

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



Tesis

**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS BASADO EN
LAS NORMAS NFPA Y EL DESEMPEÑO PARA MEJORAR LA
PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN UNA
CENTRAL DE GENERACION DE ENERGIA DE 200MW**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

Elaborado por:

ZENÒN ABDON CHUCKON MARTINEZ

ORCID:0009-0000-8020-1295

Asesor:

Dr. MANUEL AUGUSTO VILLAVICENCIO CHAVEZ

ORCID: 0000-0003-0142-7930

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

A mi madre y hermanas por sus apoyos Incondicionales, artífices de este logro importante en mi vida.

A mis hijos Esar Diego, Martha Lin y Kevin Romario, Por el amor que me brindan, por su comprensión, paciencia y compañía en este largo camino de una de mis metas personales.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar un sistema protección contra incendio (SPCI) para una Planta de Generación de Energía de una potencia de 200MW basado en el concepto moderno de **Desempeño** y las normas **NFPA** permitiendo analizar la funcionalidad, así como la normatividad en el diseño para la mejor protección de la central térmica, incluyendo la integridad y evacuación segura del personal de la planta, permitiendo la continuidad del funcionamiento de la planta.

El SPCI diseñado según el desempeño ha sido planificado en forma anticipada a la construcción evitando así improvisar ubicaciones de los equipos. Donde también para el sistema de bombeo de agua PCI, está conformado por una bomba(principal) de caudal accionada por motor eléctrico con válvula de seguridad en impulsión. Una bomba(relevo) de caudal accionada por motor diésel con válvula de seguridad en impulsión y una bomba Jockey para mantener la presión accionada por motor eléctrico. Colector de impulsión y pruebas con sus respectivas líneas de aspiración desde los tanques con agua y retorno para pruebas a ambos tanques conectados en dos puntos al anillo enterrado de distribución de agua. Batería de arranque. Valvulería e instrumentación asociada, incluyendo medidor de caudal. Cuadro eléctrico y conexiones de potencia e instrumentación.

El SPCI está respaldado por un sistema de extinción, detección y alarma requeridos por la reglamentación vigente, con fuentes de alimentación de emergencia, cableado de potencia, cableado de control, cableado de detección, bandejas y conduit para cableado de potencia, control y detección.

Integración de un sistema de detección de incendios con el DCS general de la planta. Señalización de emergencia. Medios de protección contra intemperie para componentes ubicados en zonas exteriores (armarios, casetas para gabinetes, extintores, puestos de control, centralitas). Para atender a cinco zonas de fuego de la planta de Generación de Energía en función a las normas NFPA.

Zona A Tratamiento de agua e instalaciones auxiliares. Zona B Almacenamiento de combustibles. Zona C Edificios auxiliares, oficinas, taller, almacén, caseta de control. Zona D Generadores auxiliares y servicios asociados y la Zona E Áreas de bloques de potencia. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con una percepción de la realidad objetiva y mediante un razonamiento deductivo en donde se contrastará la hipótesis pues la finalidad está dada por la comprobación, confirmación y reducción, orientada al resultado.

El origen es particular y se centra en coincidencias, se basa en los antecedentes específicos. Utilizando las normas internacionales NFPA (National Fire Protection Association) y la nacional IEEE (El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) , se dan respuestas apropiadas en cualquier falla o amago de siniestro.

Palabras clave: Hidrante, Espumas, NFPA, IEEE, desempeño, siniestro, bombas, tuberías enterradas.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to design a fire protection system (SPCI) of an Power Generation Plant (PERU) with a power of 200MW based on the modern concept of Performance that analyzes not only the regulations but also the functionality. safety of the plant in all its aspects such as the protection of buildings, the integrity and safe evacuation of workers, as well as the continuity of the operation of the plant.

The SPCI has a PCI water pumping system, with the following configuration: a flow (or main) pump driven by an electric motor, 100% of the overall design capacity, with a safety valve in the impulsion. A flow pump (relief) driven by a diesel engine of 100% of the overall design capacity with a discharge safety valve and a Jockey pump to maintain the pressure driven by an electric motor. Impulsion and test collector with their respective suction lines from the water tanks and return for tests to both tanks connected at two points to the buried water distribution ring. Starting battery. Valves and associated instrumentation, including flow meter. Electrical panel and power and instrumentation connections.

The SPCI is also supported by an extinction, detection and alarm system required by current regulations, with emergency power supplies, power wiring, control wiring,

Detection wiring, Trays and Conduit for power, control and detection wiring. Integration of the fire detection system with the general DCS of the plant. Emergency signage. Weather protection means for components located in outdoor areas (cabinets, booths for cabinets, fire extinguishers, control posts,

switchboards). To serve five fire zones of the Power Generation plant according to NFPA standards.

Zone A Water treatment and auxiliary facilities. Zone B Fuel storage. Zone C Auxiliary buildings, offices, workshop, warehouse, control booth. Zone D Auxiliary generators and associated services and Zone E Power block areas.

The research has a quantitative approach, with a perception of objective reality and through deductive reasoning where the hypothesis will be contrasted since the purpose is given by verification, confirmation and reduction, oriented to the result.

The origin of truth is particular and focuses on coincidences, referring to causality and is based on specific antecedents. Thus, through the use of the (National Fire Protection Association) NFPA and (The Institute of Electrical and Electronic Engineers) IEEE standards, a Fire Protection System (SPCI) based on the Performance concept of the 200MW power generation plant is a fundamental criterion that provides economy and safety of operation in emergencies.

Keywords: Hydrant, Foams, NFPA, IEEE, performance, loss, pumps, buried pipes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRÓLOGO.....	1
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCION.....	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Descripción del problema de investigación.....	4
1.2.1 Problemas específicos.....	9
1.3 Objetivo de estudio	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Antecedentes investigativos	11
1.4.1 Antecedentes internacionales.....	11
1.4.2 Antecedentes Nacionales	16
CAPITULO II.....	18
MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	18
2.1 Marco Teórico.....	18
2.1.1 Desempeño	18
2.1.2 SCI en centrales termoeléctricas.....	22
2.1.3 SCI en edificaciones.....	23
2.1.4 SCI Sub Estaciones.....	24
2.1.5 SCI Turbinas.....	25
2.1.6 SCI Transformadores	28
2.1.7 Extintores portátiles	29
2.1.8 Rociadores	30
2.1.9 Metodología de la investigación	30

2.2 Marco conceptual	31
CAPÍTULO III	32
HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
3.1 Hipótesis general	32
3.1.1 Hipótesis Específicos	32
3.2 Operacionalización de variables	33
CAPÍTULO IV	34
4.1 Tipo y diseño de la investigación	34
4.1.1 Tipo de investigación (Enfoque de la investigación)	34
4.1.2 Alcance de la investigación	35
4.1.3 Diseño de la investigación	35
4.2 Unidad de análisis	35
4.3 Matriz de Consistencia	41
DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	42
5.1 Clasificación de Tipos de Fuego y Riesgos en SPCI	42
5.1.1 Tipos de Fuego	42
5.1.2 Clasificación de Riesgos SPCI Planta Generación Energía	43
5.1.3 Estudio de Riesgos SPCI en Planta Generación Energía	44
5.2 Cálculo de Capacidades de Equipos de Extinción de Incendios	45
5.2.1 Sistema de Extintores Portátiles y Sobre Ruedas	45
5.2.2 Extintores portátiles y sobre ruedas	47
5.2.3 Calculo y ubicación de Extintores en la Planta	48
5.3 Red de Gabinetes Interiores y Exteriores	49
5.4 Red de Hidrantes	51
5.5 Rociadores	52
5.5.1 Instalación de tuberías y Mangueras	54

5.5.2 Rociadores en sala de bombas de SPCI (Plano 3)	55
5.5.3 Rociadores Sistema enfriamiento techo tanques de combustibles	57
5.5.4 Rociadores Sistema enfriamiento pared de tanques combustibles	58
5.6 Sistema de diluvio y preacción	59
5.7 Protección de la Turbina.....	60
5.8 Sistemas de extinción en zona de combustible liquido.....	60
5.8.1 SCI con espumas en tanques de combustible	62
5.8.2. Selección del Tanque Bladder	64
5.9 Señalización y Evacuación	65
5.10 Casa de Bombas Contra Incendio.....	66
5.10.1 Bomba Diesel.....	68
Bomba Eléctrica	69
5.10.3 Bomba Jockey.....	70
5.11 Sistema de Bombeo de Agua PCI	71
5.11.1 Caudales y Presiones.....	72
5.11.2 Señales de comunicación al DCS de la bomba.....	74
5.11.3 Bomba principal.....	75
5.11.4 Bomba con motor de combustión interna	76
5.11.5 Bomba Jockey.....	77
5.12 Sistema de Tuberías.....	78
5.13 Sistemas de Alarma y Detección	79
5.13.1 Los Equipos considerados con sistema de Detección	79
5.13.2 Panel de Control.....	80
5.13.3 Detectores	80

5.13.4 Pulsadores de Alarma	80
5.13.5 Alarmas de Incendio	81
5.13.6 Módulos de la Planta de Generación de Energía	81
5.13.7 Cableado	81
5.13.8 Fuentes de Alimentación	82
5.14 Limites de Batería Alimentación Eléctrica.....	82
5.15 Requisitos Complementarios	83
5.16 Costo total de equipos e instalación del SPCI	84
CAPITULO VI.....	85
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
6.1 Conclusiones	87
6.2 Recomendaciones	89
6.3 Referencias bibliográficas.....	91
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Modelamiento de fallas para optimizar el funcionamiento del SCI..	13
Tabla 2 Principales Referencias epistemológicas.....	31
Tabla 3 Operacionalización de Variables.....	33
Tabla 4 Análisis Metodológico de la investigación.....	34
Tabla 5 “Diseño de un sistema contraincendios basado en las normas NFPA y el desempeño para mejorar la prevención y extinción de incendios en centrales termoeléctricas”	41
Tabla 6 Tipos de Incendios	42
Tabla 7 Riesgos en la Central Termoeléctrica	43
Tabla 8 Estudio de riesgos en la central térmica Zonas A, B, C, D, E	44
Tabla 9 Riesgos en Extintores	46
Tabla 10 Dimensionamiento de Extintores	48
Tabla 11 Selección de bomba con motor combustión interna	77
Tabla 12 Costos del sistema SPCI	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Consumos de energía futuros en USA	5
Figura 2 Transformador incendio, no funcionó el SPCI	6
Figura 3 Transformador con sistema de aspersión, pared corta fuego y foso con piedras.....	7
Figura 4 Estrategia de Protección Contra Incendios.....	8
Figura 5 Procesos de diseño basado en desempeño.....	20
Figura 6 Centro de control de motores	22
Figura 7 Techo fallido sala de turbinas central eléctrica de Surgut.....	27
Figura 8 Acción de los robots en los sistemas SCI	27
Figura 9 Sistemas SPEI “SERGI” (izquierda) y SCI (derecha).....	28
Figura 10 Presurización despresurización del tanque	29
Figura 11 Ubicación de la Planta	36
Figura 12 Vista Panorámica de la Planta 200MW.....	40
Figura 13 Evolución del rociador.....	53
Figura 14 Rociador de tuberías Verticales.....	54
Figura 15 Densidad de diseño rociadores de techo.....	58
Figura 16 Sistemas de extinción Tks Combustibles.....	61
Figura 17 Pruebas de Diluvio en Tks. Combustible	62
Figura 18 Tk. Bladder Sistema de espumas	65
Figura 19 Casa de bombas y Tuberías SPCI	68
Figura 20 Selección y operación bomba de accionamiento eléctrico.....	75
Figura 21 Elección de la bomba accionado por motor eléctrico.....	76
Figura 23 Bomba Jockey programa de cálculo	78

PRÓLOGO

La presente tesis de investigación, se ha desarrollado realizando una división en seis capítulos respaldados en las referencias bibliográficas, trabajos de campo recopilados y estudios realizados. Con estas referencias desarrollo mi tema de tesis para mostrar el diseño de un sistema contraincendios basado en la teoría del desempeño para la protección de una planta de generación de energía de 200MW de potencia, el contenido de los capítulos es:

En el Primer Capítulo se encuentra la introducción en donde se informa sobre el objetivo del trabajo, la metodología, información y normas utilizadas en forma breve y asimismo incluimos las características más relevantes del diseño con una breve reseña de lo concluido y recomendado para este tipo de investigaciones.

El Segundo Capítulo comprende el marco teórico y el marco conceptual, el marco teórico incluye los antecedentes importantes y relevantes en concordancia con los autores de los cálculos e innovaciones actualizadas a la fecha de tal forma que los equipos estén adecuadamente diseñados con sus factores de dimensionamiento, así como las características de seguridad utilizadas en las diferentes zonas que tienen particularidades distintas como partes eléctricas o combustibles. En el marco teórico también se han considerado términos claves para la mejor interpretación del estudio.

El Tercer Capítulo comprende la declaración de la Hipótesis bajo la cual se ha de trabajar y que será contrastada revisando además las definiciones de la

variable dependiente e independiente y así lograr operacionalizar las variables correctamente

En el Cuarto Capítulo se define la metodología de la investigación orientada al tipo y diseño de la investigación, definiendo la unidad de análisis y generando la matriz de consistencia, considerando para ello las principales características epistemológicas que nos confirmen el enfoque y la transversalidad del análisis que permita definir si el proceso al final tendrá un carácter cuantitativo o cualitativo.

En Quinto Capítulo se desarrolla el trabajo de investigación, dividiéndolo en sus partes esenciales, disgregando los diferentes ambientes, los requerimientos de agua, espuma y equipos contra incendios revisando las condiciones normativas de seguridad por secciones e identificando los diferentes riesgos en cada caso, consolidando datos de los diferentes componentes para definir el requerimiento de protección al fuego, que permita diseñar la central de abastecimiento de agua espuma y recursos para así completar el objetivo.

En Sexto Capítulo se formula el análisis y la discusión de los resultados, contrastándose con su hipótesis en la investigación. Finalmente se desarrollan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Generalidades

Esta tesis de investigación, comprende el diseño de un “Sistema de Protección contra Incendios” (SPCI) de una Planta de Generación de Energía de una potencia de 200 MW el cual está basado en la teoría del Desempeño.

Un SPCI debe ser capaz de proteger toda la planta debido a su delicada función y por sus altos costos, el SPCI, abarca criterios para definir un buen sistema de bombeo de agua PCI para la selección de los tanques donde se almacena el agua, el sistema de bombeo de hidrantes y de las tuberías de impulsión, pruebas retorno y del anillo enterrado, bombeo de espumas, detección y métodos de supresión de incendio y sus respectivos equipamientos, diseñados según la reglamentación de la Norma NFPA.

El SPCI antes descrito cumple con los estándares internacionales rigurosamente no solamente para las inspecciones si no para asegurar la operabilidad y el correcto funcionamiento ante una falla o cualquier siniestro. Cubre además la detección, reacción y sofocación de la presencia de cualquier siniestro en los diferentes sectores de la planta de generación de energía, con el sistema de extinción diseñado, incluye también la más eficiente alternativa de control, alimentación agua y espumas, conducción y sofocación del siniestro.

1.2 Descripción del problema de investigación

La actividad de la Planta de Generación de Energía involucra diferentes equipos y servicios que comprende Almacenamiento de Combustible, Transformador Principal y Auxiliar, Sala de Celdas/Control Subestación, Edificios Eléctricos y de Control(sala BT, sala MT, sala baterías, CC, sala electrónica y sala transformadores MT/BT), Grupo Diesel Emergencia, Recinto Generador Auxiliar, Cubeto depósito de combustible de Generador Auxiliar, Carga y Descarga de Combustible, Caseta Aire Comprimido, PTA, PTE los cuales requieren de ser protegidos del incendio y/o explosión, que pueden ocasionar pérdidas parciales o totales al consumirse por el fuego.

(Nalley & LaRose, 2022; TCE, 2009) ***“Highlights, Annual Energy Outlook. 2022”***. Informa el crecimiento de la generación de energía eléctrica con consumos de combustibles fósiles hasta el 2050, lo cual implica la construcción de más centrales térmicas y en consecuencia los requerimientos de sistemas contraincendios de mayor calidad y velocidad de respuesta para un funcionamiento confiable, asegurados con tecnología y sujetas a normas Leyes y reglamentos vigentes a noviembre de 2021 y a diversos conceptos modernos como el “Desempeño”. Los escenarios del producto interno bruto (PBI) real de EE. UU. de 2,2 % (caso de referencia), alto Crecimiento Económico de (2.7%), Bajo Crecimiento Económico (1.8%), tendría como precio del crudo Brent al 2050 y el valor de \$90 por barril en dólares al 2021 (Caso de referencia) manteniéndose los costos de energías renovables altos, los cuales lograrán un 40 % menos que los costos de capital nocturno para

el 2050 en comparación con el caso de referencia, existiendo el requerimiento de diseñar centrales termoeléctricas con SPCI cada vez más seguros y con menos costos es decir menores Costo-efectivos. Ver figura1.

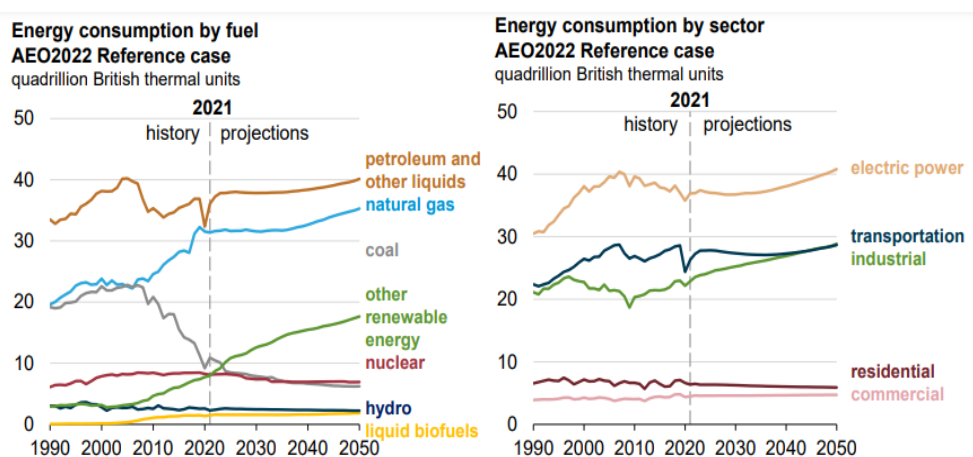


Figura 1 Consumos de energía futuros en USA

Fuente: "Destacados, Perspectivas Energéticas Anuales. 2022" (Nalley & LaRose, 2022)

Según (Moncada, 2018), "Incendios en el sector de la generación eléctrica." Muchas compañías de seguros están tratando de resolver los siniestros basados en la normativa NFPA en las centrales termoeléctricas, con repercusión importante mencionando el siniestro a febrero del 2017, ocurrido en los cables de transmisión del túnel de acceso de una hidroeléctrica en Colombia, ocasionando pérdidas por el orden de los \$23 millones de dólares en equipos y un perjuicio económico que superó la suma de \$200 millones de dólares, dejando inoperativa la central por un tiempo prolongado de meses, recomendándose fundamentalmente utilizar la norma NFPA 850 en la protección en plantas de generación eléctrica y las subestaciones reguladas por La normatividad del (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) IEEE 979. Tanto la (Factory Mutual Insurance Company) FMC, y la (Global Asset

Protection Services) XL GAPS quienes poseen además pautas para el control de riesgo de incendios que ayudan a complementar la NFPA 850 que de acuerdo a la última revisión efectuada en 2020 establece criterios para sistemas contra incendios básicos, entre los que se encuentran la bomba contra incendios, oleo hidráulicos, bodegas, y manipulación de combustible en el área de una central. En la figura 2 puede apreciarse el siniestro de un transformador.



Figura 2 Transformador incendio, no funcionó el SPCI

Fuente: "Incendios en el sector de la generación eléctrica" (Moncada, 2018)

(Moncada, 2018), "Incendios en el sector de la generación eléctrica" La seguridad contra incendios es un reto para detectar y controlar un incendio. Las prácticas NFPA 850 son empleadas internacionalmente como base técnica para diseñar, construir y operar proyectos de generación eléctrica, en países como México, Perú, Colombia, Chile, Ecuador, República Dominicana y Uruguay. La NFPA 850 reconoce que "El diseño de protección debe tener su inicio bajo la supervisión de un profesional que posea experiencia comprobada en el ámbito de ingeniería de protección contra incendios y que además posea las competencias necesarias en la operación

de una planta de energía” (NFPA 850: Art. 4.1.1). Esto es importante debido a que los proyectistas deben aplicar correctamente los lineamientos de la NFPA 850. Este documento se revisa, mejora y modifica continuamente y es utilizado durante la instalación. En Latinoamérica es usual contratar compañías especializadas en seguridad contra incendios para estar al tanto de las últimas novedades y mantener un estándar adecuado. La figura 3 presenta esta vez el accionamiento de un sistema contra incendios de un transformador debidamente diseñado.



Figura 3 Transformador con sistema de aspersión, pared corta fuego y foso con piedras

Fuente:” *Incendios en el sector de la generación eléctrica*” (Moncada, 2018)

(Moncada, 2018),” Incendios en el sector de la generación eléctrica.” También establece que el SPCI debe proyectarse antes del diseño de la Central Térmica, llamado Plan Maestro de SPCI, que posee un plan para registrar el desarrollo de la toma de decisiones en el espacio determinado para la protección en los casos de riesgo de incendio que pueden presentarse en la instalación y constituir el método de protección. El documento debe ser revisado, a fin de mejorar y modificar durante el avance del diseño de la central, debiendo revisarse y mantenerse durante el tiempo que dure la

instalación. En los actuales días es algo ordinario que las centrales contraten firmas de ingeniería con el interés de conocer nuevos avances. A esta condición se llama estrategia temprana y su contribución es de gran importancia en el diseño SPCI Ver figura 4

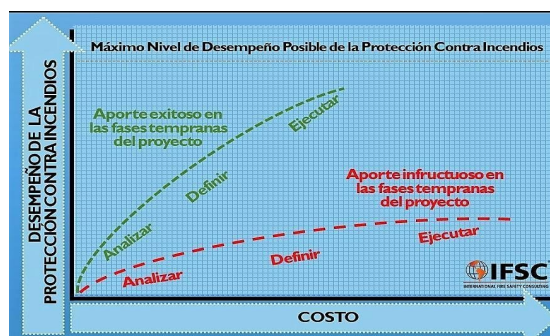


Figura 4 Estrategia de Protección Contra Incendios

Fuente: "Incendios en el sector de la generación eléctrica." (Moncada, 2018)

(Barajas Oscar, 2017), "Protección contra incendios diseño basado en desempeño" La última década, se realizaron investigaciones bajo la noción de un Diseño Basado en el Desempeño. Muchos problemas convencionales son resueltos con las regulaciones con incertidumbre es reducida, transfiriendo el riesgo a los entes de gobierno. El enfoque de diseño que se basa en el rendimiento genera resultados rentables al considerar escenarios específicos y resultados definidos, en lugar de limitarse a soluciones que se encuentran en los códigos normativos (Engineering Guide to Performance Based Fire Protección) SFPE. Precisa el diseño estándar de desempeño como la práctica de ingeniería enfocada a ajustar al nivel de protección requerido que establece el usuario.

- SFPE "Guía de ingeniería para la protección contra incendios que se basa en el rendimiento".

- NFPA 101A "Guía sobre enfoques alternativos para la seguridad de la vida".
- NFPA 555 "Guía sobre métodos para evaluar el potencial de Flashover en la habitación".

Los objetivos del diseño basado en el desempeño son, la protección a los ocupantes, Integridad estructural, Continuidad del negocio. El proceso consiste en definir el alcance del proyecto, establecer metas de seguridad, seleccionar criterios de rendimiento, desarrollar escenarios de incendio con un análisis de ocupación, formular preguntas clave para la toma de decisiones y planificar diseños de prueba. Los criterios de desempeño fundamentales tienen que ver con la supervivencia, la evacuación segura de las personas que ocupan una edificación, así como evitar la generación de Flashover (o fenómeno de súbita combustión generalizada)

Con lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente interrogante

Problema de Estudio

¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?

1.2.1 Problemas específicos

1. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con el análisis de riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?

2. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño relaciona con los equipos de inyección y volúmenes de fluidos de los equipos en la prevención y extinción del fuego en una central termoeléctrica?
3. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los tanques de almacenamiento de fluidos bombas y redes de tuberías de agua y espumas se relaciona con la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?
4. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con la selección de detectores de humos alarmas y paneles de control en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?

1.3 Objetivo de estudio

1.3.1 Objetivo general

Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con la prevención y extinción de incendios

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar cómo el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona cómo el análisis de riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica
2. Determinar cómo el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los equipos de inyección y volúmenes

de fluidos en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica

3. Determinar cómo el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona tanques de almacenamiento bombas de agua y espumas en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica
4. Determinar **cómo** el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con la selección de detectores de humos, alarmas y paneles de control automáticos y manuales para mejorar la respuesta en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica

1.4 Antecedentes investigativos

1.4.1 Antecedentes internacionales

Yusoff, (2020) en su investigación sobre “Case study on Designing a Comprehensive Fire Protection System for KY Power Station” La central eléctrica “KY Power Station” in Sabah Malasia, la cual se trata de dos turbinas a gas, almacena combustible para el suministro ininterrumpido de energía, utiliza cinco (5) sistemas de protección contra incendios, agua pulverizada , protección con espuma, extinción automática con dióxido de carbono, boquillas de incendio presurizadas y alarmas de detección de incendio conforme a las normas de la asociación nacional de protección contra incendios (NFPA). La investigación se concentra en el diseño de los diferentes sistemas de protección individuales, concluyendo que la falta de optimización de los sistemas individuales y globales, con un modelo matemático y

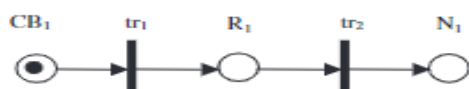
considerando que estos sistemas de protección contra incendios con sus propias funciones objetivas sin embargo la optimización global puede requerir enfoques especiales, como una optimización multiobjetivo.

Mansour, (2013) en su estudio acerca de “Petri nets for fault diagnosis of large power generation Station” propone un método simplificado de diagnóstico de fallas que se basa en redes de Petri para estimar los elementos/secciones defectuosas de una gran estación de generación de energía “High Dam”. Las redes de Petri son modelos de diagnóstico de fallas de elementos/secciones de la central eléctrica para diagnosticar con precisión las fallas cuando se detecta una gran cantidad de información con el SCADA en el espacio de control que diagnostica y estima elementos/secciones defectuosas para fallas múltiples y fallas simples. Para validar y viabilizar este método, se utiliza una simulación por ordenador de la central eléctrica High Dam, desarrollando tres casos de estudio con el diagnóstico de fallas de redes Petri que da resultados precisos de diagnóstico de fallas, corrección fácil y flexible de cada elemento / sección (s). Varios casos en la estación de generación de energía High Dam se utilizaron como prueba para atestiguar las capacidades y la efectividad de las redes de Petri, presentamos uno de los casos se muestra en un diagrama de una sola línea de la estación de generación de energía donde se incluye las ubicaciones de varios casos de estudio de ocurrencias. Los accidentes y fallas se recopilan de los archivos que ocurrieron en la estación de generación de energía y

mediante el método moderno de escenarios se asiste el funcionamiento seguro y acumulando a la vez información creando una base de datos para futuros eventos. Ver tabla 1.

Tabla 1 Modelamiento de fallas para optimizar el funcionamiento del SCI

Relé operado	T11 K BB (Corriente de fuga de buje del transformador 11)
CBs despedidos	U10CB, U11CB, U12CB, BL4CB1 y BL4CB2
Análisis de HPGC	Funcionamiento correcto del relé de protección
Diagnóstico red de Petri	La sección defectuosa es el transformador 11



Fuente: " *Redes de Petri para el diagnóstico de fallos de grandes centrales eléctricas*" (Mansour, 2013).

Alcarraz, (2017) en su investigación sobre "Diseño, cálculo y simulación de las instalaciones de protección contra incendios para una planta de ciclo combinado de producción de energía". El autor realiza el cálculo integral del SCI de una central termoeléctrica de un ciclo combinado, el diseño comprende las partes y el total del sistema contraincendios, incluyendo el protocolo de funcionamiento individualmente y en conjunto, la normativa fundamental utilizada es de La (Unión Nacional Europea) UNE y su funcionamiento mediante el software EPANET. Realizándose la simulación de hidrantes, las bocas de incendio equipadas (BIE), sistema de agua pulverizada, sistema de espuma, rociadores de espuma, simulación del fluido

NOVEC Líquido pulverizado en la boquilla y el sistema integral de protección contra incendios. Aquí se formulan tres hipótesis de incendio las cuales difieren de los valores necesarios, de esta manera se procedió a optimizar el sistema para cumplir con las tres hipótesis.

TCE, (2009) en su investigación sobre “2x660 MW Super-Critical Thermal Power Station Stage ii, Phase iii at Chhabra, District Baran, Rajastha” En la India las centrales a petróleo y carbón son frecuentes y en este caso la central termoeléctrica utiliza un rociado de agua de alta velocidad (HVWS), para transformadores auxiliares, tanques de aceite lubricante de turbinas y transformadores de generadores; pulverización de agua de media velocidad para cables en galerías. Las normas utilizadas en el caso son del Comité Asesor de Tarifas (TAC). Utiliza para este fin dos (2) bombas eléctricas y dos (2) bombas a motor diésel para los hidrantes y el rociado, además bombas jockey centrífugas horizontales de 2x100 % de capacidad para el sistema presurizado. Además, destina un ambiente para el tanque de almacenamiento de 3000 m³ de agua y en ese lugar se ubican además los equipos del SCI de acuerdo con la normativa existente. Una excelente distribución de tuberías y boquillas hasta la casa trituradora de carbón, galería de búnker, transportadores aéreos, y en la periferia de la Pila de reserva de carbón para evitar los incendios.

Energy W., (2011) en su estudio sobre “3200 MW (4 x 800 MW) Katni Thermal Power Project Dist. Katni, Madhya Pradesh” diseña el sistema de Detección y Protección contra Incendios para evitar incendios y explosiones en todos los patios y la planta, con sistemas de hidrantes, rociado de agua de

alta y media velocidad. espuma fija, extintores químicos portátiles y móviles. El Diseño está basado en el Comité Asesor de Tarifas (TAC) y la Asociación Nacional de Prevención de Incendios (NFPA), EE. UU. Considerando el bombeo simultáneo de tres (3) bombas, para el sistema de hidrantes, una (1) bomba para el sistema de aspersión. Una (1) Bomba centrífuga horizontal accionada por motor diésel como reserva común tanto para hidrante como para red de aspersión. Además de estos, se proporcionarán dos (2) juegos de bombas jockey, tanques hidroneumáticos, compresores, tuberías y accesorios. La red del sistema de rociado está interconectada con la red de hidrantes para que, en caso de que la red del sistema de rociado demande agua, esta pueda fluir de la red de tuberías a la red de rociado, pero no viceversa. El rociado automático de velocidad media es usado para galerías de cables, zanjas/bóvedas de cables, cintas transportadoras de carbón, tanque principal de almacenamiento de fuel oil/LDO, etc. Los rociadores automáticos de velocidad media protegen la zona de quemadores del frente de la caldera. El sistema de rociado automático de alta velocidad es usado para los transformadores de generador, Transformadores auxiliares de unidad, transformadores de estación, transformadores auxiliares de potencia, tanques de almacenamiento de aceite de turbina, frente de quemador de caldera, otros transformadores (mayores a 10 MVA). Está dotado de un sistema de detección de incendios para todos los equipos y lugares de protección, con circuitos de supervisión adecuados, Incluyendo la instalación automática de espumas fijas en las áreas de almacenamiento y manipulación de fuel oil; distribución de extintores químicos portátiles y móviles (montados

sobre ruedas) del tipo de espuma, ácido sódico y de dióxido de carbono que genera una extinción de gas inerte limpio de inundación total y centralizado para el espacio de equipos de control y la sala de control de la unidad.

1.4.2 Antecedentes Nacionales

Energy D., (2015), en su investigación sobre el " Análisis de Huella Hídrica en la Central Termoeléctrica Aguaytía acorde a la norma ISO 14046 La Energía Hídrica de la compañía Duke energy muestra el sistema de requerimiento de agua para toda la planta incluido el SCI que emplea un depósito de almacenamiento de agua (estanque) para contingencias (y en particular para las fases de prueba) este sistema no es diseñado localmente a pesar de estar instalado localmente y el encargo lo recibe fundamentalmente la Swiss agua - Duke Energy.

Ingar & Morales, (2020), en su estudio sobre el" **Diseño de un sistema contra incendio para un autotransformador de 250 MVA en la subestación Yarabamba del consorcio Transmantaro**". El autor considerando también algunos conceptos de desempeño realiza un innovador sistema contraincendios para el transformador 250 MVA, 500 kV de la Subestación Yarabamba del Consorcio Transmantaro. El estudio evalúa varias opciones de sistemas contra incendios para máquinas eléctricas estáticas de alta tensión y elige un sistema de protección contra incendios mediante inyección de nitrógeno. Además, tiene en consideración aspectos como la seguridad, la adaptación al clima, la rapidez, la instalación y el

mantenimiento, así como los posibles efectos secundarios en otras instalaciones, se busca tomar decisiones acertadas. Se utilizó el método de investigación bibliográfica relacionado con el tema, tomando en consideración la poca información a causa de la tecnología del sistema de extinción de incendio con inyección de nitrógeno, se tomó entre los antecedentes algunas investigaciones documentadas acerca de las características de materiales inflamables e incendios que provocan explosión al inicio del mismo. Adicionalmente se aplicó el método descriptivo y analítico a fin de categorizar y al mismo tiempo hacer un análisis de las opciones y selección de la propuesta mediante el método ponderado. En cuanto a los resultados de este informe, se hace la selección de un sistema de inyección de nitrógeno con 4 botellas de 40 litros cada una, con la capacidad de sofocar un incendio en un tiempo aproximado de 1 minuto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Desempeño

Barajas O., (2017) en su estudio sobre “Protección contra incendios: Diseño Basado en Desempeño”. Define el concepto, los códigos y regulaciones, a la vez que presenta soluciones convencionales con incertidumbres bajas, transfiriendo una cuota del riesgo a los entes de gobierno encargados. El método que se basa en el rendimiento produce resultados rentables al considerar escenarios, objetivos y efectos específicos, al tiempo que se adhiere a las soluciones recomendadas por los códigos normativos. El “Engineering Guide to Performance Based Fire Protection” SFPE considera tres atributos del diseño: Determinación del nivel de protección contra incendio que se requiere, Inclusión del diseño de la edificación con análisis de ingeniería y alternativas de diseño según necesidades del usuario.

Objetivos basados en desempeño:

- Creada con el fin de salvaguardar a los individuos que no están directamente involucradas en el fuego, brindando el tiempo y espacio suficientes para una evacuación segura.

- La estructura se debe mantener intacta para facilitar la evacuación y disponer el tiempo para ello, también pueden ser reubicados los ocupantes en caso de un incendio.
- Diseños fuertes para permitir la continuidad del negocio que minimicen las pérdidas por incendio como son:
 - 1 Alcance del proyecto
 - 2 Metas de seguridad
 - 3 Selección de criterios de desempeño
 - 4 Escenarios de incendio en análisis de ocupación
 - 5 Preguntas clave para la toma de decisiones
 - 6 Planteamiento de diseños de prueba
 - 7 Evaluación de los diseños de prueba y modificaciones de desempeño
 - 8 Selección del diseño final

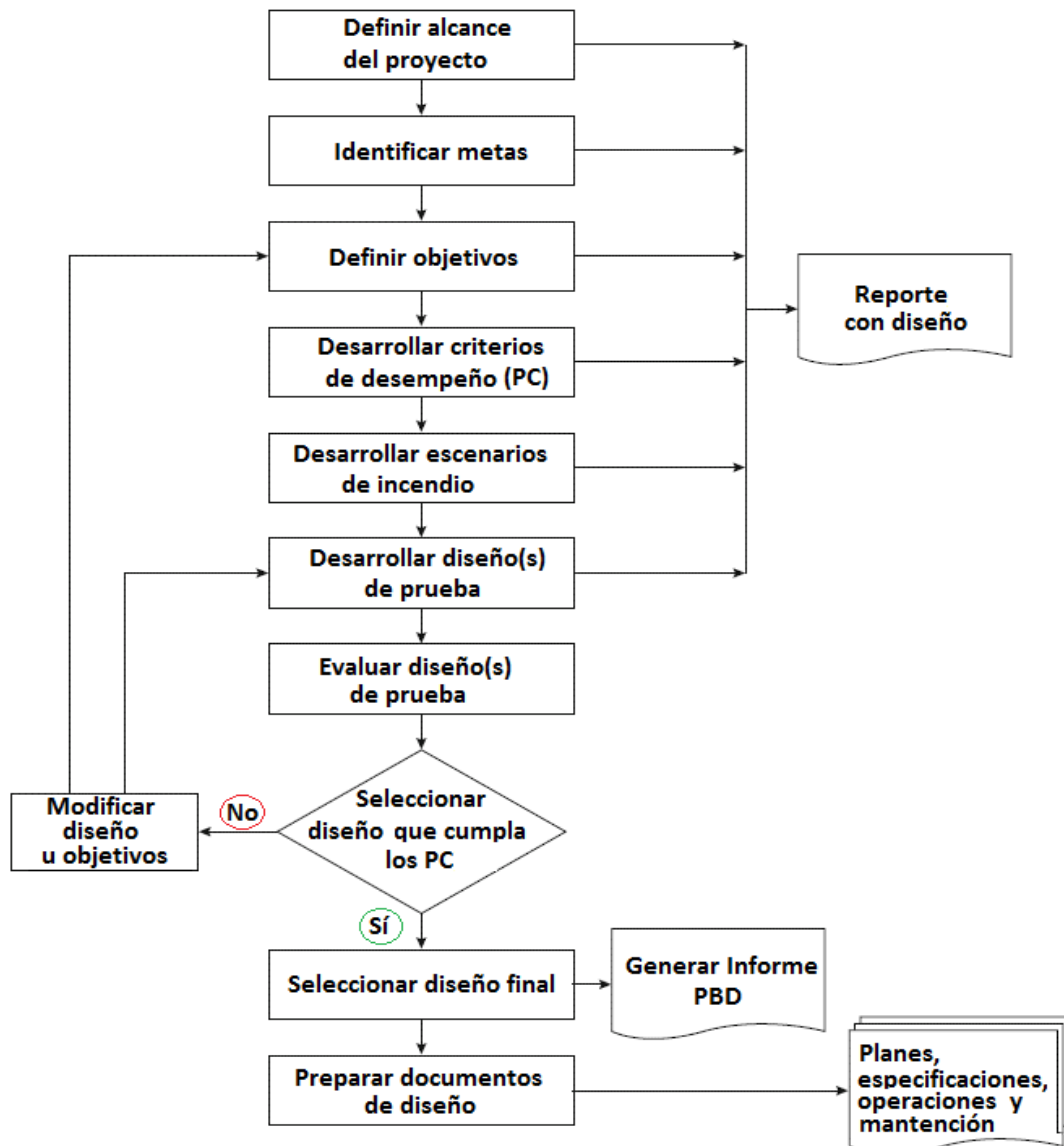


Figura 5 Proceso de diseño basado en desempeño

Fuente: "Protección contra incendios: Diseño Basado en Desempeño". (Barajas O., 2017)

Metas del desempeño

- 1 Reducir al mínimo la cantidad de individuos afectados por el fuego y prevenir muertes.
- 2 Minimizar los daños a la estructura del edificio, su contenido y sus características arquitectónicas e históricas.

- 3 Disminuir las suspensiones causadas por situaciones de incendio y emergencias.
- 4 Limitar el impacto ambiental
- 5 Asegurar la activación de la parada de emergencia (ESD) y la despresurización de los sistemas.
- 6 Confinar la emergencia dentro de los límites de la planta.

Criterios de desempeño:

- 1 Supervivencia y evacuación segura
- 2 La temperatura no debe exceder 65°C
- 3 La concentración instantánea de CO no debe exceder 10 000ppm
- 4 La acumulación de monóxido no debe exceder 25% hemoglobina
- 5 La concentración de oxígeno debe mantenerse en un 14% o más
- 6 Flashover (fenómeno de súbita combustión generalizada) /recintos cerrados cumple:

- ✓ La temperatura de los gases y vapores generados por el incendio en zona superior del espacio no debe superar los 600°C.
- ✓ El flujo de calor radiado en el suelo del recinto no debe exceder 20 kW/m²

Al comienzo de un proceso de diseño que se basa en el rendimiento, es importante cuantificar las características de la edificación que se desea proteger. Esto incluye aspectos arquitectónicos como la geometría, el revestimiento interior, las aberturas y la presencia de compartimentos internos.

Ejemplo en centro de control de motores: Se presenta una referencia a manera de ilustración para la selección de criterios de diseño a fin de evaluar la necesidad de instalación de un SPCI que se basa en agente limpio en un centro de control de motores ver figura 6



Figura 6 Centro de control de motores

Fuente:(“Protección contra incendios: Diseño Basado en Desempeño” (Barajas O., 2017).

Existen países que han desarrollado esquemas de excelencia con un diseño basado en desempeño entre los que se puede mencionar Australia y Nueva Zelanda.

2.1.2 SCI en centrales termoeléctricas

NFPA® & 850, (2010) en su investigación sobre la “**Práctica Recomendada para Protección contra Incendios para Plantas de Generación Eléctrica y Estaciones de Conversión de Corriente Directa de Alto Voltaje**”. Ofrece recomendaciones para implementar programas de prevención y protección contra incendios en plantas de generación eléctrica y estaciones de conversión de corriente directa de alto voltaje, con excepción de ciertos casos específicos. Las plantas de energía nuclear están abarcadas por la norma NFPA 805, la cual se basa en el rendimiento para la protección contra incendios en plantas de generación eléctrica con reactores de agua

ligera. En cuanto a las plantas hidroeléctricas, se incluyen en la norma NFPA 851, que proporciona actividades para la protección contra incendios en plantas generadoras hidroeléctricas. Por último, las celdas de combustible están contempladas en la norma NFPA 853, que establece los requisitos para la instalación de sistemas estacionarios de energía de pilas de combustible.

2.1.3 SCI en edificaciones

Indian, (1993) en su investigación sobre “Fire safety of industrial buildings, electrical generating and distributing Station - code of practice” menciona esta norma Hindú que establece los requerimientos de seguridad contra incendios con respecto a la construcción de edificios, riesgos e instalaciones de proceso, áreas de almacenamiento, etc., pertenecientes a las estaciones generadoras de electricidad (donde la electricidad se genera utilizando carbón, petróleo, turbinas de gas, grupos electrógenos diésel y estaciones de distribución).

No se ocupa de centrales nucleares y centrales hidroeléctricas. Esta norma, adoptada por la Oficina de Normas Hindúes, por el Comité Seccional de Seguridad contra Incendios y por el Consejo de la División de Ingeniería Civil, que considera el suministro continuo de energía eléctrica de importancia primordial para todas las actividades humanas. El incendio o la explosión en una central eléctrica reducen el suministro de energía eléctrica un tiempo considerable, causan daños extensos a la propiedad del edificio y el equipo. La ocurrencia de incendios devastadores perturba la vida de la comunidad y reemplazo de equipos de gran valor. Los SCI reducirán la frecuencia de incendio y propagación a otras áreas. La selección de los materiales para la

construcción, siendo más seguras desde un enfoque de riesgo de incendio. Esta norma fue publicada en 1966 y revisada en 1981. Esta segunda revisión incorpora ciertas modificaciones basadas en las sugerencias recibidas de diversas organizaciones. Algunos de los cambios importantes se refieren a las disposiciones relacionadas con la protección contra incendios de los edificios de turbogeneradores, salas de conmutación, galerías de cables, almacenamiento de aceites inflamables, plantas de manipulación de carbón, patios de transformadores y otras zonas peligrosas.

2.1.4 SCI Sub Estaciones

Nora, (2011). en su estudio acerca de la **“Guía para la protección contra incendios de subestaciones según el estándar IEEE 979”** dice que la guía de protección contra incendios para subestaciones, casetas de tableros de control, conductores, salidas, bloqueos de puertas, extintores, sistemas de detección de incendios, materiales combustibles, ventilación, iluminación, construcción, usos, teléfonos, baterías, transformadores y sistemas de extinción aborda diversos aspectos relacionados con la seguridad contra incendios en estas instalaciones. También se incluyen recomendaciones para la contención del aceite, descargadores de sobrevoltajes (pararrayos), barreras contra incendios, instalación de transformadores exteriores, aliviadores de presión, ventilación para explosiones, sistemas de extinción de incendios (como el uso de agua, dióxido de carbono, químicos secos y espumógenos), así como componentes y dispositivos específicos de la subestación.

La guía también menciona aspectos relacionados con la protección contra descargas atmosféricas directas, puestas a tierra, sensores de fallas y dispositivos de interrupción, celdas "metal-clad", reactores llenos de aceite, capacitores de potencia, motores a diésel o gasolina, sistemas de manejo de combustible, relés y paneles de control. Asimismo, se abordan temas como los componentes con gas como aislamiento, plantas de bombeo de conductores con aceite a alta presión, subestaciones interiores, cables de fuerza y de control de bajo voltaje, instalación de cortafuegos, iluminación de medios de salida y de emergencia, instalaciones exteriores de cables, tuberías, válvulas, manómetros, estaciones de mangueras y análisis económico. La guía también considera el entrenamiento del cuerpo de bomberos, la disponibilidad del agua, el equipo no energizado y energizado, las subestaciones de alto voltaje, el control y las casetas de tableros de control, así como los aspectos relacionados con la evaluación de riesgos y costos evitados en relación con la protección contra incendios.

2.1.5 SCI Turbinas

Pykhtin, (2020), en su estudio sobre “Protection of turbine halls of power plants from exposure to high temperatures in fire conditions” afirma que: Los incendios producidos en las turbinas generalmente ocasionan colapso en el techo, los equipos contraincendios convencionales son ineficaces, los robots son la opción más factible con detectores infrarrojos, operan en baja visibilidad y en condiciones de alta generación de humo, los robots tienen ventajas sobre los androides y pueden proteger áreas desde 5 a 15000 mts, manejando caudales de 20 a 60 lts /seg. Alrededor del 70% de

los incendios en las salas de turbinas fueron causados por una rotura mecánica de un turbo generado componente, evento puede que ocurre con un chorro de aceite ardiente, fuego de chorro de hidrógeno o quema de derrame de petróleo que cubre un área de piso significativa. Alrededor del 18% tuvieron fugas de hidrógeno con la posterior combustión y explosión que resultaron en consecuencias desastrosas y bajas de personal. Según datos estadísticos en un período de 25 años, se produjeron 97 accidentes, incluidos 31 incendios, 2 explosiones y 2 explosiones seguidas de un incendio, en salas de turbinas de centrales nucleares y de combustibles fósiles que tenían instalaciones de generadores turbogas de 50 MW y más capacidad en la URSS y en el extranjero. En 22 eventos fallaron los techos de las salas de turbinas, lo que representa el 21% del número total de accidentes en ese período. En 2005-2011 se produjeron 136 incendios en centrales eléctricas rusas de combustibles fósiles, incluidos los eventos con el colapso del techo de la sala de turbinas.

El 4 de enero de 2015 se produjo un incendio en la central eléctrica Surgut-2 (Surgut, Rusia) que causó el colapso de dos vanos de techo en la sala de turbinas de su Unidad de energía 4 con un área fallida que asciende a 1300 m². El incendio fue causado por aceite encendido en la sala de turbinas. La planta generadora de energía de Surgut con combustibles fósiles más grande y la segunda del mundo. Su capacidad instalada es de 5597,1 MW, la capacidad de las unidades de ciclo combinado es de 797,1 MW; la capacidad térmica instalada es de 840 Gcal/h. La planta está ubicada en

Surgut, una ciudad en el área autónoma de Khanty-Mansi. La planta utiliza gas de petróleo asociado y gas natural como combustible Ver figura 7.



Figura 7 Techo fallido sala de turbinas central eléctrica de Surgut.

Fuente: "Protección de las *naves de turbinas de las centrales eléctricas de la exposición a altas temperaturas en condiciones de incendio*" (Pykhtin, 2020)

Los robots contra incendios se utilizan para proteger la sala de turbinas de las centrales eléctricas de combustibles fósiles, por ejemplo, han estado de servicio en la central térmica de Petrozavodsk desde 1997 ver figura 8.

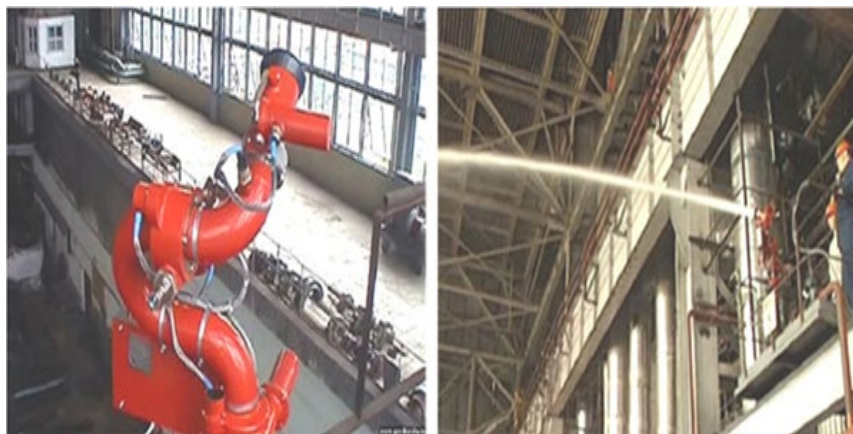


Figura 8 Acción de los robots en los sistemas SCI

Fuente: "Protección de las *salas de turbinas de las centrales eléctricas de la exposición a altas temperaturas en condiciones de incendio*" (Pykhtin., 2020)

2.1.6 SCI Transformadores

(Zacatenco, 2011. “Sistema de protección y prevención contra explosión e incendio para transformadores de potencia tipo subestación” el sistema de transmisión es uno de los equipos más caros, en la actualidad, se ha observado un aumento en los problemas relacionados con la explosión de transformadores, lo cual plantea la necesidad de contar con medidas eficaces para extinguir cualquier tipo de llama o fuego que pueda propagarse a otros equipos e instalaciones. Con el objetivo de llevar a cabo un estudio e investigación más detallados, se enfocará en la protección de los transformadores de potencia tipo subestación, que han experimentado fallas de mayor magnitud y relevancia. Los sistemas de protección y prevención contra explosión e incendio son: 1. Sistema Contra Incendios Convencional (SCI). 2. Sistema de Prevención contra Explosión e Incendio (SPEI) “SERGI” ver figura 9.



Figura 9 Sistemas SPEI “SERGI” (izquierda) y SCI (derecha)

Fuente: "Protección de las naves de turbinas de las centrales eléctricas de la exposición a altas temperaturas en condiciones de incendio" (Pykhtin, 2020)

Las presiones de gas se incrementan a 450 bar entre 55 y 100 milisegundos luego del corto circuito. El interruptor abre a 85 milisegundos después del corto circuito, con temperaturas de 930°K (660°C.), desconectado el interruptor, la presión aumentando por inercia térmica. El sistema SERGI con la capacidad de prevenir la explosión del tanque de transformadores, y evitar el incendio, ver figura. 10

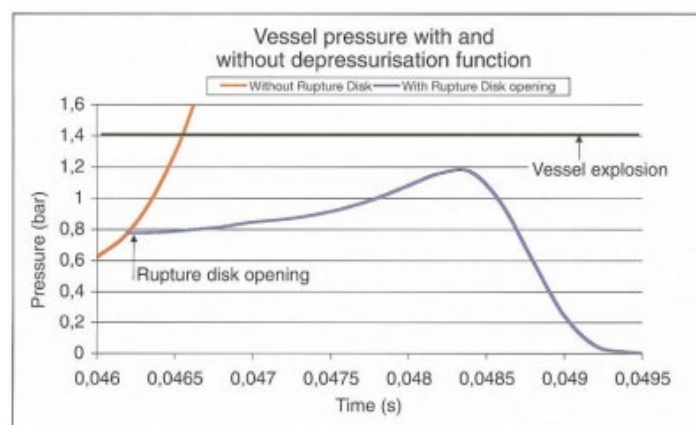


Figura 10 Presurización despresurización del tanque

Fuente: "Protección de las salas de turbinas de las centrales eléctricas de la exposición a altas temperaturas en condiciones de incendio" (Pykhtin., 2020)"

2.1.7 Extintores portátiles

(NFPA 10, 2007)" Standard for Portable Fire Extinguishers" Este standard maneja el uso de los equipos de extinción fijos y portátiles informando las condiciones y los lugares de utilización en la planta en la edición 2013 de esta norma fue revisada para tratar mejor la extinción de agentes para la Clase D y la eliminación gradual de los extintores de halones listados. El significado de halocarbonos se ha ampliado de modo que permita la utilización de cualquier agente halocarbono que se acepte bajo el programa de Política de Nuevas Alternativas Significativas de la EPA de los Estados

Unidos. Se han agregado nuevas distancias de viaje para obstáculos/ gravedad y riesgos de incendio a presión.

2.1.8 Rociadores

(NFPA 13, 2019)” Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores” El estándar describe la responsabilidad en la instalación de rociadores abiertos con tuberías, válvulas y accesorios incluyendo el suministro de agua no incluye construcción de tanques, bombas, señalización, alarmas de incendio, diseño de las conexiones ni las mangueras tampoco se responsabiliza por el cálculo ni la instalación de tuberías.

2.1.9 Metodología de la investigación

(Witne, 2004)” Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina” en esta referencia se indica que la metodología de la investigación posee reglas y estrategias en donde se profundiza un problema y se concreta un proceso sistemático que incluye actividades y tareas y en general. La investigación científica es un proceso encargado de conceptualizar la realidad y que al mismo tiempo busca obtener conocimientos e ideas además de representaciones intelectuales de las mismas y permite anticipar fenómenos de cualquier índole. Es muy importante darle una valorización a un problema concreto, así como marcar o direccionar el camino para su solución la cual puede tener un carácter metodológico cualitativo o cuantitativo, pero no necesariamente podemos utilizar todas ellas ya sea por el tipo de investigación que realizamos o por la forma como obtenemos las informaciones correspondientes y también la disciplina o línea de investigación dentro de la cual nos estamos desempeñando. las referencias

epistemológicas útiles importantes dentro de las cuales podemos tomar algunas se encuentran en la tabla 2 dentro de la cual podremos tomar las más significativas para el presente trabajo de investigación.

Tabla 2 Principales Referencias epistemológicas

Características epistemológicas	Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Percepción de la realidad	Subjetiva. Incluyente	Objetiva.Excluyente
Razonamiento	Inductivo	Deductivo
	Genera Hipotesis	Contrasta Hipótesis
Finalidad	Exploración	Comprobación
	Descubrimiento	Confirmación
	Expansión	Reducción
Orientada	Al Proceso	Al resultado
Principio de verdad	Holística	Particularista
	Dinámica (Provisoria)	Estable(Permanente)
	Se construye	Predeterminada
	Centrada en Diferencias	Centrada en similitudes
Perspectiva del investigador	Desde dentro (Proximo a los Datos)	Desde afuera (al margen de los datos)
Causalidad	Interacción de factores	Antecedente específico
Axiología	valores dados explicitos	Libre de valores (Neutra)
Punto Fuerte	Validez(datos profundos y singulares)	Fiabilidad (datos sólidos repetibles)
Validez	Sinceridad del informante	Significación estadística

Fuente: (Witne, 2004) "Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina"

2.2 Marco conceptual

Rociadores

Se refiere a las boquillas que dispersan el flujo de agua hacia los equipos.

Hidrantes

Se refiere a los sistemas que transfieren el agua a las mangueras que descargan el agua mediante sus boquillas en caso de siniestro.

Espumas

Se refiere al fluido de contextura expandida apta para aplacar el fuego.

Extintores

Se refiere a recipientes llenados con agentes de extinción de fuegos.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1 Hipótesis general

El diseño de un sistema contraincendios basado en el desempeño influirá en el costo de seguridad en una Planta de Generación de Energía de 200MW de potencia.

3.1.1 Hipótesis Específicos

1. El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con el análisis riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.
2. El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con El diseño de equipos de inyección y volúmenes de fluidos en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.
3. El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con el Diseño de tanques de almacenamiento bombas de agua y espumas en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.
4. El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con La selección de detectores de humos, alarmas y paneles de control automáticos y manuales en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica

3.2 Operacionalización de variables

Variable Dependiente VD: Mejora de costos de seguridad de una central termoeléctrica

Variable Independiente VI: Diseño de un sistema contra incendios

Lo indicamos en la Tabla 3

Tabla 3 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño de un sci basado en nfpa y desempeño	Un sistema contra incendios es un conjunto de dispositivos y equipos diseñados para detectar, contener y extinguir los incendios de manera rápida y efectiva. Estos sistemas son fundamentales para minimizar el daño y la propagación del fuego. Así como para asegurar la evacuación segura de las personas en caso de emergencia.	Seguridad de operación	Riesgos
			Extintores manuales
			inyección agua turbogenerador
		Equipos de inyección de fluidos en la prevención y extinción de incendios	Inyección agua pared tanque
			Inyección de agua techo de tanque
			Inyección de espuma tanque
Prevención y extinción de incendios en centrales termoeléctricas		Capacidad de reservorios y desempeño de bombas	Hidrantes
			Reservorio de agua
			Reservorio de espumas
		Sistema de control para la detección de humos prevención y extinción de fuegos	Capacidad de las bombas
			Sensores de humos
			Control electrónico

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y diseño de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación (Enfoque de la investigación)

El tipo de la investigación es de naturaleza cuantitativa, porque 6 características epistemológicas de investigación de un total de 7 están distribuidos en la columna de la investigación cuantitativa ver Tabla 4, la investigación tiene una percepción de la realidad objetiva, el razonamiento es deductivo y se contrastará la hipótesis, fundamentalmente transversal la finalidad está dada por la comprobación, confirmación y reducción, que se orienta al resultado, el principio de verdad particulariza y está enfocada en coincidencias, referente a la causalidad se basa en los antecedentes específicos.

Tabla 4 Análisis Metodológico de la investigación

RESULTADOS DEL ANALISIS METODOLOGICO		
Características epistemológicas	Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Percepción de la realidad		Objetiva
Razonamiento		Deductivo
		Contrasta Hipótesis
Finalidad		Comprobación
		Confirmación
		Reducción
Orientada		Al resultado
Principio de verdad		Particularizado
		Enfocada en similitudes
Perspectiva del investigador	Desde dentro	
Causalidad		Antecedentes específicos

Fuente: (Witne, 2004) "Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina"

4.1.2 Alcance de la investigación

La investigación es explicativa, porque se detalla y diseña el sistema contra incendios, en los marcos normativos NFPA y IEEE y guías de diseño, así como la inclusión de desempeño para reducir los costos, considerando una mejora la performance del SCI de la planta de generación de energía y además incluye otros conceptos de funcionalidad y del manejo del personal que opera no solo para la planta si no también los otros diferentes servicios.

4.1.3 Diseño de la investigación

El tipo de diseño será no experimental y transversal, porque se aplicará el sistema contraincendios debidamente comisionado y probado de acuerdo a las guías de las buenas prácticas de manufactura y además con normalización actualizada.

4.2 Unidad de análisis

La Unidad de análisis es la Planta de Generación de Energía con una potencia de 200 MW donde se ha proyectado el SPCI basado en el Desempeño y la norma NFPA.

Referencia de Ubicación

La Planta está ubicada en el kilómetro 766 de la Carretera Panamericana Norte a pocos kilómetros del municipio de Reque en la Provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque-Perú, ver figura 11



Figura 11 Ubicación de la Planta

Fuente: Google maps

La instalación consiste en una planta que genera Energía Eléctrica de 200MW de potencia basada en una tecnología de turbina de gas que quema en este caso combustible líquido Diesel B5

La situación climática de la zona es:

- Temperatura Promedio diario aire ambiente 21.7°C
- Temperatura máxima del aire ambiente 33.9°C
- Temperatura mínima del aire ambiente 14.6°C
- Humedad relativa máxima del aire ambiente 81%
- Presión atmosférica 1013.9 mbar
- Pluviometría media anual normal 45mm

➤ Pluviometría mensual (fenómeno de El Niño)	173mm
➤ Elevación	77.5 msnm
➤ Velocidad máxima mensual del viento.	95km/h
➤ presión de viento	108.3kg/m ²
➤ Dirección viento predominante (desde SSE)	179.3°
➤ Radiación solar	225W/m

Sismicidad Norma E.030 Diseño Sismorresistente, Suelo perfil tipo S3 (Suelo flexibles con estratos de gran espesor) en Departamento de Lambayeque como zona sísmica 3, Aceleración máxima horizontal del terreno (probabilidad del 10% de ser excedida en 50 años):0.40g siendo “g” la aceleración de la gravedad, T_p (periodo que define la plataforma del espectro:0.9s), S (factor de suelo:1.4).

Las instalaciones que se dónde se debe evitar y proteger del fuego son cinco (05) divididas en zonas y referenciadas en el Plano 1:

- ° Zona A - Tratamiento de agua e instalaciones auxiliares
- ° Zona B - Almacenamiento de combustibles
- ° Zona C - Edificios auxiliares oficinas, taller, almacén, caseta control
- ° Zona D - Generadores auxiliares y servicios asociados
- ° Zona E - Área del bloque de potencia

El SPCI que comprende los paneles de detección, alarma y el accionamiento del agua y espumas se centralizo en un ambiente apropiado ver plano anexo B1.

Este sistema contraincendios ya instalado y funcionando estará al servicio de la planta de generación de energía de 200mw de potencia

Normativa Aplicable

Los equipos estarán de acuerdo con la legislación y reglamentación aplicable vigente en Perú

Normativa Local de Obligado Cumplimiento

Reglamento Nacional de Edificaciones

Reglamento de Seguridad para Actividades de Hidrocarburos DS 043-2007-EM

Reglamento de Seguridad para Almacenamiento de Hidrocarburos DS 052-93-EM

Reglamento de Seguridad Industrial A130 DS N°017-2012

Normativas técnicas peruanas

°ICS 13.100 Seguridad en los puestos de trabajo. Higiene Industrial

°ICS 13.220.10 Lucha contra incendios

°ICS 13.220.20 Protección contra incendios

Estándares Nacionales e Internacionales

° API American Petroleum Institute

° ASME American Society of Mechanical Engineers

° ASTM American Society of Testing Materials

° EN European Normative

° ISO International Standard Organization

° ISO 9001 Quality management systems

° MSS Manufactures Standardization Society

- ° NFPA National Fire Protection Association
- ° Sistemas de Tubería ANSI/ASME B31.1 Power Piping

Referencia de Equipos Principales y Auxiliares Instalados (Plano 1)

Los equipos y sistemas principales de la planta de generación de energía eléctrica de 200MW de potencia son los siguientes:

- Tanques Agua Bruta, Planta Tratamiento de Agua, Planta Tratamiento de efluentes
- Caseta de Bombas de sistema protección contra incendios
- Caseta de Aire Comprimido
- Tanques de almacenamiento de combustible y su cubeto
- Bombas de carga y descarga de combustible
- Generador Auxiliar y su cubeto deposito combustible
- Transformador Principal
- Transformador Auxiliar
- Turbina y Generador
- Sala Celdas / Control Subestación
- Sala de cabinas MT, sala de transformadores MT / BT
- Sala Cabinas BT, Sala Cuadros CCM, Sala CC/SAI
- Sala de Baterías y Sala electrónica
- Patio de Llaves
- Edificios de Oficinas, Taller, Almacén (VER FIG12)



Figura 12 Vista Panorámica de la Planta 200MW

Fuente: Toma fotográfica en proceso construcción

4.3 Matriz de Consistencia

Tabla 5 “Diseño de un sistema contraincendios basado en las normas NFPA y el desempeño para mejorar la prevención y extinción de incendios en centrales termoeléctricas”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño.	SEGURIDAD DE OPERACION	RIESGOS	<p>Datos: Los Datos que se obtienen para el diseño son cuantitativos y se encuentra en los manuales de los equipos a los que se ha de brindar la protección. El Tipo es No experimental Transversal y correlacional dado que la correlación no indica causalidad y cuantitativa pues implica la generación de hipótesis en el proyecto,</p>
¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica	Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con la prevención y extinción de incendios	¿El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica				
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS				
1. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con el análisis de riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?	1.Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con el análisis de riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica	1.El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con el análisis de riesgos y tipos de fuego en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.	EQUIPOS DE INYECCION DE FLUIDOS EN LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	EXTINTORES MANUALES		
2. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los equipos de inyección y volúmenes de fluidos de los equipos en la prevención y extinción del fuego en una central termoeléctrica?	2.Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los equipos de inyección y volúmenes de fluidos en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.	2.El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con El diseño de equipos de inyección y volúmenes de fluidos en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.		INYECCION AGUA PARED TANQUE		
3. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los tanques de almacenamiento de fluidos bombas y redes de tuberías de agua y espumas se relaciona con la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?	3.Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con los tanques de almacenamiento bombas de agua y espumas en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica	3.El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con el Diseño de tanques de almacenamiento bombas de agua y espumas en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica.	CAPACIDAD DE RESERVORIOS Y DESEMPEÑO DE BOMBAS	INYECCION DE AGUA TECHO DE TANQUE		
4. ¿De qué manera el diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con la selección de detectores de humos alarmas y paneles de control en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica?	4.Determinar como el Diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relaciona con la selección de detectores de humos, alarmas y paneles de control automáticos y manuales para mejorar la respuesta en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica	4.El diseño de un SCI basado en las normas NFPA y el desempeño se relacionan con La selección de detectores de humos, alarmas y paneles de control automáticos y manuales en la prevención y extinción de incendios en una central termoeléctrica		HIDRANTES		
			SISTEMA DECONTROL PARA LA DETECCION DE HUMOS PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE FUEGOS	RESERVORIO DE AGUA		
				RESERVORIO DE ESPUMAS		
				CAPACIDAD DE LAS BOMBAS		
				SENSORES DE HUMOS		
				CONTROL ELECTRONICO		

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El concepto de sistema de lucha contra incendios se Diseña bajo la denominación de Sistema de Protección contra incendios (SPCI) para la protección adecuada de los equipos y diferentes edificaciones que forman parte de la Planta de Generación de Energía de 200mw de potencia.

5.1 Clasificación de Tipos de Fuego y Riesgos en SPCI

5.1.1 Tipos de Fuego

(NFPA 10, 2007)" Standard for Portable Fire Extinguishers" nos permite revisar las áreas que requieren sistemas portátiles en función a los tipos de fuegos A; B, C, D y K cuyo resumen presentamos ver Tabla 6.

Tabla 6 Tipos de Incendios

TIPO	DESCRIPCION
A	Incendios que involucran materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
B	Incendios que involucran líquidos combustibles e inflamables, como grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
C	Incendios que involucran equipos eléctricos energizados.
D	Incendios de metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
K	Incendios que involucran electrodomésticos con combustibles para cocinar, como aceites y grasas vegetales o animales.

Fuente:(NFPA 10, 2007) "Standard for Portable Fire Extintors

5.1.2 Clasificación de Riesgos SPCI Planta Generación Energía

Duarte Viejo, (2001) en la norma "NTP 600: del "Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 786/2001)", cuyo reglamento expone las directivas SCI para diferentes equipos y áreas de la planta termoeléctrica, estableciendo necesidades específicas de acuerdo a la función que realizan, número de personas que transitan, densidad de calor de la zona para definir qué número y tipo de equipos SCI deberían de diseñarse e implementarse a fin de reducir totalmente su riesgo al fuego y/o explosión, así generamos una tabla 7 básica de riesgos para cada área.

Tabla 7 Riesgos en la Central Termoeléctrica

Factores q afectan	Riesgo Ligero	Riesgo Ordinario		Riesgo Extra	
			GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 1
Combustibilidad del Producto	Baja	Baja	Moderada a Alta	Muy Alta	Muy Alta
Cantidad de Productos	Baja	Moderado (Máxima Altura 8 Pies)	Moderado (Máxima Altura 12 Pies)	Muy Alta	Muy Alta
Tasa de Liberación de Calor	Baja	Moderada a Alta	Moderada a Alta	Alta (Rápido Desarrollo de Incendio)	Alta (Rápido Desarrollo de Incendio)
Líquidos Inflamables	Ninguno	Ninguno	Ninguna o muy Limitada	Poca o Nada	Moderada Sustancial
Protección de los Combustibles	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Fuente: Duarte Viejo, (2001) en la norma" NTP 600: del "Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 786/2001)"

5.1.3 Estudio de Riesgos SPCI en Planta Generación Energía

Duarte Viejo, (2001)” de la norma NTP 600: en su Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 786/2001)”, se muestra a continuación el estudio de riesgos de todo el central dividido por zonas ver tabla 8

Tabla 8 Estudio de riesgos en la central térmica Zonas A, B, C, D, E

ZONA A – TRATAMIENTO DE AGUA E INSTALACIONES AUXILIARES			
Ítem	Área o Instalación	Clase de Fuego	Nivel de Riesgo
33	Planta de tratamiento de agua	B – C	Ordinario
34	Casa de bombas protección contra incendios	B – C	Ordinario
35	Depósito de homogenización y neutralización	B – C	Ordinario
36	Skid de dosificación química	B – C	Ordinario
50A 50B	Isla de carga de agua bruta	B – C	Ordinario
ZONA B – ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES			
Ítem	Área o Instalación	Clase de Fuego	Nivel de Riesgo
48A48B	Tanque de almacenamiento de diésel B5	B	Extra
59A59B	Isla de carga de combustible 1 y 2	B – C	Extra
60A60B	Bombas 1 y 2 distribución de combustible	B – C	Extra
50A 50B	Isla de carga de agua bruta	B – C	Ordinario
ZONA C – EDIFICIOS AUXILIARES			
Ítem	Área o Instalación	Clase de Fuego	Nivel de Riesgo
43	Edificio de control/administración – 1ra. Planta	Un	Ligero
43	Edificio de control/administración – Planta baja	B – C	Ordinario
44	Punto de recogida y almacenamiento residuos	B – C	Ordinario
45	Edificio taller-almacén	Un	Ligero
---	Caseta control de accesos	Un	Ligero
---	Oficina jefe almacén	Un	Ligero
ZONA D – GENERADORES AUXILIARES Y SERVICIOS ASOCIADOS			
Ítem	Área o Instalación	Clase de Fuego	Nivel de Riesgo
8	Generador auxiliar y servicios asociados	B-C	Extra
8	Generador auxiliar y servicios asociados	B-C	Extra
8	Generador auxiliar y servicios asociados	B-C	Ordinario
ZONA E – AREA DEL BLOQUE DE POTENCIA			
Ítem	Área o Instalación	Clase de Fuego	Nivel de Riesgo
1	Turbina de gas y generador	B - C	Extra
3 y 4	Transformador principal y auxiliar	B – C	Ordinario
9	Generador de emergencia (GESAN)	B – C	Ordinario
13	Sala eléctrica MT	B – C	Ordinario
14A, 14B	Transformadores MT/BT	B – C	Extra
15	Habitación CC/SAI (EMERSON)	B – C	Ordinario
16	Sala eléctrica BT (CONSONNI)	B – C	Ordinario
17	Sala electrónica (SIEMENS)	B – C	Ordinario
19	Sala baterías turbina	Un	Ligero
20	PECC	B – C	Ligero
21	Sala LCI/Excitación	B – C	Ligero
25	Patinaje de calentamiento de combustible líquido	B – C	Extra

Fuente: Elaboración propia

5.2 Cálculo de Capacidades de Equipos de Extinción de Incendios

5.2.1 Sistema de Extintores Portátiles y Sobre Ruedas

En general los incendios son a pequeña escala cuando se originan y pueden ser extinguidos sin mayores dificultades al aplicarse de forma diligente el tipo y cantidad adecuada de agente extintor.

Los extintores portátiles han sido diseñados con este objetivo y dependen de los parámetros indicados a continuación:

- ° El extintor debe situarse en un lugar accesible y estar en funcionar de manera óptima.
- ° Debe ser el adecuado de acuerdo al fuego que se va a combatir.
- ° El fuego debe haber sido detectado por una persona capacitada en el uso del extintor.
- ° La detección del fuego debe haberse realizado con el tiempo suficiente para que la actividad del extintor resulte eficaz.
- ° Los extintores son la primera barrera contra el fuego, por tanto, deben estar instalados de manera independiente de cualquier otra medida de control de fuego.

Criterios de Diseño

- ° La composición de los combustibles existentes.
- ° Las características ambientales del sitio donde se va a colocar el extintor.
- ° La persona que manejará el extintor y si existen sustancias químicas en el área, sensibles a reacciones negativas con el agente extintor.

- ° Facilidad de manejo y tipo de mantenimiento que requiere
- ° Para dimensionar y ubicar los extintores nos basamos en la norma NFPA utilizando el término "distancia máxima de recorrido hasta el extintor". Esto significa que independientemente del punto en que se ubique dentro del edificio no debe verse obligado a viajar más de la distancia máxima para alcanzar un extintor. En este caso las condiciones de uso se encuentran en la siguiente tabla 9

Tabla 9 Riesgos en Extintores

Tipo de riesgo	Potencial de extinción mínimo	Distancia de recorrido máxima hasta los extintores	
		pies	m
Ligero	5-B	30	9.14
	10-B	50	15.25
Ordinario	10-B	30	9.14
	20-B	50	15.25
Extra	40-B	30	9.14
	80-B	50	15.25

Fuente: " *Standard for Portable Fire Extintor*" (NFPA 10, 2007).

Los extintores:

- ✓ Se situarán suspendidos en paredes y pilares, situados a una altura entre 1.5 y 1.7 m del suelo desde su extremo superior.
- ✓ Todos los extintores deben estar listos para ser usados de manera acelerada y con una Señalización que cumpla con la Norma Oficial peruana.

La ubicación de los extintores (Plano 2) en los diferentes edificios se preverá en sitios visibles de fácil acceso y sin obstáculos en el recorrido, de manera

que el trayecto hacia el extintor más cercano no sea más de 20m desde cualquier lugar de la planta.

5.2.2 Extintores portátiles y sobre ruedas

NOM 154, (2005), en su estudio sobre la " Norma oficial mexicana nom-154-scfi-2005, equipos contra incendio-extintores-servicio de mantenimiento y recarga" menciona acerca de los extintores rodantes, específicamente, mantienen características físicas diferentes a los extintores portátiles y generan mayor espectro de acción y efectividad, principalmente para ambientes abiertos y de acuerdo con la clase de material inflamable presente en el entorno.

El extintor rodante con dióxido de carbono de descarga automática, son extintores sobre ruedas, pueden ser utilizados por una persona aunque su peso puede ser de 50 y 100 libras, son versátiles para el uso y traslados a pesar del gran tamaño, el mismo permite atacar peligros de incendio usualmente en industrias o instalaciones similares, el dióxido de carbono se activa mediante válvulas, las ruedas semineumáticas de al menos 16 pulgadas, válvula y boquilla de descarga en tamaño proporcional al cilindro y tipo de agente químico.

5.2.3 Calculo y ubicación de Extintores en la Planta

Tabla 10 Dimensionamiento de Extintores

ITEM	ÁREA	RIESGO	CLASE DE FUEGO	CÁLCULO	EXTINTORES REQUERIDOS
1	Turbina de gas y generador	Extra	B-C	40B	PQS: (2) 150LB, 30A:240B:C
3,4	Transformador principal y	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 150LB, 30A:240B:C
7	Subestación	Ordinario	B-C	10B	CO2: (2) 15LB, 10B:C
8	Generador auxiliar y servicios	Extra	B-C	40B	PQS: (1) 20LB, 10A:120B:C
8	Generador auxiliar y servicios	Extra	B-C	40B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
8	Generador auxiliar y servicios	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 50LB, 20A:160B:C
9	Generador de emergencia	Ordinario	B-C	10B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
13	Sala eléctrica MT	Ordinario	B-C	10B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
14A, 14B	Transformadores MT/BT	Extra	B-C	40B	PQS: (1) 125LB, 30A:240B:C
15	Sala CC/SAI (EMERSON)	Ordinario	B-C	10B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
16	Sala eléctrica BT (CONSONNI)	Ordinario	B-C	10B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
17	Sala electrónica (SIEMENS)	Ordinario	B-C	10B	CO2: (1) 15LB, 10B:C
19	Sala baterías turbina	Leve	A	2A	PQS: (1) 10LB, 4A:80B:C
20	PECC	Leve	B-C	10B	PQS: (1) 20LB, 10A:120B:C
21	Sala LCI/Excitación	Leve	B-C	10B	PQS: (1) 10LB, 4A:80B:C
25	Liquid fuel heating skid	Extra	B-C	80B	PQS: (1) 150LB, 30A:240B:C
33	Planta de tratamiento de agua	Ordinario	B-C	40B	PQS: (1) 125LB, 30A:240B:C
34	Caseta protección contra	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 20LB, 10A:120B:C
35	Depósito homogenización y	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 50LB, 20A:160B:C
36	Skid de dosificación química	Ordinario	B-C	10B	PQS: (2) 10LB, 4A:80B:C
43	Edificio de	Leve	A	2A	PQS: (5) 10LB, 4A:80B:C
43	Edificio de	Ordinario	B-C	10B	CO2: (2) 15LB, 10B:C
44	Punto de recogida y almacenamiento de residuos	Ordinario	B-C	20B	PQS: (2) 20LB, 10A:120B:C
45	Edificio Almacén	Leve	A	2A	PQS: (4) 10LB, 4A:80B:C
47	Caseta de control de accesos	Leve	A	2A	PQS: (1) 10LB, 4A:80B:C
50A,50B	Isla de carga agua bruta	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 50LB, 20A:160B:C
59A,59B	Isla de carga de combustible 1	Extra	B-C	80B	PQS: (2) 125LB, 30A:240B:C
60A,60B	Bombas 1 y 2 distribución de	Extra	B-C	40B	PQS: (1) 50LB, 20A:160B:C
72	Bomba drenajes turbina a red	Ordinario	B-C	20B	PQS: (1) 10LB, 4A:80B:C

Fuente: Planta Generación Energía 200MW

5.3 Red de Gabinetes Interiores y Exteriores

La red de gabinetes interiores y exteriores se ha diseñado en base a las recomendaciones de la (NFPA 14,2016) “Norma para la instalación de tuberías vertical y de mangueras” y además la norma (NFP24,2012),” Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios” y especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos.

La red de gabinetes interiores y exteriores consiste principalmente en tuberías aéreas que se distribuyen por toda la planta. Estos sistemas de tuberías fijas y mangueras representan un método manual en la lucha contra incendios y complementan los sistemas automáticos existentes.

Las presiones en bocas de descarga de los gabinetes contra incendio estarán comprendidas en un rango de 2@5 bar. Los gabinetes contra incendio son equipados con manorreductores regulables con set point de 5 bar. Los gabinetes contra incendio se sitúan a una altura de 1.5m del suelo respecto a su punto medio.

Criterio de Diseño.

La red de Gabinetes es diseñada de acuerdo a los parámetros siguientes

Tipo de Sistema:	Húmedo
Método de diseño:	Hidráulicamente Calculado
Gabinete contra incendio Clase I:	500GPM@100 PSI
Cantidad	11 Unidades /2 EN OPERACION

Los gabinetes fueron calculados Clase I, por condiciones de seguridad y para uso de personal de planta se utilizó rack de 2-1/2" a 1-1/2" que permite utilizar conexión de manguera de 1-1/2" para ser utilizada por una persona.

Tubería y accesorios de acero negro, SCH40, A53, pintadas con esmalte color rojo bermellón, soportes fijos hacia las paredes, piso o techo. Las válvulas angulares son listadas como (Giacomini, 2014) "Válvulas angulares UL/FM/Standars" bajo NFPA 13" (Underwriters Laboratories) UL, además certificadas por la (Factory Mutual) FM, con salida frontal para carga de autobomba válvula integrada en el hidrante con rosca macho (American National Fire Hose Connection Screw Threads) (NHT) para mangueras de diámetro 2-1/2". Las válvulas incluirán un mecanismo limitador de presión Para la conexión de la manguera de diámetro 1-1/2" se incluirá un adaptador de 2-1/2" a 1-1/2", Las mangueras de diámetro 1-1/2" serán de doble chaqueta con un recubrimiento interior de EDPM, listadas UL y aprobadas FM para uso industrial contra incendio Presión de prueba 500psi y las boquillas para las mangueras deben ser del tipo industrial y estar listadas para su uso en sistemas contraincendios.

Los coples serán ranurados y compuestos de hierro maleable conforme ASTM A47/A 47M, grado 32510 (ASTM, 2012) "Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings "o hierro dúctil conforme a ASTM A536, Grado 65-45-12, Las bridas deben ser provistas conforme a (NFPA 13, 1996)" Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores" y compatibles con bridas de clase 125 según ASME B16.1, (Cab, 2009)" ANSI B 16.1 CLASS 125 Slip On

Flanges”, con empaques sin asbesto. Las válvulas de control de mariposa deben ser listadas para uso contra Incendio en el directorio UL Bld Mat Dir o FM P7825a y FM7825b. La conexión para bomberos debe tener dos entradas hembra de 2-1/2” de diámetro con roscas NHT (American National Fire Hose Connection Screw Threads) de acuerdo a NFPA1963, cada entrada debe tener compuertas individuales, tapones y cadenas. La conexión para bomberos debe tener cuerpo de bronce, placa de bronce con la leyenda AUTO SPKR y debe tener un acabado superficial standard. Se proveerá placas de identificación para cada válvula y elemento de operación principal del sistema.

5.4 Red de Hidrantes

(NFPA 24, 2012)” Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios” (NFPA® & 850, 2010)” Práctica recomendada para protección contra incendios para Plantas de Generación Eléctrica y Estaciones de Conversión de Corriente Directa de Alto Voltaje”. Los hidrantes exteriores para uso de bomberos o de la brigada contra Incendios se instalarán en cantidad de once (11) hidrantes de columna húmeda con dos salidas de 2-1/2” y una salida de 4”, según su requerimiento y de acuerdo a lo indicado en el plano 4 del anillo enterrado PCI. Los hidrantes serán listados UL y aprobados FM para aplicación contra incendios.

El anillo tubular contra incendio será enterrado que tendrá tomas asociadas a las tuberías aéreas y válvulas de seccionamiento enterradas con poste indicador, para las reparaciones por tramos sin perder la funcionalidad del resto del circuito.

La red de distribución está diseñada para que puedan operar simultáneamente, al menos dos hidrantes con un caudal unitario de 1890 litros por minuto, asegurando que la presión en el punto más desfavorable no sea inferior a 0.4 bar en ningún momento.

El anillo de la tubería enterrado será de polietileno de alta densidad DN315(PEAD) Donde los tramos aéreos serán de acero al carbono A106 Gr B soldado o también puede ser Acero al carbono A 106 Gr B ranurado tipo Vitaulic. Las presiones en boca de descarga de los hidrantes en el bloque de potencia serán como mínimo de 7 bar, según NFPA14.

La implantación de los hidrantes cumplirá con las distancias especificadas en la NFPA 24 y NFPA 850 Todos los hidrantes serán de columna húmeda, con conexión a tubería de 6 pulgadas.

Operación del Sistema

La operación del sistema será manual, deberán abrirse las válvulas angulares de 1-1/2" o 2-1/2" en cualquier gabinete contra incendios o hidrante exterior (Ver Anexo)

5.5 Rociadores

NFPA 13, (2019), "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores" Norma que en función de la tabla de riesgos podemos evaluar los diferentes tipos de riesgos en la central para la inclusión de los sistemas de rociadores. Esta norma abarca el diseño, instalación, operación, prueba y mantenimiento de sistemas de agua y espuma de baja, mediana y alta expansión utilizados para la protección contra incendios. Está dirigida al

personal encargado del diseño, instalación, prueba, inspección, aprobación, listado, operación o mantenimiento de equipos fijos, semifijos y portátiles de espuma de baja, mediana y alta expansión para extinguir incendios en riesgo, tanto interiores como exteriores.

Es importante destacar que esta norma no posee la intención de restringir el uso de nuevas tecnologías o enfoques alternativos, bajo la condición de que se mantenga el nivel de seguridad establecido por la norma. Además, establece los requerimientos esenciales para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la exposición al fuego. Esto incluye la especificación de las fuentes de suministro de agua, la elección de rociadores, tuberías, válvulas y otros materiales y accesorios. Sin embargo, no abarca la instalación de redes de abastecimiento de agua ni fuentes de suministro para servicios privados de lucha contra incendios. Ver figura 12.

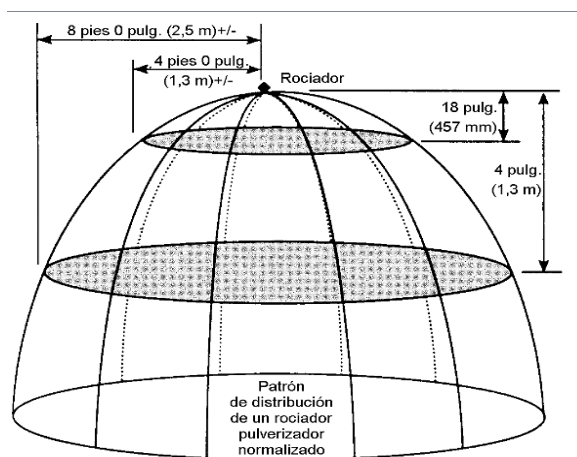


Figura 13 Evolución del rociador

Fuente: "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores" (NFPA 13, 1996).

5.5.1 Instalación de tuberías y Mangueras

NFPA 14, (2016) “NFPA 14 Norma para la instalación de tubería vertical y de mangueras” Contiene los requerimientos necesarios para la instalación de una red de tuberías verticales y mangueras. El objetivo principal de esta norma es proporcionar un nivel significativo de protección contra incendios para la vida y la propiedad. Esto se logra a través la regulación de sistemas de tuberías verticales y mangueras, basándose en principios de ingeniería, información de pruebas y experiencia en el campo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta norma no abarca los requisitos para la inspección periódica, prueba y mantenimiento de los sistemas. La edición de 2007 de esta norma incluye directrices para el uso de dispositivos de regulación de presión y salida de techo en los sistemas de tuberías verticales. Además, se han extraído información relacionada de la norma NFPA 13, que establece los requerimientos para la instalación de sistemas de rociadores. Esta información se proporciona para orientar al usuario en aplicaciones que involucran sistemas combinados de rociadores y tuberías. Ver figura 13.

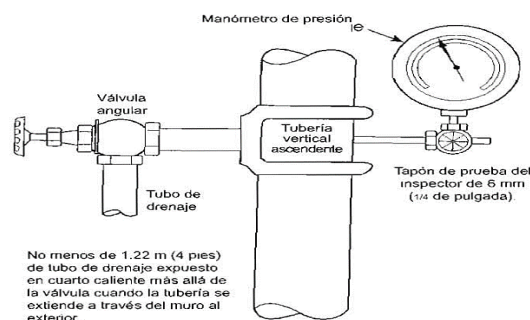


Figura 14 Rociador de tuberías Verticales

Fuente: “Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios” (NFPA 24, 2012).

5.5.2 Rociadores en sala de bombas de SPCI (Plano 3)

(NFPA 13, 2019) "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores" Se instalará una red de rociadores automáticos en la sala de bombas de protección contra incendio donde dicho sistema estará conformado por:

- Rociadores automáticos tipo ampolla de vidrio o aleación fusible que realicen la función de elemento de detección y extinción
- Anillo de distribución a los rociadores
- Puesto de control
- Válvula de aislamiento
- La tubería será de acero al carbono pintada de rojo bermellón
- El puesto de control será del tipo húmedo y estará compuesto de:
 - ° Presostatos de control para transmisión de señal en la central.
 - ° Manómetros de alta y baja
 - ° Válvula de seccionamiento
 - ° Válvula de vaciado y prueba
 - ° Circuito de tubería y accesorios para pruebas
 - ° Cámara de retardo y Tubería de drenaje.

Los sistemas de extinción por rociadores automáticos de agua, sus características y sus instalaciones serán según lo establecido en las normas NFPA

Las cabezas de los sprinklers serán de vidrio o aleación fusible, resistentes a la corrosión y humedad y diseñados para cubrir un área no superior a 12 m²

Se diseñará una estación de control y alarma por cada zona o sala protegida por el sistema de sprinklers

Diseño también incluye alarma en el cuadro local de control y globalizada con las demás alarmas de la zona que se considere, en el cuadro de incendio de la sala de control ubicada en el edificio de oficinas.

Los rociadores automáticos tipo montante se realiza en concordancia con la norma (NFPA13, 2019) "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores", (NFPA 15, 2003) "Norma para Sistemas Fijos Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios" Para la tubería húmeda y temperatura de operación de 175 °F (79 °C), el área protegida de cada rociador para riesgo ordinario es 130 pies², el número de rociadores es:

$$\# \text{ Rociadores} = \text{Área de cuarto de Bombas} / \text{Área Protegida}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 815 / 130 = 6.27 \text{ Equivalente serian } 7 \text{ Rociadores}$$

El Área del cuarto de bombas tiene forma cuadrada se usarán rociadores para que la aspersion sea uniforme se recalcula el área de cobertura de cada rociador:

El caudal de agua para estos rociadores se calcula según el procedimiento de la siguiente manera:

$$Q_{\text{cuarto bombas}} = \text{densidad de flujo} * \text{Área protegida} = (0.15 \text{ gpm/pie}^2) * 815 \text{ pie}^2$$

$$Q_{\text{cuarto bombas}} = 122.5 \text{ GPM}$$

$$\text{Presión de servicio} = 100 \text{ Psig}$$

$$\text{Caudal de rociador} = \text{CON k8, } \frac{1}{2}'' \text{ 175F}$$

$$\text{Numero de rociadores} = 9$$

$$815 / 9 = 90.55 \text{ Pies}^2$$

De acuerdo a la norma el área de cobertura mínima de un rociador es 100 Pies², tomaremos este valor por ser un valor estandarizado en los sistemas de rociado.

5.5.3 Rociadores Sistema enfriamiento techo tanques de combustibles

(Tyco, 2006) "Type D3 Protect spray ® Directional". En el caso de enfriamiento del techo de los dos tanques de petróleo los calculamos utilizando las boquillas D3

Diámetro del tanque de combustible (D) = 22 m

Área techo: $\text{Pi} \times \text{D}^2/4 = 3.1415 \times (22)^2/4 = 380.12 \text{ m}^2 (4091.57 \text{ pie}^2)$

Densidad de aplicación: = 0.25 gpm/pie² (NFPA 15)

$Q_{\text{mínimo}} \text{ enfriamiento: } \text{Área techo} \times \text{Densidad} = 1023 \text{ gpm}$

Caudal del rociador = $1.1 \times \text{Área de cobertura} \times \text{densidad de diseño}$

$= 1.1 \times 100 \times 0,20 = 22 \text{ gpm}$ (NFPA 13) ver fig 13

Para la curva de riesgo ordinario grupo 2, al área de 1500 pies² (que es la mínima), una densidad de 0,20 gpm/pie².

Criterios de Diseño

Método de diseño: Hidráulicamente Calculado para el enfriamiento requerido

Tipo de boquilla: D3, 1/2"

Factor K de la boquilla 2,3

Angulo 125°

Presión mínima en la boquilla: 30 psi

Numero de boquillas 48

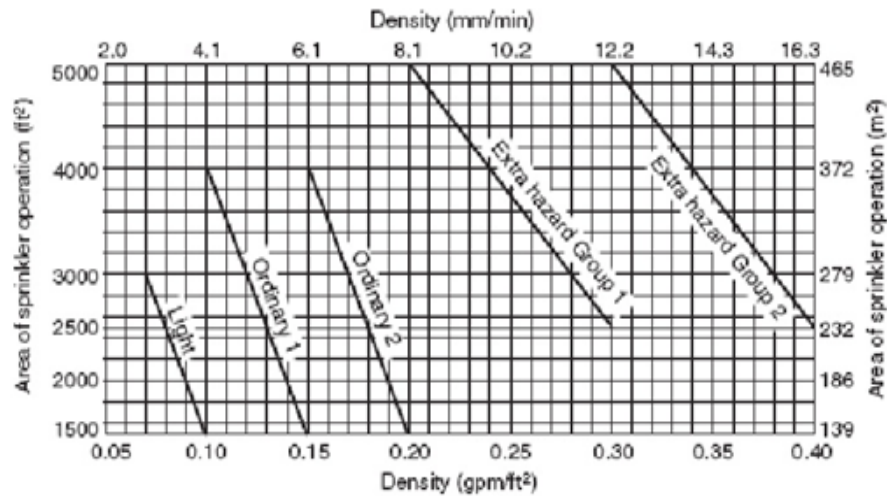


Figura 15 Densidad de diseño rociadores de techo

Fuente: "Norma para Sistemas Fijos Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios" (NFPA 15, 2003).

5.5.4 Rociadores Sistema enfriamiento pared de tanques combustibles

Calculo en las siguientes condiciones:

- ✓ Diámetro del tanque de combustible (D) = 22 m <
- ✓ Altura del tanque (H) = 22 m
- ✓ Área lateral total: $\pi \times D \times H = 3.1415 \times 22 \times 22 = 1,520.48 \text{ m}^2$
- ✓ Área lateral a enfriar: Área lateral total/2 = 760.24 m²
(8,183.15 ft²)
- ✓ Densidad de aplicación: = 0.15 gpm/ft²
- ✓ Flujo mínimo enfriamiento: Área lateral x Densidad = 1,227.47 gpm

Boquillas a utilizar

Boquillas pulverizadoras modelo VK810 - VK817 (Viking, 2008)

- Tipo de boquilla: = VK817, 1/2"

- Factor K la boquilla (según cálculo hidráulico): = 5,6
- Presión mínima en la boquilla: = 30 psi
- Número de boquillas: = 32
- Caudal mínimo requerido: = 1,228 gpm

5.6 Sistema de diluvio y preacción

Los sistemas de diluvio y preacción se alimentarán desde el anillo enterrado de protección contra incendio y estarán compuestos por:

- Puesto de Control y Alarma
- Boquillas de pulverización o rociadores abiertos
- Válvula de diluvio con apertura ordenada por un sistema de detección térmica
- Válvula de bola y pulsador para activación manual del sistema
- Válvula de corte manual a la entrada del sistema
- Tubería de conexión entre boquillas y válvula de corte en acero galvanizado
- Punto de prueba situado en el punto menos favorable de la instalación

Se diseñó una estación de control y alarma por cada zona protegida por pulverizadores con accionamiento automático de acuerdo con la señal emitida de cualquier detector.

El puesto de control consta de una válvula de diluvio, filtro, incluyendo válvula de vaciado, manómetros de alta y baja, presostatos, válvula solenoide y accionamiento de emergencia, circuito de tubería y accesorios para prueba.

El sistema será de tubería seca, por lo que tendrá drenajes adecuados para permitir el vaciado después de la operación del sistema. Incluye una alarma acústica local y señalización en el cuadro de control local

El sistema de protección por diluvio estará aplicado en el techo de los tanques de Combustible + pared de las caras enfrentadas (1/2 perímetro del tanque)

En el caso de sistemas de diluvio asociados a transformadores el sistema de tubería estará formado por anillos que rodearan perimetralmente el cuerpo del transformador y sus accesorios Este sistema será fijo, exterior, aéreo, totalmente desmontable e independiente La suportación de los anillos deberá ir directamente al suelo y nunca sobre el transformador o partes estructurales del mismo se podrán colocar soportes en levadizo en los muros de hormigón cortafuegos siempre que la distancia al trafo lo permita y no se interfiera con elementos de la instalación

5.7 Protección de la Turbina

Todo el sistema de protección contra incendios de turbina está incluido en la turbina misma y generalmente es con dióxido de carbono CO₂.

5.8 Sistemas de extinción en zona de combustible líquido

La Planta de Generación de Energía de 200MW de potencia dispondrá de dos tanques para combustible líquido diésel B5. La función de estos tanques es el almacenamiento del combustible utilizado para producir energía

eléctrica en la turbina de gas, la capacidad útil de cada uno de estos tanques es de 7,750m³ los tanques tienen un diámetro de 22m y una altura de 22m. Los tanques se alojan dentro de un cubeto cuyas dimensiones aseguran la retención de todo el combustible almacenado.



Figura 16 Sistemas de extinción Tks Combustibles

Fuente: Planta Generación Energía 200MW ETEN

En un tanque, ante fallo del mismo, estas deberán contar con los sistemas de extinción que se detallan a continuación, en el área de combustible líquido:

Sistema fijo de extinción por espuma en el interior de cada tanque. La función de este sistema será la extinción de un eventual incendio en el interior del tanque.

El caudal requerido de agua será de 90m³/h por tanque. El depósito de espumógeno se situará a la intemperie, al lado del cubeto de almacenamiento de Diesel, en su esquina noreste. La capacidad del depósito de espumógeno será mayor o igual a los 3,250 litros.

Sistema de hidrantes en anillo contraincendios de la planta.

Sistema de diluvio en las caras enfrentadas de los dos tanques (1/2 del perímetro total, de cada tanque) Su función es la de enfriar la superficie exterior del cilindro de un tanque ante un eventual incendio en el otro tanque.

Sistema de diluvio en el techo de los tanques de combustible



Figura 17 Pruebas de Diluvio en Tks. Combustible

Fuente: Planta Generación Energía 200MW

La activación de refrigeración de pared y techo será manual, puede hacerse local o remotamente mediante el panel de alarma y detección de incendios. Cada acometida de refrigeración a un tanque podrá dar servicio, la refrigeración de pared o techo, dos válvulas manuales permitirán seleccionar qué se refrigera La posición por defecto será refrigeración de pared Las válvulas dispondrán de interruptores de posición para supervisar cualquier condición que no sea Pared: abierto / Techo: cerrado

5.8.1 SCI con espumas en tanques de combustible

El depósito de almacenamiento de espumógeno es en acero inoxidable o poliéster reforzado incluyendo todas sus tuberías y accesorios, La inyección de espuma se hará preferentemente por medio de eyectores. Se preverán

conexiones rápidas en la línea de salida de los depósitos de espumógeno para suministro desde un depósito móvil.

El sistema se pondrá en funcionamiento en forma automática o manualmente actuando sobre la estación de control de agua y el sistema de inyección de espuma, el espumógeno utilizado será de baja expansión sintético AFFF que podrá ser utilizado tanto en instalaciones fijas como portátiles. Está compuesto de una tubería seca equipada con dos cámaras de espumas ubicadas en la parte exterior de cada tanque. Estos sistemas están conectados a un tanque de concentrado de espuma (tanque bladder) y a la provisión de agua a través de una válvula de control (Ratio Controller) que automáticamente hace que la solución agua-espuma fluya. Los componentes fundamentales de los sistemas de diluvio automático de espuma son los siguientes: Válvula compuerta, para el aislamiento del sistema, Filtro, Válvula de diluvio de agua, Tubería de acero al carbono (galvanizadas aguas abajo (después) de la válvula de diluvio de agua, Dosificador de espuma, Tanque bladder de espuma, Cámara formadora de espuma.

Se instalará 01 tanque bladder de acero soldado para el almacenamiento de la espuma a utilizar para los dos tanques, este sistema de espuma ha sido diseñado en base a las recomendaciones de la (NFPA 11, 2005) "Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión". El tipo de espuma a utilizar será fluoro proteínica al 3%. El sistema tendrá la capacidad de ser localmente accionado en forma manual Cuando el sistema se pone en marcha, una señal de alarma local y otra a distancia (en el panel de control

central FPS) serán generadas. El sistema de espuma fue diseñado de acuerdo al artículo 92 del DS-043-2007, considerando:

Método de diseño: Hidráulicamente Calculado

Densidad: 0.1 gpm / pie²

Tipo de espuma: Fluroproteínica al 3%

Tiempo de aplicación: 30 minutos

Presión mínima cámara: 50 psi

Dosificador 4" tipo Venturi: tipo II

Área base del tanque: $\text{Pi} \times (\text{D}/2)^2 = 3.1415 \times (22/2)^2 = 380.12 \text{ m}^2 = 4,091.57 \text{ ft}^2$

Densidad de aplicación: = 0.10 gpm/ft²

Caudal de la solución agua-espuma: Área x Densidad: = 409.6gpm

Caudal de espuma: 3% caudal de la solución = 12.27gpm

Caudal de agua: 97% caudal de la solución = 396.88 gpm

El número y tipo de cámaras de espuma se determinó en función al diámetro del tanque quedando dos cámaras del modelo MFS-1240-4" para cada tanque de 22m de diámetro

5.8.2. Selección del Tanque Bladder

Este tanque proveerá de espuma a los dos depósitos de almacenamiento de combustible diésel

Caudal de espuma: 3% caudal de la solución = 12.27gpm

Punto de inflamación del combustible B5: = 52°C

Tiempo de aplicación de la espuma: = Mínimo 30 minutos

Volumen de espuma = 12.27 x 30 = = 368 galones

Total, de espuma requerido por dos tanques más reserva:

Capacidad Total de espuma = 368 + 368 + 368 = 1,104 galones

Bladder horizontal que cubre el requerimiento: = 1,100 galones

Operación del sistema de espumas

La operación es automática, Se Activa cuando al menos dos de los cuatro detectores de temperatura instalados en el techo se activen y serán supervisados por el sistema de alarma y detección de incendios. Dispone de activación manual desde la válvula de diluvio o desde el panel de control del sistema de alarma y detección de incendios En el caso de activación del sistema, el flujo de agua estará bajo la supervisión en el panel de alarma y detección de incendios.



Figura 18 Tk.Bladder Sistema de espumas

Fuente: Planta Generación Energía 200MW ETEN

5.9 Señalización y Evacuación

En el interior de los edificios, todos los accesos de las vías de evacuación deben contar con señalización visible. Se debe colocar un letrero con una flecha en el sentido de la circulación del desalojo cada 20 metros o en cada cambio de dirección de la ruta. Estos letreros deben ubicarse a una altura mínima de 2.2 metros del suelo, y el tamaño de los caracteres debe permitir su lectura desde una distancia de 20 metros.

Además, en todas las salidas de emergencia se debe prever un letrero con la leyenda "SALIDA DE EMERGENCIA". Estos letreros deben estar situados a una altura mínima de 2.2 metros, ya sea por encima del marco de la puerta o fijados al techo para los casos de que no haya marco de puerta.

También se señalizará todo medio de protección contra incendio de utilización manual que no se localice de manera fácil desde algún punto de la zona del local protegido por este medio, de tal forma que desde dicho punto la señal sea fácilmente visible.

5.10 Casa de Bombas Contra Incendio

El sistema de casa de bombas contra incendio se ha diseñado basado en las recomendaciones de la (NFPA 20, 2007) "Contraincendios, Instalación de bombas", (NFPA 70, 2020) "*Nacional Electrical Code*", y especificaciones técnicas de los fabricantes de los equipos.

La casa de bombas contra incendio está compuesta por una bomba principal, que tiene como objetivo combatir incendios, una bomba jockey para mantener presurizado el sistema ante cualquier eventualidad por pérdida de presión, controladores automáticos, líneas para monitorear la presión, soportería, tuberías y elementos necesarios para una operación apropiada. La casa de bombas posee su propio sistema contraincendios con rociadores automáticos en toda su área, conforme a las recomendaciones de la (NFPA 13, 1996) "Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores". Este sistema de rociadores de la casa de bombas está supervisado también por el sistema de alarma y detección de incendios.

Criterios de Diseño

Al dimensionar la bomba contra incendios principal brindará la garantía de un abastecimiento mínimo requerido por cada uno de los sistemas de protección contra incendios a instalarse, de acuerdo a los cálculos hidráulicos y considerando un gasto simultáneo de:

Enfriamiento lateral de uno de los tanques diésel (1,324 4GPM) + sistema de espuma de uno de los tanques diésel (408 9 GPM) + un hidrante (500GPM).

El dimensionamiento se realizó utilizando el recorrido de la tubería subterránea hidráulicamente más desfavorable, esto es considerando la posibilidad de que existirán tramos de la red aislados por mantenimiento (los cálculos hidráulicos muestran el tramo considerado como crítico) También se presentan los cálculos hidráulicos con toda la red subterránea operativa.

La capacidad nominal del equipo de bombeo será de 2000GPM@125PSI La presión estática de la red se mantendrá por una bomba jockey con capacidad para 25GPM@130PSI.

Como se puede observar en las curvas de las bombas adjuntas al presente documento, ninguna de las bombas contra incendio y jockey superarán los 100mca (141 99PSI) a válvula cerrada De esta manera, la tubería subterránea de HDPE no se someterá a niveles de presiones fuera de su rango de operación normal.

La casa de bombas contra incendios estará situada junto a los tanques de abastecimiento de agua identificados como 32A y 32B, se muestra en planos 3, 3.1 y 3.2 la distribución de bombas.



Figura 19 Casa de bombas y Tuberías SPCI

Fuente: Planta Generación Energía 200MW ETEN

La casa de bombas contra incendio está constituida por los siguientes equipos:

5.10.1 Bomba Diesel

Una bomba centrífuga tipo horizontal, accionada por un motor diésel cuyo tanque de combustible de 270 galones, será instalado al interior de la casa de bombas La bomba principal se caracteriza principalmente por:

- Tipo: Horizontal actuada por motor diésel
- Caudal: 2000 gpm
- Presión: 125 psi
- Potencia: 240HP
- Controlador: Basado en microprocesador
- Tipo de cubierta de controlador: NEMA 4
- Aprobación: Underwriters Laboratories
- Certificación: Factory Mutual

Bomba Eléctrica

Una bomba centrífuga tipo horizontal, accionada por un motor eléctrico la cual posee las siguientes características como bomba principal:

- Tipo : Horizontal actuada por motor eléctrico
- Caudal : 2000 gpm
- Presión : 125 psi
- Potencia : 200HP
- Tipo de motor : ODP
- Controlador : Basado en microprocesador
- Tipo de cubierta de controlador: NEMA 4
- Aprobación : Underwriters Laboratories
- Certificación : Factory Mutual

La alimentación eléctrica al tablero de control de la bomba principal deberá ser de 480VAC, 60Hz con una línea de tierra y una protección de 280A y que garantice una corriente a rotor bloqueado de 1450A durante 8 a 20 segundos. El cable a utilizarse será tipo THWN 90°C, 4/0 Con el propósito de realizar pruebas de flujo y de eficiencia de la bomba, se hará la instalación de una válvula de recirculación de operación automática de $\frac{3}{4}$ ", que tiene la función de prevenir aumentos de temperatura en la bomba cuando entra en operación a válvula cerrada. El aire necesario a la combustión del motor y la evacuación del calor producido durante el funcionamiento de la bomba serán asegurados por un doble juego de rejillas, previstas en la obra civil de la casa de bombas.

5.10.3 Bomba Jockey

La bomba jockey será del tipo centrífuga multietapas, accionada por un motor eléctrico trifásico de 480 VAC, 60 Hz, posee las siguientes características:

- Caudal : 25 gpm
- Presión : 130 psi
- Capacidad de motor : 3HP 3/60/480
- Tipo de motor : ODP
- Tipo de cubierta de controlador: NEMA 4
- Aprobación : Underwriters Laboratories
- Certificación : Factory Mutual

Operación del Sistema

La operación del sistema deberá ser absolutamente automática, con la posibilidad de actuación manual en caso de que se requiera.

° Cuando se produzca una pérdida de presión en el sistema, será detectada por las líneas piloto de las bombas jockey y principal. Cuando la presión descienda a 115 psi, el tablero de control de la bomba jockey enviará una señal para que esta bomba se ponga en marcha y el sistema se vuelva a presurizar. Una vez que la presión alcance los 130 psi, la bomba jockey se apagará automáticamente. En tal caso, la bomba principal no entrará en funcionamiento.

° En caso de que se produzcan pérdidas significativas de presión debido a un conato de incendio, la presión descenderá considerablemente hasta alcanzar

el nivel de arranque de la bomba jockey, y esta se pondrá en marcha. Sin embargo, debido al consumo existente, la bomba jockey no será capaz de compensar completamente la pérdida de presión. La presión continuará disminuyendo hasta llegar a un valor de 105 psi, momento en el que el tablero de control de la bomba principal eléctrica enviará una señal de arranque, y la bomba principal entrará en operación para suministrar al sistema el caudal-presión necesario para satisfacer la demanda. En caso de que la presión caiga a 95 psi, la bomba de respaldo diésel entrará en funcionamiento automáticamente. Tanto la bomba eléctrica como la bomba diésel seguirán operando hasta que se realice un paro manual, mientras que la bomba jockey se apagará automáticamente.

° En los casos de activación de la bomba principal eléctrica o de la bomba diésel, señales audibles se activarán en la casa de bombas para informar su entrada en operación y de esta manera conocer la acción de todos los equipos.

° La casa de bombas será completamente supervisada por el sistema de alarma y detección de incendios.

5.11 Sistema de Bombeo de Agua PCI

El sistema de PCI deberá garantizar el agua en las condiciones de presión y caudal, que son requeridos a la entrada de los sistemas de extinción de acuerdo con los criterios establecidos en la reglamentación vigente aplicable.

NFPA 291, (1998), en su estudio sobre "Confidence Testing Fire Hydrants" afirma que: regula la distribución del agua que se debe de distribuir

el agua a cada uno de los sistemas de extinción se realizará a través de una red de tubería enterrada (Anillo Tubular) HDPE Plano 4

5.11.1 Caudales y Presiones

Escenario	Sistema	Caudal
• 1	Refrigeración pared tanque combustible	280 m ³ /h
• 2	Aporte de agua para la espuma	90 m ³ /h
• 3	Hidrante	114 m ³ /h
•	TOTAL	484 m ³ /h

El grupo de bombeo deberá ser capaz de dar servicio a cualquier combinación de un hidrante + escenario de incendio.

El sistema de bombeo basado en el desempeño considerará un caudal de 484 m³/h y la energía que la bomba le brinda al fluido bombeado (total differential head), que es la diferencia entre la altura total de descarga (Hd) menos la altura total de succión (HS). o un TDH de 70 m c a suficiente para dar servicio a cualquier escenario de incendio de la planta.

- Las bombas de la casa de PCI son alimentadas desde dos tanques con niveles máximo 14m y mínimo 0,5m.
- La presión y temperatura de diseño del anillo HDPE es 11,7bar y 25°C
- La red de agua contra incendios, opera a 6 kg/cm² mínimo. En todos los hidrantes del bloque de potencia
- El sistema será diseñado a la presión de shut-off de las bombas
- La bomba diésel se protege con rociadores de tubería húmeda.
- Las bombas eléctricas se protegen con medios manuales de extinción

El arranque de las diferentes bombas se realizará de forma automática y secuencial, mediante presostatos independientes en los colectores principales y de acuerdo con la siguiente filosofía de control:

- Bomba Jockey: Arranca automáticamente de forma que mantenga presurizada el sistema de agua a la presión indicada
- La bomba de caudal accionada por motor eléctrico se considera la principal, la bomba diésel se considera bomba de reserva de la principal
- El sistema de control: Preverá también la posibilidad de arranque periódico manual de las bombas para prueba, la bomba diésel adoptará la condición de principal por fallo de alimentación eléctrica

Todos los equipos serán diseñados y construidos para un servicio de vida mínima de 20 años y al menos 3 años de operación ininterrumpida Serán capaces de operar al menos hasta el 110% la máxima velocidad nominal Todos los criterios de diseño estarán conforme a las normas internacionales API, ASME, DIN, ISO.

El NPSH requerido por la bomba no excederá al disponible desde el caudal mínimo de operación de la bomba hasta el 120% del caudal de diseño.

El grupo moto bomba será del tipo estacionario, con arranque automático y refrigerado por agua Deberá poseer un sistema completo de toma de aire, incluyendo el filtro silenciador correspondiente Estará provista de un sistema de evacuación de gases incluyendo juntas flexibles, silenciador y apagallamas Su depósito de combustible será de 6 horas de funcionamiento como mínimo.

Las baterías de arranque se cargarán automáticamente mediante el oportuno cargador alimentado permanentemente con la red eléctrica de la planta. Habrá dos baterías arrancándose el motor alternativamente con cada una de ellas. Cada una de las baterías estará diseñada para permitir cuatro intentos de arranque consecutivos.

El grupo moto bomba accionado por motor diésel estará separado del resto del equipo de bombeo (bomba eléctrica) por pared de obra resistente al fuego 2 horas.

En la caseta donde se instale el motor diésel y su correspondiente bomba se dispondrá de luz de emergencia, El recinto de instalación del motor diésel deberá protegerse con un sistema de sprinkers.

5.11.2 Señales de comunicación al DCS de la bomba

- Alta temperatura de aceite
- Baja presión de aceite
- Alta temperatura agua de refrigeración
- Paro por sobre velocidad del motor diésel
- Controlador del cargador de baterías desconectado
- Bajo nivel en el depósito de combustible
- Las únicas señales que serán conectadas al DCS serán Alarma General y fallo PCI

El grupo de bombeo, así como las instalaciones auxiliares del SCI se ubicará en la caseta contra incendios, la caseta debe considerar en su diseño

los pasamuros, cargas térmicas para la ventilación, accesos de mantenimiento, vigas carril, bandejas eléctricas, cargas de equipos, control.

5.11.3 Bomba principal

EBARA, (2023), en su informe del “Catálogo 2023-Tarifa” afirma que: Nos permite la evaluación de una bomba de acuerdo a las especificaciones solicitadas y con las acreditaciones NFPA, UL/UM.

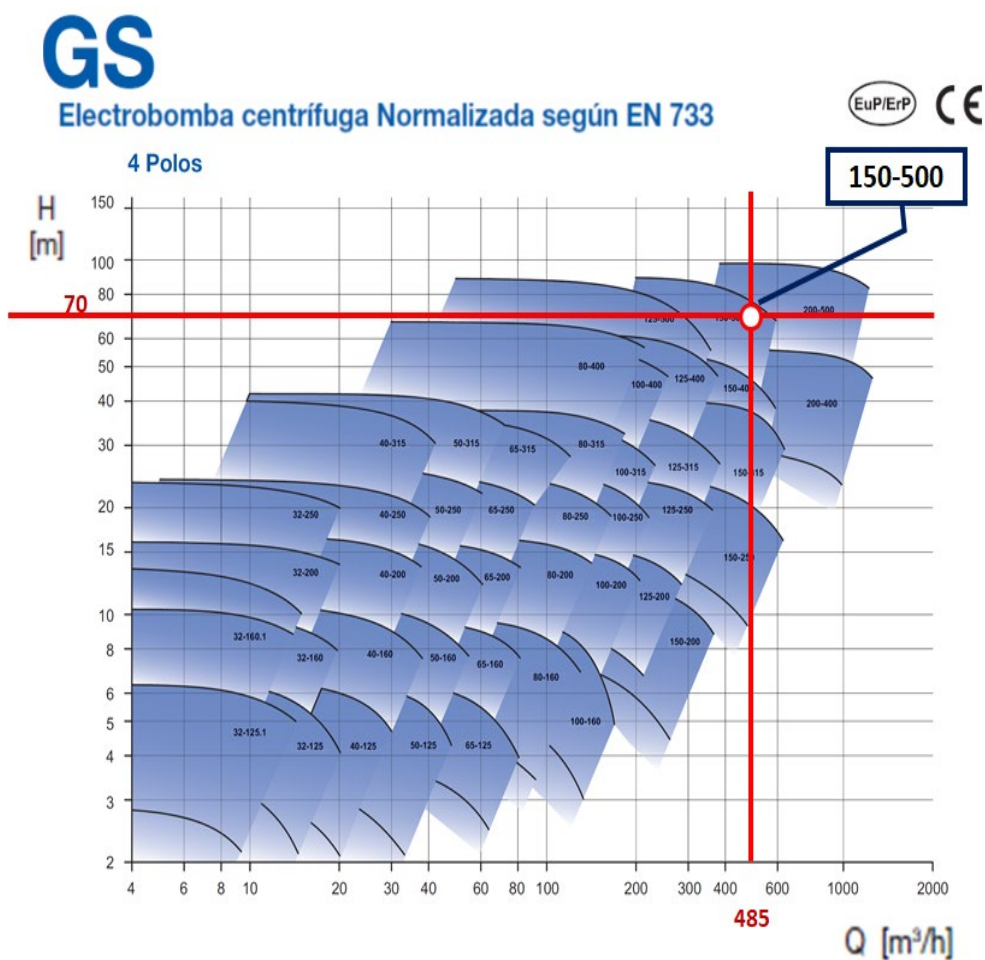


Figura 20 Selección y operación bomba de accionamiento eléctrico

Fuente: “Catálogo 2023-Tarifa” (EBARA, 2023)

GS



Electrobomba centrífuga Normalizada según EN 733

GS - 1.450 r.p.m.						4 Polos			
Modelo	Código s/ variador y sin espaciador	Código s/ variador y con espaciador	kW	CV	Tensión	Sin variador		Con variador	
						P.V.P. (€)		P.V.P. (€)	
						Sin espaciador	Con espaciador	Sin espaciador	Con espaciador
150-315	623GS13036244	623GS33036244	30	40	Trif.	11.551	12.289	17.808	18.546
150-315	623GS13036254	623GS33036254	37	50	Trif.	12.782	13.501	20.241	20.959
150-315	623GS13036264	623GS33036264	45	60	Trif.	13.346	14.069	22.282	23.004
150-315	623GS13036274	623GS33036274	55	75	Trif.	14.758	15.514	25.715	26.474
150-315	623GS13036284	623GS33036284	75	100	Trif.	16.546	17.335	29.709	30.503
150-400	623GS13037264	623GS33037264	45	60	Trif.	15.225	15.943	24.162	24.880
150-400	623GS13037274	623GS33037274	55	75	Trif.	16.636	17.394	27.593	28.354
150-400	623GS13037284	623GS33037284	75	100	Trif.	18.830	19.725	31.994	32.889
150-400	623GS13037294	623GS33037294	90	125	Trif.	19.944	20.839	35.396	36.292
150-500	623GS13038284	623GS33038284	75	100	Trif.	22.937	24.005	36.101	37.168
150-500	623GS13038294	623GS33038294	90	125	Trif.	24.166	25.399	39.619	40.852
150-500	623GS13038304	623GS33038304	110	150	Trif.	29.155	30.568	52.394	53.803
150-500	623GS13038314	623GS33038314	132	180	Trif.	30.811	32.223	54.576	55.986

Figura 21 Elección de la bomba accionado por motor eléctrico

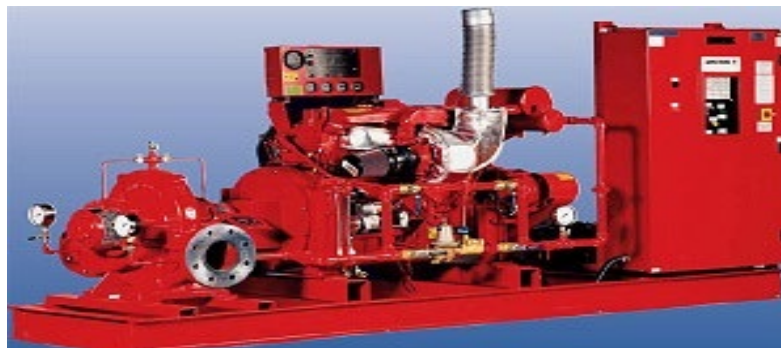
Fuente: "Catálogo 2023-Tarifa" (EBARA, 2023)

5.11.4 Bomba con motor de combustión interna

(Armstrong, 2013) "Fire pump selección chart Horizontal split case" nos Brinda una motobomba certificada y confiable.

Q = 2000 GPM CDT-125 PSI. Diésel Clarke 223 BHP. Certificación: UL/FM.

Figura: Bomba de combustión interna



Fuente: "Tabla de selección de bombas contra incendios Caso dividido horizontal" (Armstrong, 2013)

Tabla 11 Selección de bomba con motor combustión interna

Horizontal split case
diesel driven

FIRE PUMP
SELECTION CHARTS

HORIZONTAL SPLIT CASE - DIESEL DRIVEN

2000 GPM									
HEAD		PUMP SIZE	MAX BHP	LISTING			SUGGESTED DIESEL(1)		
PSI	FT			ULC	UL	FM	MODEL	RPM	HP(2)
90	208	8x6x15MF	153	√	√	√	JU4H-UFADY8	1760	157
95	220		156	√	√	√	JU6H-UFADMG	2100	175
100	231		166	√	√	√	JU6H-UFADNG	2100	181
105	243		177	√	√	√	JU6H-UFADNG	2100	181
110	255		187	√	√	√	JU6H-UFADNO	2350	200
115	266		197	√	√	√	JU6H-UFADNO	2350	200
120	278		207	√	√	√	JU6H-UFADPO	2350	211
125	289		223	√	√	√	JU6H-UFADQO	2100	224
130	301		235	√	√	√	JU6H-UFADRO	2100	238
135	312		240	√	√	√	JU6H-UFADRO	2350	240
140	324		251	√	√	√	JU6H-UFADSO	2350	268
145	335		262	√	√	√	JU6H-UFADSO	2350	268
151	349	275	√	√	√	JU6H-UFADTO	2350	275	

NOTE:

- (1) Engine selection is based on the most economical engine and pump speed.
Other speeds and engine may be available. Refer to pump curves and engine table file F43.720.
- (2) Engine HP is only for installations up to 300ft elevation above sea level and ambient temperature of 77°F.
At higher elevations, and higher ambient temperatures, engine must be derated. See chart in diesel section file F43.720 P.3

Fuente:(Armstrong, 2013)

5.11.5 Bomba Jockey

Grundfos, (2023) en su estudio sobre “Bomba Jockey Programa pdf”. Afirma que: La bomba jockey es aquella que tiene la capacidad para mantener la presión y la estabilidad del sistema SCI de tal forma que pueda mantener la presión no solamente a 125 psi si no también suplir cualquier baja de presión que pueda producirse por uso de varios hidrantes o por la diferencia de nivel en los tanques de almacenamiento.

GRUNDFOS

Dimensionar por Selec. familia de la bomba Selec. grupo de producto

Familia de bombas CR, CRE, CRI, CRIE, CRN, CRNE, CRT, CRTE CRI, América del Norte

Elegir acción CARGAR PARÁMETROS GUARDAR PARÁMETROS Restablecer los valores predeterminados DIMENSIONAMIENTO INTELIGENTE

Selección de tus parámetros

Líquido bombeado	<input type="text" value="Agua"/>	Grado de protección	<input type="text" value="IP54"/>
Temperatura del líquido durante el funcionamiento*	<input type="text" value="70"/> °F	NPSH baja	<input type="text" value="N"/>
Caudal (Q)	<input type="text" value="25"/> GPM US	Tipo de bomba	<input type="text" value="CRI"/>
Altura (H)	<input type="text" value="130"/> psi	Producto	<input type="text" value="CRI 5-11"/>
Mains Voltage	<input type="text" value="1 x 120 o 3 x 480"/> V	Tamaño de bomba	<input type="text" value="5"/>
		Etapas	<input type="text" value="11"/>

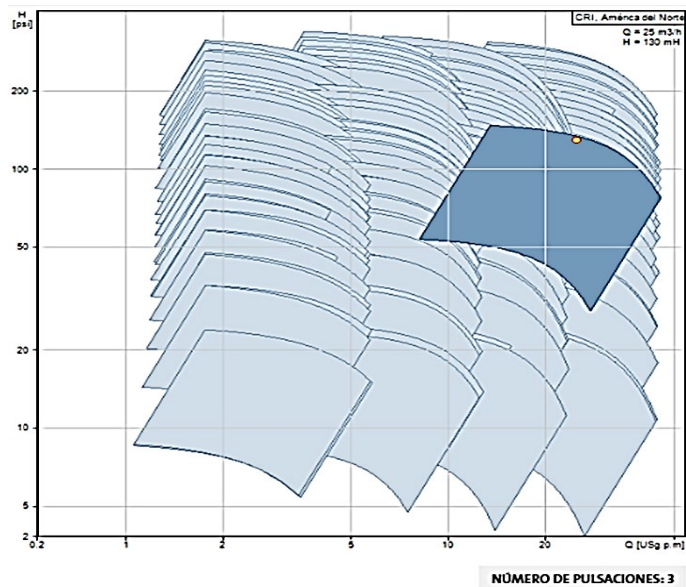


Figura 22 Bomba Jockey programa de cálculo

Fuente: "Bomba Jockey Programa pdf" (Grundfos, 2023)

5.12 Sistema de Tuberías

(NFPA 24, 2012) "Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios" Toda la tubería de acero al carbono, incluyendo conexiones y accesorios serán de rating 150 lb La tubería acero al

carbono puede ser soldado o ranurado, Toda la tubería enterrada será de polietileno, PN16(SDR11), la máxima presión considerada en el precálculo será de 9,1 bar que corresponde a una máxima presión admitida por el grupo de bombeo, correspondiente a un 130% de la presión nominal Como mínimo se incluirán todas aquellas pruebas y ensayos requeridas por el código ANSI B31 1 y la reglamentación peruana Las tuberías secas serán galvanizadas, las bridas de las tuberías serán acorde a la normativa ANSI Las conexiones de tubos ranurados tendrán aprobación FM/UL, Las juntas serán EPDM Tipo E y adecuadas para sistemas contraincendios Las conexiones de las Válvulas y accesorios serán roscadas para diámetros menores de 2" y bridadas o ranuradas para diámetros superiores a 2" Deberán instalarse válvulas de drenaje en todos los puntos bajos de las tuberías.

5.13 Sistemas de Alarma y Detección

Se instalará una central contraincendios en la sala de control de la planta y un repetidor en la caseta de control de acceso de planta sensores en un panel.

5.13.1 Los Equipos considerados con sistema de Detección

- ✓ Tanques de combustibles, Estará compuesto por tres (03) detectores de calor por cada tanque para conexión de interruptor de alta temperatura fenwal o equivalente
- ✓ Sala de celdas, control subestación, sala CC, SAI, sala de baterías, sala electrónica
- ✓ Transformador principal y auxiliar

- ✓ Salas de cabina de BT y MT
- ✓ Generador Diesel de emergencia
- ✓ Oficina y talleres
- ✓ Caseta de contra incendios

5.13.2 Panel de Control

El panel de control se instalará en la sala de control del edificio de oficinas, adicionalmente a la centralita de contra incendios en la sala de control se instalará un repetidor en la caseta de acceso, el protocolo de comunicación será MODBUS TCP donde los lazos de control tendrán un mínimo del 20% de capacidad de reserva. Cada panel de control será totalmente independiente de los otros paneles de control existentes en la planta y se ubicará en la sala de control. Solo dos alarmas serán cableadas al sistema de control distribuidos (DCS), Alarma general y fallo protección contra incendio, todas las demás alarmas del sistema serán comunicadas.

5.13.3 Detectores

Los detectores incluirán los marcos para su posicionamiento correcto (altura/orientación). Los detectores para los tanques de combustibles serán antideflagrantes.

5.13.4 Pulsadores de Alarma

Los pulsadores de alarma estarán ubicados a una altura comprendida entre 1,2m y 1,6m, incluirán el led de señalización de estado y test de control.

5.13.5 Alarmas de Incendio

Las alarmas situadas en exteriores se alimentarán de fuentes de alimentación externas con batería de seguridad. Las alarmas situadas en interiores se alimentarán del propio lazo de detección.

5.13.6 Módulos de la Planta de Generación de Energía

Se utilizarán los siguientes módulos:

✓ Módulos de control:

- Actuación de las válvulas de solenoide de los puestos de diluvio
- Alarmas situadas en el exterior

✓ Módulos monitores:

- Monitorización de las fuentes de alimentación
- Interruptor de flujo de los sistemas de diluvio y preacción
- Cierre de la válvula de los sistemas de preacción
- Señales de detección de detectores térmicos convencionales
- Señales de alarma de pulsadores

Se instalará un módulo aislador cada 20 elementos de campo en los lazos. Módulos adicionales protegerán tanto el panel como las conexiones a los lazos. Todos los módulos se colocarán dentro de cajas o armarios debidamente protegidas. Los equipos situados en el exterior tendrán protección IP68.

5.13.7 Cableado

Los lazos de detección se montarán con cable trenzado bicolor 2x1 5 mm² apantallado con cubierta de color rojo. Los cables serán libres de

halógenos, con baja emisión de humos y no propagadores de la llama El cableado de detección se trazará utilizando las existentes bandejas de control El paso por bandejas de fuerza no será admitido bajo ninguna circunstancia.

El cableado sin bandejas se protegerá con tubos de acero galvanizado en caliente M20 superior Las cajas exteriores serán de acero galvanizado en caliente Como norma general, los lazos de ida y vuelta no compartirán las mismas bandejas.

5.13.8 Fuentes de Alimentación

La alimentación a las bombas eléctricas será desde el diésel de emergencia Se recibirá alimentación desde el sistema de CC/UPS de la planta para control, adicionalmente el suministrador del sistema de PCI instalará una batería para alimentación de control que garantice el correcto funcionamiento del sistema durante 2 horas El estado de las fuentes de alimentación se monitorizará a la central de incendios.

5.14 Limites de Batería Alimentación Eléctrica

- Cuadro eléctrico grupo bombeo PCI, Alimentación a 480V,60HZ,3F+PEN para equipos de potencia
- Centralita de incendios La de control Alimentación a 220V,60Hz,2F+PE (desde UPS)
- Caja de relés, sala de control, alimentación a 220V,60HZ,2F+PE (desde UPS)
- Cuadro eléctrico grupo diésel Alimentación 480v,60hz,3f+PEN para equipos de potencia

5.15 Requisitos Complementarios

- ✓ Toda la soporteria para las tuberías, bandejas eléctricas, Conduit eléctrico, generadores de espuma, detectores, boquillas direccionables, armarios eléctricos, armarios de protección contra intemperie, Serán soportes estructurales prefabricadas de acero galvanizado
- ✓ Todos los equipos serán suministrados con un tratamiento a la corrosión y dispondrán de una protección con pintura y color según norma en PCI a excepción de los sistemas galvanizados, inoxidable
- ✓ Todo cableado de alimentación y de detección que discurra por zonas antideflagrantes deberá ser armado La transición de una zona a otra se realizará mediante cajas de acero inoxidable, con una protección mínima IP67 y con los sellados necesarios
- ✓ El suministro de cableado antideflagrante incluirá todos los accesorios necesarios para garantizar la protección adecuada
- ✓ Los módulos monitores de control y aisladores se situarán en áreas no clasificadas, así como las alarmas del sistema contraincendios
- ✓ Los equipos deberán disponer los certificados como UL, FM o CE (Sprinklers, Monitores, Hidrantes, Válvulas de diluvio, Puestos de control, sistemas de detección).

5.16 Costo total de equipos e instalación del SPCI

Tabla 12 Costos del sistema SPCI

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS Q PERTENECEN AL SPCI	PRECIOS US\$
CASA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO + LINEAS DE SUCCION Y RETORNO A TANQUES	280,000.00
SISTEMA DE GABINETES INTERIORES E HIDRANTES EXTERIORES	150,000.00
PROTECCION EN TANQUES DIESEL SISTEMA DE ESPUMA (INCLUYE 5 CANECAS PARA PRUEBAS)	160,000.00
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN TECHO DE TANQUES DIESEL Y CONEXION PARA SISTEMAS LATERALES	50,000.00
SISTEMA DE EXTINTORES EN OFICINAS, TALLERES Y PLANTA	55,000.00
DETECCIÓN Y CONTROL DE DESCARGA SALA DE CELDAS / CONTROL SUBESTACIÓN	7,000.00
SUPERVISION E INTEGRACION EN SALA CUADROS CCM	1,100.00
SUPERVISION E INTEGRACION EN SALA CABINAS MT	1,300.00
SUPERVISION E INTEGRACION EN SALA CABINAS BT	1,300.00
DETECCIÓN Y CONTROL DE DESCARGA SALA CC/SAI	6,000.00
DETECCIÓN Y CONTROL DE DESCARGA SALA DE BATERÍAS	6,000.00
DETECCIÓN Y CONTROL DE DESCARGA SALA ELECTRÓNICA	4,500.00
SISTEMA DE ALARMA Y DETECCION DE INCENDIOS	158,000.00
TOTAL, US\$	880,200.00

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Los resultados obtenidos tienen que ver con el diseño NFPA y el sistema diseñado quedo construido y luego de realizadas las pruebas de protocolo se confirma el objetivo general en el cual se comprometió el diseño SCI
2. Respecto al objetivo N°1 se comprueba que la identificación de riesgos es fundamental para definir el tipo de fuego y por ende el diseño que la norma solicita para aplicar los equipos de extinción
3. Respecto al objetivo N° 2 El diseño de un sistema de bombeo con la norma NFPA tanto en los aspersores como los sistemas de bombeo funcionan correctamente aun cuando sea posible realizar calculos matemáticos, tanto las velocidades como flujos de agua, espuma e incluso los extinguidores e hidrantes funcionan correctamente según el protocolo de pruebas.
4. Respecto al objetivo N°3 Tanto en los diseños de los tanques, las capacidades y volúmenes necesarios para inhibir un incendio también son eficientes y cumplen el protocolo, sin embargo, en algún caso uno puede decidir sobre alguna reserva adicional ya sea por ampliación del sistema y de otros. Elementos.
5. Las normas NFPA apoyan también en la decisión de adquisición de tipos de sensores y de elementos de control básicos para el buen funcionamiento sin embargo de acuerdo con los especialistas de desempeño pueden mejorar o incrementar los sistemas de control

6. La hipótesis general también es confirmada pues queda demostrado que con los protocolos de pruebas los parámetros de diseño se cumplen conforme a lo diseñado por las normas NFPA
7. Asimismo, los criterios de la hipótesis 1 de riesgos expresados en la norma NFPA y en el caso de la hipótesis 2 se observa que en el protocolo los inyectores y flujos y presiones permiten lo requerido para extinguir cualquier siniestro. También la hipótesis específica 3 se contrasta pues los volúmenes de agua y espuma sirven para el tiempo de actuación de la extinción de incendios según el protocolo de pruebas La hipótesis 4 también se contrasta pues permite definir las variables de las bombas y la simultaneidad del suministro permitiendo identificar que operaciones serán manuales y cuales automáticas.
8. El análisis del sistema por competencias nos ha permitido reducir los costos de las instalaciones del SPCI lo cual representa la adecuación correcta de las bombas la disposición de los sistemas contra incendios, la funcionalidad en la operación con los sensores y el sistema manual debidamente señalizado considerando las personas y su forma de evacuación en cada recinto.

Conclusiones

- El SPCI ha sido diseñado correctamente de acuerdo a la normatividad NFPA cumpliendo los objetivos trazados y contrastando las hipótesis correspondientes.
- El resultado de las pruebas de campo realizadas comprueba la hipótesis pues el sistema bombea los 500 m³/hr en las condiciones solicitadas.
- El análisis de desempeño ha sido fundamental en el diseño anterior a la construcción de la planta, así como en algunos criterios de dimensionamiento en tanques y también la identificación de espacios seguros y zonas de evacuación del SCI por que se ha podido hacer una distribución apropiada y anticipada de la planta permitiendo diversas facilidades.
- Las presiones y flujos se han mantenido durante el protocolo
 - a) La distribución apropiada de hidrantes
 - b) Una buena ubicación de los tanques de almacenamiento de agua y combustible minimizando las distancias reduciendo así los costos de tuberías.
 - c) Se han diseñado las oficinas en forma planificada de tal forma que no alcancen el fuego.

La zona de turbina aun cuando tiene diseño de protección propio ha sido dotado de los hidrantes adicionales de acuerdo con el desempeño de otros

centrales hidrantes cercanos a la zona de mayor impacto al incendio como es el generador donde se utiliza el hidrogeno para su enfriamiento.

- El costo del sistema por la cercanía y la mejor distribución de los equipos contraincendios se ha reducido.
- También los hidrantes han sido colocados no solo de acuerdo a su norma si no a la funcionalidad que los expertos tienen de la planta.
- También la distribución de los equipos de generación está debidamente separada para evitar incendios globales o con daños colaterales.

Recomendaciones

- Recomendamos a que se utilicen y manejen correctamente las Normas NFPA pues será una garantía de un buen diseño.
- Cuando el Caudal de la Bomba es mayor o igual a 500GPM los equipos del SCI deben ser Listados UL/FM establecido por la NFPA 20. El tablero de control de la bomba y el tablero de la transferencia automatizada también deben ser Listados para la electrobomba. Puede estar también ambos tableros en un solo gabinete, pero listado
- En caso de utilizar solo Motobomba también debe ser Listada, el tablero de control es reemplazado por el Motor Diesel
- El uso de la Bomba Jockey actúa cuando hay pérdida de presión. no es necesario que sea listado y puede operar con la red eléctrica
- El concepto del desempeño es sumamente importante para evitar que rehacer ambientes u obras que modificar cuando el sistema contraincendios esté listo.
- Se deben realizar chequeos semanales al Sistema Contra Incendio y el entrenamiento de la brigada en función de ayudar a la familiarización y mejoramiento de las actividades de manera significativa además de la capacidad de respuesta frente a un siniestro de incendio
- A fin de mantener la operabilidad del Sistema, es necesario cumplir con el mantenimiento e inspección periódica de todo el sistema, con el objetivo de determinar los elementos que pudieran obstaculizar una respuesta eficaz frente a un siniestro.

- Tomar en consideración aumentar el diámetro de las tuberías a fin de abastecer el caudal de manera eficaz de acuerdo a la demanda del nuevo sistema contra incendio
- Se debe mantener las distancias mínimas de separación reglamentarias en los equipos que serán protegidos por el sistema de protección contra incendio
- Es factible aún con especialistas destacados realizar mejores beneficios en los sistemas contraincendios.

Referencias bibliográficas

- [1] Armstrong. (2013). *Tabla de selección de bombas contra incendios Caja dividida horizontal*. 12.
- [2] ASTM. (2012). Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings. *Edificio, 99* (reaprobado en 2009), págs. 2–6.
- [3] Duarte Viejo, G. (2001). *NTP 600: Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 786/2001)*.
<http://www.mtas.es/insht/>
- [4] EBARA. (2023). *Catálogo 2023-Tarifa* (p. 364). https://ebara.es/wp-content/uploads/2015/01/tarifa_catalogo.pdf
- [5] Energy, D. (2015). *Análisis de Huella Hídrica en la Central Termoeléctrica “Aguaytía” acorde a la norma ISO 14046*.
https://www.shareweb.ch/site/EIAguaNosUne/Documents/15_SuizAguaPE-Evaluacion_huella_hidrica_Termoelectrica_DukeE_Peru.pdf
- [6] Energía, W. (2011). *3200 MW (4 x 800 MW) Proyecto de energía térmica Katni Dist. Katni, Madhya Pradesh*. https://global-uploads.webflow.com/5d70c9269b8d7bd25d8b1696/5fe9d6e78465c0fb14d35c2a_0_0_29_Jan_2015_2240450331PFR.pdf
- [7] Giacomini. (2014). “Válvulas angulares UL/FM/Standar. *Giacomini*, 55–56.
- [8] Grundfos. (2023). *bomba jockey programa.pdf* (p. 5). <https://product-selection.grundfos.com/mx/size-page?qcid=2091615072>
- [9] Ingar, A. M. B., & Morales, S. I. G. (2020). *Diseño de un sistema contra incendio para un autotransformador de 250 MVA en la subestación*

Yarabamba del consorcio Transmantaro. 121.

- [10] NFPA 10. (2007). Norma para extintores portátiles.
- [11] NFPA 11. (2005). *Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión.*
- [12] NFPA 13. (2019). *Norma p Instalación de Sistemas de Rociadores.* 148.
- [13] NFPA 14. (2016). *NFPA 14 Norma para la instalación de tubería vertical y de mangueras.* 52.
- [14] NFPA 15. (2003). Norma para Sistemas Fijos Aspersores de Agua para Protección Contra Incendios. *Journal Article*, 1–74.
- [15] NFPA 20. (2007). *Contraincendios, Instalación de bombas.* 119.
- [16] NFPA 24. (2012). *Norma para la instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios.* 66.
- [17] NFPA 25. (2014). *Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios.* 167.
<https://goo.gl/pqQZ60>
- [18] NFPA 291. (1998). *Confidence Testing Fire Hydrants* (Edición de julio).
- [19] NFPA 70. (2020). *National Electric Code* (p. 98).
- [20] NOM 154. (2005). *Norma oficial mexicana nom-154-scfi-2005, equipos contra incendio-extintores-servicio de mantenimiento y recarga.*
- [21] ECT. (2009). 2x660 MW Super-Critical Thermal Power Station Stage ii, Phase iii at Chhabra, District Baran, Rajastha. En *TCE Consulting Engineers Limited A TATA Enterprise.*
<https://doi.org/10.1128/AAC.03728-14>

- [22] Taxi. (2009). *ANSI B 16.1 CLASE 125 Slip On Brides. 10 2*), 2.
- [23] Tyco. (2006). *Tipo D3 Protectospray® Direccional. 800*, 1–8.
- [24] Vikingo. (2008). *Boquillas pulverizadoras modelo VK810 - VK817*
(Edición 61 mm).
- [25] Witne, J. Y. (2004). Biooxidación del concentrado de pirita de oro de en
aire enriquecido con oxígeno y dióxido de carbono. *Serie de*
publicaciones Instituto Australasiático de Minería y Metalurgia, 203–213.

ANEXOS

ANEXO “A” Códigos y Estándares

Para el diseño se ha empleado las normas peruanas y los códigos de la Nacional Fire Protección Association (NFPA):

Reglamento Nacional de Edificaciones

Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos DS 043-2007-EM

Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos DS 052-93-EM

Reglamento de Seguridad Industrial DS-42-F

Normativas técnicas peruanas

- ICS 13.100 Seguridad en los puestos de trabajo. Higiene Industrial
- ICS 13.220.10 Lucha contra incendios
- ICS 13.220.20 Protección contra incendios

Estándares Nacionales e Internacionales

- API American Petroleum Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society of Testing Materials
- EN European Normative
- ISO International Standard Organization
- ISO 9001 Quality management systems
- MSS Manufactures Standard dissention Society
- NFPA National Fire Protection Association

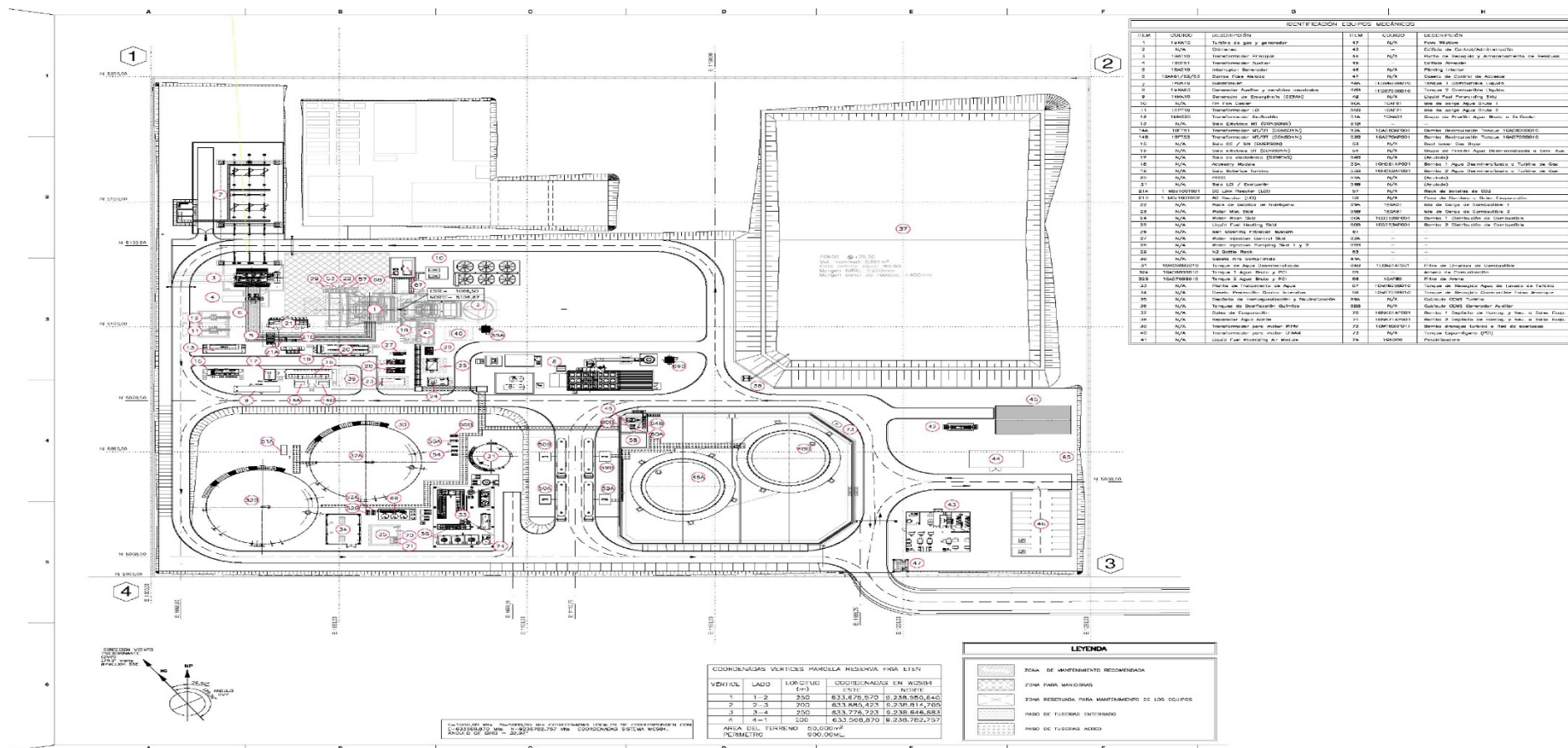
Sistemas de Tubería ANSI/ASME B31.1 Power Piping

- Decreto Supremo N° 043-2007-EM.
- Decreto Supremo N° 053-2009-EM.
- OSINERGMIN No. 107 2014 OS GG.
- API Instituto Americano del Petróleo.
- ASME Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- ASTM Sociedad Americana de Materiales de Prueba.
- Organización Internacional de Normalización ISO.
- ISO 9001 Sistemas de gestión de calidad.
- Asociación Nacional de Protección contra Incendios de NFPA.
- NFPA 10: Norma para extintores portátiles.
- NFPA 11: Estándar para espuma de baja expansión.
- NFPA 13: Norma Instalación de Sistema Rociadores.
- NFPA 14: Norma Instalación de Sistema Tubería Vertical y Mangueras.
- NFPA 15: Sistemas fijos de pulverización de agua para protección contra incendios.
- NFPA 20: Norma para Instalación de Bombas Estacionarias protección de incendio.
- NFPA 22: Norma de Depósitos de agua para Protección de Incendio.
- NFPA 24: Norma para la instalación de Tuberías para servicio privado de incendio y sus accesorios.
- NFPA 25: Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios.

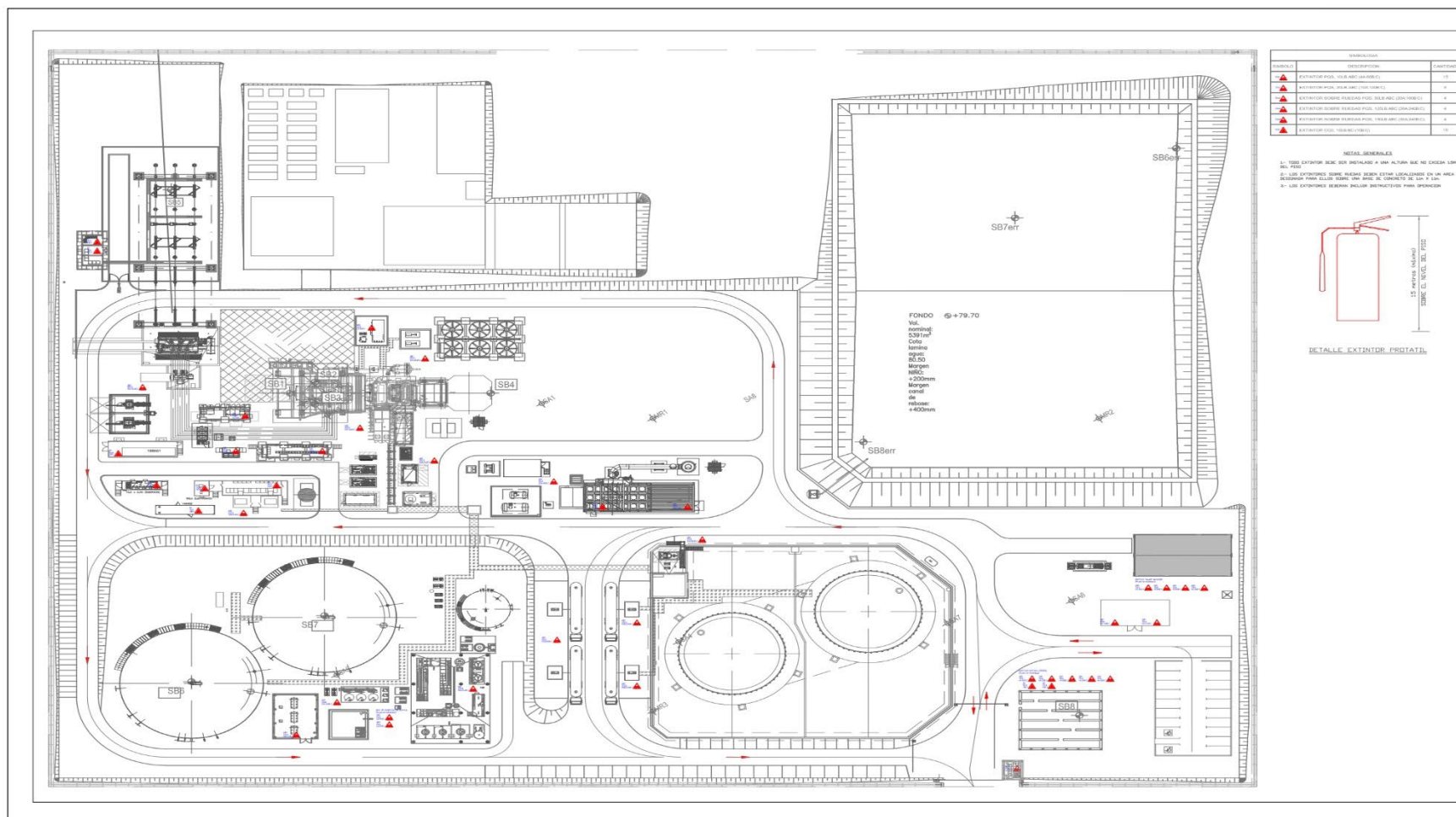
- NFPA 30: Código de líquidos inflamables y combustibles.
- NFPA 70: Código Eléctrico Nacional, 2002.
- NFPA 72: Código Nacional de Alarma contra Incendios, 2002.
- NFPA 101: Código de Seguridad Humana, 2002.
- NFPA 170: Símbolos de seguridad contra incendios, 2002.
- NFPA 850: Práctica recomendada para la protección contra incendios para plantas generadoras eléctricas y estaciones convertidoras de corriente continua de alto voltaje.
- NFPA 1963: Conexión de manguera contra incendios.
- NFPA 2001 Norma sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios.
- ANSI/ASME B31 1 Power Piping Sistema de Tuberías.

ANEXO "B" Planos Referenciales y Catálogo

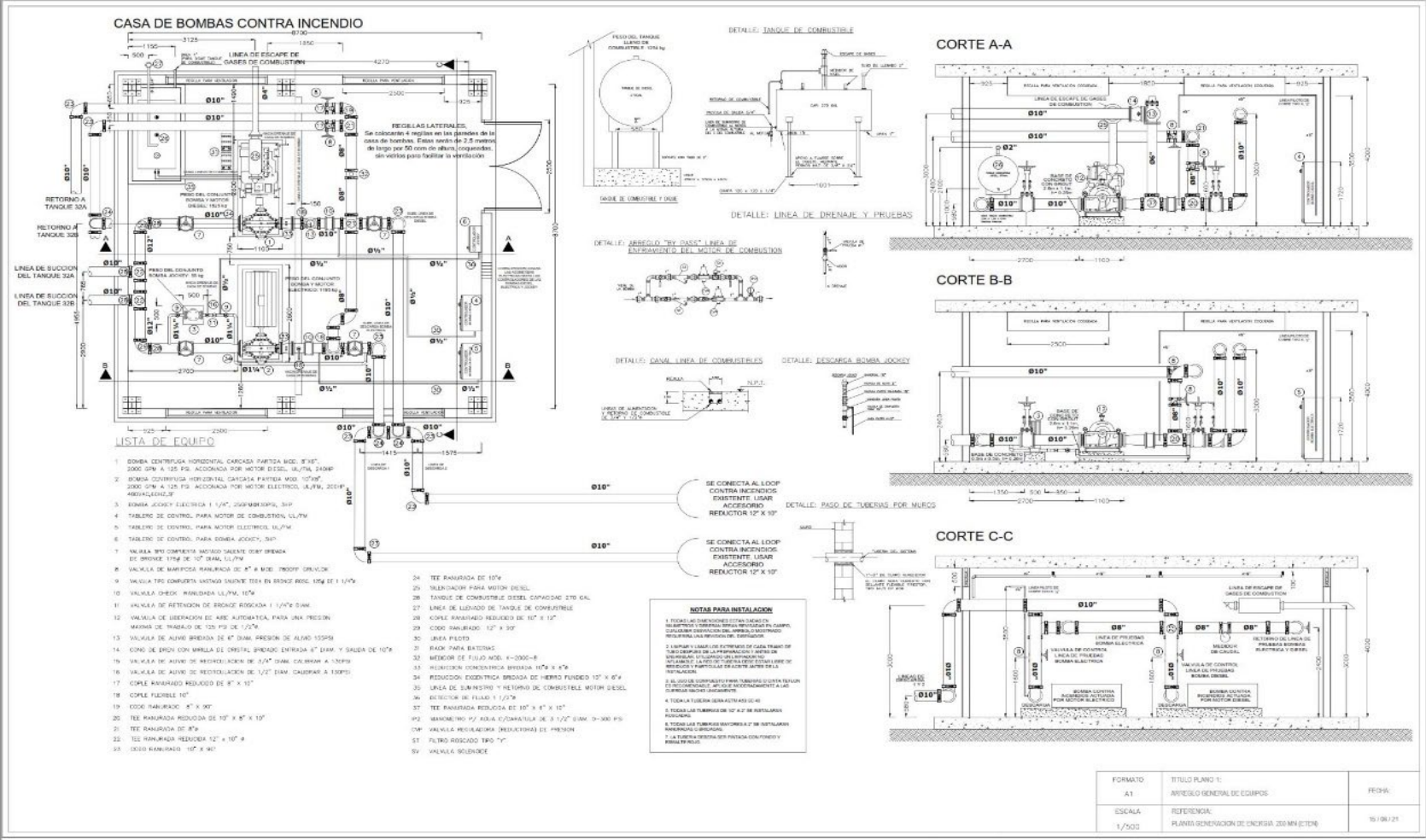
B1 Plano 1 ARREGLO GENERAL DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGIA DE 200MW



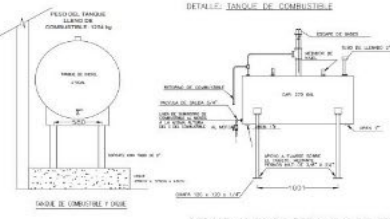
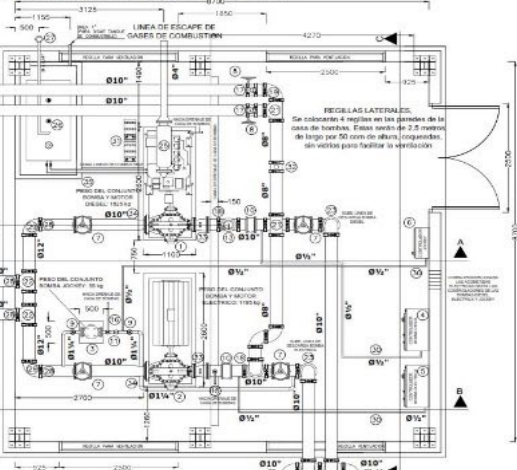
B2 Plano 2 DISTRIBUCIÓN EXTINTORES EN LA PLANTA GENERACION DE ENERGIA DE 200MW ETEN



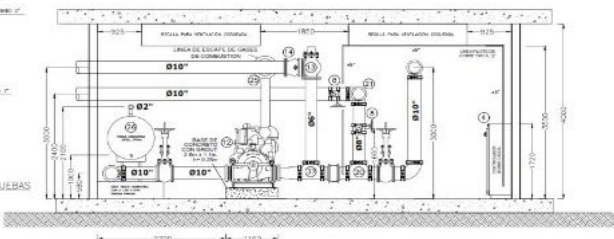
B3 Plano 3 CASA DE BOMBAS EM LA PLANTA GENERACION DE ENERGIA DE 200MW ETEN



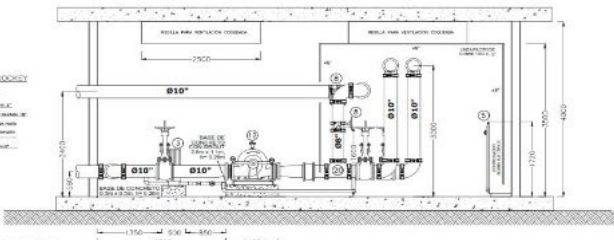
CASA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO



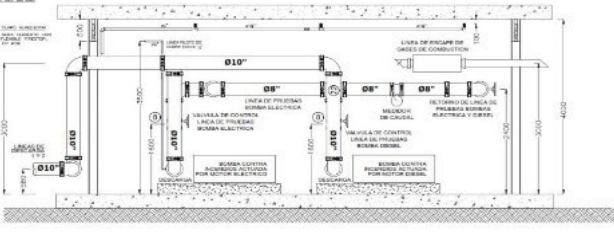
CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C



LISTA DE EQUIPO

- 1. BOMBA CORTAFUSO HORIZONTAL GATCASA PATETA MOD. 8" 1/2", 2000 GPM A 125 PSI. ACCIONADA POR MOTOR DIESEL. L.A./P.A. 2400P.
- 2. BOMBA CORTAFUSO HORIZONTAL GATCASA PATETA MOD. 10" 1/2", 2000 GPM A 125 PSI. ACCIONADA POR MOTOR ELECTRO. L.A./P.A. 2500P. 480V/240V/3P.
- 3. BOMBA JOCKEY ELECTRO Y 1/4" CORTAFUSO/3P.
- 4. TABLERO DE CONTROL PARA MOTOR DE COMBUSTION, L.A./P.A.
- 5. TABLERO DE CONTROL PARA MOTOR ELECTRO, L.A./P.A.
- 6. TABLERO DE CONTROL PARA BOMBA JOCKEY, 3P.
- 7. VALVULA 3PQ CORTAFUSO MOTOID SAKATE OARY BRENDA DE BRENDE 1 1/2" DIAM. L.A./P.A.
- 8. VALVULA DE MAMPORSA HORIZONTAL DE 8" Y MOTE. PROOF DRIVENOR.
- 9. VALVULA 3PQ CORTAFUSO MOTOID SAKATE BRENDA DE BRENDE 1 1/2" DIAM. L.A./P.A.
- 10. VALVULA CHECK. HORIZONTAL, L.A./P.A. 10"
- 11. VALVULA DE RETENCIÓN DE BRENDE ROTACION 1 1/4" DIAM.
- 12. VALVULA DE LIBERACION DE AIRE AUTOMATICA PARA UNA PRESION MAXIMA DE 150 PSI DE 1/2" DIAM.
- 13. VALVULA DE ALIVIO BRENDA DE 4" DIAM. PRESION DE ALIVIO 150PSI.
- 14. CONO DE BRENDE CON MANGA DE CRISTAL BRENDA ENTRENADA 4" DIAM. Y SALIDA DE 10"
- 15. VALVULA DE ALIVIO DE REGULACION DE 3/4" DIAM. CALORIM A 120PSI.
- 16. VALVULA DE ALIVIO DE REGULACION DE 1/2" DIAM. CALORIM A 130PSI.
- 17. COPLE HORIZONTAL REDUCIDO DE 8" X 10"
- 18. COPLE FISURABLE 10"
- 19. CODIC HORIZONTAL 8" X 10"
- 20. TEE HORIZONTAL REDUCIDA DE 10" X 8" X 10"
- 21. TEE HORIZONTAL DE 8"
- 22. TEE HORIZONTAL REDUCIDA 12" X 10" X 8"
- 23. CODIC HORIZONTAL 10" X 10"

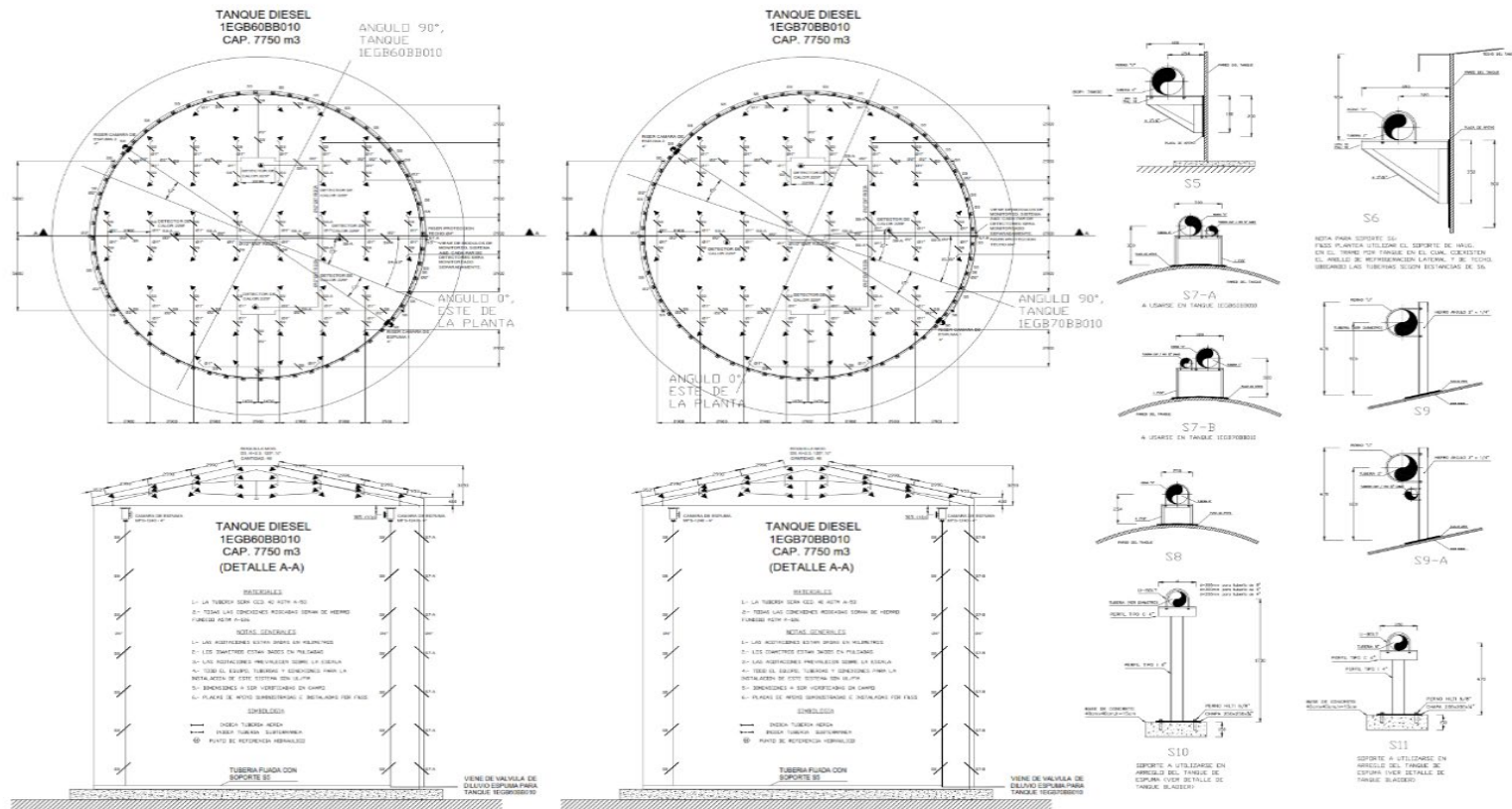
- 24. TEE HORIZONTAL DE 10"
- 25. VALVEDON PARA MOTOR DIESEL
- 26. TANQUE DE COMBUSTIBLE DIESEL COMPACTO 310 GAL.
- 27. LINEA DE LEIVADO DE TANQUE DE COMBUSTIBLE
- 28. COPLE HORIZONTAL REDUCIDO DE 10" X 12"
- 29. CODIC HORIZONTAL 12" X 10"
- 30. SENA PLETO
- 31. FRANK PARA BATERIAS
- 32. MEDIDOR DE FLUJO MOD. K-3000-B
- 33. MANCHON CONCENTRICO BRENDA 10" X 8" X 8"
- 34. REDUCCION COCENTRICO BRENDA DE HIERRO PUNDEO 10" X 8" X 8"
- 35. LINEA DE SUMINISTRO Y RETORNO DE COMBUSTIBLE MOTOR DIESEL
- 36. REDUCTOR DE FLUJO 1 1/2"
- 37. TEE HORIZONTAL REDUCIDA DE 10" X 8" X 10"
- 38. MANCHON 1/2" AGUA CORTAFUSO DE 3 1/2" DIAM. 7-300 PSI.
- 39. VALVULA REGULADORA (REDUCCION) DE 10"
- 40. FILTRO ROTACION 10" X 10"
- 41. VALVULA SOLTANTE

NOTAS PARA INSTALACION

- 1. TROPAL LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS.
- 2. REVISAR LA TUBERIA PARA VERIFICAR EL CALIBRE.
- 3. USAR UN CORTAFUSO EN LA LINEA DE ENTRAMADO DEL MOTOR DE COMBUSTION PARA VERIFICAR LA PRESION DE OPERACION.
- 4. USAR UN CORTAFUSO EN LA LINEA DE ENTRAMADO DEL MOTOR ELECTRO PARA VERIFICAR LA PRESION DE OPERACION.
- 5. REVISAR LA TUBERIA PARA VERIFICAR LA PRESION DE OPERACION EN LA LINEA DE ENTRAMADO DEL MOTOR DE COMBUSTION.
- 6. REVISAR LA TUBERIA PARA VERIFICAR LA PRESION DE OPERACION EN LA LINEA DE ENTRAMADO DEL MOTOR ELECTRO.
- 7. LA TUBERIA DEENTRADA EN PATETA CON PUNTO Y PUNTO DE FLUJO.

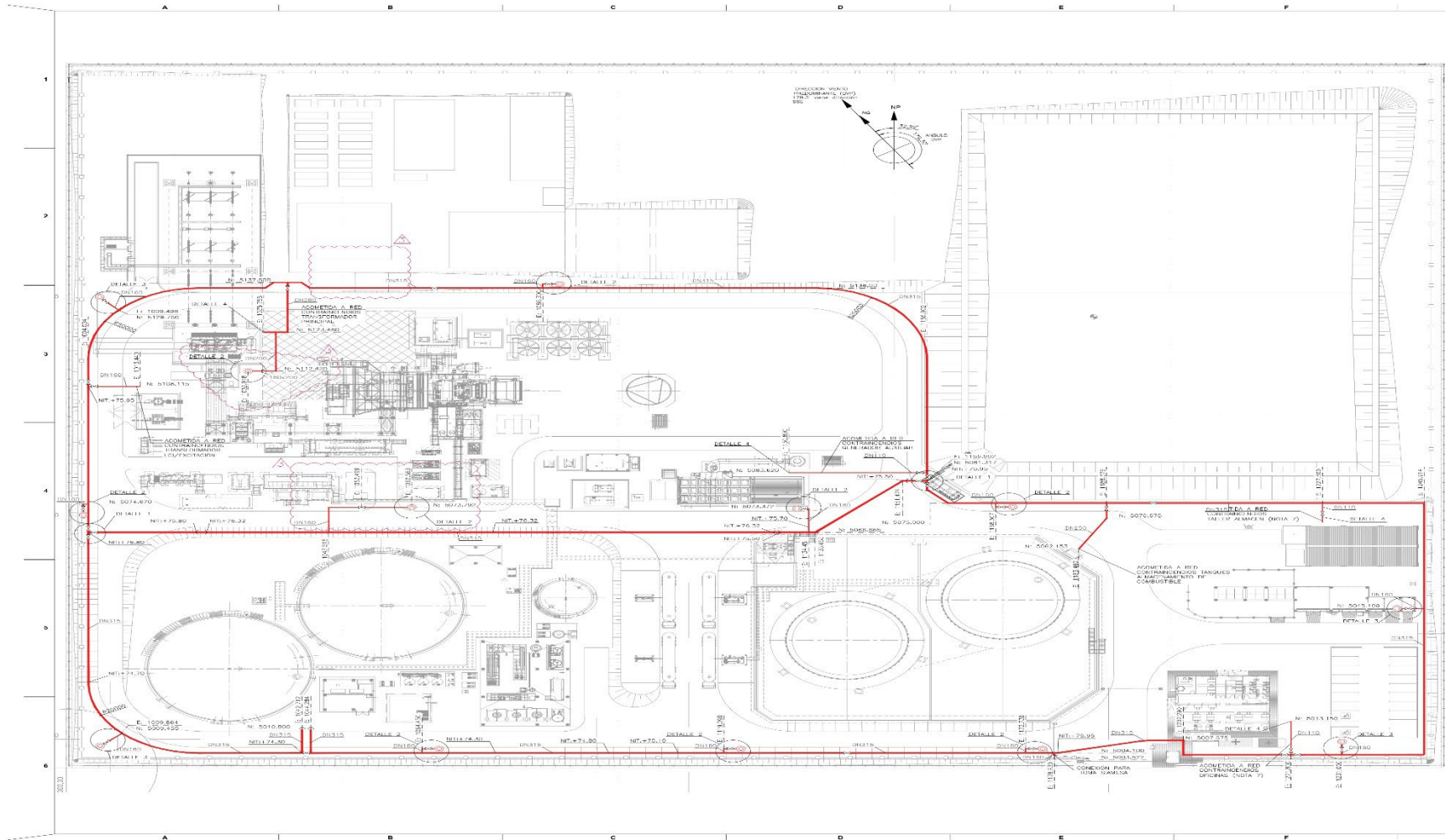
FORMATO	TITULO PLANO 1:	FECHA:
A1	ARRIBO GENERAL DE CUERPO	
ESCALA	REFERENCIA:	
1/500	PLANTA GENERACION DE ENERGIA 200 MW ETEN	10/09/21

B4 Planos 4 SISTEMA ENFRIAMIENTO Y ESPUMAS DE TKS.DE COMBUSTIBLE

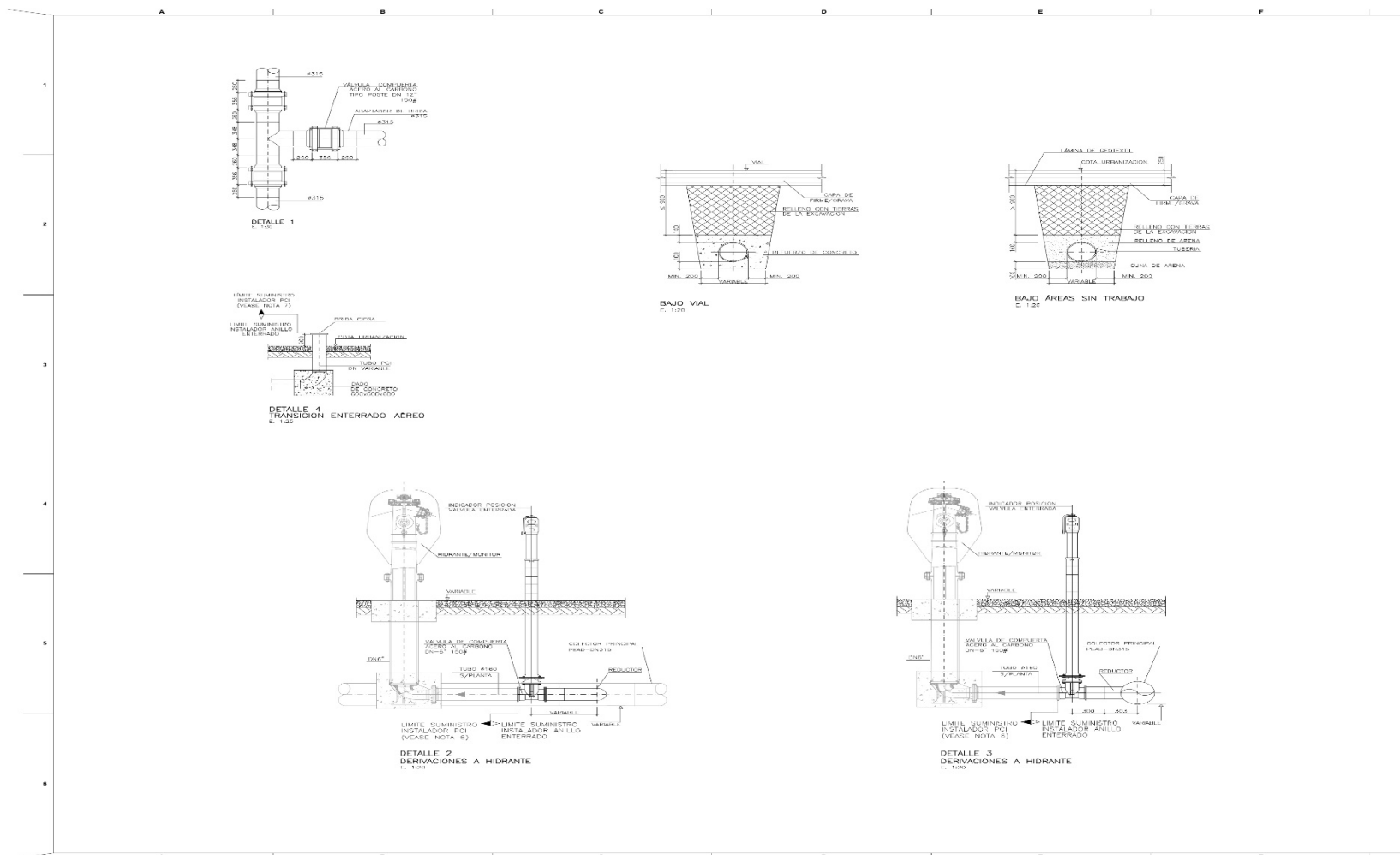


FORMATO A1	TITULO PLANO 11: ENFRIAMIENTO DE BOMBAS	FECHA:
ESCALA 1/500	REFERENCIA: PLANTA GENERACION DE ENERGIA 200 MW (ETEN)	15/06/21

B5 Plano 5 TUBERIA ENTERRADA DE SPCI DE LA PLANTA



B6 Plano 6 DETALLE TUBERÍA ENTERRADA DEL SPCI DE LA PLANTA



ANEXO B: EXTINTORES, GABINETES E HIDRANTES

CARBON DIOXIDE



Amerex Corporation

RUGGED

- 5 Year Warranty
- All Metal Valve Construction
- Rust free aluminum cylinders
- Durable High Gloss Polyester Powder Paint
- Temperature Range -22°F to 120°F

USER FRIENDLY

- Meets Many Hospital Medical Equipment Requirements
- Large Loop Stainless Steel Pull Pin
- Model 322NM Independently Tested and Approved for use in MRI Facilities to 7 Tesla
- Model 322NM Has Sanitary White Paint Finish (easy to clean)
- Bar Coded and Bi-lingual Labels

OPTION

- USCG Approved with Bracket Listed on UL Label



MODELS

322	330
331	332



Also available in 50 / 100 lb. wheeled extinguishers and 100 lb. stationary.

**Model 322NM
NONMAGNETIC
MRI SAFE TO 7 TESLA
(USES 17737 WALL HANGER - INCLUDED)**



CARBON DIOXIDE is discharged as a white cloud of "snow" which smothers a fire by eliminating oxygen. It is effective for Class B flammable liquids and is electrically non-conductive. Carbon Dioxide is a clean, non-contaminating, odorless gas.

Nonmagnetic model available (Model 322NM - tested to 7 Tesla)

AGENT TYPE	CARBON DIOXIDE			
	CHROME PLATED BRASS			
VALVE TYPE	HOSE & HORN			
DESIGN	HORN			
MODEL NUMBER	322	322NM	330	331 332
UL RATING	5B-C	5B-C	10B-C	10B-C
CAPACITY (LBS.)	5	5	10	15 20
SHIPPING WT. (LBS.)	14	14	28.25	37.75 50.75
HEIGHT (IN.)	17.75	17.75	24	30 30
WIDTH (IN.)	8.25	8.25	12	12 13
DEPTH (IN.)	5.25	5.25	7	7 8
RANGE (INITIAL- FT)	3-8	3-8	3-8	3-8 3-8
DISCHARGE TIME (SEC.)	10	10	10	12.5 19
FM APPROVED	YES	YES	YES	YES YES
INCLUDED BRACKET	WALL	NM WALL	WALL	WALL WALL

**Manufactured and Tested to ANSI/UL Standards
Complies with NFPA 10 Standard
ISO-9001 / ISO-14001 Certified
UL LISTED**

CONFORMS TO TEST STANDARDS:

CAN/ULC-S503 - ANSI/UL154 &
CAN/ULC-S508 - ANSI/UL711

MADE IN U.S.A.



Amerex Corporation

Quality is Behind the Diamond®



Wheeled Extinguishers

NITROGEN CYLINDER OPERATED

125/150, 300/350 lb. Direct Pressure ABC, REGULAR, PURPLE K Dry Chemical

125 lb. ABC & Purple K and 150 lb. Regular Direct Pressure extinguishers utilize a 23 ft³ nitrogen cylinder with a "quick opening valve" to pressurize and completely discharge the agent cylinder. The compact size and 16" semi-pneumatic tires allow easy maneuvering and operation by one person, through narrow doorways and aisles. A 4" stainless steel fill opening with rugged brass cap makes servicing easier. For large hazards choose the 300 lb. ABC or Purple K or 350 lb. Regular Direct Pressure extinguishers with a "quick opening" 55 ft³ nitrogen cylinder. They provide quality and economical fire protection, large volume capacity for extra high hazard areas with single person transport and operation. The 36" X 6" wide steel wheels make movement possible in sandy or soft soil. **Exclusive features:** Stainless steel collars, chrome plated brass cap, brass fittings, live swivels and bi-lingual labels. Meets Transport Canada requirements.



- Available Options:**
- Stationary Design
 - Pressure Indicator

SPECIFICATIONS	125/150 LB. DRY CHEMICAL			300/350 LB. DRY CHEMICAL		
	450	451	452	491	492	493
AGENT TYPE	ABC	REGULAR	PURPLE K	ABC	REGULAR	PURPLE K
UL & ULC RATING	30A-240B-C	240B-C	320B-C	40A-320B-C	320B-C	320B-C
CAPACITY (LBS.)	125 / 57	150 / 68	125 / 57	300 / 136.07	350 / 158.75	300 / 136.07
SHIPPING WT. (LBS.)	335 / 152	360 / 163	335 / 152	743 / 337.01	793 / 359.09	743 / 337.01
HEIGHT (IN./CM)	45 / 115			57 / 144.78		
WIDTH (IN./CM)	24 / 61			34 / 86.36		
DEPTH (IN./CM)	36 / 92			39 / 99.06		
DISCHARGE TIME (SEC.)	52	60	53	60	70	67
DISCHARGE RANGE (FT./M)	30 - 40 / 9 - 12					
OPERATING TEMP. (F/C)	-65° to +120° / -54° to +49°					
NITROGEN CYLINDER (CU. FT. / LITER)	23 / 651			55 / 1557.43		
SAFETY BURST DISC RANGE (PSI / kPa)	400 - 500 / 2760 - 3450					
HOSE LENGTH (FT./M)	50 / 15.24			50 / 15.24		
HOSE DIAMETER (IN./CM)	75 / 1.90			1 / 2.54		
WHEELS (SEMI-PNEUMATIC / STEEL) (IN./CM)	16 X 4 / 40.64 X 10.16			36 X 6 / 91.44 X 15.24		
USCG APPROVED	YES					
FM APPROVED		YES				YES



- Available Options:**
- 36" x 6" wheels with non-sparking rubber treads
 - 75 ft. hose
 - Stationary Design
 - Pressure Indicator

TEST STANDARDS:
CAN/ULC S504 & ANSI/UL 229
CAN/ULC S508 & ANSI/UL 711

125/150 lb. Regulated Pressure ABC, REGULAR, PURPLE K Dry Chemical

These 110 ft³ nitrogen cylinder operated models feature a pressure regulator and two wheel options. The older, traditional design allows for adequate pressure to assure a smooth, complete discharge of the dry chemical with pressure reserve for blowing down the discharge hose. Choose either the 16" semi-pneumatic rubber tire or 36" X 2 1/2" steel wheels according to the area to be protected. Easy to transport and operate by one person.

Exclusive features: Stainless steel collars, chrome plated brass cap, brass fittings, live swivels and bi-lingual labels. Meets Transport Canada requirements.



- Available Options:**
- Stationary Design
 - Pressure Indicator

SPECIFICATIONS	125/150 LB. DRY CHEMICAL			300/350 LB. DRY CHEMICAL		
	497	495	499	470	471	472
AGENT TYPE	ABC	REGULAR	PURPLE K	ABC	REGULAR	PURPLE K
UL & ULC RATING	30A-240B-C	240B-C	320B-C	30A-320B-C	240B-C	320B-C
CAPACITY (LBS.)	125 / 57	150 / 68	125 / 57	125 / 57	150 / 68	125 / 57
SHIPPING WT. (LBS.)	434 / 193	429 / 192	404 / 183	432 / 196	457 / 207	432 / 196
HEIGHT (IN./CM)	28 / 68			52 / 132		
WIDTH (IN./CM)	38 / 97			28 / 71		
DEPTH (IN./CM)	38 / 97			45 / 114		
DISCHARGE TIME (SEC.)	48	53	52	48	53	52
DISCHARGE RANGE (FT./M)	30 - 40 / 9 - 12					
OPERATING TEMP. (F/C)	-65° to +120° / -54° to +49°					
NITROGEN CYLINDER (CU. FT. / LITER)	110 / 3115					
HOSE LENGTH (FT./M)	50 / 15.24					
HOSE DIAMETER (IN./CM)	75 / 1.90					
WHEELS (SEMI-PNEUMATIC / STEEL) (IN./CM)	16 X 4 / 40.64 X 10.16			36 X 6 / 91.44 X 15.24		
USCG APPROVED	YES					
FM APPROVED		YES				YES



- Available Options:**
- 36" x 6" or 36" x 2 1/2" wheels with non-sparking treads
 - Stationary Design
 - Pressure Indicator

TEST STANDARDS:
CAN/ULC S504 & ANSI/UL 229
CAN/ULC S508 & ANSI/UL 711



Amerex Corporation

Quality is Behind the Diamond®



Wheeled Extinguishers

STORED PRESSURE

50, 125/150 lb. Stored Pressure ABC, REGULAR, PURPLE K Dry Chemical

These commercial stored pressure extinguishers are available in a choice of two sizes and three chemical options. The carriage design on both sizes provides cage type protection for the agent cylinder as well as a well balanced platform for transportation and operation. The narrow width and easy rolling semi-pneumatic rubber tire wheels allow one person movement through narrow aisles, doorways and in confined areas. Chemical and pressure is sealed in the agent cylinder, ready for instant actuation and is always protected from contamination. Stored pressure wheeled extinguishers are less expensive to purchase as well as easier and less costly to maintain and service.

Exclusive features: Brass fittings, live swivels



SPECIFICATIONS	50 LB. DRY CHEMICAL			125/150 LB. DRY CHEMICAL		
	495	496	497	498	499	490
MODEL NUMBER	ABC	REGULAR	PURPLE K	ABC	REGULAR	PURPLE K
UL & ULC RATING	20A:10B:C	10B:C	10B:C	33A:24B:C	24B:C	32B:C
CAPACITY (LBS.)	30 / 22.68			125 / 56.7 150 / 68.0 125 / 56.7		
SHIPPING WT. (LBS.)	174 / 78.88			344 / 155.95 369 / 167.28 344 / 155.95		
HEIGHT (IN./CM)	46 / 116.84			53.5 / 136.8		
WIDTH (IN./CM)	21.5 / 54.61			28 / 71.12		
DEPTH (IN./CM)	24 / 60.96			40 / 101.6		
DISCHARGE TIME (SEC.)	35			45		
DISCHARGE RANGE (FT./M)	25-35 / 7.62 - 10.66			30-40 / 9.1-12.2		
OPERATING TEMP. (F/C)	-40° to +120° / -40° to +49°			-40° to 120° / -54° to +49°		
HOSE LENGTH (FT./M)	25 / 7.62			50 / 15.2		
HOSE DIAMETER (IN./CM)	.50 / 1.27			.75 / 1.90		
WHEELS (SEMI-PNEU) (IN./CM)	12.5 X 3.5 / 31.75 X 8.89			16 X 4 / 40.64 X 10.16		
USCG APPROVED	YES					



- Available Options:**
- Stationary Design

TEST STANDARDS:
CAN/ULC S504 & ANSI/UL 229
CAN/ULC S508 & ANSI/UL 711

- Available Options:**
- Stationary Design
 - Tow Loop

HIGH PERFORMANCE 125/250 lb. Stored Pressure ABC, REGULAR, PURPLE K Dry Chemical

HIGH PERFORMANCE Stored Pressure units are the finest performing dry chemical wheeled fire extinguishers available anywhere! They have a tremendous flow rate, vertical and horizontal range, fire killing ability and operator protection. Wheels are wide footprint 36" X 6".

Exclusive features: Hot dip galvanized carriage and wheels, special corrosion resistant paint finish, lift eyes on carriage (250 lb. models only)

Exclusive 12 year warranty!



SPECIFICATIONS	DRY CHEMICAL			
	573	574	575	690
MODEL NUMBER	ABC	REGULAR	PURPLE K	PURPLE K
UL & ULC RATING	40A:160B:C	160B:C	160B:C	120B:C
CAPACITY (LBS.)	250 / 113.4		125 / 56.7	
SHIPPING WT. (LBS.)	775 / 351.3		400 / 181.4	
HEIGHT (IN./CM)	60 / 152.4		53.5	
WIDTH (IN./CM)	37 / 93.96		34	
DEPTH (IN./CM)	44 / 111.76		38.5	
DISCHARGE TIME (SEC.)	50	40	42	30
DISCHARGE RANGE (FT./M)	60 - 80 / 18.19 - 24.26		50 - 55 / 15.24 - 16.76	
OPERATING TEMP. (F/C)	-40° to +120° / -40° to +49°			
HOSE LENGTH (FT./M)	50 / 15.24			
HOSE DIAMETER (IN./CM)	1 / 2.54			
WHEELS (STEEL) (IN./CM)	36 X 6 / 91.44 X 15.24			
USCG APPROVED	YES			



- Available Options:**
- Optional 36" x 6" wheels with non-sparking rubber treads
 - Stationary Design

TEST STANDARDS:
CAN/ULC S504 & ANSI/UL 229
CAN/ULC S508 & ANSI/UL 711

- Available Options:**
- Optional 36" x 6" wheels with non-sparking rubber treads
 - Stationary Design



Amerex Corporation

RUGGED

- 6 Year Warranty
- Stored Pressure Design
- Dependable Drawn Steel Cylinders
- Durable High Gloss Polyester Powder Paint
- All Metal Valve Construction

Brass Valve - Heavy Duty

- Chrome Plated Brass Valve Body
- Stainless Steel Handle & Lever

Aluminum Valve - Light to Medium Duty

- Anodized Aluminum Valve Body
- Anodized Aluminum Handle & Lever
- Temperature Range -65°F to 120°F

USER FRIENDLY

- Easy and More Economical to Maintain and Service
- Large Loop Pull Pin
- Bar Coded and Bi-lingual Labels

OPTION

- USCG Approved with Bracket Listed on UL Label



Aluminum Valve
 B417/T
 B500/T
 B402/T
 B443
 B456
 A411



Brass Valve
 B424
 B461
 B441
 423



Available in Wheeled and Stationary Extinguishers

ABC or Multi-Purpose extinguishers utilize a specially fluidized and siliconized mono ammonium phosphate dry chemical. It chemically insulates Class A fires by melting at approximately 350°F and coats surface to which it is applied. It smothers and breaks the chain reaction of Class B fires and will not conduct electricity back to the operator.

Largest selection of size and extinguisher options available

AGENT TYPE	ABC DRY CHEMICAL									
	NOZZLE	ANODIZED ALUMINUM					CHROME PLATED BRASS			
		HOSE & NOZZLE					HOSE & NOZZLE			
DESIGN	B417/B417T	B500/B500T	B402/B402T	B443	B456	A411	B424	B461	B441	423
MODEL NUMBER	1A-10B:C	2A-10B:C	3A-40B:C	3A-40B:C	4A-80B:C	10A-120B:C	2A-10B:C	3A-40B:C	4A-80B:C	10A-120B:C
CAPACITY (LBS.)	2.5	5	5	6	10	20	5	6	10	20
SHIPPING WT. (LBS.)	5.25/5.5	9.25/9.5	9.25/9.5	12.75	18	38	10.5	13.75	19	39
HEIGHT (IN.)	15.5	15.25	15.25	16	20	24	15.5	16.25	20.5	24
WIDTH (IN.)	5.75	7.25	7.25	7.75	7.75	10.25	8	8.5	8.75	10.25
DEPTH (IN.)	3	4.25	4.25	5	5	7	4.25	5	5	7
RANGE (INITIAL- FT)	9-15	12-18	12-18	15-21	15-21	15-21	12-18	15-21	15-21	15-21
DISCHARGE TIME (SEC.)	10	14	14	14.5	20	30	14	14	20	30
FM APPROVED	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
OPTIONAL CHROME CYLINDER	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
INCLUDED BRACKET	WALL/VEHICLE		WALL		WALL		WALL			

Manufactured and Tested to ANSI/UL Standards
 Complies with NFPA 10 Standard
 ISO-9001 / ISO-14001 Certified
UL LISTED

CONFORMS TO TEST STANDARDS:
 CAN/ULC-S504 - ANSI/UL299 &
 CAN/ULC-S508 - ANSI/UL711

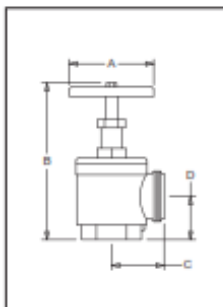
MADE IN U.S.A.

**5000 Series
Hose Valves**

GUARDIAN
FIRE EQUIPMENT, INC.



Angle Valves



5010/5015

Female x Male

- Used as fire hose outlet connections
- Female NPT inlet x Male hose thread outlet, 300 PSI, cast brass*

Model No.	Size	A	B Open	C	D	Swing Radius
5010	1½" x 1½"	4"	7½"	2½"	2"	2½"
5015	2½" X 2½"	5½"	11"	3½"	2½"	3½"

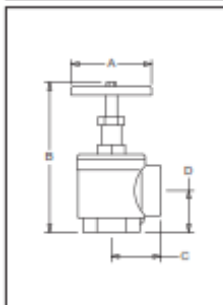
Female x Female

- Used with hose rack assemblies
- Female NPT inlet and outlet, 300 PSI, cast brass*, UL listed

Model No.	Size	A	B Open	C	D	Swing Radius
5020	1½" x 1½"	4"	7½"	2½"	2"	2½"
5025	2½" X 2½"	5½"	11"	3½"	2½"	3½"

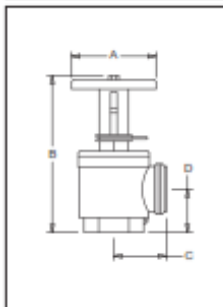
*Optional brass finishes add suffix to model no.

-B Polished; -C Rough Chrome Plated; -D Polished Chrome Plated



5020/5025

Pressure Restricting Angle Valves



5030/5035

Female x Male

- Used as fire hose outlet connections
- Field-adjustable restricting mechanism reduces water pressure under flowing conditions (175 PSI max. inlet). When full flow is required, restriction can be over-ridden by trained personnel
- Female NPT inlet x Male hose thread outlet, 175 PSI, cast brass*

Model No.	Size	A	B Open	C	D	Swing Radius
5030	1½" x 1½"	4"	8"	2½"	2"	2½"
5035	2½" X 2½"	5½"	11½"	3½"	2½"	3½"

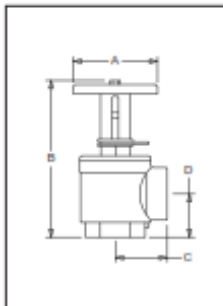
Female x Female

- Used with hose rack assemblies
- Field-adjustable restricting mechanism reduces water pressure under flowing conditions (175 PSI max. inlet). When full flow is required, restriction can be over-ridden by trained personnel
- Female NPT inlet and outlet, 175 PSI, cast brass*

Model No.	Size	A	B Open	C	D	Swing Radius
5040	1½" x 1½"	4"	8"	2½"	2"	2½"
5045	2½" X 2½"	5½"	11½"	3½"	2½"	3½"

*Optional brass finishes add suffix to model no.

-B Polished; -C Rough Chrome Plated; -D Polished Chrome Plated



5040/5045

**3400 Series
Fire Hose**

GUARDIAN
FIRE EQUIPMENT, INC.



3402



3412-3434

Rack and Reel Hose

- Lightweight, thermo-plastic lined (50', 75' and 100' lengths)
Storage: Semi-automatic hose racks and reels
Use: Interior fire protection

1 1/2" Hose		Acceptance/Service Test
Model No.	Bowl (coupling no.)	
3402	1 1/2" (3400)	500/250 PSI

Options: Add suffix **-UL** for UL label, **-FM** for FM stencil

Industrial Single Jacket Hose

- Single jacket, EPDM rubber lined (50', 75' and 100' lengths)
Storage: Reels, hump racks, hangers, carts and hose houses
Use: Interior/exterior fire protection and washdown

1 1/2" Hose		2 1/2" Hose		Acceptance/Service Test
Model No.	Bowl (coupling no.)	Model No.	Bowl (coupling no.)	
3422	1 1/2" (3452)	3424	2 1/2" (3456)	500/250 PSI
3432	1 1/2" (3452)	3434	2 1/2" (3456)	600/300 PSI

Options: Add suffix **-UL** for UL label, **-FM** for FM stencil, **-HY** for Hypalon Impregnated jacket



3442-3454



3472-3474

Industrial Double Jacket Hose

- Double jacket, EPDM rubber lined (50', 75' and 100' lengths)
Storage: Reels, hump racks, hangers, carts and hose houses
Use: Interior/exterior fire protection and washdown

1 1/2" Hose		2 1/2" Hose		Acceptance/Service Test
Model No.	Bowl (coupling no.)	Model No.	Bowl (coupling no.)	
3442	1 1/2" (3453)	3444	3" (3457)	600/300 PSI
3452	1 1/2" (3453)	3454	3" (3457)	800/400 PSI

Options: Add suffix **-UL** for UL label, **-FM** for FM stencil, **-HY** for Hypalon Impregnated jacket

Industrial Nitrile/Rubber Covered Hose

- Extruded thru-the-weave, chemical and heat resistant (50', 75' and 100' lengths)
Storage: Reels, hump racks, hose houses
Use: Interior/exterior fire protection and washdown

1 1/2" Hose		2 1/2" Hose		Acceptance/Service Test
Model No.	Bowl (coupling no.)	Model No.	Bowl (coupling no.)	
3472	1 1/2" (3452)	3474	2 1/2" (3457)	500/250 PSI

Fire Hose Couplings (sets)

- Brass pin lug* or aluminum rocker lug, with expansion rings and gaskets

Brass Model No.	Aluminum Model No.	Bowl Size	Hose Size	Lug Configuration	Hose Type
3480	3490	1 1/2"	1 1/2"	Single	Rack & Reel
3481	3491	1 1/2"	1 1/2"	Single	Single Jacket
3482	3492	1 1/2"	1 1/2"	Double	Single Jacket
3483	3493	1 1/2"	1 1/2"	Double	Double Jacket
3484	3494	2 1/2"	2"	Double	Single Jacket
3485	3495	2 1/2"	2 1/2"	Double	Single Jacket
3486	3496	2 1/2"	2 1/2"	Double	Single Jacket
3487	3497	3"	2 1/2"	Double	Double Jacket

*Add suffix **-RL** for rocker lug

Optional Brass Finishes: **-B** Polished; **-C** Rough Chrome Plated; **-D** Polished Chrome Plated



3480-3497



GUARDIAN
FIRE EQUIPMENT, INC.

3100 Series
2½" x 1½" Fire Hose Rack Assemblies

Function

- Provides an immediate water source for fire control and suppression
- Suitable for building occupant/fire dept. use and conforms to NFPA standards for Class III Service
- Permits one-person operation

Standard Assembly Components

- Model 5025** Angle Valve 2½", Cast Brass, UL
- Model 3215** Hose Rack, Red Enamel Steel, UL
- Model 3225** Rack Nipple 2½", Machined Brass
- Model 3315** Reducer 2½" x 1½", Cast Brass
- Model 3402** Lined Rack Hose 1½", 500 PSI
- Model 3480** Hose Coupling 1½", Pin Lug, Cast Brass
- Model 3704** Fog Nozzle 1½", Machined Brass, UL

Contact Guardian for Current Approvals

Assembly Model No.	Hose Length	Dimensions			
		A	B	C	D
3105	50'	30"	27"	22"	5"
3107	75'	30"	27"	22"	5"
3110	100'	30"	27"	22"	5"

Optional Finishes

Suffix

- B Polished brass components, standard red rack
- C Rough Chrome Plated brass components, standard red rack
- D Polished Chrome Plated brass components, standard red rack
- E Rough Chrome Plated brass components, Chrome Plated rack
- F Polished Chrome Plated brass components, Chrome Plated rack

To specify, add suffix to assembly model no.

Optional Assembly Components

Suffix

- 9 Model 3275 2½" VALVES Valve Escutcheon, Cadmium Plated
- 11 Model 3245 Adjustable Pressure Restricting Device, Cast Brass
- 12 Model 3250 Pressure Restricting Disc, Brass (1½")
- 17 Model 5045 Adjustable Pressure Restricting Valve, Cast Brass
- 19 Model 5255 Factory Set Pressure Regulating Valve, Cast Brass
- 21 Model 5225 Adjustable Pressure Regulating Valve, Cast Brass
- 22* Model 3412 1½" HOSE Single Jacket Hose, 300 PSI Acceptance Test
- 24* Model 3422 Single Jacket Hose, 500 PSI Acceptance Test
- 26 Model 3480-RL 1½" COUPLINGS Rocker Lug Coupling, Cast Brass
- 28 Model 3490 Rocker Lug Coupling, Aluminum
- 30 Model 3704B 1½" NOZZLES Fog Nozzle with bumper, Machined Brass
- 32 Model 3724 Industrial Fog Nozzle, Machined Brass
- 34 Model 3724E Industrial All-Fog Nozzle, Machined Brass
- 36 Model 3714 Fog Nozzle, Red Polycarbonate
- 38 Model 3714E All-Fog Nozzle, Red Polycarbonate

MOUNTING

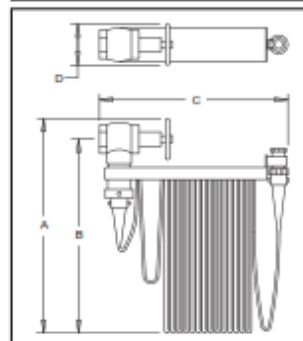
- 40 Model 3230 Wall Bracket, Aluminum
- 42 Model 3232 Pipe Bracket, Aluminum with Clamps

To specify options, add suffix(es) to assembly model no.

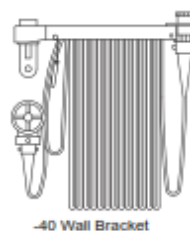
* This option changes rack assembly dimensions, consult factory for use with cabinets



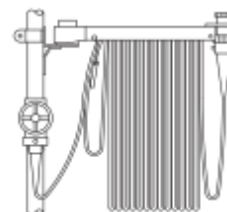
3100 Series



Optional Mounting Styles



-40 Wall Bracket



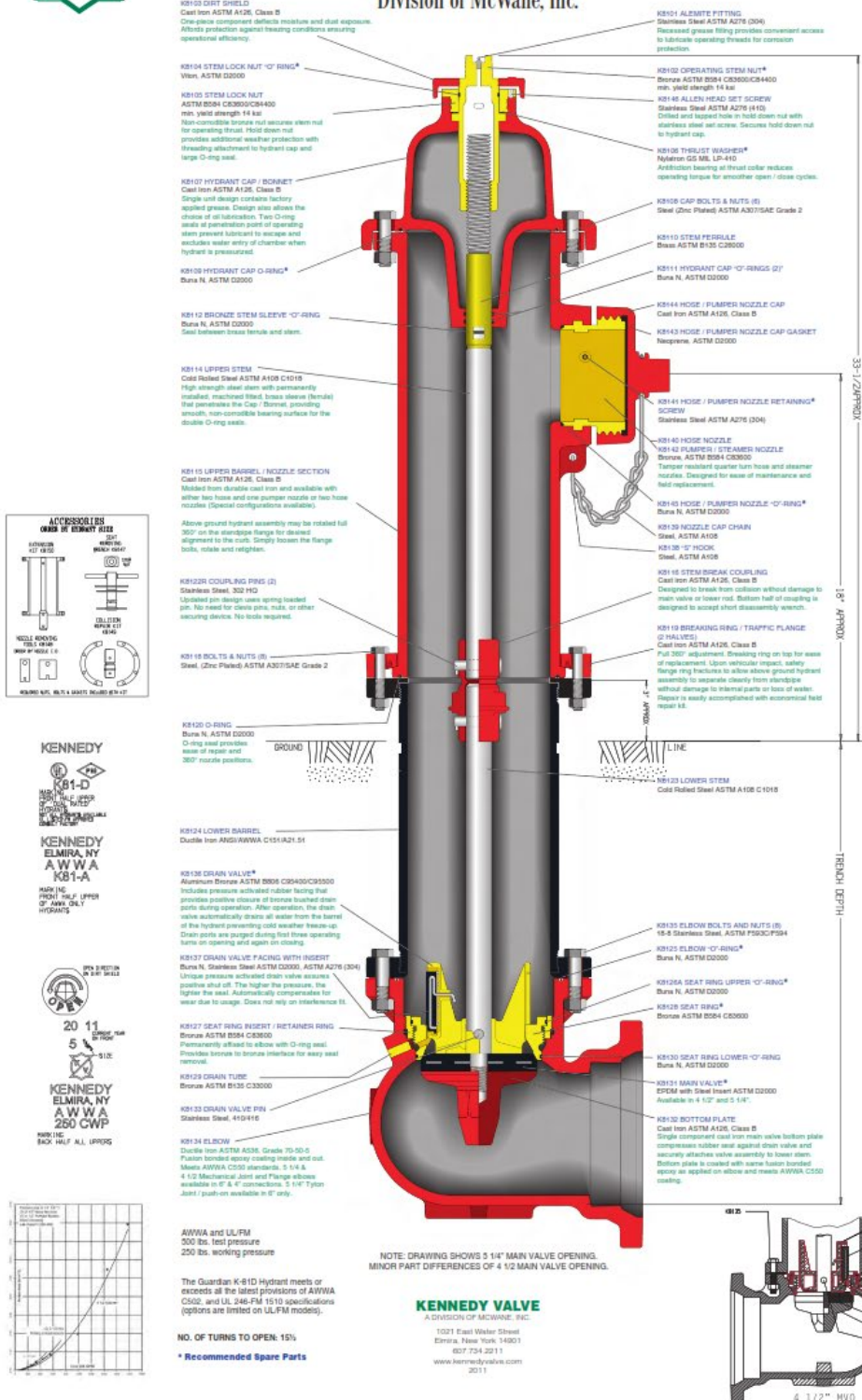
-42 Pipe Bracket

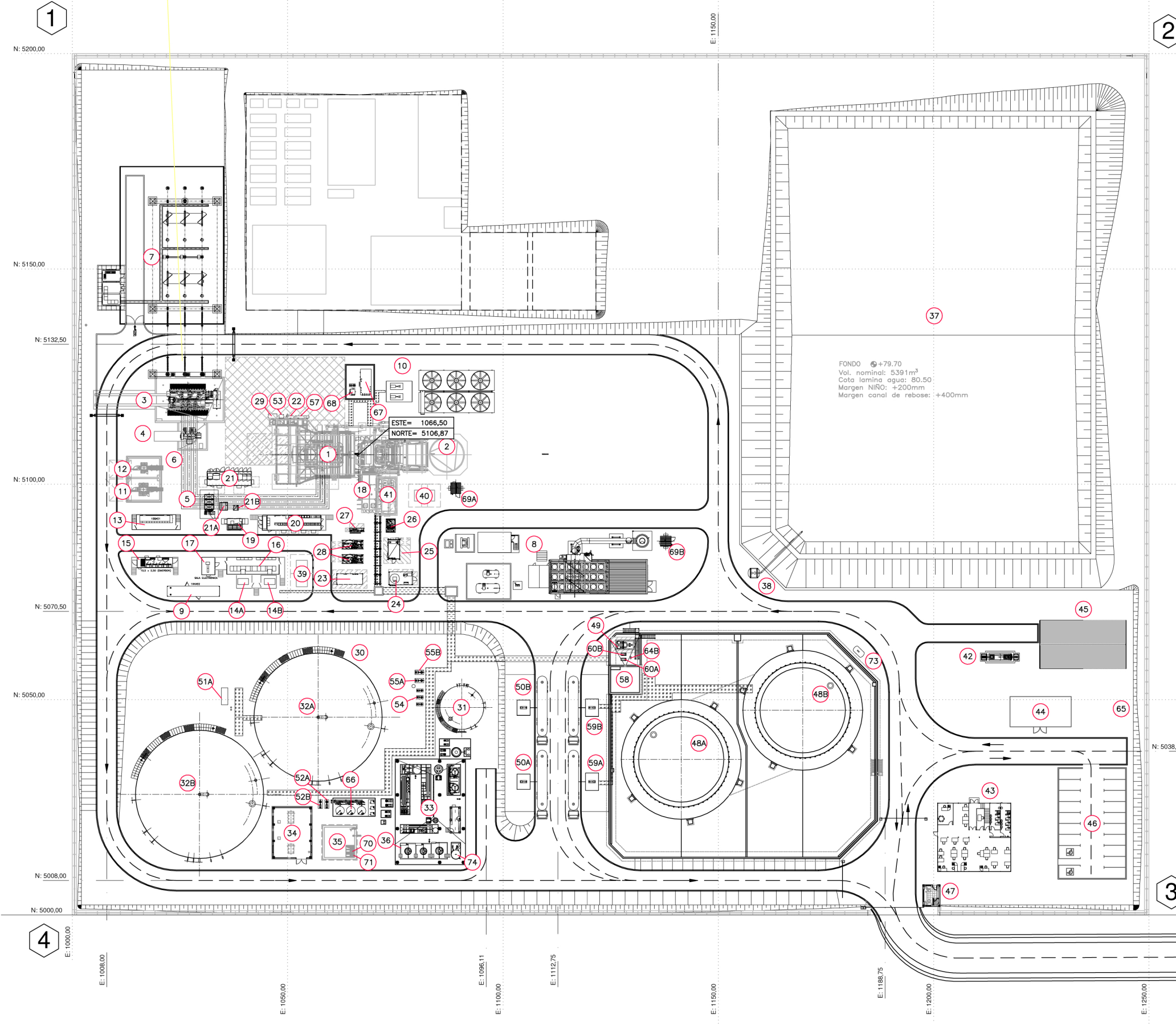


GUARDIAN K-81D HYDRANT AWWA/ULFM KENNEDY VALVE

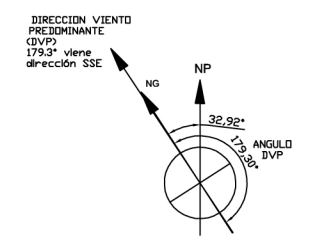


Division of McWane, Inc.





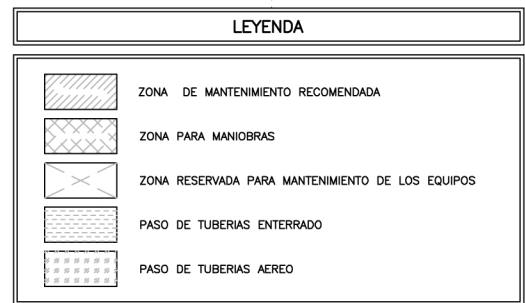
IDENTIFICACIÓN EQUIPOS MECÁNICOS					
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	1MKA10	Turbina de gas y generador	42	N/A	Foso Séptico
2	N/A	Chimenea	43	-	Edificio de Control/Administración
3	1BAT10	Transformador Principal	44	N/A	Punto de Recogida y Almacenamiento de Residuos
4	1BFT51	Transformador Auxiliar	45	-	Edificio Almacén
5	1BAC10	Interruptor Generador	46	N/A	Parking Interior
6	1BAA61/62/63	Barra Fase Alisada	47	N/A	Caseta de Control de Accesos
7	1ADA10	Subestación	48A	1EGB60BB010	Tanque 1 Combustible Líquido
8	1MKA60	Generador Auxiliar y servicios asociados	48B	1EGB70BB010	Tanque 2 Combustible Líquido
9	1XKA10	Generador de Emergencia (GESAN)	49	N/A	Liquid Fuel Forwarding Skid
10	N/A	Fin Fan Cooler	50A	1GAF61	Isla de carga Agua Bruta 1
11	1BPT10	Transformador LCI	50B	1GAF71	Isla de carga Agua Bruta 2
12	1MKC20	Transformador Excitación	51A	1GH481	Grupo de Presión Agua Bruta a Ev.Cooler
13	N/A	Sala Eléctrica MT (CONSONNI)	51B	-	-
14A	1BFT51	Transformador MT/BT (CONSONNI)	52A	1GAD60AP001	Bomba Recirculación Tanque 1GAD60BB010
14B	1BFT53	Transformador MT/BT (CONSONNI)	52B	1GAD70AP001	Bomba Recirculación Tanque 1GAD70BB010
15	N/A	Sala CC / SAI (EMERSON)	53	N/A	Dual tower Gas Dryer
16	N/A	Sala eléctrica BT (CONSONNI)	54	N/A	Grupo de Presión Agua Desmineralizada a Serv. Aux.
17	N/A	Sala de electrónica (SIEMENS)	54B	N/A	(Anulado)
18	N/A	Accessory Module	55A	1GHC61AP001	Bomba 1 Agua Desmineralizada a Turbina de Gas
19	N/A	Sala Baterías Turbina	55B	1GHC62AP001	Bomba 2 Agua Desmineralizada a Turbina de Gas
20	N/A	PECC	56A	N/A	(Anulado)
21	N/A	Sala LCI / Excitación	56B	N/A	(Anulado)
21A	1 MBJ10GT001	DC Link Reactor (LCI)	57	N/A	Rack de botellas de CO2
21B	1 MBJ10GT002	AC Reactor (LCI)	58	N/A	Pozo de Bombeo a Balsa Evaporación
22	N/A	Rack de botellas de hidrógeno	59A	1EGA51	Isla de Carga de Combustible 1
23	N/A	Water Mist Skid	59B	1EGA61	Isla de Carga de Combustible 2
24	N/A	Water Wash Skid	60A	1EGD52AP001	Bomba 1 Distribución de Combustible
25	N/A	Liquid Fuel Heating Skid	60B	1EGD53AP001	Bomba 2 Distribución de Combustible
26	N/A	Self Cleaning Filtration System	61	-	-
27	N/A	Water Injection Control Skid	62A	-	-
28	N/A	Water Injection Pumping Skid 1 y 2	62B	-	-
29	N/A	N2 Bottle Rack	63	-	-
30	N/A	Caseta Aire Comprimido	64A	-	-
31	1GHC60BB010	Tanque de Agua Desmineralizada	64B	1EGA61AT001	Filtro de Limpieza de Combustible
32A	1GAD60BB010	Tanque 1 Agua Bruta y PCI	65	-	Antena de Comunicación
32B	1GAD70BB010	Tanque 2 Agua Bruta y PCI	66	1GAF80	Filtro de Arena
33	N/A	Planta de Tratamiento de Agua	67	1GMT60BB010	Tanque de Recogida Agua de Lavado de Turbina
34	N/A	Caseta Protección Contra Incendios	68	1GMT70BB010	Tanque de Recogida Combustible Falso Arranque
35	N/A	Depósito de Homogeneización y Neutralización	69A	N/A	Cubículo CEMS Turbina
36	N/A	Tanques de Dosificación Química	69B	N/A	Cubículo CEMS Generador Auxiliar
37	N/A	Balsa de Evaporación	70	1GNK61AP001	Bomba 1 Depósito de Homog. y Neu. a Balsa Evap.
38	N/A	Separador Agua Aceite	71	1GNK71AP001	Bomba 2 Depósito de Homog. y Neu. a Balsa Evap.
39	N/A	Transformador para motor WIPM	72	1GMT60AP011	Bomba drenajes turbina a Red de aceitesas
40	N/A	Transformador para motor LFAAM	73	N/A	Tanque Espumógeno (PCI)
41	N/A	Liquid Fuel Atomizing Air Module	74	1GKB60	Potabilizadora

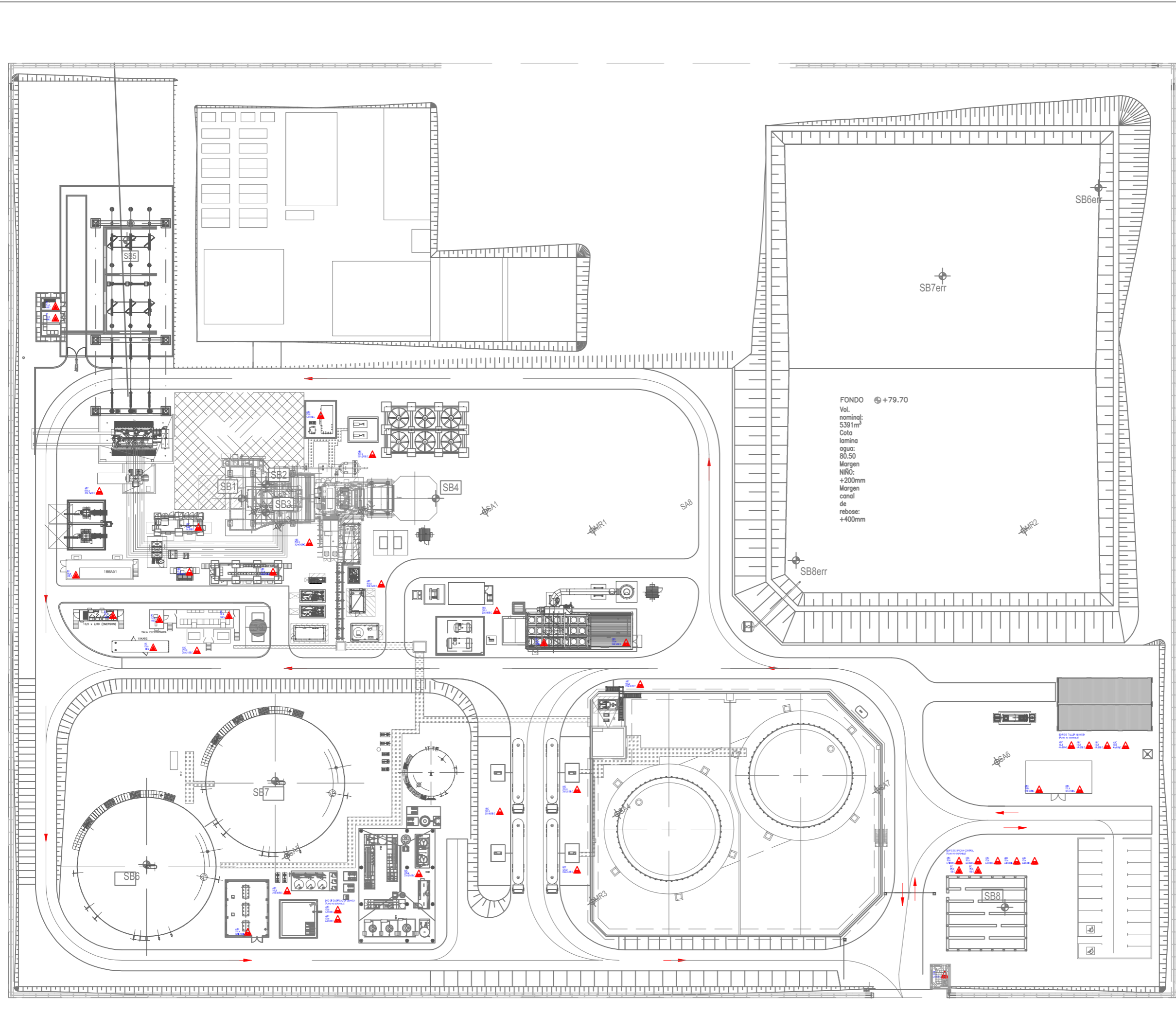


E=1000,00 Mts N=5000,00 Mts COORDENADAS LOCALES SE CORRESPONDEN CON
 E=633566,870 Mts N=9238782,757 Mts COORDENADAS SISTEMA WGS84.
 ANGULO DE GIRO = 32,92°

VÉRTICE	LADO	LONGITUD (m)	COORDENADAS EN WGS84	
			ESTE	NORTE
1	1-2	250	633.675,570	9.238.950,640
2	2-3	200	633.885,423	9.238.814,765
3	3-4	250	633.776,723	9.238.646,883
4	4-1	200	633.566,870	9.238.782,757

AREA DEL TERRENO 50,000m²
 PERIMETRO 900,00ML.

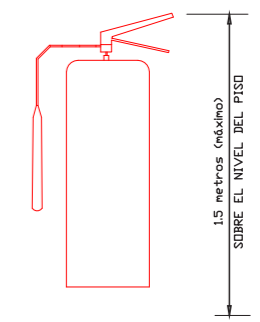




SIMBOLOGIA		
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	EXTINTOR PQS, 10LB ABC (4A:80B:C)	15
	EXTINTOR PQS, 20LB ABC (10A:120B:C)	5
	EXTINTOR SOBRE RUEDAS PQS, 50LB ABC (20A:160B:C)	4
	EXTINTOR SOBRE RUEDAS PQS, 125LB ABC (30A:240B:C)	4
	EXTINTOR SOBRE RUEDAS PQS, 150LB ABC (30A:240B:C)	4
	EXTINTOR CO2, 15LB BC (10B:C)	10

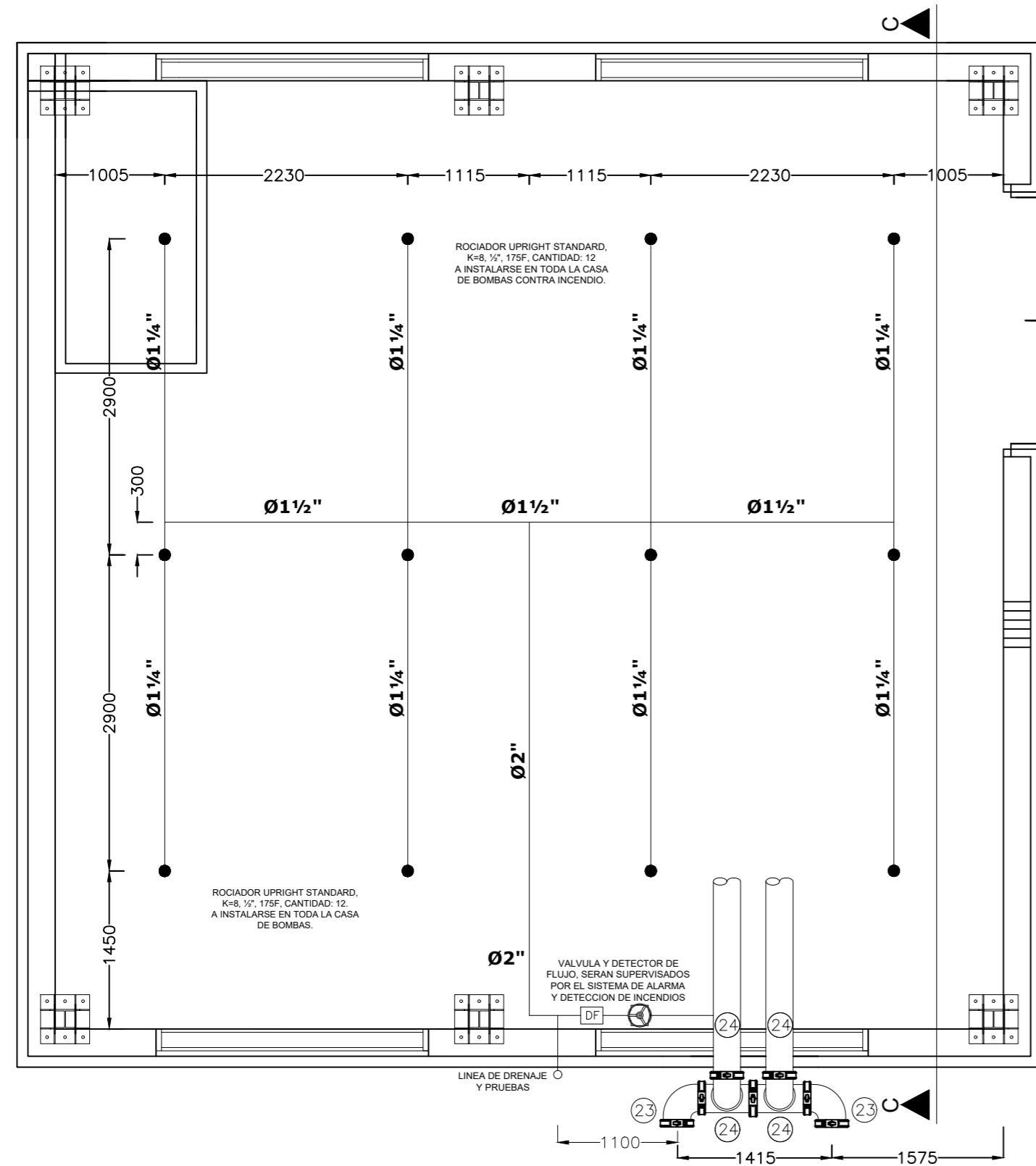
NOTAS GENERALES

- 1- TODOS EXTINTOR DEBE SER INSTALADO A UNA ALTURA QUE NO EXCEDA 1.5M DEL PISO
- 2- LOS EXTINTORES SOBRE RUEDAS DEBEN ESTAR LOCALIZADOS EN UN AREA DESIGNADA PARA ELLOS SOBRE UNA BASE DE CONCRETO DE 1.1m X 1.1m.
- 3- LOS EXTINTORES DEBERAN INCLUIR INSTRUCTIVOS PARA OPERACION

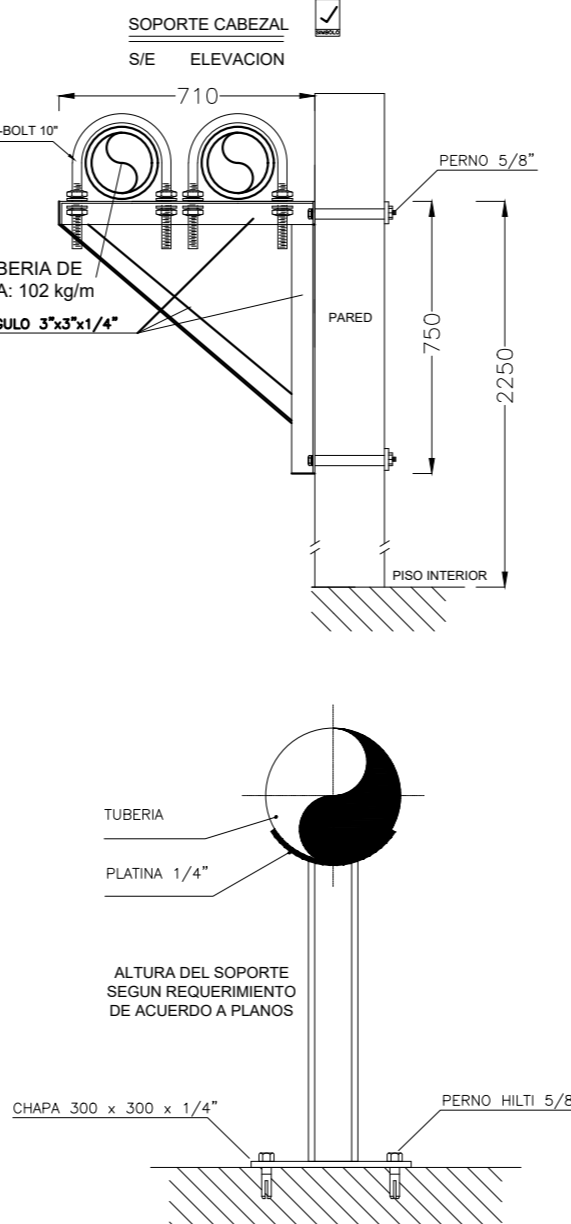


DETALLE EXTINTOR PROTATIL

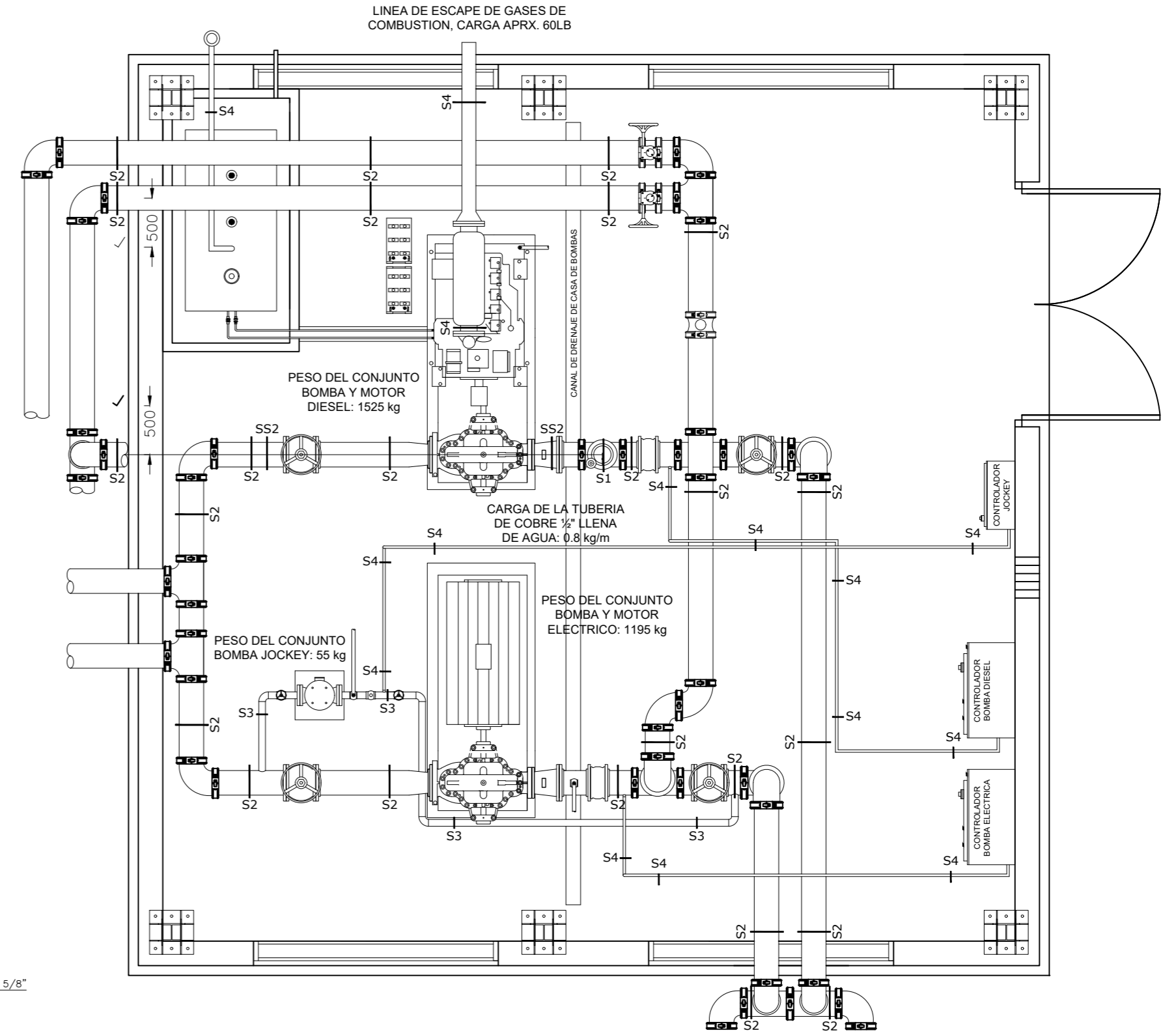
DETALLE DE ROCIADORES EN CASA DE BOMBAS



- NOTAS PARA SOPORTES**
1. TODAS LAS DIMENSIONES DE LOS SOPORTES SERAN TOMADAS EN CAMPO PARA SU FABRICACION, SEGUN REQUERIMIENTOS DE ALTURAS DE TUBERIAS INDICADAS EN PLANOS.
 2. F&SS FIJARA LAS BOMBAS DIESEL Y ELECTRICA A LAS BASES DE CONCRETO, MEDIANTE PERNOS HILTI DE 7/8 x 4 1/2". LAS PERFORACIONES EN LA BASE DE CONCRETO SERAN SERIALIZADAS AL MOMENTO DE LA FIJACION.
 3. LOS SOPORTES SERAN PINTADOS CON FONDO Y ESMALTE ROJO.

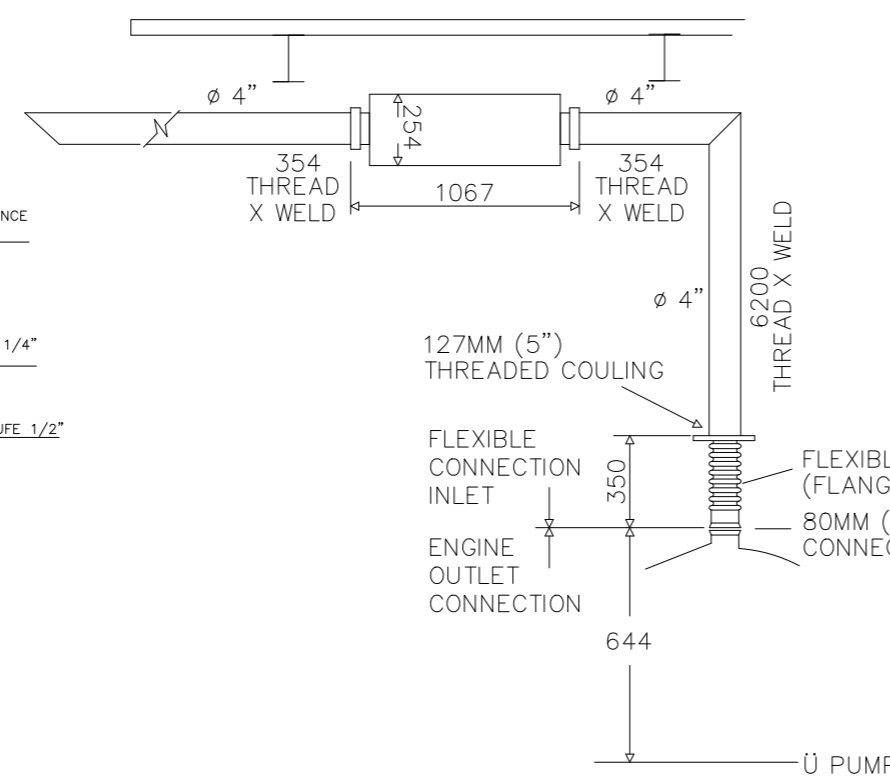
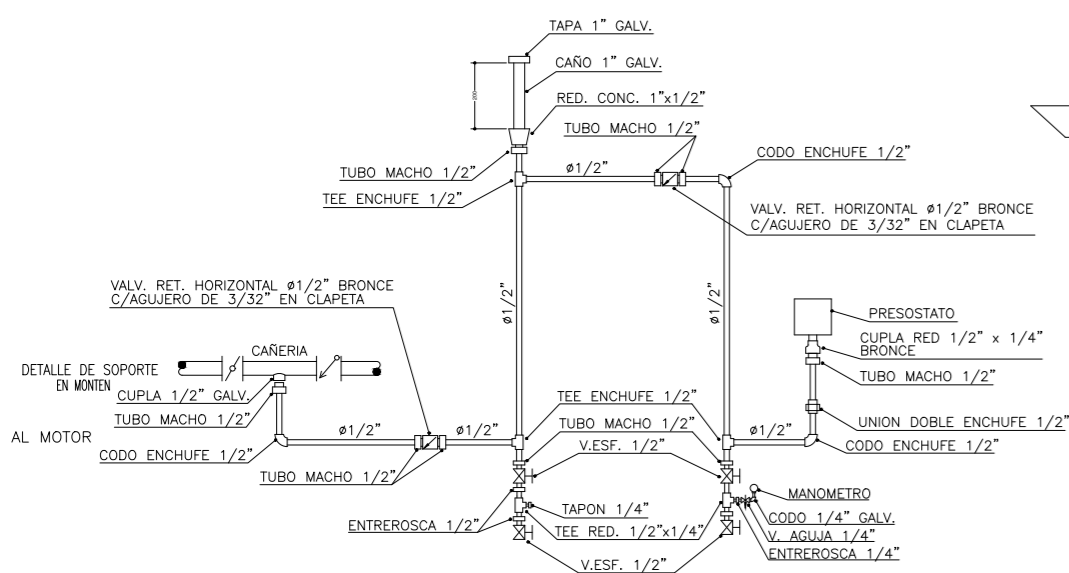


SOPORTERIA CASA DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

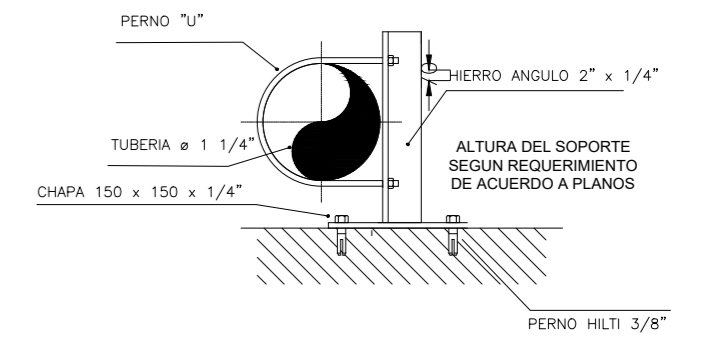
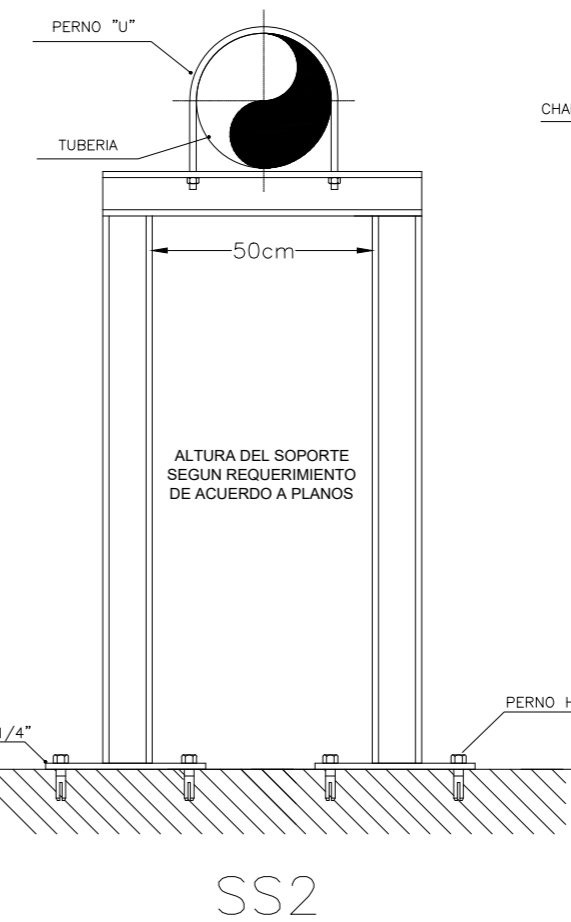


DETALLE: LINEA DE PRESURIZACION (PILOTO)

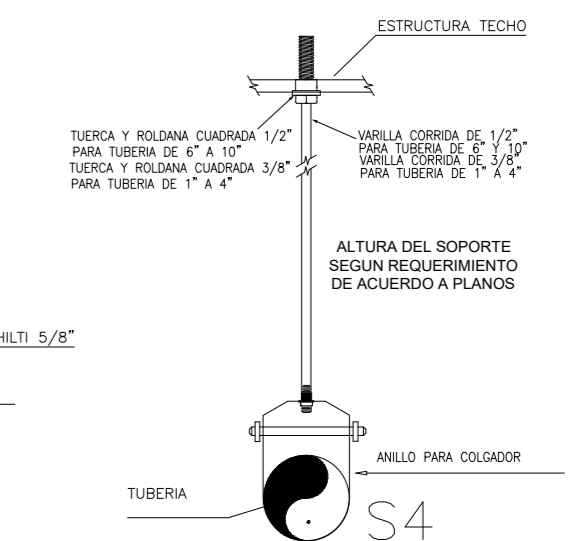
DETALLE: LINEA DE ESCAPE DEL MOTOR



S1



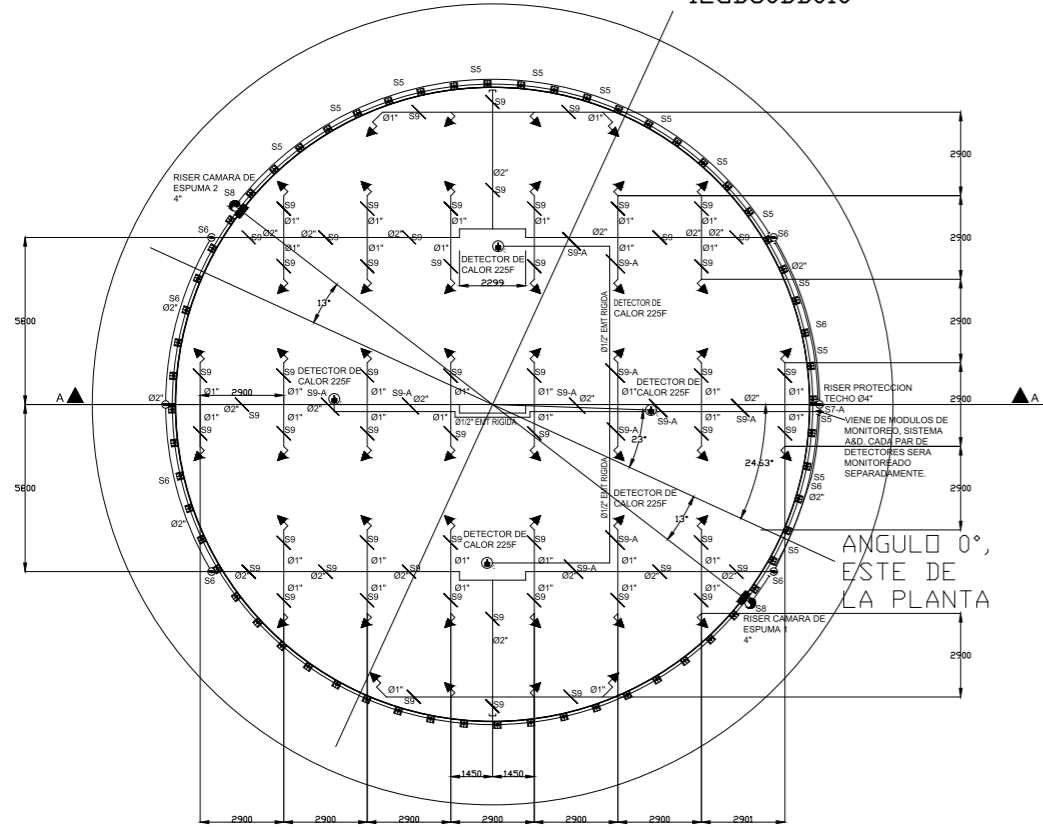
S3



S4

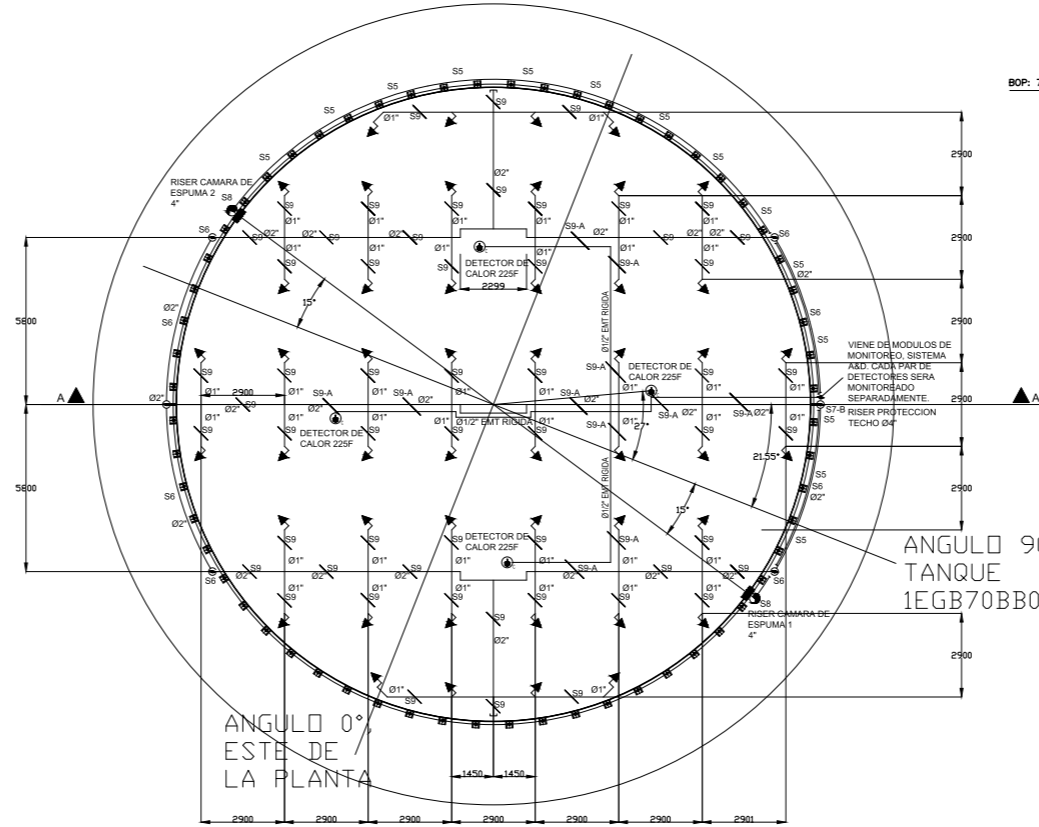
TANQUE DIESEL
1EGB60BB010
CAP. 7750 m3

ANGULO 90°,
TANQUE
1EGB60BB010

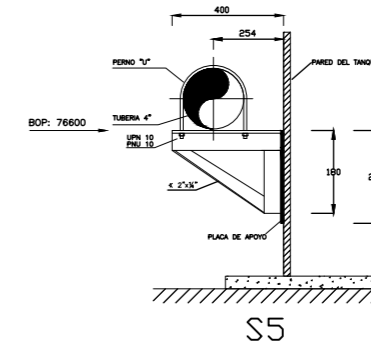


ANGULO 0°,
ESTE DE
LA PLANTA

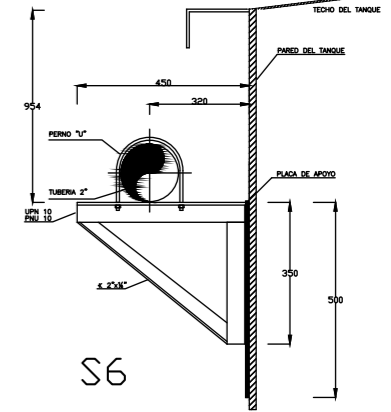
TANQUE DIESEL
1EGB70BB010
CAP. 7750 m3



ANGULO 0°,
ESTE DE
LA PLANTA

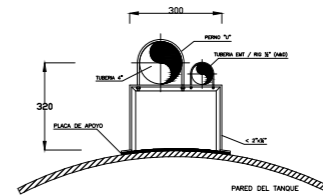


S5



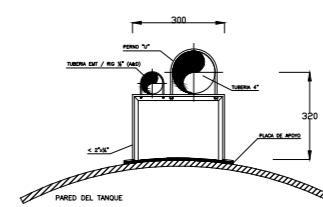
S6

NOTA PARA SOPORTE S6:
F&SS PLANTEA UTILIZAR EL SOPORTE DE HAUG,
EN EL TRAMO POR TANQUE EN EL CUAL COEXISTEN
EL ANILLO DE REFRIGERACION LATERAL Y DE TECHO,
UBICANDO LAS TUBERIAS SEGUN DISTANCIAS DE S6.



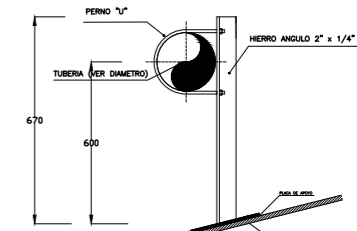
S7-A

A USARSE EN TANQUE 1EGB60BB010

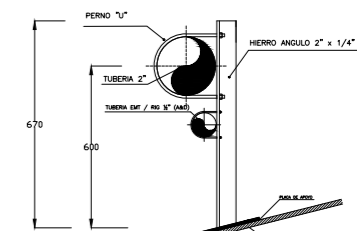


S7-B

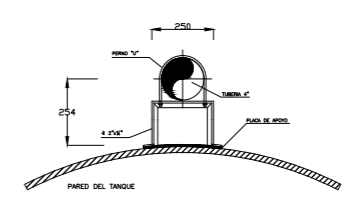
A USARSE EN TANQUE 1EGB70BB010



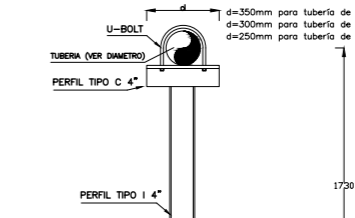
S9



S9-A

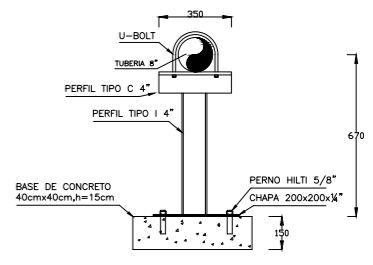


S8



S10

SOPORTE A UTILIZARSE EN
ARREGLO DEL TANQUE DE
ESPUMA (VER DETALLE DE
TANQUE BLADDER)



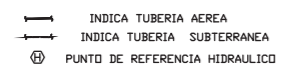
S11

SOPORTE A UTILIZARSE EN
ARREGLO DEL TANQUE DE
ESPUMA (VER DETALLE DE
TANQUE BLADDER)

TANQUE DIESEL
1EGB60BB010
CAP. 7750 m3
(DETALLE A-A)

- MATERIALES**
- LA TUBERIA SERA CED. 40 ASTM A-53
 - TODAS LAS CONEXIONES ROSCADAS SERAN DE HIERRO FUNDIDO ASTM A-126
- NOTAS GENERALES**
- LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS
 - LOS DIAMETROS ESTAN DADOS EN PULGADAS
 - LAS ACOTACIONES PREVALECN SOBRE LA ESCALA
 - TODD EL EQUIPO, TUBERIAS Y CONEXIONES PARA LA INSTALACION DE ESTE SISTEMA SON UL/FM
 - DIMENSIONES A SER VERIFICADAS EN CAMPO
 - PLACAS DE APOYO SUMINISTRADAS E INSTALADAS POR F&SS

SIMBOLOGIA



TUBERIA FIJADA CON SOPORTE S5

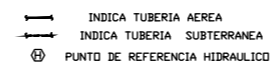


VIENE DE VALVULA DE
DILUVIO ESPUMA PARA
TANQUE 1EGB60BB010

TANQUE DIESEL
1EGB70BB010
CAP. 7750 m3
(DETALLE A-A)

- MATERIALES**
- LA TUBERIA SERA CED. 40 ASTM A-53
 - TODAS LAS CONEXIONES ROSCADAS SERAN DE HIERRO FUNDIDO ASTM A-126
- NOTAS GENERALES**
- LAS ACOTACIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS
 - LOS DIAMETROS ESTAN DADOS EN PULGADAS
 - LAS ACOTACIONES PREVALECN SOBRE LA ESCALA
 - TODD EL EQUIPO, TUBERIAS Y CONEXIONES PARA LA INSTALACION DE ESTE SISTEMA SON UL/FM
 - DIMENSIONES A SER VERIFICADAS EN CAMPO
 - PLACAS DE APOYO SUMINISTRADAS E INSTALADAS POR F&SS

SIMBOLOGIA



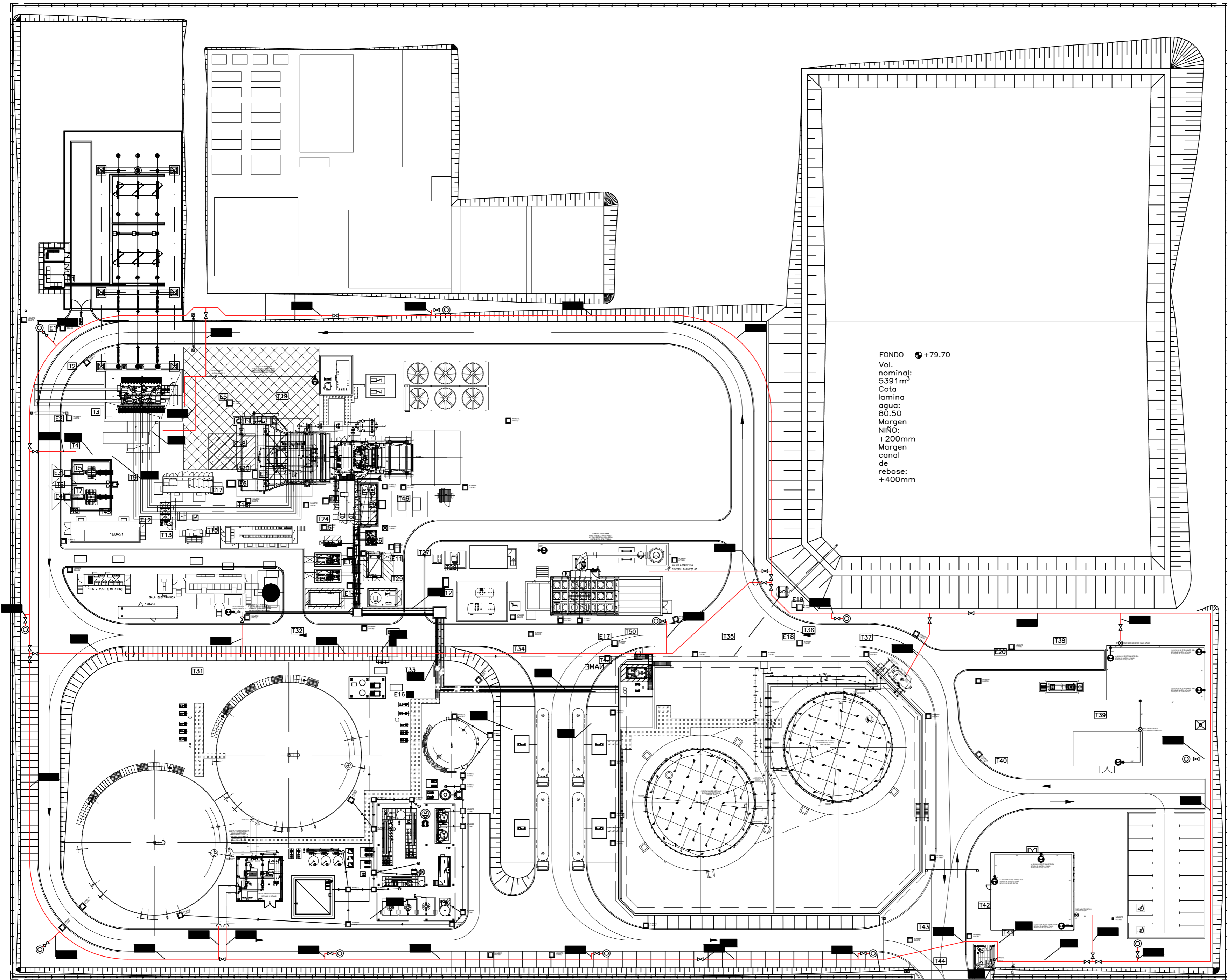
TUBERIA FIJADA CON SOPORTE S5



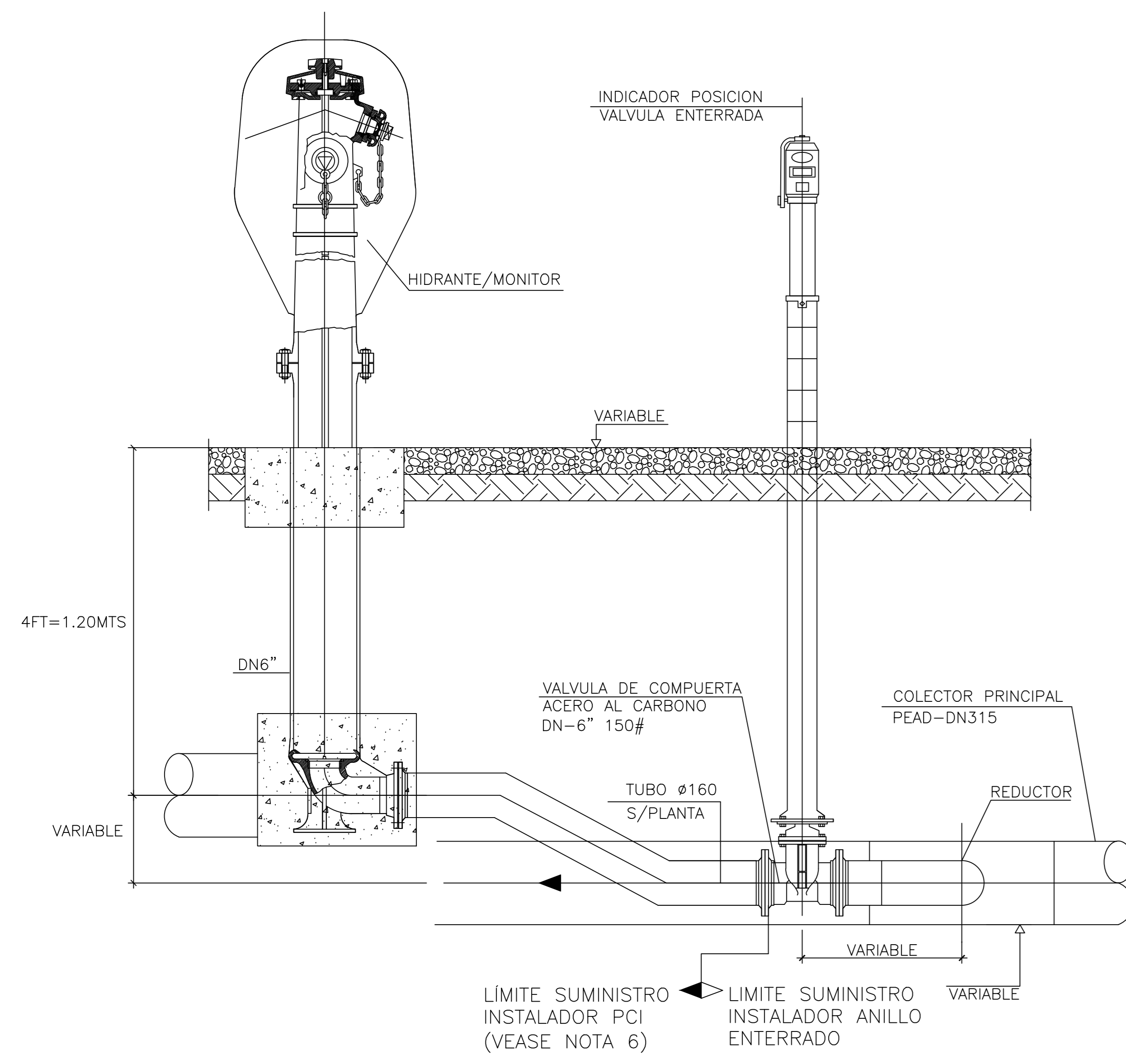
VIENE DE VALVULA DE
DILUVIO ESPUMA PARA
TANQUE 1EGB70BB010

SISTEMA DE PROTECCION
CONTRA INCENDIOS

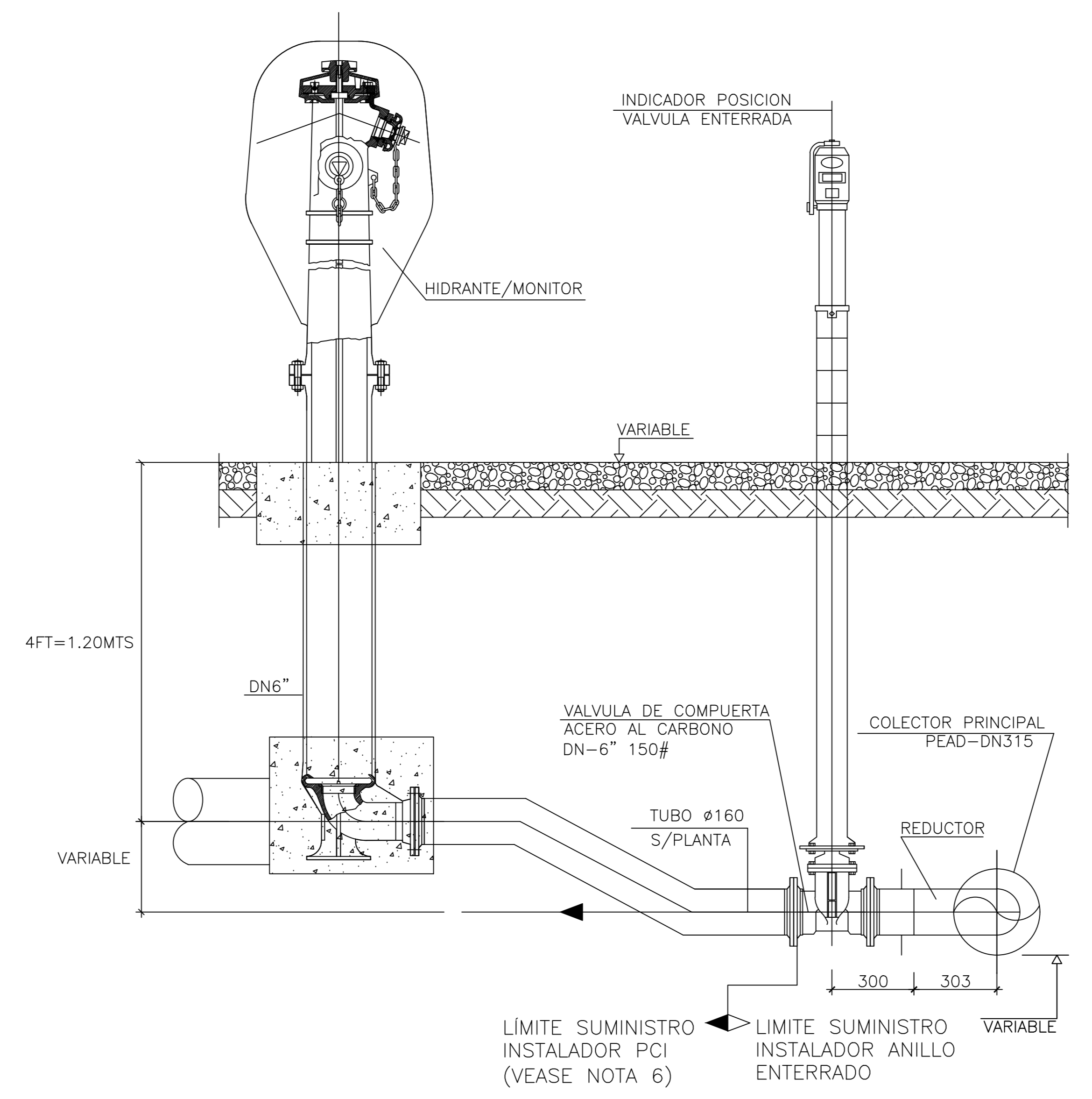
PLANO 4 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO TKS DE COMBUSTIBLE
REFERENCIA:
PLANTA GERERACION DE ENERGIA DE 200MW ETEN PERU



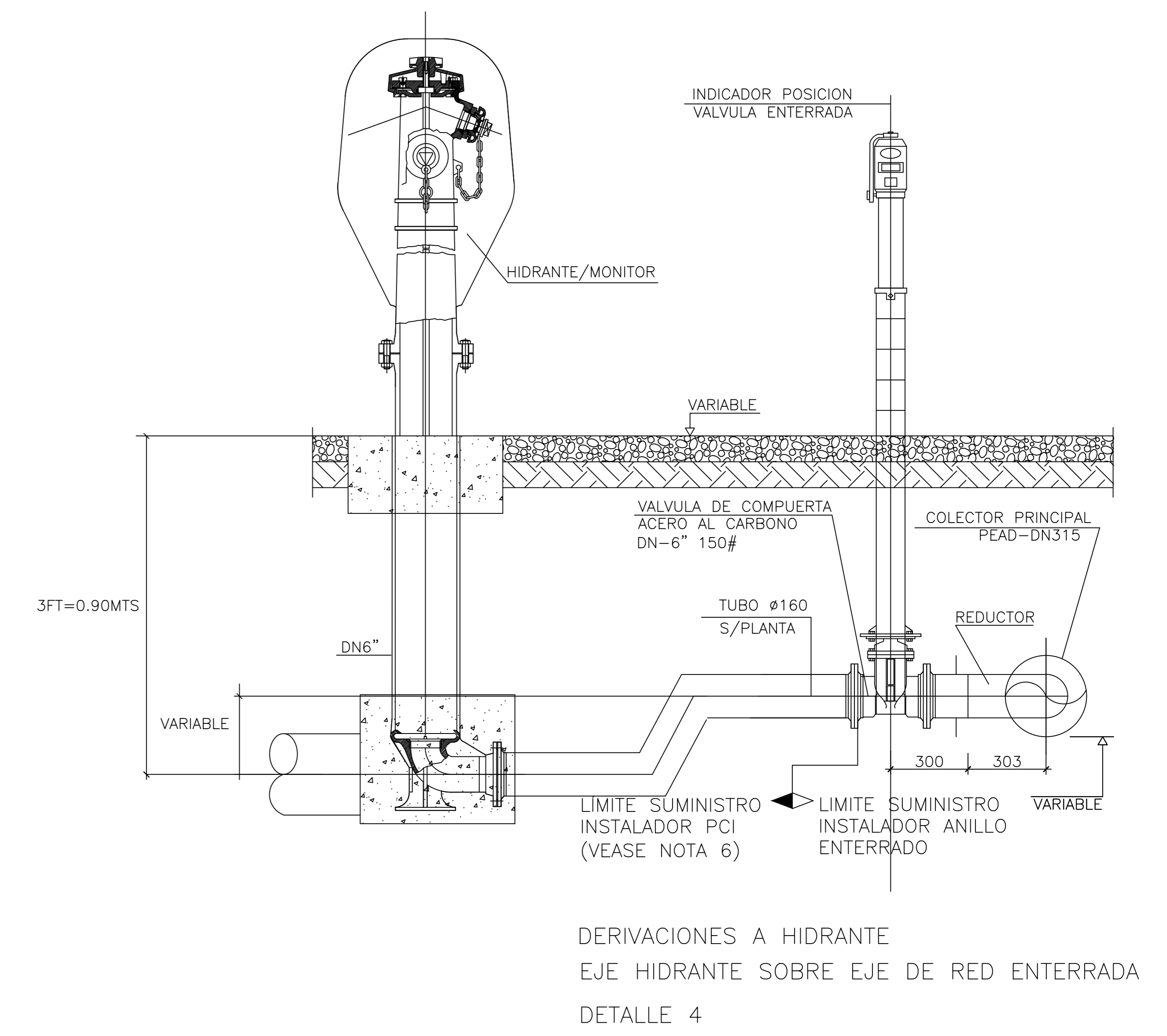
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GABINETE CONTRA INCENDIOS
	VALVULA CONTROL TIPO MARIPOSA
	VALVULA CONTROL INDICATIVA
	DETECTOR DE FLUJO
	VALVULA DE DILUVIO
	BOQUILLA (VER DETALLES)
	STRINER SISTEMA DE DILUVIO
	RISER (VER DETALLES)
	VALVULA CHECK RANURADA
	TOMA SIAMESA
	SOPORTERIA (VER DETALLES)



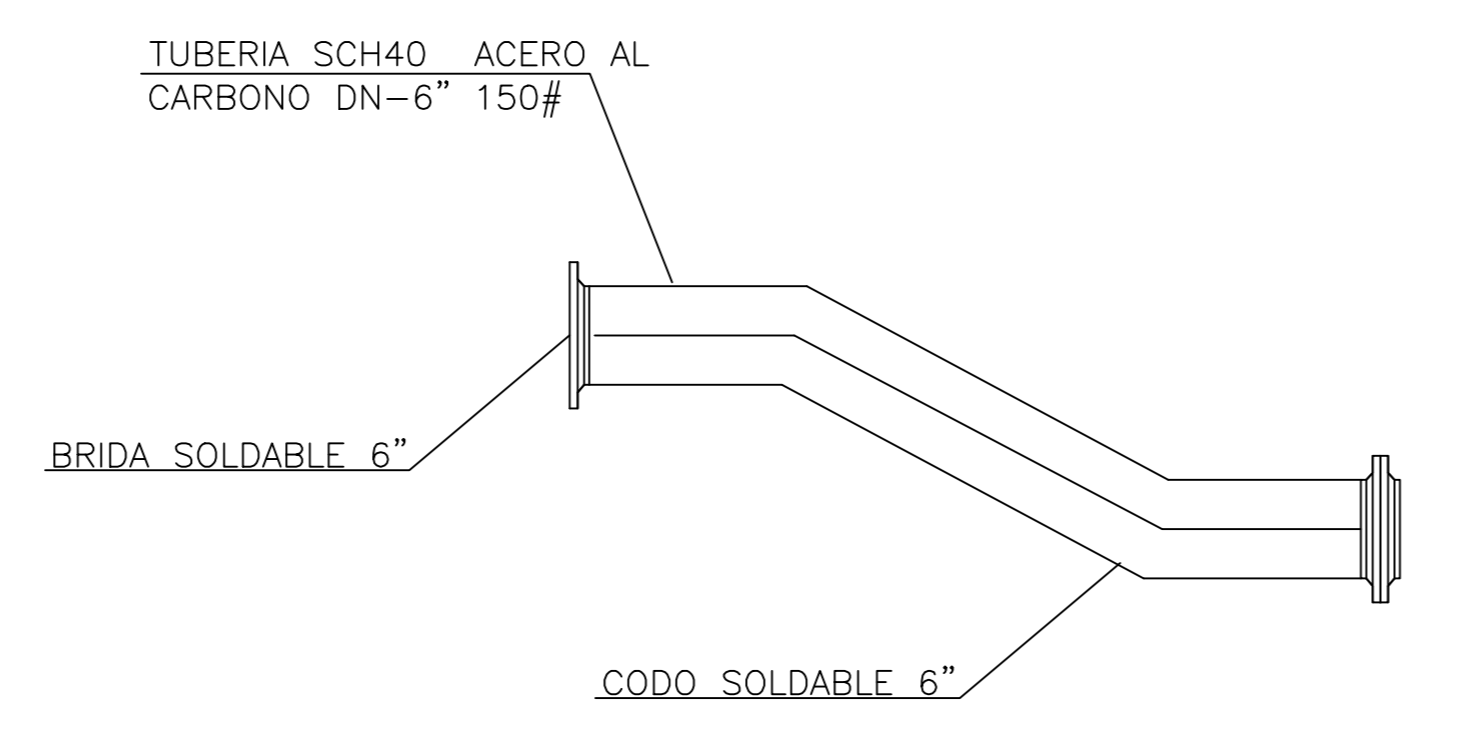
DERIVACIONES A HIDRANTE
EJE HIDRANTE ENCIMA EJE DE RED ENTERRADA
DETALLE 1



DERIVACIONES A HIDRANTE
EJE HIDRANTE ENCIMA EJE DE RED ENTERRADA
DETALLE 2



DERIVACIONES A HIDRANTE
EJE HIDRANTE SOBRE EJE DE RED ENTERRADA
DETALLE 4



PAQUETE DE ACERO AL CARBONO
RECUBRIMIENTO CON CINTA SCOTCH RUP 3M
DETALLE 4

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS		LAMINA: B-7
PLANO 7	DETALLES DE INSTALACIONES DE HIDRANTES	
REFERENCIA: PLANTA GERACION DE ENERGIA DE 200MW ETEN PERU		