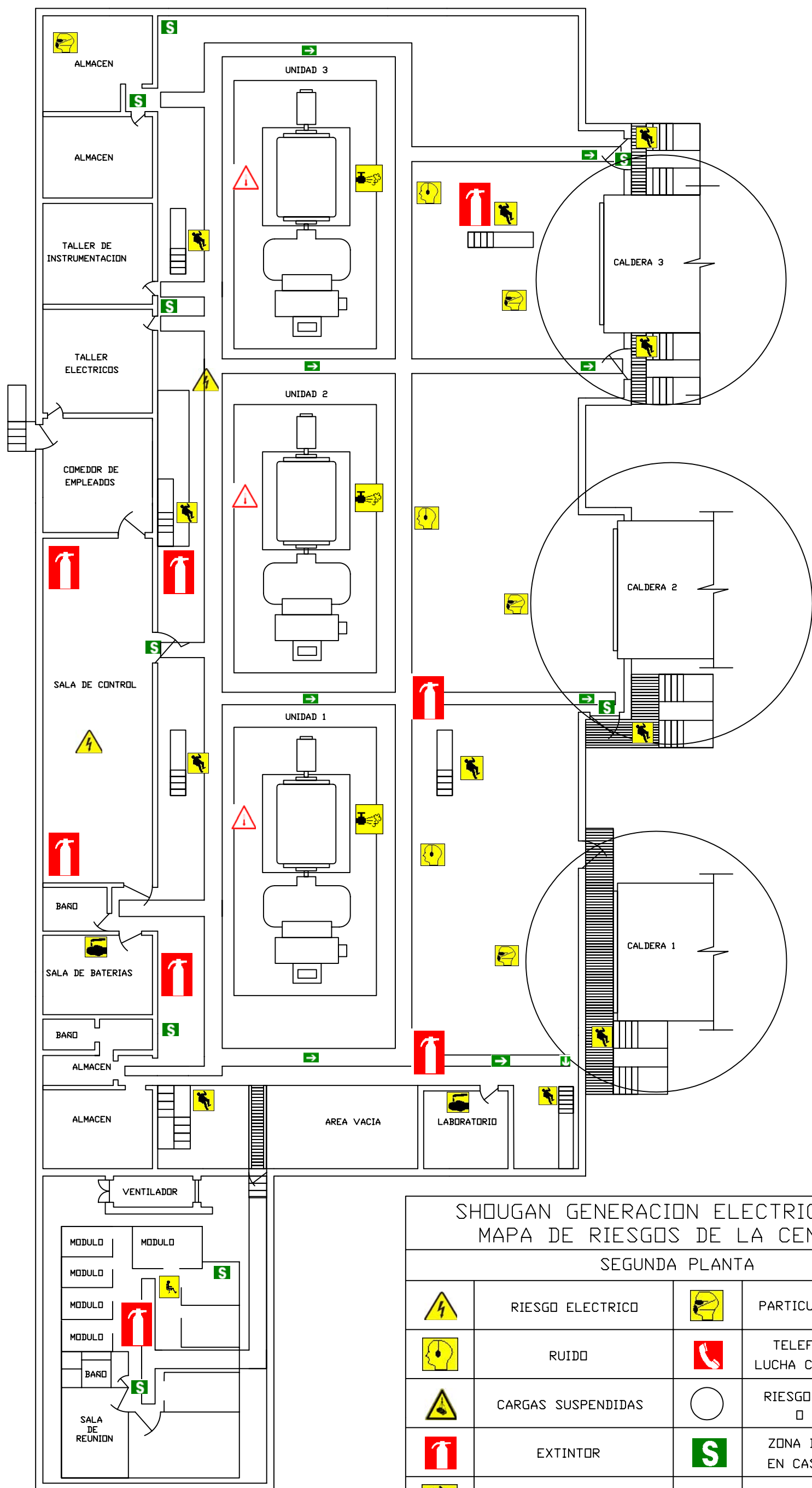


4.3 MAPA DE RIESGOS

A continuación se presentan los Mapas de Riesgos correspondientes.



SHOUGAN GENERACION ELECTRICA S.A.A. MAPA DE RIESGOS DE LA CENTRAL			
PRIMERA PLANTA			
	RIESGO ELECTRICO		PARTICULAS Y/O GASES
	RUIDO		MANGUERA PARA INCENDIOS
	CARGAS SUSPENDIDAS		RIESGO DE EXPLOSION O INCENDIO
	EXTINTOR		ZONA DE SEGURIDAD EN CASO DE SISMOS
	RUTAS DE EVACUACION		ATRAPADO POR, GOLPEADO POR
	RADIACIONES NO IONIZANTES		CONTACTO CON QUIMICOS
	TEMPERATURA EXTREMA		



SHOUGAN GENERACION ELECTRICA S.A.A.
MAPA DE RIESGOS DE LA CENTRAL

SEGUNDA PLANTA

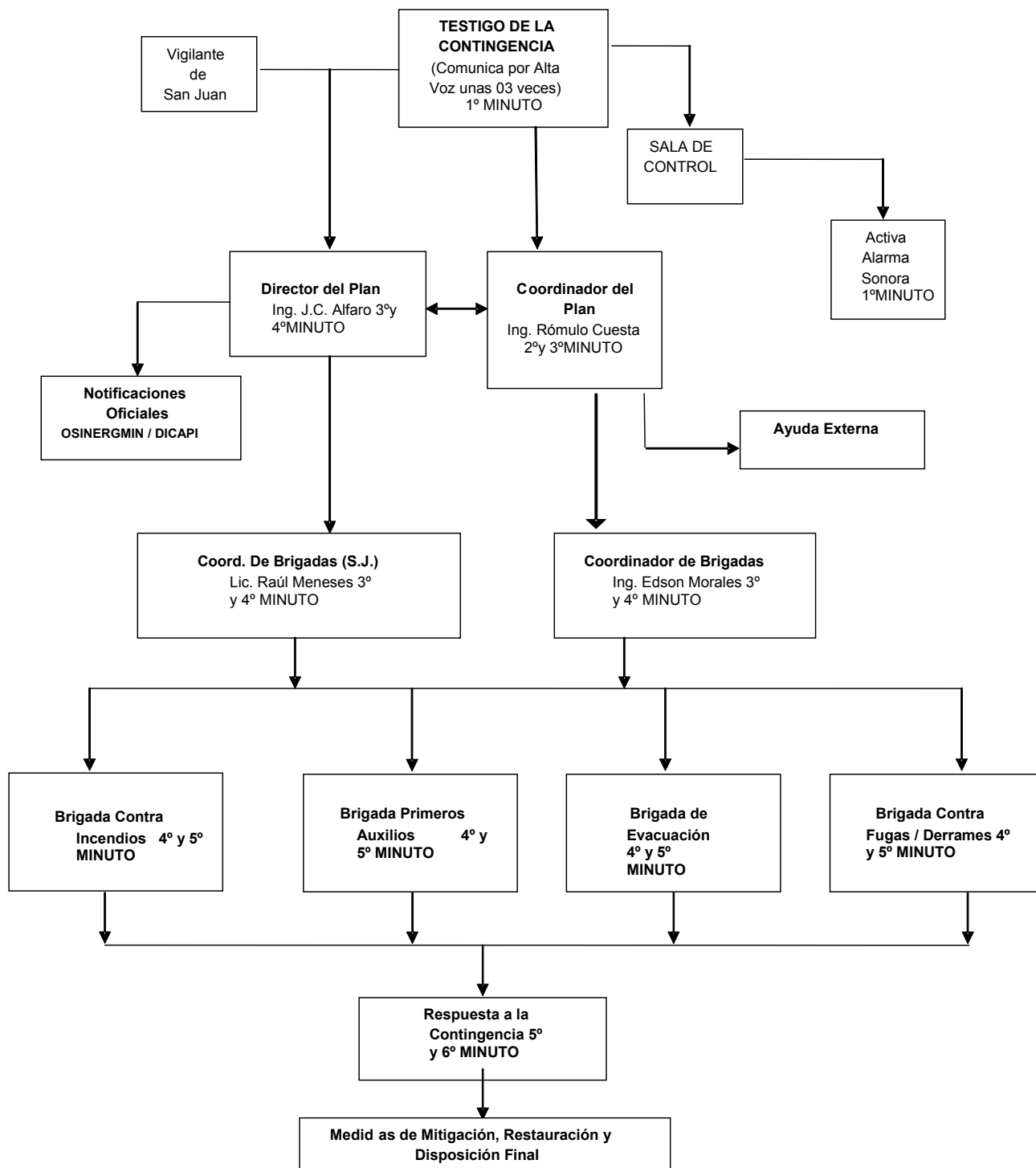
	RIESGO ELECTRICO		PARTICULAS Y/O GASES
	RUIDO		TELEFONO PARA LA LUCHA CONTRA INCENDIOS
	CARGAS SUSPENDIDAS		RIESGO DE EXPLOSION O INCENDIO
	EXTINTOR		ZONA DE SEGURIDAD EN CASO DE SISMOS
	CAIDA		RUTAS DE EVACUACION
	TEMPERATURAS ALTAS		QUEMADURAS POR VAPOR
	RIESGO ERGONOMICO		



5

TIEMPO Y CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA ENTIDAD

5. TIEMPO Y CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA ENTIDAD



5.1 CONTACTOS INTERNOS

Teléfonos de funcionarios a ser comunicados en caso de emergencias:

- Ing. Juan Carlos Alfaro, Sub Gerente de Operaciones (Director del Plan de Contingencias).
Teléfonos: 2438 / 956-766880 / RES-2450 (domicilio D-22)
- Ing. Rómulo Cuesta, Superintendente de Planta (Coordinador del Plan de Contingencias).
Teléfonos: 3407 / 956-747531 / RES-2493 (domicilio C-3)
- Ing. Edson Morales, Jefe Operación y Mantenimiento (Coordinador de Brigadas)
Teléfonos: 3405 / 956-747535 / RES-2648 (domicilio D-4)
- Ing. Fernando Cuesta, Asistente Supervisor Mecánico (Sub Coordinador de Brigadas)
Teléfonos: 3405 / RES-2377 (domicilio G-36)
- Lic. Raúl Meneses, Administrador (Coordinador de Brigadas San Juan)
Teléfonos: 2657 / 956-747607 / RES-2548 (domicilio G-31)
- Ing. Víctor Etchebarne R., Asesor Externo Seguridad y Medio Ambiente
Teléfonos: 3144 / 956-747367 / RES-525050 (domicilio PP. JJ. Túpac Amaru K -8)
- Abog. Javier Cárdenas, Asesor Jurídico
Teléfonos: 2166 / 956-725644 / RES-2643 (domicilio C-14)
- Dr. Daniel Vargas Acevedo, Asesor Médico
Teléfonos: 2276 / 956-721594 / RES -2451 (domicilio D-1)



6

TIEMPO, CAPACIDAD DE RESPUESTA Y ACCESIBILIDAD DE APOYO EXTERNO

6. TIEMPO, CAPACIDAD DE RESPUESTA Y ACCESIBILIDAD DE APOYO EXTERNO

6.1 TIEMPOS DE ACCIÓN DE INSTITUCIONES DE APOYO:

Shougang Hierro Perú S.A.A.	12 minutos
Hospital María Reiche (Dirección)	30 minutos
Centro de Salud José Paseta Bar (Dirección)	30 minutos
Compañía de Bomberos Marcona N° 152(Jefat.)	30 minutos
Servicio Contra Incendios (Jefatura)	30 minutos
Estación PNP San Juan (Comandancia)	30 minutos
Base Naval San Juan (Comandancia)	30 minutos

6.2 COMUNICACIÓN CON OTRAS INSTITUCIONES DE APOYO

De ser necesario se notificará a las siguientes Instituciones de Apoyo:

Shougang Hierro Perú S.A.A.	3222/3144
Hospital María Reiche (Dirección)	525082-525064
Centro de Salud José Paseta Bar (Dirección)	525048
Compañía de Bomberos Marcona N° 152(Jefat.)	525800
Servicio Contra Incendios (Jefatura)	525072-525136
Estación PNP San Juan (Comandancia)	525566
Base Naval San Juan (Comandancia)	525089

6.3 CAPACIDAD DE RESPUESTA EXTERNA

Equipamiento de Organismos de Apoyo

1. Shougang Hierro Perú S.A.A., con personal, maquinaria liviana y pesada, materiales y herramientas.
2. Hospital María Reiche (Dirección) apoya con ambulancia y en la atención paramédica y médica a los accidentados
3. Centro de Salud José Paseta Bar (Dirección) apoya también en la atención paramédica y médica a los accidentados.
4. Compañía de Bomberos Marcona N° 152(Jefat.) apoya con el Camión Bomba, personal de rescate y traslado de accidentados y atención paramédica.
5. Servicio Contra Incendios (Jefatura) apoya con el Camión Contra Incendios y su personal de lucha contra incendios.
6. Estación PNP San Juan (Comandancia) apoya en las coordinaciones de seguridad, control y levantamiento de actas de las denuncias, investigaciones y otras labores que le competen.



7. Base Naval San Juan (Comandancia) apoya con personal, material logístico y puede, si es necesario, activar el Plan de Contingencia Local del Servicio de Capitanías, Guardacostas Marítima de San Juan.

7

TIPO, CANTIDAD Y UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE DETECCIÓN, ALARMA Y CONTROL DE EMERGENCIAS

7. TIPO, CANTIDAD Y UBICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE DETECCIÓN, ALARMA Y CONTROL DE EMERGENCIAS

Equipamiento de Detección, Alarma y Control de Emergencias

Nuestra Central cuenta con los siguientes equipos e implementos de seguridad para combatir emergencias:

- Extintores de 20 Libras, el listado se presenta en el cuadro siguiente:

TIPO	NUMERO	NUMERO
B (PQS)	1-40	Lado comedor de obreros (1 er piso)
B (PQS)	2-40	Pozo de bombas de petróleo 1-2
B (PQS)	3-40	Lado motor pre-calentador N°1
B (PQS)	4-40	Lado torres secado de aire N° 1
C (CO ₂)	5-40	Lado Compresora SULLAIR
C (CO ₂)	6-40	Lado Bombas de agua fresca U-1
C (CO ₂)	7-40	Costado cuarto de hidrógeno
C (CO ₂)	8-40	Costado bombas Hotwell U-2
C (CO ₂)	9-40	Frente a bombas Hotwell U-3
C (CO ₂)	10-40	Costado enfriadores de aceite U-3
B (PQS)	11-40	Costado condensador N°3 (lado oeste)
B (PQS)	12-40	Costado banco de resistencias turbina N° 3
B (PQS)	13-40	Costado bomba de alimentación N° 6, U-3
B (PQS)	14-40	Bajo el tanque de destilado N°2
B (PQS)	15-40	Lado válvula de descarga evaporador N° 2
ABC (PV)	16-40	Sala de motor auxiliar ONAN CUMMINS
B (PQS)	17-40	Lado bomba make up
B (PQS)	18-40	Puerta Ventilador de cola N° 3
B (PQS)	19-40	Pozo de bombas de petróleo U-3
B (PQS)	20-40	Caldera N° 1 – lado quemador N° 3
B (PQS)	21-40	Estación de Bombas
ABC (PV)	22-40	Pasadizo eyector N° 1
B (PQS)	23-40	Pasadizo extracciones U-2
ABC (PV)	24-40	Caldera N° 2 – lado quemador N° 2
ABC (PV)	25-40	Caldera N° 2 – lado quemador N° 4
ABC (PV)	26-40	Costado tablero de encendido quemadores caldera N° 2
B (PQS)	27-40	Costado válvula de vapor calentador de petróleo U-3
B (PQS)	28-40	Lado panel logia
B (PQS)	29-40	Caldera N° 3 – lado quemador N° 3
B (PQS)	30-40	Costado del ventilador de sello U-3
C (CO ₂)	31-40	Costado evaporador N° 3
C (CO ₂)	32-40	Costado puerta sala de control (salida lado izquierdo)
C (CO ₂)	33-40	Sala de control – lado meza supervisor de guardia
C (CO ₂)	34-40	Sala de control – lado botiquín
C (CO ₂)	35-40	Costado baño de empleados
C (CO ₂)	36-40	Costado laboratorio
B (PQS)	37-40	Costado válvula de vapor turbina N° 2
B (PQS)	38-40	Piso soplador retráctil N° 2
B (PQS)	39-40	Frente al deareador N°2
B (PQS)	40-40	Pasadizo de sopladores de la caldera N° 1
ABC (PV)	41-10	Oficinas Administrativas San Nicolás



TIPO	NUMERO	NUMERO
ABC (PV)	1-1	Lado oficina de contabilidad y patio en San Juan

CLASE	COLOR	CONTENIDO	TIPO DE INCENDIO
ABC	ROJO	POLIVALENTE (PV)	Todo tipo de Fuego
B	ROJO	CARBONATO DE SODIO (PQS)	Petróleo, gasolina, diluyente
C	ROJO	CO ₂	Origen eléctrico

- Extintor Rodante de 350 Libras de Polvo Químico Seco,
- Botella de Nitrógeno para presurizar el polvo de 220 pie³, ubicados en la parte exterior de la Central, al frente de los tanques diarios de petróleo R-500 de las unidades 1 y 2.
- Cilindros con arena.
- Bombas de agua para lucha contra incendios como la Búster 2 y la Meca ubicadas entre la caldera 1 y 2.
- Botiquín básico de primeros auxilios.
- Camillas para rescate de heridos.
- Alarmas
- Grupo Electrónico de Emergencia (ONAN CUMMINS).
- Mangueras contra incendios instaladas en sus hidrantes.
- Mandiles y guantes aluminizados, así como casco con protección facial, anti ignífugos.
- Balones de oxígeno médico.
- Señalización de rutas de evacuación y de zonas de seguridad en caso de sismos.
- Sogas, arneses.
- Palas, lampas, picos, barretas.
- Dos Camionetas pick up de doble cabina.
- Dos Camionetas grúa.
- Linternas.
- **Botiquín de Primeros Auxilios**

A continuación se listan los elementos básicos de dotación para el Botiquín de Primeros Auxilios:

Ungüentos para quemaduras, Vendas especiales para quemaduras, Aplicadores, Depósitos de diferentes tamaños, Bajalenguas, Bolsas de Plástico, Esparadrado de Papel, Esparadrado de tela, Férulas de diferentes tamaños, Collarines, Gasa en paquetes independientes, Juego de Inmovilizadores de extremidades, Tijeras, Vendas adhesivas, Vendas de rollos de diferentes tamaños, Vendas triangulares, Linterna de uso médico, Elementos de protección personal del auxiliador, Guantes quirúrgicos, Monogafas, Tapabocas, etc.



La Central dispone también de la infraestructura básica para atender emergencias tanto en San Nicolás y San Juan; cuenta con “Salidas de Emergencia”, “Zonas de Reunión de Seguridad”, Zonas de Seguridad al Interior de las instalaciones y oficinas”, “Rutas de Escape en Oficinas”.



ACCIONES DE MITIGACIÓN

8. ACCIONES DE MITIGACIÓN

8.1 DETERMINACION DE LOS RIESGOS CRITICOS

De acuerdo a la estimación de riesgos efectuada en el capítulo anterior se puede concluir que; el nivel de la mayoría de los riesgos evaluados son tolerables o moderados; pero también existen varios riesgos considerados importantes. Podemos considerar que los siguientes riesgos merecen una especial atención por las razones que se indican:

1. Los elementos más sensibles serían, las calderas, la casa de máquinas seguido de las líneas y subestaciones ya que existe una conjugación de factores naturales (sismo y entorno ambiental) y antropogénicos (personal) que sumados a la antigüedad de los equipos la hacen vulnerables a dichos factores y se corre el riesgo de incendios, explosiones, inestabilidad y colapso de ellas.
2. El sistema de suministro y almacenamiento de combustible puede también representar un riesgo de incendio, explosión y contaminación del agua de mar por derrames provocados por sismos o razones antropogénicas; sin embargo sus efectos no alcanzarían los niveles mencionados anteriormente.
3. Otros elementos sensibles son las turbinas, generadores eléctricos y las líneas y subestaciones por razones de mantenimiento y operativas los que pueden originar igualmente incendios, explosiones y salidas de servicio de ellas.
4. También resultan de cierta importancia los riesgos por contactos eléctricos y arco eléctrico.

Los otros riesgos de menor nivel se considera que son controlados sólo mediante el cumplimiento de los estándares y procedimientos.

8.2 MEDIDAS DE MITIGACION Y CONTROL

En el siguiente Cuadro N° 9.1 se ha planteado para cada uno de los riesgos descritos anteriormente las respectivas medidas de mitigación y control.

**Tabla N° 9.1
PROGRAMA DE MITIGACION Y CONTROL DE RIESGOS EN LA CENTRAL
TERMICA SAN NICOLAS**

RIESGO	ESTIMACION DEL RIESGO	CAUSAS	ANALISIS	MEDIDAS DE MITIGACION Y CONTROL DE RIESGOS
Explosión, incendio y contaminación del mar por derrames de combustible debido a rotura de tanques y tuberías del sistema de suministro y almacenamiento de combustible.	3	- Sismos de gran intensidad - Brisa marina - Deficiencias en el mantenimiento - Negligencia del personal	- La zona de emplazamiento de la central es de alta sismicidad. - La central está muy cerca al mar - No cumplimiento de Programa de inspecciones - Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo.	- Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de sismos. - Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.
Colapso de las caderas por falla de sus estructuras de soporte	4	- Sismos - Corrosión de estructuras - Oxidación de pernos de anclaje - Costuras de las soldaduras fatigadas	- La zona de emplazamiento de la central es de alta sismicidad. - La central está muy cerca al mar - No cumplimiento de Programa de inspecciones.	- Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de sismos. - Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.
Incendio y explosión en el Hogar de las Calderas	4	- Falla de dispositivos de seguridad - Sobre presiones en los tubos	- No cumplimiento de Programa de inspecciones - Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo	- Difundir las guías de acciones de respuesta que se consideran en el Plan de Contingencias para caso de incendios. - Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.
Rotura del Drum y/o tubos de las Calderas	4	- Bajo nivel del agua del Drum - Recalentamiento de tubos - Corrosión de tubos	- Fallas en el sistema de control de nivel de agua - Errores humanos en la verificación - Falla de las bombas de agua de alimentación - Tubos sin agua de refrigeración - Tubos con sarro interno - Mala calidad del agua	Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento.

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

			Falta de un programa periódico de recambio de tubos	
Explosión e Incendio del turbo generador a vapor	3	- Cortocircuito en los generadores eléctricos - Fuga de vapor, combustible, agua caliente, aceite. - Falla en los dispositivos de control y protección - Negligencia del personal	- Fallas en el aislamiento de bobinas del rotor, estator o excitatriz - Falta de verificación periódica del estado de operatividad de los dispositivos de control y protección - Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo	- Verificación periódica del nivel de aislamiento de los bobinados del generador y excitatriz - Verificación periódica de las líneas de vapor, agua caliente y circuito de combustible - Realizar la contrastación y pruebas de los dispositivos de control y protección - Verificar permanentemente el cumplimiento de los estándares y procedimientos de trabajo así como los programas de mantenimiento. - Capacitación a los trabajadores sobre los riesgos en circuitos eléctricos.
Incendio por Cortocircuito en los transformadores	3	Mantenimiento inadecuado	- Falta de verificación periódica del aislamiento de equipos cableado - Sobrecarga o sobretenensión	- verificación periódica del aislamiento de equipos y cableado - Mantenimiento de equipos de protección
Salida de servicio por puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables	4	- Polvos del ambiente - Material particulado de las operaciones mineras	Puesta a tierra de las líneas de transmisión y cables	Verificación periódica del aislamiento de equipos y cableado
Contactos eléctricos	4	Contacto directo o indirecto con equipos o instalaciones energizadas o con electricidad inducida o estática	- Incumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo - Por no cumplir con la señalización del Código Nacional de Electricidad e INDECI	- Cumplimiento de estándares y procedimientos de trabajo - Capacitación adecuada al personal en la observancia del Reglamento Interno de Seguridad, Planes de Contingencia, estándares y procedimientos de trabajo. - Cumplir con la señalización del Código Nacional de Electricidad e INDECI
Inhalación de asbesto	3	30% de Tuberías cubiertas con aislamiento térmico de asbesto Polvos del ambiente	Falta de conocimiento acerca del manejo y retiro de asbesto	Tener un procedimiento de Trabajo para retiro de Asbesto



9

EFFECTOS CLIMATOLÓGICOS Y DE DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

9. EFECTOS CLIMATOLÓGICOS Y DE DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

9.1 RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES NATURALES EN EL PERÚ

En el Perú se han presentado desastres ocasionados por diferentes amenazas (sismos, avalanchas, inundaciones, etc), que han dejado numerosas víctimas y cuantiosas pérdidas económicas, retrasando o deteniendo el desarrollo de la región donde se presentan y en algunos casos hasta el desarrollo a nivel nacional.

En la Tabla N° 4.1, se presentan algunos desastres reseñados desde el siglo XVIII hasta el actual para el Perú.

TABLA N° 4.1
RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES EN EL PERÚ

FECHA	LUGAR	EVENTO	DESCRIPCIÓN
28/10/1746	Lima	Terremoto	El terremoto ocurrió en la noche y murieron más de 1100 personas. De 3000 casas solo quedaron en pie 25. Media hora después del terremoto se generó un tsunami. La ola alcanzó 21 m de altura en las costas del Callao, arrasó con el puerto y cobró la vida de muchas personas
	Costas del Callao	Tsunami	
13/01/1960	Arequipa	Terremoto	Afecto a Chuquibamba, 63 muertos en todo el Departamento de Arequipa, redujo a escombros a Chuquibamba, Caravelí, Cotahuasi, Omate, Puquina. Radio de susceptibilidad 750 Km. extendiéndose a Cusco, Apurímac, Ica Ayacucho. Fue percibido en Lima, en La Paz (grado III-IV) magnitud 6.2. Replicas el 09 de marzo.
01/08/1963	San Pedro departamento de Ayacucho	Deslizamiento	Los deslizamientos fueron consecuencias del fuerte diaclasamiento de las rocas y la excesiva humedad. Quedaron interrumpidas las comunicaciones, se inutilizaron varias hectáreas de campo de cultivo, se originaron represamientos del río San Pedro y se interrumpió el abastecimiento de agua al pueblo de Santa Ana
26/01/1964	Arequipa	Terremoto	Afecto a las viviendas, con heridos la intensidad fue de VI (MM) en Mollendo y Ubinas llegó a V.
Febrero y Marzo de 1967	Valle de Colcabamba	Huayco	Las fuertes precipitaciones ocurridas durante el verano de 1966, originaron una serie de huaycos en el tramo superior del valle de Colcabamba. El de mayores consecuencias se produjo en el tramo medio de las quebradas Suni y Anima tributarios de la

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

			quebrada Colcabamba. Las quebradas Suni y Anima se unen en el paraje denominado Hornoyaco, y tienen cauces de fuertes pendientes labradas sobre rocas calcáreas. El poder erosivo de los huaycos se vio incrementado por el arrastre de grandes bloques pétreos, que avanzó hasta la localidad de Sillpopampa en donde se detuvo por disminución de la pendiente de terreno. En esta primera parte el aluvión destruyó los sembradíos y terrenos de cultivo a lo largo de su curso; luego la masa líquida se encauzó por los canales de irrigación produciendo el arenamiento de los mismos y el desborde hacia los terrenos bajos con los consiguientes daños. Los torrentes originados por los desbordes corrieron valle abajo ingresando al pueblo de Colcabamba por una de sus calles, con la consiguiente inundación de algunas viviendas
31/05/1970	Departamento de Ancash y sur de la Libertad	Terremoto	A consecuencia del terremoto, la cornisa norte del nevado Huascarán se desprendió arrastrando piedras, hielo y lodo. Se reportaron 30000 personas muertas. El volumen del aluvión se estimó en más de 250 millones de metros cúbicos y una altura de más de 6 metros. El deslizamiento de forma rotacional represó el río.
	Población de Yungay y callejón de Huaylas	Aluvión	
	Margen derecha del río Santa	Deslizamiento	
05/05/1971	Provincia de Sihuas (Ancash)	Sismo	Se produjeron desplomes y deslizamientos en el caserío de San Miguel de Chingalpo y pueblo de Quiches.
14/10/1971	Provincia de Aimaraes, Apurímac	Sismo	Se observaron agrietamientos y deslizamientos en la Localidad.
20/03/1972	Saposo, Tarapoto	Sismo	Como consecuencia del sismo se produjo diversos derrumbes y en Moyobamba se produjo un aluvión
	Moyabamba	Aluvión	
14/05/1973	Cañón del Infiernillo, Yauyos, Departamento de Lima	Derrumbe	El derrumbe fue producto de la construcción de un túnel. Como consecuencia de los trabajos de corte en "medio túnel", hubo pérdida de soporte basal de numerosos bloques colgados.
03/10/1974	Lima	Terremoto	Derrumbes de material aluvial en lo acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos
25/05/1974	Huancavelica- Río Mantaro	Deslizamiento	El derrumbe de Mayunmarca ocurrió sobre el río Mantaro. Sobre el río se formó una presa de 150m de altura y un embalse de 38 Km. de largo
16/02/1979	Arequipa	Terremoto	Terremoto en Arequipa afecto a Chuquibamba y el valle de Majes con algunas muertes y muchos daños materiales. Intensidad máxima de VII escala de M.K.S. Afecto en Arequipa a

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

			las edificaciones antiguas como le campus de la UNSA Hospital Regional N° 2 la magnitud fue de 6.2; en Mollendo y Ubinas llegó a V (MM).
10/11/1980	Ayacucho, Ocola	Sismo	Ocurrieron fenómenos geológicos de asentamientos y deslizamientos de grandes porciones de tierra.
07/04/1985	Colcabamba	Huayco	Se presentó un huayco de grandes proporciones a las 3:50 p.m., en la zona de Hornoyaco (4 Km. aguas arriba del pueblo de Colcabamba). La ruptura de un represamiento de suelo sobresaturado y aguas torrenciales, dieron origen a un flujo de gran magnitud que se precipitó hacia la parte baja en que se halla el centro del poblado. El huayco por su gran volumen rebasó ampliamente el pequeño cauce del río Colcabamba, abarcando un ancho promedio de 80 metros. Al llegar a la zona de Pacchapata (1,7 Km. antes del pueblo), abrió un antiguo cauce central en el valle, ya borrado por la acción del hombre debido a las labores agrícolas o las viviendas construidas en la zona. Al ingresar al centro del poblado se encausó por una de las calles del barrio Maras (Lado izquierdo del pueblo), luego destruyendo las viviendas que ocupaban la zona del cauce, continuó hacia la parte baja de la subcuenca recorriendo un total de 15 km. El flujo líquido no paró durante toda la noche, aumentando y disminuyendo su volumen alternadamente. La parte de mayor densidad del Huayco llegó al centro del poblado a las 2:00 a.m., tanto en su acopio como en su recorrido demoró unas 5 horas. Entre los materiales arrastrados predominan la arena y limo encontrándose en proporciones menores (aproximadamente 20% del material sólido) bloques cuyos diámetros máximos son de 1,50 m, llegando a depositarse gran parte de los materiales gruesos en las terrazas del lecho de subcuenca, terrenos de mayor amplitud y poca pendiente que actuaron como disipadores de energía torrencial, permitiendo mayor depósito de materiales gruesos y menor velocidad del flujo.
12/11/1996	Marcona Camaná	Sismo Tsunami	Ocurrió después de un fuerte sismo que tuvo lugar en las costas de Nazca, Marcona. Fue un terremoto causa estragos en Nazca, Acarí, Vista Alegre. Intensidad máxima de VII MM epicentro a 60 Km. de Marcona, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III en Lima. Viviendas de dos

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

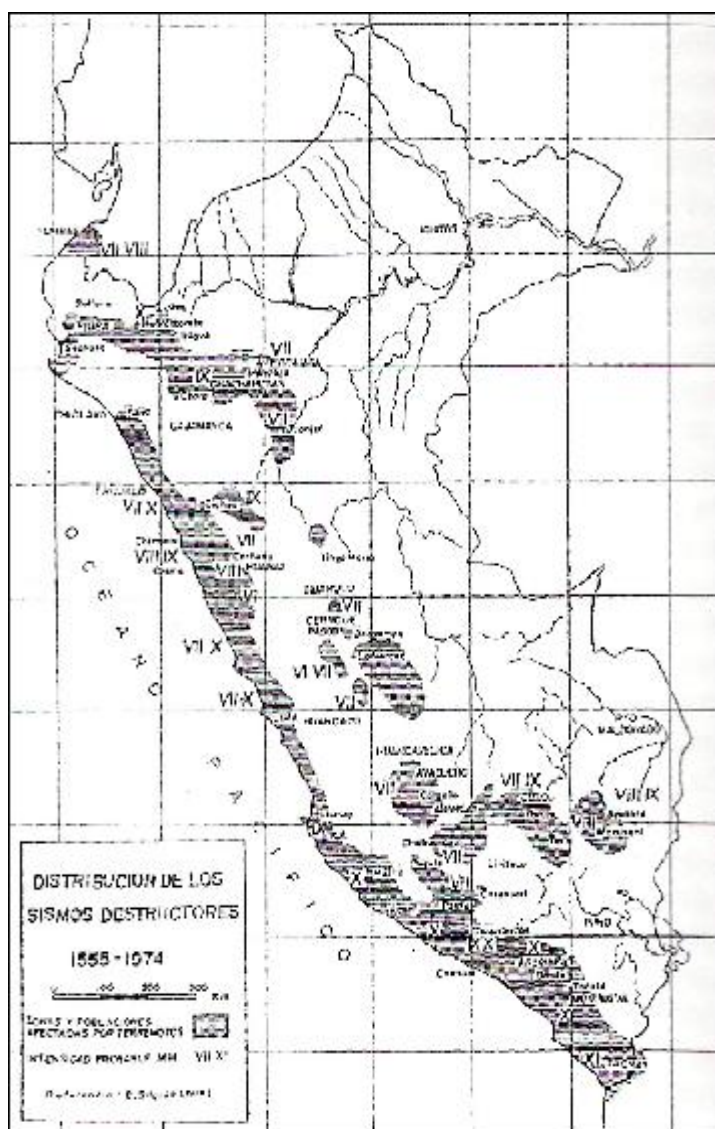
			pisos afectadas revestimiento fracturado y destrucción total de viviendas de adobe y de mala calidad.
28/01/1998	Aricota 2, Tacna	Huayco	Después de una furiosa lluvia por mas de 06 horas se producen tres huaycos que cubrió con desmontes la CH de Aricota 2 se movieron aproximadamente 300 000 m ³
27/02/1998	CH Macchu-Picchu , Cusco	Huayco	Después de una lluvia intensa y que dio lugar a un desprendimiento de hielo en las cabeceras de los ríos y produce el huayco cubriría la CH – Macchu Picchu
23/06/2001	Atico, Arequipa	Terremoto	Sismo causó estragos en Ocoña, Camaná, Arequipa, magnitud VI-VII (MM) epicentro 82 Km. de Ocoña, replicas por 35 días y magnitudes de 6-7 Mw, los efectos llegaron a un radio de 500 Km. en Arica Iquique (Chile) y Lima.
23/06/2001	Camaná	Tsunami	Ocurrió después de un fuerte sismo que tuvo lugar en las costas de Arequipa, Moquegua y Tacna. La ola midió más de 7 m.
01/03/2003	Junín, Huancayo	Inundación	El río Shulcas se desbordó ocasionando pérdidas de viviendas, animales y cultivos en Palián, Chorrillos, San Antonio y Vilcacoto, al este de Huancayo
01/03/2003	Satipo	Huayco	Aumentó el caudal del río San Francisco y causó la inundación de la ciudad de Satipo causando interrupción de los servicios de agua y energía por varios días, 250 familias damnificadas por la pérdida de sus viviendas y sus pertenencias.
	Junín	Inundación	Desborde del río Ene
	Cajamarca	Inundación	Se produjeron fuertes lluvias que ocasionaron la activación de la quebrada Cunio, cuyas aguas afectaron 60 ha de cultivos
02/03/2003	Distrito de Sucre, provincia de Celendín	Inundación	Se desbordó el río Quintilla e inundó viviendas y 20 ha de cultivos
	Puno, distrito de Pilcuyo	Inundación	El aumento en el nivel del lago Titicaca ha causado la inundación de 3 000 viviendas.
04/03/2003	Cuzco, distrito de Santa Teresa, provincia de Quillabamba	Alud	El alud fue ocasionado por fuertes lluvias en el sector.
01/10/2005	Calacoa , Moquegua	Sismo	Sismo causó pánico entre los pobladores del entorno del volcán Calacoa que fue el epicentro donde la magnitud llego a IV (MM) replicas por 39 días los efectos llegaron Arequipa, Moquegua y Tacna en el Sur.
15/08/2007	Provincia de Pisco, Ica	Terremoto	Terremoto de 7.9 MM causando estragos en el área de Pisco, Ica, Cañete ; las edificaciones de adobe colpsan, victimas finales superan el medio millar las replicas siguieron por mas de 2 meses

9.2 ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA SÍSMICA

9.2.1 Generalidades

En el Perú hay y habrá sismos porque estamos cerca de la confluencia de las placas convergentes de Nazca y Sudamérica, en plena zona de subducción.

Somos testigos de terremotos con grandes destrozos ocurridos en el Perú: Como aquellos de 1942 (Lima) 1970 (Ancash-Yungay), 1997 (Ica), 2001 (Tacna), 15/Agosto/2007 (Ica), con replicas de mas de un mes y pérdidas materiales y humanas.



Los sismos son peligrosos desde la escala VII de Mercalli.

Por los sismos se han producido aludes (Ancash 1970) aluviones (Ancash 1970) deslizamientos, agrietamientos, asentamientos, represamientos de ríos e inundaciones, afloramientos de agua subterránea (Ancash 1970), licuación de arena.

La tectónica del Perú esta gobernada por la interacción de la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana (Escudo Brasileño). Esta interacción ha resultado en más de 3 500 sismos históricos desde 1513 hasta el 2007.

La subducción de la placa de Nazca produce esfuerzos de compresión en dirección nordeste en la placa sudamericana. Como resultado se desarrollaron las cadenas de montañas de los Andes orientadas al norte noroeste y los valles. La corteza superficial presenta fallas inversas o normales orientadas norte noroeste.

Los sistemas de fallas en el Perú son resultado del proceso de deformación de la corteza como consecuencia del levantamiento de la Cordillera Andina. Estas fallas son más frecuentes en la zona Subandina, debiendo su origen a fuerzas de compresión (fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios, etc.). Sobre la Alta Cordillera y en el Altiplano se encuentra un número menor de fallas debidas a: procesos extensivos. La estructura mas importante es la Falla de Nazca, Incapuquio longitudinal a la Costa en el Sur medio de Perú cercana a la zona de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás.

9.2.2 Determinación del riesgo sísmico para el área de Distrito de San Juan de Marcona – Ica (C.T. San Nicolás).

9.2.2.1 Introducción.

En países sísmicos como el Perú es indispensable realizar estudios para estimar el Peligro Sísmico a fin de prevenir y mitigar los daños que pueden ser causados por los sismos, ya que en el diseño de obras importantes debe considerarse el balance entre el costo de la obra y la seguridad de las construcciones. El estado del conocimiento en este campo muestra que a pesar del incremento en las investigaciones para el análisis del peligro sísmico, los modelos probabilísticas ayudan a la toma de las decisiones en ingeniería y a la vez estimulan a la búsqueda de nuevos caminos que permitan brindar a los problemas soluciones determinísticas. La

incertidumbre en estimar el número, tamaño y ubicación de los futuros sismos hace que el Peligro Sísmico se exprese en términos de probabilidad.

La severidad sísmica con la cual podría ser probabilísticamente sacudido un determinado sitio fue descrita por Cornell (1968) y modificada por Cornell y Vanmarcke (1969). Siguiendo la metodología desarrollada por estos autores, en el presente estudio se procede a tomar en cuenta los estudios de riesgo sísmico efectuado para la Central Térmica San Nicolás por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L., cuyas conclusiones se aborda la Tectónica y sismotectónica del área así como el estudio del peligro sísmico para el área de ubicación de la Central Térmica San Nicolás, ubicado en el Distrito de San Juan de Marcona, departamento de Ica.

9.2.2.2 Características de la Sismicidad

Sismicidad Histórica

El mejor compendio de información sobre sismicidad histórica existente para el Perú y por ende, para el área de estudio es el elaborado por Silgado (1978) y Dorbath et al. (1990). Adicionalmente, se ha consultado la base de datos históricos de CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur) y otras de carácter mundial obtenidos vía INTERNET, como la del National Earthquake Information Center (NEIC). En general, se considera como información sísmica histórica a la catalogada para el periodo pre-instrumental y en este estudio, se le considera a la sismicidad ocurrida antes del año 1920 en razón que a partir de esta década se empieza a nivel mundial a instalarse estaciones sísmicas. La importancia de revisar y evaluar la información histórica radica en que es determinante al momento de definir las fuentes sísmicas y estimar los parámetros sísmicos de futuros terremotos. Asimismo, los sismos históricos por su tamaño es importante poder contrastarlos con los instrumentales para lograr un cálculo adecuado de las ecuaciones de atenuación de la energía liberada por los sismos.

Para el área de estudio, la distribución epicentral de los sismos históricos se muestra en el Gráfico N° 2 y en ella se puede ver que en su mayoría, dichos epicentros se ubican frente a la línea de costa y mas específicamente, en el mar frente a la ciudad de Lima. Estos sismos habrían estado asociados al proceso de convergencia de placas o de subducción de la placa de Nazca bajo la Continental y en conjunto, todos estarían comprendidos entre la dinámica del área y de la tectónica local. En estas condiciones, resulta importante evaluar la relativa severidad con que algún sismo afectaría el área de estudio y esta puede ser inferida desde los

valores de intensidad que se han registrado a la ocurrencia de los sismos históricos en zonas aledañas o cercanas al área. La relación de sismos históricos con referencia al área de estudio o alrededores, se muestra en la Tabla 4.2.

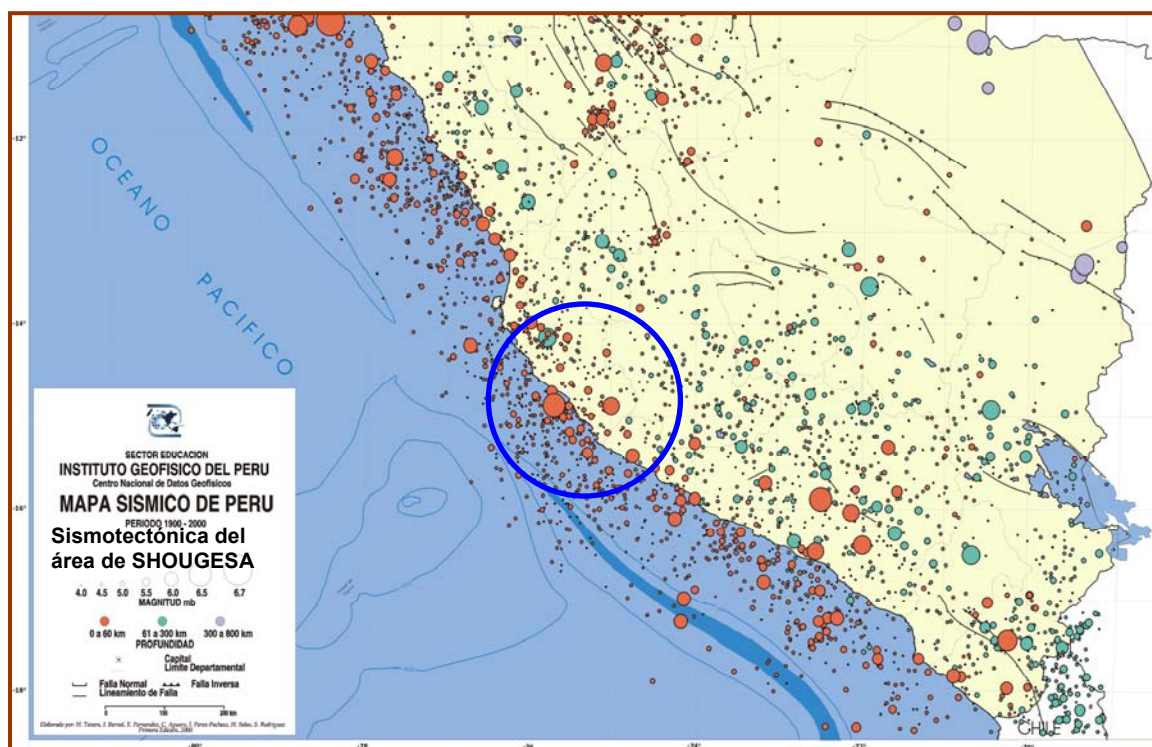


Grafico N° 4.2
Sismotectónica del Área de Shougesa

De estos sismos, se puede inferir cuantos de ellos pudieron causar un daño fuerte en el área de estudio ya que en principio todos fueron catalogados por diversos investigadores como sismos con origen en el proceso de subducción y otros en deformaciones corticales asociados a grandes fallas.

Tabla N° 4.2			
RESEÑA HISTÓRICA DE DESASTRES EN EL AREA DE ESTUDIO			
FECHA	LUGAR	EVENTO	DESCRIPCIÓN
22 Enero ,1582/11:30	Arequipa	Sismo	Sismo dejo en ruinas a Arequipa, 300 casas derrumbadas, 35 víctimas. Intensidades X MM y IX MM (Arequipa- Characato)
9, Julio 1586/19:00	Lima	Sismo	Destruyo Lima con Tsunami en el Callao.14 a 22 víctimas. Intensidades IX MM Lima, III MM (Cusco) y V MM Trujillo.
19, 28 Febrero,1600/ 5:00	Arequipa	Sismo	Sismo causado por el volcán Huaynaputina, intensidad XI MM en el área del volcán y VIII

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOU GANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

			MM en Arequipa.
12 Mayo,1664/ 4:15	Ica	Sismo	Sismo deajo en ruinas a Ica, 300 víctimas. Intensidades X MM en Ica, Pisco VIII MM y Lima IV MM.
13 Noviembre ,1665/14:38	Lima	Sismo	Sismo derribo muchas casas y edificios en Lima. Daños en isla San Lorenzo y Callao Intensidades IX MM y en Lima IV MM.
13 Agosto ,1686/16:45	Arica	Terremoto	Movimiento se sintió de Samanco a Valdivia (Chile) por 2800 Km. y hasta Cochabamba, afectó a ciudades: Moquegua, Torata, Tacna y Arica; con mas de 180 víctimas. Tsunami salida del mar afecto al litoral, Intensidades X MM en Arica, IX MM en Arequipa, Ilo, Torata. Ilo. Hubo 330 muertos en el litoral de Perú.
13 Octubre ,1687/14:15	Lima	Sismo	Sismo daño a Lima, grandes estragos en el Callao. Grietas entre Ica y Cañete, más de 100 víctimas. Tsunami en el Callao Intensidades IX MM en Cañete, VIII – IX MM en Lima.
10 Febrero ,1716/20:00	Pisco - Ica	Terremoto	Terremoto derrumbo toda la ciudad, la tierra se agrietó en algunos lugares. Intensidades IX MM en Pisco, V MM en Lima.
28 Octubre,1746/22:30	Lima- Callao	Terremoto	Derrumbo casi toda la ciudad de Lima y Callao, 1100 victimas, se sintió en Cusco y Tacna. Intensidades IX MM en Lima, VII MM en Lucanas y Pisco.
13 Mayo,1784/07:36	Arequipa	Terremoto	Derrumbo muchas viviendas, 54 victimas. Intensidades VIII MM.
30 Marzo,1813/04:30	Ica	Terremoto	Derrumbo casas y hubo 32 victimas, se formaron grietas en el río con emergencia de lodos. Intensidad VIII MM en Ica.
10 Julio,1821/08:00	Arequipa	Sismo	Sismo causando estragos en Camaná, Caravelí, Ocoña, con 162 víctimas, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III MM en Lima.
21 Noviembre,1901/14:19	Ica	Terremoto	Fuerte temblor se sintió entre Chala y Huacho. Intensidad VI MM en Ica y VI MM en Lima.
06 Agosto,1913/17:13	Arequipa	Terremoto	Sismo causando estragos en Arequipa Caravelí y Ocoña, ocasiona varios muertos, intensidades VI MM en Caravelí, Condesuyos y Camaná, VII MM, en Chuquibamba VIII MM y III MM en Lima.
11 Septiembre,1914/06:48	Arequipa	Terremoto	Fuerte temblor se Afecto Caravelí, en Nazca hubo daños y víctimas Intensidad VII MM en Caravelí, Arequipa y IV MM en Ica.
07 Octubre,1920/06:48	Arequipa	Terremoto	Fuerte temblor que afecto Caravelí, en Nazca hubo daños y victimas Intensidad VII MM en Caravelí, Arequipa y IV MM en Ica.
11 Octubre 1922/09:50	Arequipa	Terremoto	Daños importantes en Arequipa, Caravelí: Intensidades VII MM en Caravelí, VII MM en Arequipa y Coracora.
24 Agosto,1942/ 17:51	Arequipa-Ica	Terremoto	Daños con derrumbe de casas, murieron 30 personas. Intensidades IX MM en Nazca, Acarí y VII MM en Chala, Atiquipa, V MM en Ayacucho, Arequipa Caravelí, VII MM en Arequipa y Coracora.
28 Mayo,1948/ 00:37	Lima –Cañete	Sismo	Daños derrumbe de casas de adobe en Cañete. Intensidad VII MM en Cañete.

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

20 Julio ,1948/06:30	Arequipa	Sismo	Fuerte sismo afecto Caravelí y Chuquibamba. Intensidad VII MM en Caravelí y Chuquibamba, Arequipa y Moquegua II MM en Lima, Arequipa y Moquegua.
10 Diciembre,1950/21:50	Ica	Terremoto	Fuerte sismo afecto Ica y ocasiono 4 muertes. Intensidad VII MM en Ica, Pisco y Nazca V MM.
04 Marzo,1951/06:18	Arequipa, Chala	Sismo	Sismo ligeramente destructor. Intensidades VII MM en Chala y Caravelí, Pisco V MM e Ica IV MM.
15 Enero,1958/14:14	Arequipa	Terremoto	Fuerte sismo afecto Arequipa, perecieron 63 personas y 133 heridos. Intensidad VIII MM en Arequipa, Moquegua VI MM Ica, Puno y Tacna III MM.
13 Enero,1960/10:40	Arequipa	Terremoto	Fuerte sismo afecto Arequipa, perecieron 63 personas y hubo muchos heridos. Chuquibamba en escombros, se destruyeron Arequipa, Caravelí, Omate, Puquina. Intensidad VIII MM en Arequipa, Caravelí, Cotahuasi Moquegua VI MM Ica, Puno y Cusco IV MM.
15 Enero,1960/04.30	Lima	Terremoto	Fuerte sismo afecto Casas en Nazca, Ica y Huancavelica. Intensidad VII MM en Palpa y Nazca VI MM Ica, Puno y Tacna IV MM.
03 Octubre,1974/19:01	Lima, Mala	Sismo	Fuerte sismo afecto Lima, Mala, Cañete, Chíncha y Pisco duro 2 minutos afecto casas antiguas, se intento evitar los derrumbes. Su Intensidad es aquí, En terrenos suaves se originan derrumbes y con ello se produjeron 78 muertos y 2 550 heridos entre Mala y Nazca 13 muertos y numerosos heridos.
16 Febrero ,1979	Arequipa	Sismo	Sismo causó estragos en Camaná, Corire, y Huancarqui. Intensidad VII MM en Camaná, VI en Huancarqui, Arequipa, Caravelí, Ocoña, Chivas, Chala y V MM en La Joya.
12 Noviembre,1996	Ica, Chíncha, Nazca	Terremoto	Sismo causando estragos en Nazca, Acarí Vista Alegre. Intensidad máxima de VII MM epicentro a 60 Km. de Marcona, intensidades VIII MM en Camaná, VII en Chuquibamba y III en Lima. Viviendas de dos pisos afectadas revestimiento fracturado y destrucción total de viviendas de adobe y de mala calidad
23 Junio, 2001	Atico, Arequipa	Terremoto	Sismo causó estragos en Ocoña, Camaná, Arequipa, magnitud VI-VII (MM) epicentro 82 Km. de Ocoña, replicas por 35 días y magnitudes de 6-7 Mw, los efectos llegaron a un radio de 500 Km. en Arica Iquique (Chile) y Lima.
1° Octubre , 2005	Calacoa , Moquegua	Sismo	Sismo causó pánico entre los pobladores del entorno del volcán Calacoa que fue el epicentro donde la magnitud llego a IV (MM) replicas por 39 días los efectos llegaron Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna en el Sur.

15 Agosto, 2007	Ica, Pisco	Terremoto	Terremoto de 7.9 MM causando estragos en el área de Pisco, Ica, Cañete ; las edificaciones de adobe colapsan, víctimas finales superan el medio millar, las réplicas siguieron por mas de 2 meses
-----------------	------------	-----------	---

En primer lugar, los sismos grandes ocurridos en el proceso de subducción de placas con magnitudes mayores a 7.0 en la escala de Richter, han producido en la provincia de Nazca intensidades del orden de IV a IX en la escala Mercalli Modificada (MM).

9.2.2.3 Principales Fuentes Sísmicas.

La distribución espacial de la sismicidad en el Perú, ha permitido a muchos autores (por ejemplo: Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Bufo, 2001) definir la existencia de tres fuentes principales para el origen de los sismos. La primera fuente considera a todos los sismos con origen en el proceso de fricción de placas frente a la línea de costa y que ha dado origen con regular frecuencia a los sismos mas grandes en cuanto a magnitud e intensidad ($M > 7.0$ y $\max > VIII$, MM). En muchos casos, estos sismos han sido sentidos en todo el territorio peruano, aunque el nivel de los daños que han producido siempre ha decrecido con la distancia. La segunda fuente considera a los sismos que tienen su origen en los principales sistemas de fallas geológicas distribuidas en el interior del continente, principalmente a lo largo de la zona subandina y Alta Cordillera. Estas fuentes han generados sismos con menor frecuencia y magnitudes del orden de $M < 6.5$, pero al presentar focos superficiales sus área de máxima intensidad es muy reducida a comparación de los sismos de la primera fuente.

La tercera fuente sísmica se caracteriza por producir sismos con magnitudes no mayores a 7.0 y tienen su origen en la deformación interna que experimenta la placa oceánica a profundidades mayores a 60 km. Estos sismos se distribuyen por debajo de todo el continente, desde la costa hasta el margen oriental de la Cordillera Andina.

Asimismo, es mayor el número de sismos debidos a la deformación cortical presente en el borde oriental de la Cordillera de los Andes o zona Subandina, estando en este caso asociada al sistema de fallas de Satipo. La deformación en la Alta Cordillera produce un número menor de sismos, estando todos distribuidos de manera dispersa en toda la zona. En los alrededores del área de estudio, el numero de sismos es mínimo, lo cual evidencia que solo podría ser afectada por sismos de gran magnitud que tuvieran su origen en las fuentes sismogénicas descritas anteriormente; zona de fricción de placas (frente a la línea de costa).

9.2.2.4 Resultados del riesgo sísmico.

En el anexo del estudio de peligro sísmico efectuado por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R.L se ha calculado valores específicos de aceleración para periodos de retorno de 25, 50, 100, 150, 200, 500 y 1000 mostrados en su Tabla 4.

En el mismo se concluye también que para el diseño pseudo-estático se recomienda utilizar un coeficiente de $1/3$ a $1/2$ de la aceleración máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño. El valor recomendado del coeficiente sísmico para 500 años de periodo de retorno es 0.2.

9.2.2.5 Conclusiones del Riesgo Sísmico

En el presente estudio se ha recopilado la evaluación del Peligro Sísmico en la zona que considera la C.T. San Nicolás ubicado en el Distrito de **San Juan de Marcona**, departamento de Ica, realizado por HIDROENERGIA CONSULTORES EN INGENIERIA S.C.R. para la C.T. San Nicolás, siendo las principales conclusiones las siguientes:

- La sismicidad histórica que en el área del proyecto se han producido intensidades de hasta IX en la escala de Mercalli Modificada.
- La distribución espacial de los sismos instrumentales indica mayor actividad sísmica en la zona de subducción de la costa. Hacia el continente las profundidades focales de los sismos de subducción aumentan. Hacia el continente existen sismos superficiales.
- En la determinación del peligro sísmico del área en estudio se ha considerado los sismos de subducción y los sismos continentales superficiales con sus respectivas leyes de atenuación.
- El estudio probabilístico de peligro sísmico se ha considerado las fuentes sismogénicas como áreas. Se presentan valores de aceleración máxima para distintos periodos de retorno, en base al método probabilístico.
- Para el método de diseño pseudo-estático de taludes y muros de contención se recomienda un valor de coeficiente lateral sísmico, que es una fracción del valor de la aceleración máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño. En el caso en estudio por periodo de retorno de 500 años se recomienda un coeficiente sísmico de 0.2.

9.2.3 Zonificación sísmica.

La evidencia de las manifestaciones sísmicas del área esta asociada a dos fuentes sismogénicas principales: La provincia sismo tectónica continental

relacionada con la reactivación de fallas antiguas regionales en el área de evaluación (Gráfico N° 4.3).

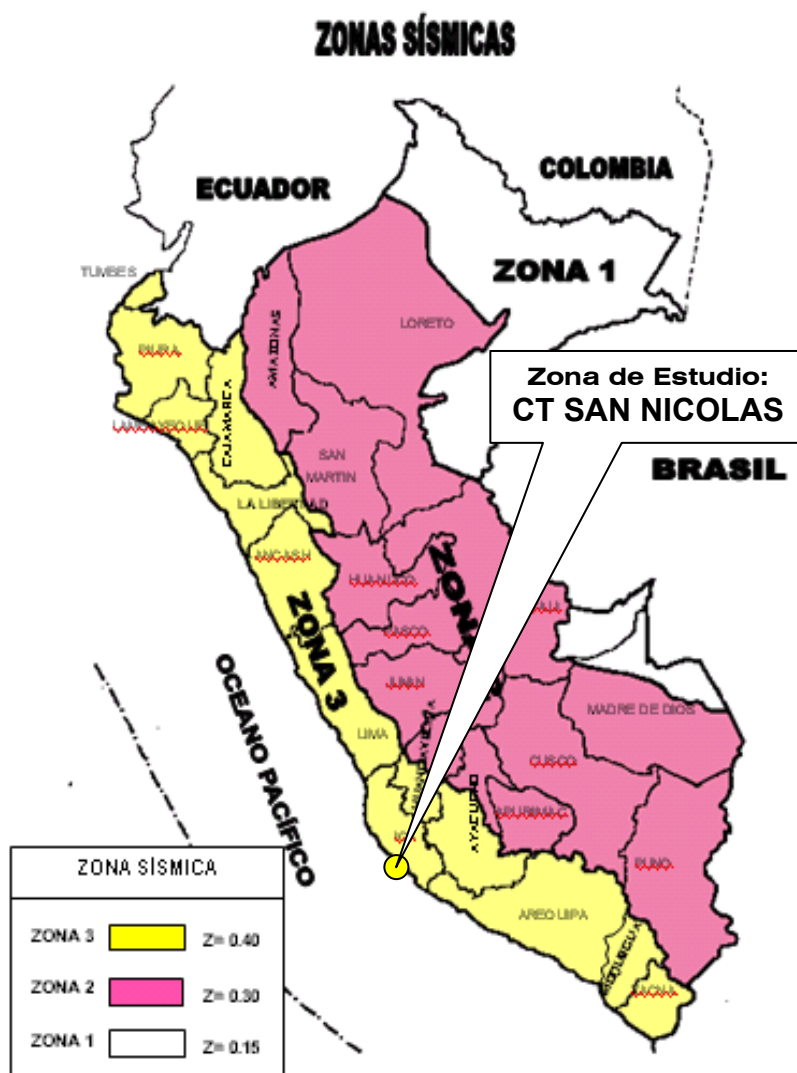


Gráfico N° 4.3 Zonas Sísmicas del Perú

Según la Zonificación sísmica del Perú del IGP el área de estudio se encuentra en la zona 1, donde se esperan sismos de magnitudes entre los grados 4 y 8 de la escala modificada de Mercalli (MM).

9.3 ESCENARIO DE RIESGO POR TSUNAMIS (Maremotos)

Por concepto son olas gigantes originadas por sismos de origen marino y que son transmitidas por el medio acuático generando olas gigantescas a veces de decenas de metros de altura y con gran poder devastador que podrían afectar la Central Térmica San Nicolás que se encuentra ubicada muy cerca al mar.

En el estudio de riesgos efectuado para la Central Térmica San Nicolás en lo que se refiere a seguros se ha considerado el tsumani como un evento de ocurrencia posible, lo que se corrobora con la ubicación sismotectónica del área y la cercanía a la zona de subducción de las placas, adicional a ello debemos considerar la dirección de los vientos que ayudan negativamente a que este evento natural pueda afectar a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás como se puede apreciar en el Gráfico N° 4.4 la dirección de desplazamiento de las olas gigantescas serian en esas direcciones preferenciales afectando a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás.

Gráfico N° 4.4



Se debe considerar que la longitud de onda de dichas olas suele ser muy grande de ahí que en alta mar pueden pasar desapercibidas a los navíos; su velocidad de desplazamiento es del orden de varios centenares de kilómetros por hora. A medida que se aproxima a las zonas costeras, las olas de un maremoto aumentan de altura, debido a la disminución de la profundidad y pueden alcanzar hasta 30 m que no es el caso del puerto de embarque de Mina Shougang que es el tercero en profundidad en el mundo es un factor favorable para la no ocurrencia de estas olas gigantescas.

En las costas la llegada de las olas de un maremoto va precedida de una amplia retirada del mar que puede durar varios minutos. Los maremotos son frecuentes en el Océano Pacífico pero se conocen igualmente en el Océano Atlántico y en el mar Mediterráneo.

9.4 ESCENARIO DE RIESGOS POR VIENTOS FUERTES.

El área de estudio esta sujeta a la ocurrencia continua de vientos fuertes con velocidades normales para la zona de 30 a 40 Km/hora en época de otoño, invierno llegando a 40 a mas de 60 Km/hora con los denominados “paracas” (lluvia de arena) típicas de la zona.

Estos vientos cargados de material fino provenientes de las pilas de pelets de mineral descargado por las fajas provenientes de la planta así como del mineral proveniente de mina afectan a las instalaciones de la Central Térmica San Nicolás, constituyéndose en uno de los principales factores de afectación tanto a la planta física como al componente humano.

9.5 ESCENARIO DE RIESGO POR AMENAZA GEODINAMICAS.

9.5.1 Generalidades.

Un terreno inestable se define como aquel que puede tener un movimiento hacia abajo de la pendiente afectado esencialmente por la fuerza de gravedad terrestre.

La caracterización de una amenaza por deslizamiento tiene en cuenta el peligro que puede existir en términos del tipo de deslizamiento, tamaño (volumen), velocidad del movimiento, localización, distancia de viaje, etc.

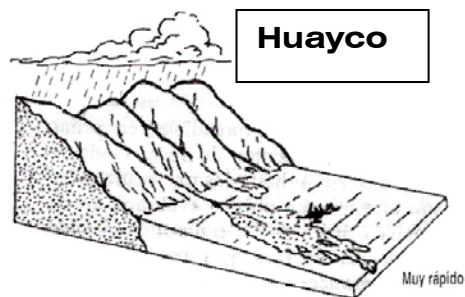
9.5.2 Geodinámica externa en la Costa Peruana

En el Perú los valles entre las altitudes 500 a 1500 msnm sufren grandes fenómenos de geodinámica externa. Entre estos fenómenos tenemos: Huaycos, agrietamientos.

o Huaycos

Eventos típicos de la zona costera de Perú que consiste en desplazamientos de lodos de aluvión cargados de enormes rocas a gran velocidad con un gran poder destructor de toda obra de ingeniería civil (viviendas, carreteras, puentes, zonas de sombrío). (Fig. 1).

En todo río que baja de la Sierra de 6000 a 2500 msnm es un trecho de recolección de rocas y material suelto que bajan a gran velocidad; de los 2500 a los 1800 msnm depositan todo el material transportado y arrasa con todo; de los 1800 a 0 msnm, el río solo va turbio sin rocas que fueron depositadas a una altitud mayor.



o Agrietamientos

Por lo fenómenos de deslizamientos, desprendimientos, asentamientos se observa fracturas o grietas que indican inestabilidad del terreno que debe remediarse muchas veces antes de que ocurran estos fenómenos.

9.5.2.1 Los factores más relevantes entre las amenazas geodinámicas en la zona del litoral peruano.

- La pendiente promedio general de la ladera o de la zona es estable la geomorfología es favorable para ayudar a una relativa estabilidad del área de emplazamiento de la C.T. San Nicolás.
- Finalmente, el último aspecto evaluado dentro de la matriz de criticidad fue la posible afectación a las obras de infraestructura del proyecto.
- De acuerdo con los resultados anteriores, en la zona de la C.T. San Nicolás, se tienen los siguientes aspectos desde el punto de vista de zonas potenciales inestables:

- o Históricamente no se han reportado deslizamientos y en estos casos al igual que en los reportados en la zona aguas arriba de la CT San Nicolás, pueden producirse remotamente desprendimientos de las masas inestables de roca, afectando las instalaciones de la CT San Nicolás.
- o Hacia aguas abajo de la zona de la CT San Nicolás se identificaron pocas zonas inestables, algunas de ellas son: el área de recarga de aguas del océano por corrosión y colapso del sistema de bombeo de agua desde el mar.

9.5.2.2 Factores detonantes.

Existen diferentes factores que contribuyen a producir y a disparar un movimiento en masa que tienen características probabilísticas como los sismos. También hay otros factores con características diferentes que contribuyen a producir una situación de inestabilidad en una masa de terreno como puede ser la topografía con sus pendientes naturales, la geometría propia de talud o superficie natural, la naturaleza del material (roca y/o suelo), la presencia de discontinuidades en una masa rocosa, las características mecánicas de los materiales, el estado de esfuerzos que actúa en el interior de la masa de material, el grado de alteración y meteorización de la roca, entre otros.

Como factores determinantes están la acción humana produciendo cortes de taludes, los asentamientos humanos en las laderas y otros fenómenos naturales como pueden ser los sismos, erupciones volcánicas e inundaciones.

Los factores pueden ser permanentes o variables. Los permanentes se refieren a las características del terreno como son la pendiente y la geología entre otros.

Los factores variables son las características del terreno que cambian como resultado de algún evento detonante. Éstos pueden ser la humedad del suelo debido a la elevación del nivel de aguas subterráneas, las vibraciones del suelo, etc.

En la zona de emplazamiento de la Central Térmica San Nicolás, se puede concluir, basado en información histórica y confirmada con la visita de campo, con motivo del presente estudio; que los efectos que arriban a riesgos por estos factores serían considerados **triviales**.



9.6 CONCLUSIONES.

Como resultado de la evaluación de las amenazas y riesgos naturales potenciales sobre la infraestructura de la Central Térmica San Nicolás se concluye lo siguiente:

- Las amenazas presentes en la zona son de carácter esencialmente sísmico y geodinámico, las cuales se estudiaron en detalle.
- Todas las estructuras están expuestas levemente a la amenaza sísmica (Zonificación sísmica 1).
- Según el estudio, los elementos más vulnerables corresponden a la línea de tensión y finalmente la planta física de la Central.
- En cuanto a los Maremotos o Tsunamis son eventos de posible ocurrencia debido a la ubicación sismotectónica del área de la Central y la geomorfología de los fondos marinos esta bahía de San Nicolás es la más profunda de Perú y la tercera del mundo.
- Para el escenario de afectación de la planta física de Central, a causa de un evento extremo de sismo, el índice de riesgo que se estima es relativamente pequeño, ya que es necesario que se presente un sismo de aceleraciones superiores a la PGA (aceleración pico del terreno), para que se produzca el colapso de la Central, lo anterior significa que el sismo es de un período de retorno extremadamente amplio (poco probable).



10

PROTECCIÓN DE TANQUES Y ESTRUCTURAS DE LOS EFECTOS DEL FUEGO

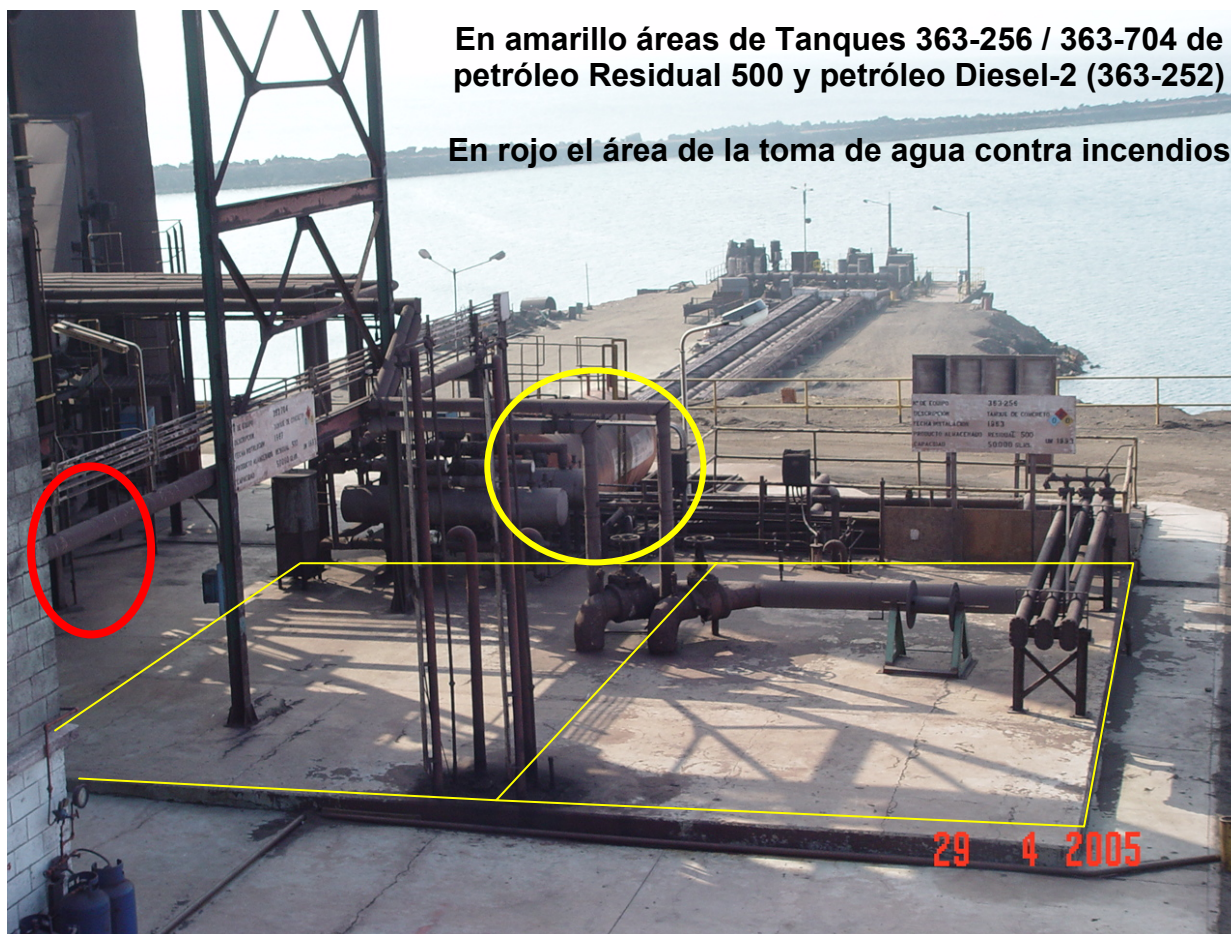
10. PROTECCIÓN DE TANQUES Y ESTRUCTURAS DE LOS EFECTOS DEL FUEGO

Los Tanques de la Central Térmica San Nicolás son de material de concreto y empotrados en la ropa de basamento de la Central.

Para mantener frías las paredes (básicamente el techo) de los tanques se dispone de un sistema contraincendio, con sus mangueras, con una de las cuales se rociará intermitentemente a fin de mantener la temperatura adecuada en los tanques.

Las paredes de concreto no son muy buenas conductoras del calor y además lo que se almacena es petróleo Residual 500 el cual tiene un punto de inflamación bien alto.

De la misma manera se procederá para el tanque de almacenamiento de petróleo Diesel -2, este tanque si es aéreo y metálico por lo que la frecuencia de rociado con el agua debe ser mayor, siendo en el peor de los casos constante.



10.1 REQUERIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO

En el Estudio de Riesgos realizado para este Patio de Tanques, el riesgo principal es la infraestructura faltante para el uso del agua de enfriamiento y de extinción. Asimismo la requerida para la formación de espuma. Considerando la normatividad nacional el D.S. N° 052-93-EM, y la norma NFPA, los cálculos para determinar el agua requerida se muestran a continuación:

10.1.1 Requerimiento de Agua para la Formación de Espuma Tanque N° 363-475

Capacidad:	73 500 galones
Producto:	Residual 500
Altura:	4.8 m
Área de Techo:	57.96 m ²
Viento:	Dirección: S y SE (15° del norte magnético) Velocidad: 65 a 20 Km/h

Cálculo para determinar la Cantidad de Agua que debe aplicarse en la Formación de Espuma Mecánica:

DS-052-93-EM Artículo 91°: Los sistemas de aplicación fija, salvo las excepciones que indica la norma NFPA-11 (3.2.5.1.) serán capaces de suministrar una solución de espuma no menor a 4,1 lt/min/m² (0,10 GPM/p²) para el caso de hidrocarburos durante 30 minutos, en líquidos con puntos de inflamación entre 37,8 y 93,3° C (100 y 200 grados F).

- Área del Techo: 57.96 m²
- Factor de aplicación para la espuma: 4.1 lt/min/m²
- Área del techo x Factor de la espuma: $57.96 \times 4,1 = 237.64 \text{ lt/min} = 63 \text{ GPM}$

Cantidad de Agua para la Formación de Espuma

- Por la experiencia que se tiene, se recomienda aplicar el 3% del concentrado.
- El volumen de agua será del 97% por lo tanto $63 \text{ GPM} \times 0,97 = 61 \text{ GPM}$
- La cantidad de agua a utilizarse será de 61 GPM
- El tiempo de aplicación según el DS-052-93-EM, Art. 91° indica: será de 30 minutos como mínimo, por lo tanto la cantidad de agua es de $61 \times 30 = 1833 \text{ Galones en 30 minutos}$.

Requerimiento del Concentrado para la Formación de la Espuma

Es el siguiente:

- Área del techo x Factor de la espuma y % del concentrado
- $57.96 \times 4,1 \times 0,03 = 7.13 \text{ lt/m} = 2 \text{ GPM}$
- Para los 30 minutos se necesitarán: **60 Galones**

La cantidad de espuma utilizada (agua + concentrado), es de:

$$\begin{array}{r} 61.0 \text{ Agua} \\ 2.0 \text{ Concentra} \\ \text{do} \\ \hline \text{Total} = \underline{63,0} \text{ GPM} \end{array}$$

Número de Cámaras de Espuma

Considerando la capacidad que tienen las cámaras de espuma en el mercado, y el pequeño caudal que se necesita para este caso no se requerirá la instalación de una Cámara de Espuma sino que se deberá de aplicar la espuma mecánica mediante una manguera con un venturi acoplado a un bidón de espuma mecánica (foam).

10.1.2 Requerimiento de Agua para la Formación de Espuma Tanque N° 363-256 y 363-704

Capacidad:	50 000 galones
Producto:	Residual 500
Altura:	3.53 m
Área del Techo :	53.56 m ²
Viento:	Dirección: S y SE (15° del norte magnético)
	Velocidad: 75 a 20 Km/h

Cálculo para Determinar la Cantidad de Agua que debe aplicarse en la Formación de la Espuma Mecánica

Considerando el DS-052-093-EM Artículo 91°, en el que se indica que la solución de espuma para aplicar no debe ser menos de 4,1 lt/m/m²

- Área del Techo: 53.56 m²
- Factor de aplicación de la espuma: 4,1 lt/min/m²
- Área del techo por factor de aplicación: $53.56 \times 4,1 = 219.59 \text{ lt/min} = 58 \text{ GPM}$

Cantidad de Agua para la Formación de Espuma

- Por la experiencia que se tiene, se recomienda aplicar el 3% del concentrado.

- Para determinar la cantidad del agua se necesitará:
 $58 \times 0,97 = 56 \text{ GPM}$

El DS-052-93-EM Artículo 91 indica que se debe aplicar la espuma por un período mínimo de 30 minutos.

Tendremos $56 \times 30 = 1688$ Galones de agua en 30 minutos.

Requerimiento del Concentrado para Formación de la Espuma

Área de techo x Factor de la espuma x % del concentrado

$53.56 \text{ m}^2 \times 4,1 \text{ lt/min/m}^2 \times 0,03 = 6.59 \text{ lt/min} = 2 \text{ GPM}$

Se necesitan **2 galones de espuma**

Aplicando los 30 minutos tendríamos que tener 60 galones de concentrado.

La cantidad de espuma (agua+concentrado) utilizado:

56 agua
2 concentrado

Total = 58 GPM (por cada tanque)

Numero de cámaras de espuma

Considerando la capacidad que tienen las cámaras de espuma en el mercado, y el pequeño caudal que se necesita para este caso no se requerirá la instalación de una Cámara de Espuma sino que se deberá de aplicar la espuma mecánica mediante una manguera con un venturi acoplado a un bidón de espuma mecánica (foam).

Requerimiento de Agua de Enfriamiento Tanques 363-256 / 363- 704

Capacidad: 50 000 galones
Producto: Residual 500
Altura: 3.53 m
Área del Techo: 53.56 m^2
Área Lateral: 18.36 m^2
Viento: Dirección: S y SE (15° del norte magnético)
Velocidad: 75 a 20 Km/h

Cálculo para determinar la Cantidad de Agua de Enfriamiento en el caso que el Tanque sea Radiado

- a) El tanque no cuenta con aspersores de enfriamiento

- b) El enfriamiento se aplicaría por medio de monitores y/o mangueras
- c) El área lateral: 18.36 m^2

La densidad de aplicación para el agua será de $6,11 \text{ lt/min/m}^2$ (Norma de la NFPA)

Multiplicada por la densidad $18.36 \times 6,11 = 112.2 \text{ lt/min}$

Se necesitarán 30 GPM de agua para el enfriamiento (por cada tanque)

Cálculo para determinar la Cantidad de Agua de Enfriamiento en el caso que este Tanque sea Radiante

- a) El tanque no cuenta con aspersores de enfriamiento
- b) El enfriamiento se aplicará por medio de monitores y/o mangueras
- c) El área lateral es de 18.36 m^2
- d) La densidad de aplicación será de $12,22 \text{ lt/min/m}^2$ (Norma de la NFPA)
- e) La aplicación del agua de enfriamiento: $18.36 \times 12,22 = 224.4 \text{ lt/min}$.

Se necesitarán **59 GPM de agua el enfriamiento** por cada tanque.

10.1.3 Requerimiento de Agua de Enfriamiento Tanque N° 363-252

Capacidad:	3 300 galones
Producto:	Diesel # 2
Diámetro:	1.83 m
Altura:	4,27 m
Área lateral:	24.53 m^2
Viento:	Dirección: S y SE (15° del norte magnético) Velocidad: 75 a 20 Km/h

Cálculo para determinar la Cantidad de Agua de enfriamiento en el Tanque Radiante

- a) El tanque cuenta con aspersores de enfriamiento
- b) El enfriamiento se realizará además por medio de monitores y/o mangueras
- c) El área lateral es de 24.53 m^2
- d) La densidad de aplicación será de $12,22 \text{ lt/min/m}^2$ (Norma de la NFPA)

Entonces la cantidad de agua para enfriamiento: $24.53 \times 12,22 = 300 \text{ lt/min}$.

Se necesitarán 79 GPM de agua de enfriamiento

Esta Cantidad de Agua la suministraremos por medio de mangueras.

Cantidad del Agua para Enfriamiento y Espuma

Tanque	Espuma GPM	Espuma, Galones para 30 minutos	Tk-Radiante GPM	Tk-Radiado, Galones para 30 minutos.
363-475	63	1890	Muy distante	No existe
363-256 / 704	58 / 58	1740 / 1740	59 / 59	30 / 30

() No es necesario aplicar agua de enfriamiento, por estar a Sotavento del Tanque encendido (D.S. 052-93-EM Art. 86°)*

Cantidad de Concentrado de Espuma

Tanque	GPM	Galones en 30 minutos
363-475	2	60
363-256 / 704	2 / 2	60 / 60



11

RESERVA Y RED DE AGUA, ASÍ COMO SISTEMAS FIJOS Y MANUALES CONTRA INCENDIOS

11. RESERVA Y RED DE AGUA, ASÍ COMO SISTEMAS FIJOS Y MANUALES CONTRA INCENDIOS

Nuestra Central cuenta con RESERVA ILIMITADA DE AGUA CONTRA INCENDIO ya que usamos agua bombeada desde el mar. Los siguientes equipos e implementos de seguridad para combatir INCENDIOS móviles y fijos:

- Extintores de 20 Libras, el listado se presenta en el cuadro siguiente:

TIPO	NUMERO	NUMERO
B (PQS)	1-40	Lado comedor de obreros (1 er piso)
B (PQS)	2-40	Pozo de bombas de petróleo 1-2
B (PQS)	3-40	Lado motor pre-calentador N°1
B (PQS)	4-40	Lado torres secado de aire N° 1
C (Co ₂)	5-40	Lado Compresora SULLAIR
C (Co ₂)	6-40	Lado Bombas de agua fresca U-1
C (Co ₂)	7-40	Costado cuarto de hidrógeno
C (Co ₂)	8-40	Costado bombas Hotwell U-2
C (Co ₂)	9-40	Frente a bombas Hotwell U-3
C (Co ₂)	10-40	Costado enfriadores de aceite U-3
B (PQS)	11-40	Costado condensador N°3 (lado oeste)
B (PQS)	12-40	Costado banco de resistencias turbina N° 3
B (PQS)	13-40	Costado bomba de alimentación N° 6, U-3
B (PQS)	14-40	Bajo el tanque de destilado N°2
B (PQS)	15-40	Lado válvula de descarga evaporador N° 2
ABC (PV)	16-40	Sala de motor auxiliar ONAN CUMMINS
B (PQS)	17-40	Lado bomba make up
B (PQS)	18-40	Puerta Ventilador de cola N° 3
B (PQS)	19-40	Pozo de bombas de petróleo U-3
B (PQS)	20-40	Caldera N° 1 – lado quemador N° 3
B (PQS)	21-40	Estación de Bombas
ABC (PV)	22-40	Pasadizo eyector N° 1
B (PQS)	23-40	Pasadizo extracciones U-2
ABC (PV)	24-40	Caldera N° 2 – lado quemador N° 2
ABC (PV)	25-40	Caldera N° 2 – lado quemador N° 4
ABC (PV)	26-40	Costado tablero de encendido quemadores caldera N° 2
B (PQS)	27-40	Costado válvula de vapor calentador de petróleo U-3
B (PQS)	28-40	Lado panel logia
B (PQS)	29-40	Caldera N° 3 – lado quemador N° 3
B (PQS)	30-40	Costado del ventilador de sello U-3
C (Co ₂)	31-40	Costado evaporador N° 3
C (Co ₂)	32-40	Costado puerta sala de control (salida lado izquierdo)
C (Co ₂)	33-40	Sala de control – lado meza supervisor de guardia
C (Co ₂)	34-40	Sala de control – lado botiquín
C (Co ₂)	35-40	Costado baño de empleados
C (Co ₂)	36-40	Costado laboratorio
B (PQS)	37-40	Costado válvula de vapor turbina N° 2
B (PQS)	38-40	Piso soplador retráctil N° 2
B (PQS)	39-40	Frente al deareador N°2

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

TIPO	NUMERO	NUMERO
B (PQS)	40-40	Pasadizo de sopladores de la caldera N° 1
ABC (PV)	41-10	Oficinas Administrativas San Nicolás
ABC (PV)	1-1	Lado oficina de contabilidad y patio en San Juan

CLASE	COLOR	CONTENIDO	TIPO DE INCENDIO
ABC	ROJO	POLIVALENTE (PV)	Todo tipo de Fuego
B	ROJO	CARBONATO DE SODIO (PQS)	Petróleo, gasolina, diluyente
C	ROJO	CO ₂	Origen eléctrico

- Extintor Rodante de 350 Libras de Polvo Químico Seco,
- Bombas de agua para lucha contra incendios como la Búster 2 y la Meca ubicadas entre la caldera 1 y 2 que se alimentan de agua del mar.
- Mangueras contra incendios instaladas en sus hidrantes.



12

ACCIONES PLANEADAS EN CASO DE EMERGENCIAS



12. ACCIONES PLANEADAS EN CASO DE EMERGENCIAS

12.1 INSTRUCCIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL

Entrenamiento de Brigadas de Emergencia

- Al personal de las Brigadas se les capacitará en el procedimiento de los distintos tipos de incendios (incendios eléctricos, por hidrocarburos, en material sólido, etc.) con el fin de aplicar el elemento extintor correcto (agua, CO2, polvo químico seco, etc.).
- Capacitar y entrenar al personal en el uso adecuado de los extintores y a reconocer su ubicación en forma inmediata.
- Capacitar y entrenar al personal en la Movilización y Evacuación del personal en caso de desastre.
- Adicionalmente capacitarlo para el manejo de gente en situaciones de pánico para poderlas evacuar apropiadamente.
- Capacitar al personal en la evacuación del equipo extintor ubicado en la Central a fin de no tener sorpresas en el momento de la emergencia.
- Capacitar a la brigadista en el Plan de Comunicaciones internas o para ayuda externa según el caso amerite.
- Capacitar al brigadista en el reconocimiento y uso de alarmas.
- Capacitar al personal en Primeros Auxilios y atención heridos.
- Entrenar en la localización rápida de Botiquines, Camillas y uso de vehículos para el transporte de pacientes.

Todo el personal involucrado deberá conocer los puntos de control y observación establecidos para eventos esperados dentro del Plan de Contingencias, asimismo deben tener claro conocimientos de las Hojas de Seguridad de las sustancias tóxicas o peligrosas.

Conocer la ubicación de los equipos y herramientas de respuestas para accidentes con sustancias peligrosas, así como los implementos de seguridad adecuados para manipular cada tipo de sustancias peligrosas (botas, cascos, guantes especiales, gafas, respiradores y otros).

El personal encargado del almacenamiento deberá conocer las características ambientales para mantener en buenas condiciones las sustancias peligrosas (lugares secos y ventilados).

El personal de mantenimiento debe tener en claro conocimiento respecto a los equipos y/o herramientas, que debe utilizar para afrontar y mitigar todo tipo de derrames de sustancias peligrosas.

Las Capacitaciones y entrenamientos se llevarán de acuerdo a un Programa **Anual** de entrenamientos, en **Abril** para el caso de Incendio, Fugas y Derrames y en **Setiembre** para el caso de Sismos, Tsunamis, Inundaciones.

Los entrenamientos y capacitaciones serán Registradas en un Cuaderno de Registros en el cual quedará impreso:

1. Día y horas (teórico y/o práctico) del entrenamiento.
2. Nombre, firma y Cargo de Instructor del Entrenamiento.
3. Nombres y Firmas de los brigadistas participantes,
4. Actividad motivo del entrenamiento,
5. Puntos tratados en la capacitación,
6. Comentarios y sugerencia.

Estos Registros deberán estar al alcance del Auditor Interno de Seguridad y de los fiscalizadores externos, cada vez que lo soliciten y se mantendrán en Archivo hasta por un período de 03 años.

12.2 PROCEDIMIENTO PARA LOS SIMULACROS

– Los Simulacros serán de 02 tipos.

1. Simulacros Programados
2. Simulacros Inopinados

– La Frecuencia de los Simulacros Programados será de la siguiente manera:



1. **Simulacros Programados:** Para los casos de Incendio, Derrames y Fugas en el mes de **Mayo** y para los casos de Sismo, Tsunami, Inundaciones se realizará cada mes de **Octubre**, de todos los años. En estos Simulacros se activará el Plan de Contingencias, considerando la ocurrencia de desastres de grandes proporciones que afectan Calderas, turbinas y con peligro de explosiones. En él se hará la movilización de los involucrados de acuerdo al Plan de Contingencias.
2. **Simulacros Inopinados:** Estos se podrán efectuar en cualquier momento dentro de los 12 meses que separan a los simulacros Programados de cada tipo, cuando sea necesario para el buen entrenamiento y capacitación de las brigadas y el personal o cuando el Sistema Nacional de Defensa Civil lo requiera.

- Se llevará un Cuaderno de Registro con Información al detalle del Simulacro efectuado y se mantendrá en Archivo por un período de 03 años, en el cual quedará consignado:
 1. Tipo y Alcances del Simulacro,
 2. Nombres y firmas del Personal Involucrado en el Simulacro
 3. Equipos y Procedimientos activados en el Simulacro,
 4. Nivel de Notificación usado en el Simulacro,
 5. Conclusiones y Recomendaciones.
- Estos Registros deberán estar ala alcance del Auditor Interno de Seguridad y de los fiscalizadores externos, cada vez que lo soliciten.
- Se solicitará la presencia del Camión Contra Incendios de Shougang Hierro Perú S.A.A.

12.3 ACCIONES PLANEADAS EN CASO DE EMERGENCIA

12.3.1 INCENDIOS

12.3.1.1 Durante el Incendio (medidas generales)

En caso de que el incendio se produzca se debe evitar que el fuego se extienda rápidamente y libremente, es decir solamente deberá causar el menor daño posible.

En el caso de incendios, estas son las indicaciones mínimas que se deben considerar:

- En caso de detectar humo o llama, se comunicará al COE de acuerdo al procedimiento de notificación interno, a fin de coordinar las acciones a seguir en la extinción del fuego.
- Mantener la calma, controlando posibles casos de pánico.
- Sólo si esta capacitado para usar un extintor, dirigirse rápidamente al sitio del amago, de lo contrario evacue el área a las Zonas de Seguridad que se encuentran demarcadas. Recuerde que los extintores portátiles sólo deben ser utilizados para controlar amagos y no incendios declarados.
- Personal capacitado intentará extinguir el fuego, o contener las llamas para que no se expandan, con los medios disponibles (extintores, arena, agua, etc). Hasta que la Brigada Contra Incendios entre en acción.
- Se solicitará la presencia del Camión de Contra Incendio de Shougang Hierro Perú S.A.A. y de los Bomberos de San Juan de Marcona, para

ello se dispondrá en un lugar visible de la Sala de Control los números telefónicos de emergencias, a efectos de obtener una pronta respuesta al acontecimiento.

- La Supervisión del área deberá iniciar la evacuación del personal ajeno a la emergencia, hasta que la Brigada de Evacuación entre en acción y los destine a los lugares seguros preestablecidos en el Plan (Zonas de Seguridad).
- Las Brigadas de Contingencias, una vez organizadas, realizarán instruirán e implementarán el plan de respuesta ante las emergencias de fuego acorde a las características del área comprometida y todo el personal ajeno deberá de ser debidamente evacuado.

12.3.1.2 Después del Incendio (medidas generales)

- Mantener la calma y cerciorarse que se haya sofocado todo tipo de llamas asegurándose que no existan focos de reinicio del fuego.
- Realizar labores de rescate de personas si las hubiese brindándoles los primeros auxilios de ser el caso o transportándolas a la Enfermería de Shougang Hierro Perú S.A.A. o Essalud de San Juan, dependiendo de la gravedad de la lesión.
- Acondonar o restringir el acceso de personas no autorizadas a la central.
- Realizar los trabajos de remoción o retiro de escombros y limpieza.
- Evaluar los daños ocasionados el entorno, vecindad y medio ambiente así como evaluar las pérdidas sufridas a nivel humano, de infraestructuras, y patrimonial.
- La disposición final de materiales contaminados o impregnados de combustibles deberá de seguir los procedimientos establecidos en el Plan de Manejo de residuos industriales de la Central.
- Elaborar un Informe preliminar del Incendio y remitirlo al OSINERGMIN dentro de las 24 horas de producido de acuerdo a los procedimientos antes mencionados en el punto 5.3.1 del presente Plan de Contingencias.
- Informar a otras autoridades locales o Centrales según corresponda.

12.3.1.3 Incendio en Calderas y Precalentadores

- Para afrontar un incendio en las Calderas y/o Precalentadores se seguirá el procedimiento general pero el agua será el elemento extintor del fuego, para ello se utilizarán las mangas contra incendios instaladas en cada uno de las tomas de agua cercana a cada caldera y que son alimentadas por la bomba Búster 2.

- Se abrirán los ojos de buey de los precalentadores, y otras ventanas que sean necesarias para que se pueda atacar el fuego con la presión del agua del Sistema Contra Incendio de la Central.
- Se apoyará la labor de los Bomberos cuando lleguen.

12.3.1.4 Incendio en Sistemas Eléctricos

- Para afrontar un Incendio en los diferentes equipos eléctricos de la Central (Paneles de Control, Barras, MCC's, etc.) se seguirá el procedimiento general, el CO₂ y el Polvo Químico Seco serán los elementos extintores del fuego, para ello se utilizarán todos los extintores disponibles en la Central (portátiles y rodante), nunca agua, a menos que esté completamente comprobado que el equipo involucrado en el incendio está totalmente desenergizado y aislado y los otros equipos del entorno también lo están, para así evitar mayores desastres.
- Por lo tanto una de las primeras acciones que se deben tomar cuando un equipo eléctrico está incendiándose es el de desenergizar totalmente todos los equipos eléctricos del sector involucrado y colocar los candados o tarjetas de seguridad correspondientes hasta que el incendio haya sido controlado.

12.3.1.5 Incendio en Almacenamiento de Aceites y Lubricantes

- El incendio en el almacén de aceites y lubricantes puede ocurrir como consecuencia de un derrame de los recipientes que contienen el aceite o lubricante, ya sea por la ignición de la piscina formado por el derrame o bien por la ignición de la nube de vapor formada por la evaporación del hidrocarburo derramado. En este caso la fuente de ignición podría ser una chispa eléctrica producida por un cortocircuito.
- En este caso se procederá a desenergizar el almacén y atacar el incendio con polvo químico seco y espuma química y utilizando los extintores portátiles y rodantes y el agua del Sistema Contra Incendios para la mezcla del "Foam" y agua sola para enfriar otros depósitos cercanos aun no involucrados en el incendio.

12.3.1.6 Incendio del Diesel N° 2

- Un incendio en el tanque de almacenamiento de Diesel N° 2 sería solo posible por medio de una chispa externa (algún trabajo en caliente cercano) o una chispa de corriente estática. Para ellos se procederá a atacar el incendio con polvo químico seco y espuma química y utilizando

los extintores portátiles y rodantes y el agua del Sistema Contra Incendios para la mezcla del “Foam” y agua sola para enfriar otros equipos cercanos aun no involucrados en el incendio.

12.3.1.7 Otras recomendaciones

EN CASO DE INCENDIO U OTRA EMERGENCIA

- ✓ NO PERDER LA CALMA. – Evitar el pánico y la confusión.
- ✓ CONOCER LAS SALIDAS.- Cerciorarse de que se conoce el modo más seguro de abandonar la Central, donde quiere que uno se encuentre.
- ✓ CONOCER LA UBICACIÓN DEL EXTINTOR DE INCENDIOS MAS CERCANO.- Aprenda el modo correcto de utilizar las distintas clases de extintores.
- ✓ CONOCER EL MODO DE DENUNCIAR CUALQUIER INCENDIO U OTRO TIPO DE EMERGENCIA.- Accionar la alarma sin pérdida de tiempo y avisar al Coordinador del Plan de Contingencias de la Central.
- ✓ SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DE EVACUACIÓN.- Permanecer en el puesto de trabajo hasta recibir la autorización o las instrucciones para abandonar la Central; llevar a cabo todas las labores de emergencias asignadas. Disponer a salir rápidamente de conformidad con el Plan de Emergencia.
- ✓ DIRIGASE A LA PUERTA DE SALIDA ASIGNADA.- Mantener el orden y la disciplina tomándose el ejercicio de alarma en serio; esta vez puede ser de verdad:

RECUERDE: LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS ES PARTE DE SU TRABAJO

Calderas

INSTRUCCIONES PARA EVACUACION DE EMERGENCIA CALDERAS TURNO DE DIA

Leer con cuidado

Relación de personas que ejercerán el mando en caso de emergencia y cuyas instrucciones han de ser cumplidas.

COORDINADOR DEL PLAN – Ing. Rómulo Cuesta A.
COORDINADOR DE BRIGADAS- Edson Morales O.
RESPONSABLE DE EXTINCIÓN – Guillermo Pango

En caso de incendio en las calderas:

- ✓ AVISAR A LA SALA DE CONTROL
- ✓ EXTINGUIR EL FUEGO, SI FUESE POSIBLE.- Si el siniestro no quedase controlado rápidamente, seguir las instrucciones dadas por el responsable de evacuación o por los responsables de extinción, Utilizar la puerta de salida señalizada como: "Puertas de Escape".

En caso de INCENDIO O EMERGENCIA, en otras secciones de la Central: La alarma general sonará dos veces, por período de diez segundos cada vez a modo de "alerta". Continuar trabajando, pero estar alerta a la señal "evacuación" que consistirá en tres timbrazos cortos. Al son de señal de evacuación.

- ✓ DESCONECTAR LA ALIMENTACIÓN DE LAS MAQUINAS
- ✓ CERRAR LAS VÁLVULAS DE PETROLEO
- ✓ CERRAR LAS VÁLVULAS DE GAS
- ✓ DESPEJAR LOS PASILLOS
- ✓ FORMARSE EN DOBLE FILA EN EL PASILLO CENTRAL Y SEGUIR A LOS JEFES DE EVACUACION Y AL JEFE DE SEGURIDAD HACIA LAS SALIDAS – Caminar rápidamente, pero no correr ni formar aglomeraciones: no se debe hablar, empujar ni provocar confusión.

Una vez fuera de la Central, se debe tener cuidado de no estorbar las operaciones del equipo de extinción del a Central o del Cuerpo de Bomberos. Esperar instrucciones del Superintendente General o del Supervisor del Grupo.

Regreso a la Central:

Las instrucciones para regresar al trabajo se darán a través del sistema de altavoces o por teléfono, desde la oficina del superintendente.

Nota: Este texto se colocará en lugares visibles preferentemente en las áreas de trabajo de la Central

Instrucciones a los Visitantes

SEÑOR VISITANTE SI DESCUBRE UN INCENDIO

- ✓ MANTENGA LA CALMA.- No grite
- ✓ AVISE DEL INCENDIO.- Por teléfono o al personal que se encuentre más cerca
- ✓ ESPERE INSTRUCCIONES.- En su zona hay un equipo de evacuación y otro de extinción con instrucciones y formación adecuadas
- ✓ EN CASO DE EVACUACION.- Mantenga la calma, siga la ruta de evacuación marcada y señalizada.

RECUERDE: LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS ES TAREA DE TODOS

Nota: Este texto se colocará en lugares visibles preferentemente donde haya visitas y ocupantes no permanentes en la Central.

12.3.2 FUGAS

Estas indicaciones son las más generales que existen para el caso de fugas, especificando que para cada sustancia en particular en procedimiento de actuación depende de las hojas de seguridad.

La central Térmica San Nicolás posee un “PLAN DE CONTINGENCIAS PARA CASOS DE ACCIDENTES EN EL MANEJO DE SUSTANCIAS TOXICAS O PELIGROSAS” de acuerdo a la R.D. N° 134-200-EM/DGM en la cual están involucrados todas las sustancias peligrosas o tóxicas que maneja nuestra Central y contempla los procedimientos específicos para confrontar las fugas y/o derrames de estas sustancias (Petróleo R-500, Petróleo D-2, Aceites, Grasas y Lubricantes, Reactivos Químicos de Caldera y Pinturas).

Pero a continuación se dan recomendaciones generales en caso de producirse un derrame:

- Detener la fuga si esta acción no implica un riesgo.
- Cubrir las alcantarillas y registros.

- Advertir a todas las personas del peligro según corresponda, especialmente las que se encuentran a favor del viento (ruta de los posibles gases).
- Propiciar la ventilación de los posibles gases que emane la fuga a fin de evitar una concentración peligrosa y hasta explosiva en el recinto.

En caso no sea posible controlar la fuga y se torne en derrame, se implementará la respuesta mencionada en los puntos 8.3.1 u 8.3.2, según corresponda.

12.3.3 DERRAMES

Los derrames se pueden presentar en dos escenarios claramente identificados: Derrames en tierra y Derrames en el mar.

12.3.3.1 Derrame en tierra

Ocurre dentro de las instalaciones de la Central por fallas operacionales o de equipos o instalaciones, cuando se produce un derrame en tierra se deben acatar las siguientes recomendaciones:

- Identifique el sitio de escape e impida el mayor derrame posible.
- Rodear con tierra, arena o material no inflamable² el derrame o cualquier otro elemento a su alcance que le permita confinarlo y así evitar su desplazamiento a fuentes de agua superficiales, canales y/o drenajes.
- Bloquee los drenajes y canales próximos al derrame evitando contaminación de aguas.
- Ya confinado el derrame tápelolo con más tierra, arena.
- Utilice telas absorbentes como estopas y/o tela oleafílica.
- Recoja el material (arena, tierra) utilizado para contener el derrame y la capa de suelo contaminado con palas, picos, carretillas, y demás herramientas menores. Este material se recoge en cilindros y se seguirá su disposición final siguiendo los procedimientos establecidos en el Plan de Manejo de Residuos Industriales de la Central para materiales contaminados.

² Limpiar los derrames que se produzcan utilizando productos absorbentes no inflamables (arena, cenizas, etc.) . Nunca trapos o aserrín. Recomendación de la AMYS – Asociación de Medicina y Salud en el Trabajo, Madrid – España.

12.3.3.2 Derrames en el mar

Algunos derrames que ocurren en tierra pueden conformar una amenaza sobre cursos de agua, según su proximidad, sistema de drenaje, pendientes naturales, ríos, océano, etc.

Se recomienda realizar las siguientes acciones:

- Identifique y controle la fuente de escape e impida el mayor derrame posible.
- Tenga identificado el área susceptible
- Identifique la posible ruta del derrame por los canales de drenaje o pendiente naturales
- Coloque barreras y/o diques en los puntos de control identificados, estas barreras deben de ser absorbentes. Par la construcción de diques se puede emplear sacos rellenos con arena.
- Controle riesgo de incendio. Se evitara que el flujo de combustible se mezcle con aguas superficiales, realizando desvíos y depresiones en el suelo.
- Para el derrame controlado en tierra se procederá como lo indicado en el punto 8.3.1.
- Para cuando llegue el derrame al agua se deberá de utilizar barreras para evitar su expansión y luego adicionársele un aditivo químico (en polvo o líquido) autorizado por la DICAPI (dispersantes para el caso de hidrocarburos) para que reaccione con la sustancia y la neutralice ante de que se salga de control y contamine mayores extensiones de la Bahía de San Nicolás.

12.3.3.3 Acciones después del derrame

- Mantener la calma y cerciorarse que se haya controlado o confinado convenientemente el derrame
- Acoronar o restringir el acceso de personas no autorizadas a las zonas donde se ha producido y confinado el derrame.
- Evaluar los daños ocasionados al entorno, tierra, cursos de agua y vecindad.
- Remover con palas el material contaminado y colocarlo en cilindro.
- Disponer el residuo contaminado en un acopio transitorio.
- La disposición final de materiales contaminados o impregnados de combustibles deberá ser realizada a través de empresas autorizadas para dicho fin (EPS-RS) como lo especifica nuestro Plan de Manejo de Residuos industriales (Residuos Peligrosos).

- Reponer con material preliminar del derrame y remitirlo al OSINERGMIN dentro de las 24 horas de producido de acuerdo a los procedimientos antes mencionados en el punto 5.3.1 del presente Plan de Contingencias.
- Informar a otras autoridades locales o centrales según corresponda.

12.3.4 LLUVIAS INTENSAS

Para el caso de la Central Térmica de San Nicolás este no es un Riesgo Potencial debido a su posición geográfica, su clima de desierto árido – seco hace que no se presenten precipitaciones fluviales en todo el año, a excepción de temporadas de la ocurrencia del Fenómeno del Niño en la cual se producen algunas “garúas” un poco persistentes, pero que en el historial no han registrado más de 03 días continuos y nunca llegando a tener la intensidad de una lluvia. Por lo tanto tomaremos en cuenta esta contingencia en el presente Plan.

12.3.5 SISMOS

La probabilidad de ocurrencia de este evento adverso significa un riesgo para la vida y la integridad de las personas, su patrimonio y el medio ambiente; además generaría la interrupción de los servicios públicos esenciales y de las actividades normales de la población.

No existe oficina o Central Industrial alguna ni empresa de ninguna clase que sea inmune al desastre. Las situaciones de emergencia pueden surgir en cualquier momento y originarse por causas muy diversas y siempre el peligro es el mismo: daños a las personas y a la propiedad. En caso de sismos y/o terremotos el principal peligro proviene del derrumbamiento de las edificaciones, del estallido de incendios ocasionado por la rotura de la tubería de gas o por fallas eléctricas.

Las dos escalas más difundidas para medir los sismos son:

- Escala de Richter (Mide la Magnitud)
- Escala de Mercalli (Mide la Intensidad)

El siguiente cuadro muestra los valores de estas dos escalas:

ESCALA DE RICHTER	ESCALA DE MERCALLI
2	I-II Tan solo registrado en el sismógrafo
3	III Se siente en el interior del as edificaciones
4	IV-V Casi todas las personas los sienten. Ligero daño material.
5	VI Todos los sienten. Corren fuera de las edificaciones. Daño menor moderado.
6	VII – VIII Todas las personas corren fuera de las edificaciones. Daño de moderado o intenso
7	IX-X Gran daño, muertes
8	XI- XII Destrucción total, cataclística.

12.3.5.1 Recomendaciones generales para casos de Sismos

- Si se hace frente a una situación de sismo o terremoto, el personal deberá ser instruido a mantener la calma en todo momento. Pensar con claridad es lo más importante en esos momentos.
- Cuando comiencen los temblores el personal dejara de operar de inmediato, apagando rápidamente las maquinas que están siendo utilizadas y se dirigirá en primer instancia al as Zonas de Seguridad.
- En caso de no lograrse tal cometido, se desplazaran para protegerse en áreas seguras (marco de puertas, debajo de mesas o escritorios fuertes si ese está dentro de oficinas, de no existir muebles con esas características, deberán desplazarse hacia una esquina del ambiente o pasillo; son válidas también zonas abiertas, libres de cables eléctricos o escombros, etc.)
- En el interior de la edificación colocarse en cuclillas o sentado, agarrado del mueble, cubriéndose la cabeza y el rostro. Protegerse de los objetos que puedan caer.
- El mobiliario de las oficinas se dispondrá de manera tal que permanezca estable durante un terremoto.
- Luego del primer temblor las personas deberán estar preparadas para recibir más sacudidas debido a las ondas de choque que siguen al primero (réplicas). La intensidad puede ser moderada, pero aún así causará daños.
- Las Brigadas de Emergencias verificarán la existencia de heridos. No se moverán las personas con heridas graves a menos que estén en peligro. Se realizarán los primeros auxilios y se dará atención a las reacciones emocionales consecuencia del hecho.

- Si las condiciones los requieren, se solicitará asistencia a los Bomberos, Policía, Ambulancias, etc.
- Se verificará si hay escapes de gas, de detectarse pérdidas se procederán a cerrar las llaves de paso correspondientes, de igual manera se hará con los servicios de agua y electricidad.
- Se tendrá precaución con la posible existencia de cristales rotos, evitándose el contacto con cables eléctricos derribados e instalaciones dañadas.
- No se generará chispas y llama en las áreas afectadas por el terremoto.
- En caso de producirse incendios como consecuencias del temblor, se implementará la respuesta mencionada en el punto 8.1.
- Se limpiarán posibles derrames de líquidos combustibles, inflamables, tóxicos, medicamentos, etc.
- Se inspeccionarán con precaución los mobiliarios, estando atentos a objetos que puedan caer súbitamente de los estantes.

12.3.5.2 Señales de Alarma

- **Sonora:** Será activada para indicar el momento de iniciar la evacuación. Será una vez que el Supervisor de la Sala de Control reciba la orden el Coordinador del plan cuando el Sismo haya terminado y antes que empiecen las réplicas.
- **Perifoneo:** Será utilizado por el Coordinador del Plan para dar las órdenes respectivas a los equipos de evacuación y rescate.

12.3.5.3 Salidas de Emergencia

Las que se indican en las instalaciones de la Central y en los planos de evacuación, anexos I, II y VII.

12.3.5.4 Zonas de Seguridad

Son las zonas recomendadas por el Comité de Seguridad como lugares seguros en situaciones de sismos y se encuentran indicados en los anexos IV, V y VI.



12.3.5.5 Zona de Reunión del Personal

Es el área de la Central donde se reunirá el personal finalizado la evacuación. La zona de reunión del personal se muestra en el Anexo III y VIII.

12.3.5.6 Instrucciones a los Miembros de la Brigada de Evacuación

- Culminado el movimiento telúrico se procederá a la evacuación de la Central.
- Al oír la alarma prepare al personal para la evacuación.
- Al oír la alarma general anuncie la evacuación de la Central.
- Durante la evacuación realizará las siguientes acciones:
 - ✓ Guiar a los ocupantes de la Central hacia las vías de evacuación previstas.
 - ✓ Tranquilizar a las personas durante la evacuación, pero actúe con firmeza para conseguir una evacuación rápida y ordenada.
 - ✓ Ayudar en la evacuación de personas impedidas, disminuidas o heridas.
 - ✓ No permitir la recogida de objetos personales.
 - ✓ No permitir el regreso a los locales evacuados a ninguna persona que pretenda ir a buscar algún objeto o a otra persona.
- Una vez finalizada la evacuación de la Central comprobará que no quede ningún rezagado en el interior del recinto evacuado.
- Coordinar acciones con la Brigada de Primeros Auxilios de la Central a fin de dar ayuda y atención inmediatamente a algún herido, resultante del Sismo.
- Cerrará las puertas que atraviere en su camino de evacuación.
- Espere instrucciones del Coordinador del Plan a través del Sistema de Perifoneo de la Central.

12.3.5.7 Instrucción para la Evacuación de la Central

- Culminación el movimiento telúrico, se tocará la señal de alarma general y se procederá a la evacuación de la Central.
- Durante la evacuación realizará los siguientes cometidos:
 - ✓ Canalizar el tráfico de personas a las salidas utilizables.
 - ✓ Regular el tráfico de personas en las mismas.

- ✓ Controlar la evacuación de cada piso.
- ✓ Abandonar la central cuando se haya evacuado toda área.
- ✓ Se situará en las salidas al exterior e impedirá el regreso al interior de la Central a cualquier persona, excepto a los componentes de las Brigadas de Emergencia.

12.3.5.8 Instrucciones a los Trabajadores de la Central

Antes

- Conocer el fenómeno y como protegerse, verificar si las construcciones cumplen con las normas de diseño y construcción resistentes al sismo y adecuados al tipo de suelo. Los suelos de peor calidad son los de sedimentos como lodo, arena o saturados de humedad, los mejores son de roca buena.
- Identificar las áreas internas y externas de seguridad, donde figuran avisos de “lugares seguros en caso de sismos” (intersección de columnas con vigas, umbrales de puertas, escritorios, mesas, patios), zonas de peligro y rutas de evacuación.
- No colocar, sin previa seguridad, objetos pesados o frágiles en lugares altos.
- Los ambientes y rutas de evacuación deben estar libres. Las puertas y ventanas deben abrirse fácilmente.
- Tener a la mano un directorio telefónico de emergencia botiquín de primero auxilios, un radio portátil y una linterna de mano.

Durante

- Mantener la calma, no correr desesperadamente, no gritar. Estas actividades desatan pánico.
- Dirigirse a las Zonas Seguras y esperar que pare el movimiento.
- Evacuar la Central con serenidad y en orden.
- Si hay seguridad, permanecer en las edificaciones; sino, ir a lugares abiertos y seguros. Si está en áreas cerradas y llenas de gente, salir en orden a una zona segura.
- Utilizar linternas a pilas para alumbrarse, nunca fósforos o velas.
- Si conduce vehículos, deténgase y permanezca adentro. Aléjese de postes y letreros.
- Si está cerca de las playas, aléjese podría ocurrir un Tsunami.
- Actuar con seguridad, aplicando el plan de contingencia.
- Estar preparados para las réplicas. Siga las instrucciones del Coordinador del Plan de Contingencias.

Después

- Terminado el movimiento salir de la Central a la zona de seguridad y esperar las instrucciones del Coordinador del Plan.
- Apoyar con primeros auxilios si está capacitado. Llamar al personal médico.

12.3.5.9 Instrucciones para la Evacuación de la Central

Finalizado el movimiento sísmico se procederá a evacuar la Central, el plan será el siguiente:

- Sonará la alarma general.
- Prepárese para evacuar el edificio
- Siga las indicaciones de los componentes del equipo de evacuación de la Central.
- Evacue con rapidez, pero no corra. No evacue con objetos voluminosos.
- Durante la evacuación no retroceda a recoger objetos personales o a buscar a otras personas y dirijase a la zona de reunión.

A continuación se muestran instrucciones a seguir en caso de sismos.

EN CASO DE SISMOS

- ✓ NO PERDER LA CALMA.- Evitar el pánico y la confusión., no corras, mantén la calma y cobijase en zonas de Seguridad.
- ✓ UBICARSE EN LAS ZONAS DE SEGURIDAD.- Permanecer en las zonas de seguridad mientras dure el movimiento sísmico. Protégete ubicándote debajo de mesas fuerte, marcos de puertas, sillas y/o en zonas seguras. Lo más importante es que protejas la cabeza.
- ✓ SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DE EVALUACIÓN.- Culminado el movimiento sísmico se procederá a la evacuación de la Central, evacua por las escaleras con toda tranquilidad y seguridad. Aléjate de zonas de peligro (pasadizos angostos, playas, ventanales, postes de energía eléctrica, etc).
- ✓ DIRIGASE A LA PUERTA DE SALIDA ASIGNADA.- Mantener el orden y la disciplina.
- ✓ DIRIGASE A LA ZONA DE REUNION

¡QUE EL SISMO NO TE TOME DESPREVENIDO!

Nota: Este texto se colocará en lugares visibles preferentemente donde haya visitas y ocupantes no permanentes en la Central.

12.3.6 INUNDACIONES

Para el caso de la Central Térmica de San Nicolás este no es un Riesgo Potencial desde el punto de vista Natural debido a su posición geográfica, pero el Riesgo de Inundaciones por la actividad humana (artificiales) si es Potencial debido a la presencia de tuberías de diámetros mayores (30 pulgadas) que conducen grandes cantidades de agua que se bombean desde el mar (más de 1300 m³ por hora) y que su recorrido es rodeando la Central y subiendo a niveles más altos que el nivel de la Central quedando ella en el camino del recorrido de una posible inundación. Además en la parte posterior de la Central, en un nivel más alto que ella y a solo unos 50 mts de distancia lineal, se ubican dos Tanques de Almacenamiento de agua condensada de 100,000 y 46, 000 galones de capacidad, los cuales, en caso de un accidente o colapso pueden provocar una inundación en toda la Central. A más de ello, en la Central tenemos otros dos tanques de 31,300 y 28,400 galones respectivamente que también podrían provocar una inundación al colapsar.

Además, esta inundación de agua puede venir acompañada de material aluvial, creándose un deslizamiento de lodo y piedras que puede poner en peligro la vida del personal y la propiedad.

Por ello, en caso de producirse una inundación y/o deslizamiento de material sólido que pueda provocar el colapso de tuberías de conducción de petróleo (R-500 y Diesel N° 2), inundar pozos de conducción de cables eléctricos de alta tensión, y pozos de bombas, ingresa en los tanques diarios de almacenamiento de R-500 y producir el desborde de su contenido, comprometer equipos eléctricos importantes, y etc., se deberá actuar de la siguiente manera:

- Cuando se produzca inundaciones el personal dejará de operar de inmediato, apagando rápidamente las máquinas que están siendo utilizados y se dirigirá en primera instancia a los puntos de concentración o reunión preestablecidos para estos casos.
- Se avisará por Gai Tronics del evento para conocimiento del Coordinador del Plan y para que la Sala de Control active la Alarma de emergencias.
- Se desenergizará los equipos eléctricos de la Central.
- El Coordinador del Plan activará el Plan y comenzará el proceso de comunicaciones y juntamente con el Coordinador de Brigadas iniciará la Evacuación y rescate de heridos y lesionados.
- Todo el personal que se encuentren en los pozos de bombas deben abandonarlas en forma rápida porque pueden quedar atrapados en ellas.

- En caso de producirse fugas o derrames como consecuencia de inundaciones, se implementará la respuesta mencionada en los puntos 8.2, 8.3.1 u 8.3.2 según corresponda.
- Así mismo comunicar el evento a las autoridades locales y Defensa Civil, Ambulancias, etc, según sea necesario.
- Otro equipo estará procurado detener el origen de la fuga de agua: apagando el bombeo, poniendo barreras, creando cauces para desvío del flujo de agua y lodo.
- Al ser artificial, la fuente de las aguas es limitada y más fácil de controlar que cuando es natural.

12.3.7 VIENTOS FUERTES

En esta zona, donde está ubicada la Central, la presencia de viento relativamente fuertes es continua durante todo el año, velocidades de 30 a 10 km/hora son “normales” para ciertas temporadas del año (otoño, invierno), agudizándose en tiempo de “Vientos Paracas” (40 a + 60 km/hora) y ni aún en estas temporadas la Central a sufrido daños de ninguna clases.

Por otro lado, debido a esta realidad todos los proyectos estructurales, instalaciones y anclajes, en esta zona, contemplan este dato desde la etapa de diseño para que sean resistentes a estos embates de estos vientos y a la erosión que estos producen, además de todo esto la Central esta ubicada detrás de un acantilado artificial (corte en el lecho rocoso granítico para emplazamiento del a central) que corta el viento y lo atenúa antes de golpear la Central directamente.

Por todas estas consideraciones, y tomando en cuenta que nunca en la historia de San Nicolás y San Juan se han producido vientos huracanados (de velocidades de viento que sobrepasan los 80 a 100 km/hora), no tomaremos en cuenta esta contingencia en el presente Plan ya que no representa un Riesgo Potencial.

12.3.8 TSUNAMIS

Nuestra Central, al estar emplazada a pocos metros del Océano Pacífico siempre está en riesgo de ser afectada por un Tsunami, aunque las olas del Tsunami se forman generalmente en el océano abierto y eventualmente en la Bahía de San Nicolás que está dándoles la espalda, además de ellos, a unos 200 metros de la Central hay un rompeolas y contamos con un

barrera natural de acantilados de unos 30 metros de altura que están entre la Central y el océano abierto.

En caso de un Tsunami se deberá de proceder de la siguiente manera:

- Luego de ocurrido un fuerte sismo o terremoto, las personas deberán estar preparadas para recibir eventualmente un Tsunami debido a las ondas de choque que siguen a un terremoto en el mar.
- Si se hace frente a una situación de tsunami, el personal deberá ser instruido a mantener la calma en todo momento. Pensar con claridad es lo más importante en estos momentos.
- Una vez que haya alerta de Tsunami el personal dejará de operar de inmediato procurará apagar todos los equipos que está utilizando y se dirigirá rápidamente hacia los puntos más elevados con relación al nivel del piso y de ser posibles lo más alejado del mar (zonas libres de cables eléctricos o escombros, etc.) y espere allí a que termine el evento.
- Una vez concluido el desastre y estando seguro de que no habrá réplicas de más olas gigantes las Brigadas entrarán en acción para responder a cualquier otro desastre que se haya producido por causa del tsunami (incendios, derrames, accidentados, derrumbes, etc.).

12.3.9 EXPLOSIONES

Las Explosiones se pueden dar en Calderas, Turbinas, Barras, Transformadores, Banco de Batería, Paneles Eléctricos, MCC's y otros equipos eléctricos, etc., generalmente por corto circuito, sobre presiones y falta de mantenimiento preventivo y predictivo en general, y por ser un evento rápido y de gran impacto solo se podrá responder a las consecuencias de este, es decir: Incendios, Inundaciones, Derrames de sustancias tóxicas, personal herido y hasta muertos, por lo que se procederá de acuerdo a cada evento según lo estipulado en este Plan de Contingencias y para el caso de accidentes y/o fallecimientos, según lo indica el Reglamento Interno de Seguridad y Salud de la Central, de acuerdo a la R.M. N° 161-2007-MEM/DM.

12.3.10 INTERRUPCIÓN INTEMPESTIVA EN LA OPERACIÓN POR FALLAS EN EL GRUPO GENERADOR.

12.3.10.1 Procedimiento para la recuperación definitiva del grupo generador

Como primer paso verificar in situ la magnitud de los daños ocurridos y solicitar a almacenes los repuestos correspondientes.

Luego, autorizar al responsable de la cuadrilla para proceder al inicio de las actividades de recuperación del grupo generador.

Las posibles actividades para la recuperación del grupo generador, son:

DAÑOS EN LA TURBINA

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: alabes de la turbina, servomotores del sistema de regulación de velocidad, válvulas, tubería de refrigeración, chumaceras, según sea el caso.

DAÑOS EN EL ALTERNADOR

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: excitatriz principal, excitatriz piloto, anillos colectores, polos del rotor, bobinado estatístico, interruptor del campo, regulador de tensión, y sistema de refrigeración del alternador, según sea el caso.

DAÑOS EN LOS SERVICIOS AUXILIARES

➤ De presentarse este inconveniente, se procede con la reparación o cambio del elemento fallado, tales como: fusibles, baterías, sistemas de protección (relés), interruptor, seccionador, bombas de presión de aceite, sistemas de refrigeración y equipos de medición.

Concluidas estas actividades, el responsable de las cuadrillas de recuperación del Grupo Generador, deberá verificar el retiro del personal, herramientas, maquinarias y equipos utilizados en el proceso de recuperación.

Culminada las actividades de recuperación y de limpieza del área de trabajo, se informará al Coordinador del Plan de Contingencia la culminación de las actividades de recuperación del Grupo Generador.

El Coordinador informará al Director del Plan de Contingencia y al Centro de Control que el Grupo Generador está disponible para entrar en servicio.

- Esta emergencia se presenta por fallas en el sistema de abastecimiento de energía eléctrica de la empresa. En caso de producirse un corte en el suministro de energía eléctrica, de acuerdo la magnitud de la

interrupción, se procederá a aislar el circuito interno de la instalación y seguir las acciones de acuerdo a las prácticas establecidas para el arranque y puesta en servicio de los equipos de emergencia.

- El Ingeniero de Turno del Centro de Control es el responsable de afrontar en primera instancia la emergencia.
- Establecer procedimientos y funciones para las siguientes situaciones:
 - a. Interrupción de un circuito que compromete al sistema, por falla del sistema de protección.
 - b. Neutralizar la causa que origina la falla en el circuito.
 - c. Comunicar el hecho a las áreas de operación y control del sistema y al área comercial.
 - d. Atender los daños ocurridos, especialmente cuando están involucradas las personas.
 - e. Diseñar la manera de restablecer el servicio con arreglos y configuraciones alternas o reparaciones del sistema.

12.3.10.2 Maquinaria, herramientas, repuesto y equipos de reserva

Verificado el elemento fallado en el grupo generador, se procederá a trasladar al área de atención de la contingencia los materiales, repuestos, equipos, herramientas y maquinarias apropiadas para la atención de la contingencia, tales como:

- Repuestos para turbinas, alternador, excitatriz, principal o piloto, interruptores, seccionadores y otros elementos que hayan fallado, según sea el caso.
- Herramientas y Equipos de Seguridad.
- De ser necesario bobinas de repuesto para reemplazar en el devanado del estator.



13

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

Y



13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 CONCLUSIONES

1. La Central Térmica San Nicolás, así como cualquier otra central de este tipo; está expuesta a una serie de riesgos naturales, tecnológicos y/o sociales.
2. Los elementos más sensibles serían, las calderas, la casa de máquinas seguido de las líneas y subestaciones ya que existe una conjugación de factores naturales (sismo y entorno ambiental) y antropogénicos (personal) que sumados a la antigüedad de los equipos la hacen vulnerables a dichos factores y se corre el riesgo de incendios, explosiones, inestabilidad y colapso de ellas.
3. El sistema de suministro y almacenamiento de combustible puede también representar un riesgo de incendio, explosión y contaminación del agua de mar por derrames provocados por sismos o razones antropogénicas; sin embargo sus efectos no alcanzarían los niveles mencionados anteriormente.
4. Otros elementos sensibles son las turbinas, generadores eléctricos y las líneas y subestaciones por razones de mantenimiento y operativas los que pueden originar igualmente incendios, explosiones y salidas de servicio de ellas.
5. También resultan de cierta importancia los riesgos por contactos eléctricos y arco eléctrico.
6. Los otros riesgos de menor nivel se considera que son controlados sólo mediante el cumplimiento de los estándares y procedimientos.
7. En SHOUGESA se dan cursos de capacitación y entrenamiento sobre Seguridad, Riesgos Eléctricos, Contra incendios, Manejos de extintores, Primeros auxilios, Uso y conservación de Equipos de Protección Personal, Objetos que caen, etc. Así como se realizan simulacros para casos de sismos, explosiones e incendios, atención a accidentados, derrames de sustancias peligrosas.
8. SHOUGESA tiene una adecuada infraestructura para controlar y/o mitigar estos riesgos.



13.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un nuevo revestimiento metálico toda la Caldera N° 3.- Está oxidado y corroído.
- Realizar un protocolo para inspección de arnés.
- Motivar para que todos reporten los cuasi accidentes. Esto nos hace conocer las causas y tomar acciones necesarias para eliminarlas.

Para controlar los efectos dañinos del asbesto:

- Dado que existe un 30% de revestimiento de las tuberías con asbesto, se debe cumplir con las siguientes recomendaciones:
 - o Identificar las zonas que aún tienen este revestimiento.
 - o Debe colocar carteles de advertencia en cada área identificada,
 - o Elaborar un programa de retiro. Es necesario crear zonas controladas, o áreas reglamentadas, diseñadas para proteger a los trabajadores que realizan ciertas tareas con asbesto. Debe limitar el acceso a las zonas reglamentadas a personas autorizadas que llevan la protección respiratoria adecuada.
 - o Prohibir ciertas prácticas, como el uso de aire comprimido, para remover asbesto
 - o Se debe prohibir comer, fumar, beber, masticar tabaco o chicle y ponerse en estas áreas.
 - o Los empleados deben seguir un curso de capacitación en respiradores y tener un permiso médico antes de utilizar el equipo respiratorio
 - o Es obligatorio el uso de ropa protectora, como overoles, mono completo, gorra, guantes y calzado para todo empleado expuesto a concentraciones de asbesto en el aire que excedan los límites permisibles de exposición al asbesto.
 - o A los trabajadores se debe suministrar y exigir el uso de caretas, gafas de protección venteados u otro equipo de protección apropiado cuando exista la posibilidad de irritación en los ojos.
 - o Se debe proveer cursos para capacitar a los empleados expuestos a niveles superiores a los límites permisibles de exposición al asbesto.

Recomendaciones para evitar incendios (medidas preventivas)

Incendios y explosiones en circuitos eléctricos

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Envejecimiento de circuitos y cortocircuitos en tomas de corriente.	Actualización y renovación de los circuitos eléctricos al Reglamento electrotécnico de baja tensión y MI-BT-026.
Recalentamiento del cableado y sobrecargas eléctricas.	Calibración del cableado utilizado al consumo de los aparatos que éste alimenta.
Fallos en los circuitos de motores eléctricos.	Protección y aislamiento del cableado, en función del riesgo del entorno. Instalación de fusibles de protección, disyuntores diferenciales y relés térmicos en los motores.
Puntos de luz e interruptores expuestos a atmósferas explosivas.	Protección de la instalación con materiales antideflagrantes.
Centros de transformación en espacios cerrados.	Ventilación natural o forzada.
Centros de transformación con refrigerantes a base de piraleno (PCB).	Eliminación y sustitución del piraleno como refrigerante de los transformadores. Ubicación de los centros de transformación en salas con una correcta resistencia y estabilidad al fuego. Ubicación de grandes transformadores al aire libre.
Descargas eléctricas atmosféricas.	Instalación de dispositivos pararrayos.

Incendios y explosiones por electricidad estática

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Máquinas generadoras de electricidad estática por fricción.	Conexión a tierra de aquellas máquinas que generen electricidad estática. Control de la humedad relativa, adecuándola entre el 50% y el 80%. Barras ionizantes, convirtiendo el aire en conductor, neutralizando la electricidad estática.
Trasvase de líquidos inflamables.	Conexión eléctrica entre sí y a tierra entre depósitos cuando se realizan trasiegos de líquidos combustibles o inflamables. Trasvases a velocidades lentas. Ventilación natural o forzada para impedir acumulación de vapores inflamables o explosivos. Inertización previa de tuberías, tanques y depósitos. Empleo de recipientes metálicos. Separación física de combustibles e inflamables de los circuitos eléctricos.

Incendios y explosiones por fricción

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Fricción de los elementos móviles de motores o máquinas con producción de calor.	Implantación de un programa de mantenimiento, con revisión de aquellos elementos causantes de la fricción: cojinetes, correas, astillas, polvo, etc.
Máquinas en movimiento con utilización de materiales inflamables, produciendo chispas y recalentamientos.	Separación o sustitución de los materiales inflamables del entorno de las máquinas.

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

Máquinas fuera de alineación.	Revisión de la alineación de las máquinas, efectuando rutinas de mantenimiento y limpieza alrededor de las operaciones.
-------------------------------	---

Incendios y explosiones por chispas mecánicas

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Golpes de herramientas contra superficies duras, produciendo chispas con aportación de calor y partículas arrancadas por impacto.	Utilización de herramientas antichispa. Instalación de separadores magnéticos. Eliminación de metales extraños.
Chispas por impacto zapato-suelo en sus partes metálicas.	Eliminación de partes metálicas en calzado y/o suelo.

Incendios y explosiones por soldadura y oxicorte

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Partículas de material derretido.	Separación de combustibles de la zona de trabajos, con un mínimo de 12 metros. Recubrimiento de los materiales cercanos con lonas ignífugas. Ventilación previa de tanques con gases o polvos combustibles. Vigilancia humana de la zona. Inspecciones rutinarias al finalizar los trabajos.

Incendios y explosiones por ignición espontánea

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Materiales oxidables espontáneamente con el aire y fuerte producción de calor (linaza, fibras vegetales, yute, lino, lana, heno, etc.).	Dispositivos automáticos de alarma para control de las temperaturas y rápida extinción automática del fuego.
Líquidos inflamables en habitáculos con alta temperatura.	Ventilación natural o forzada.
Combustibles cercanos a conductos de calefacción.	Separación de materiales combustibles con respecto a los conductos generadores de altas temperaturas.
Conductos de vapor, agua y gases a alta temperatura.	Amplio espacio alrededor de los conductos calientes
Superficies a más de 260 °C.	Detección automática de altas temperaturas. Control exhaustivo de las temperaturas. Alarmas de temperaturas críticas. Utilización de técnicas de enfriamiento. Cubrir las superficies calientes con materiales aislantes térmicos.
Aparatos calentados eléctricamente.	Señalización luminosa de los aparatos conectados. Desconexión de los aparatos eléctricos al finalizar los trabajos y comprobaciones posteriores rutinarias de su desconexión.
Inmersión de metales calientes en aceites.	Utilización de técnicas de enfriamiento en superficies.
Lámparas infrarrojas.	Protección de las lámparas infrarrojas contra roturas. Separación de los combustibles de las lámparas

**ESTUDIO DE RIESGOS DE LA CENTRAL TÉRMICA SAN NICOLÁS
(VERSIÓN 2009)**



**SHOUGANG GENERACIÓN ELÉCTRICA S.A.A.
CENTRO DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA Y DEL AMBIENTE**

Incendios y explosiones por llamas abiertas

Fuentes de ignición	Medidas preventivas
Utilización de quemadores, sopletes y hornillos de gas inflamable.	Mantenimiento preventivo para evitar goteos y fugas. Sustitución en caso de estado deficiente. Estabilidad de los equipos portátiles.
Operaciones compartidas con materiales combustibles o atmósferas inflamables o explosivas.	Detección previa de atmósferas inflamables o explosivas. Implicar al responsable de seguridad de la empresa, denunciando el peligro detectado y solicitando, si fuera inminente, la paralización del proceso. Retirada de los materiales combustibles de la zona. Vigilancia humana durante los trabajos, dotada de medios de comunicación especiales con las brigadas de emergencia.
Líneas del combustible/inflamable expuestas a roturas por daños físicos.	Colocación de resguardos de seguridad en las líneas. Ubicación de vasijas para una hipotética recogida de derrames en los puntos críticos. Mantenimiento preventivo de la corrosión de líneas y sustitución cuando se aprecien desgastes. Válvulas de seguridad para corte rápido del combustible.
Hornos.	Ventilación previa antes de proceder a su encendido.



BIBLIOGRAFÍA

14. BIBLIOGRAFÍA

- [1]** Servicio Nacional de Estudios Territoriales – Omar Darío Cardona. Colaboración del Programa de Naciones Unidas para el desarrollo – PNUD-El salvador, Marzo del 2002.
- [2]** Plan de Contingencias en Chiapas, México.
- [3]** Plan Nacional para la Prevención y Contingencia para el Manejo de los Efectos del Evento del Pacífico.
- [4]** Guía de la Referencia para la Identificación y evaluación de Riesgos laborales en la industria eléctrica.
AMYS.- Asociación de Medicina y Salud en el trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica. Mayo 1998.
- [5]** Seguridad en el Trabajo
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Madrid, 1999.
- [6]** Liderazgo Práctico en el Control de Pérdidas, Det Norske Veritas
Revisado Frank E. Bird, Jr. and Germain, Gorge L Edición 1990
- [7]** Análisis de Seguridad en el Trabajo
Consejo Interamericano de Seguridad, Edición 1994
- [8]** Dirección General de Protección civil. Ministerio de Justicia e Interior. 1994, Guías Técnicas:
 - [8.1]** Metodologías para el análisis de riesgos. Visión General.
 - [8.2]** Métodos cualitativos para el análisis de riesgos.
 - [8.3]** Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos.
- [9]** *C.M. Pietersen, B.F.P. van het Veld. "Risk assessment and risk contour mapping". J. Loss Prev. Process Ind., Vol 5, No 1. 1992.*
- [10]** J. Casal, H. Montiel, E. Planas, J.A. Vilchez. "Análisis del riesgo en instalaciones industriales". Edicions UPC. 1999.