

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIO PARA EL NUEVO DESODORIZADOR DE
ACEITE EN LA PLANTA CALLAO DE LA EMPRESA
ALICORP S.A.A”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

ERICK YONATHAN CHAMORRO HUARANGA

Callao, Julio del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Erick Yonathan Chamorro Huaranga".

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jose Luis Humberto Urrutia Ticona".

JOSE LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 102726

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre confiaron en mí, apoyándome con sus consejos y alientos en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A todos los profesores de la Escuela Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Callao, en especial al ingeniero José Luis Humberto Urrutia Ticona, por su tiempo y dedicación que me permitió desarrollar el presente informe.

ÍNDICE

I	ASPECTOS GENERALES	8
	1.1 Objetivos.....	9
	1.1.1 Objetivo general.....	9
	1.1.2 Objetivos específicos.....	9
	1.2 Organización de la empresa o institución.....	10
	1.2.1 Antecedentes históricos.....	10
	1.2.2 Filosofía empresarial	12
	1.2.3 Estructura organizacional	13
II	FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
	2.1 Marco teórico.....	17
	2.1.1 Bases teóricas	17
	2.1.2 Aspectos normativos	26
	2.1.3 Simbología teórica.....	27
	2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	39
	2.2.1 Etapas de las actividades	40
	2.2.2 Diagrama de flujo.....	43
	2.2.3 Cronograma de actividades.....	45
III	APORTES REALIZADOS	47
	3.1 Planificación, ejecución y control de las etapas.....	47
	3.2 Evaluación técnica - económica	102
	3.3 Análisis de resultados.....	105
IV	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	107
	4.1 Discusión	107
	4.2 Conclusión.....	108
V	RECOMENDACIONES	111
VI	BIBLIOGRAFÍA	112
	ANEXOS	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Presencia global de WSP	10
Figura 1.2 Presencia regional de WSP	11
Figura 1.3 Servicios de WSP	11
Figura 1.4 Sectores de trabajo de WSP	12
Figura 1.5 Organigrama de WSP Perú Consultoría S.A.	15
Figura 1.6 Organigrama del proyecto.....	16
Figura 2.1 Elemento de fluido utilizado en la ecuación de Bernoulli	21
Figura 2.2 Carga de presión, carga de elevación y carga de velocidad.....	22
Figura 2.3 Tetraedro del fuego.....	29
Figura 2.4 Dibujo referencial de sistema de bombeo de agua contra incendio.....	33
Figura 2.5 Dibujo referencial de extintor portátil.....	34
Figura 2.6 Manómetro referencial	34
Figura 2.7 Válvula de alivio de presión referencial.....	35
Figura 2.8 Válvula mariposa referencial.....	35
Figura 2.9 Detector de flujo referencial	36
Figura 2.10 Eductor en línea referencial	36
Figura 2.11 Lanzador referencial	37
Figura 2.12 Cilindro de concentrado de espuma referencial.....	37
Figura 2.13 Diagrama de flujo del proyecto	44
Figura 2.14 Cronograma del proyecto.....	45
Figura 3.1 Estructura de desglose de trabajo (EDT)	48
Figura 3.2 Ubicación del proyecto.....	52
Figura 3.3 Hojas de seguridad (MSDS) de aceite de soya	53
Figura 3.4 Planos conceptuales del nuevo Desodorizador	54
Figura 3.5 Plano de la red existente de agua contra incendio	55
Figura 3.6 Ubicación de tie in para el nuevo sistema de agua contra incendio.....	55
Figura 3.7 Curva de performance de la bomba contra incendio existente	56
Figura 3.8 Plano de diseño del protección contra incendio (1 de 2).....	64
Figura 3.9 Plano de diseño del protección contra incendio (2 de 2).....	64
Figura 3.10 Plano de diseño de protección contra incendio - Cortes.....	65
Figura 3.11 Esquema del sistema de agua contra incendio en AFT Fathom....	69

Figura 3.12 Ingreso de parámetros del fluido en AFT Fathom.....	70
Figura 3.13 Ingreso de parámetros de las tuberías en AFT Fathom.....	71
Figura 3.14 Ingreso de parámetros de los accesorios en AFT Fathom.....	71
Figura 3.15 Ingreso de parámetros de las válvulas en AFT Fathom.....	72
Figura 3.16 Ingreso de parámetros de las boquillas en AFT Fathom.....	72
Figura 3.17 Esquema del escenario 1 en AFT Fathom.....	73
Figura 3.18 Esquema del escenario 2 en AFT Fathom.....	76
Figura 3.19 Vista de planta nivel 0.0 m – protección contra incendios.....	90
Figura 3.20 Vista de planta nivel 4.0 m – protección contra incendios.....	91
Figura 3.21 Vista de planta nivel 8.0 m – protección contra incendios.....	92
Figura 3.22 Vista de planta nivel 12.0 m – protección contra incendios.....	93
Figura 3.23 Vista de planta nivel 16.0 m – protección contra incendios.....	94
Figura 3.24 Vista de planta nivel 20.5 m – protección contra incendios.....	95
Figura 3.25 Vista de planta nivel 24.0 m – protección contra incendios.....	96
Figura 3.26 Vista de planta nivel 27.5 m – protección contra incendios.....	97
Figura 3.27 Vista de planta nivel 33.5 m – protección contra incendios.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Valores de coeficiente de Hazen - Williams	23
Tabla 2.2 Longitudes equivalentes de accesorios y válvulas.....	24
Tabla 2.3 Factores de ajuste de valores de coeficiente de Hazen - Williams ...	24
Tabla 2.4 Capacidad de extinción y distancias a recorrer para fuegos clase A	25
Tabla 2.5 Capacidad de extinción y distancias a recorrer para fuegos clase B	26
Tabla 2.6 Símbolos del sistema de protección contra incendio.....	38
Tabla 2.7 Color de identificación de tubería.....	39
Tabla 2.8 Lista de actividades desarrolladas	39
Tabla 2.9 Etapas del proyecto.....	41
Tabla 2.10 Responsables de las actividades	46
Tabla 3.1 Diccionario de entregables.....	49
Tabla 3.2 Lista de hitos del proyecto.....	50
Tabla 3.3 Lista de recursos del proyecto	51
Tabla 3.4 Costos del proyecto.....	51
Tabla 3.5 Identificación de materiales combustibles	57
Tabla 3.6 Lista de estándares de fabricación de tuberías aéreas.....	61
Tabla 3.7 Lista de estándares de fabricación de accesorios aéreas.....	61
Tabla 3.8 Entregable de la actividad 1.3	62
Tabla 3.9 Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 1	67
Tabla 3.10 Resultados del cálculo en Excel del escenario 1	67
Tabla 3.11 Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 2.....	68
Tabla 3.12 Resultados del cálculo en Excel del escenario 2	69
Tabla 3.13 Hoja de cálculo de tuberías del escenario 1 en AFT Fathom.....	74
Tabla 3.14 Hoja de cálculo de nodos del escenario 1 en AFT Fathom	75
Tabla 3.15 Resultados del cálculo escenario 1 usando el AFT Fathom.....	76
Tabla 3.16 Hoja de cálculo de tuberías del escenario 2 en AFT Fathom.....	77
Tabla 3.17 Hoja de cálculo de nodos del escenario 2 en AFT Fathom	78
Tabla 3.18 Resultados del cálculo hidráulico escenario 2 en AFT Fathom.....	79
Tabla 3.19 Comparación de resultados de ambos métodos de cálculo	79

Tabla 3.20 Entregable de la actividad 2.3	80
Tabla 3.21 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +0.0 m.....	81
Tabla 3.22 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +0.0 m.....	81
Tabla 3.23 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +4.0 m.....	82
Tabla 3.24 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +4.0 m.....	82
Tabla 3.25 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +8.0 M.....	83
Tabla 3.26 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +8.0 m.....	83
Tabla 3.27 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +12.0 m.....	84
Tabla 3.28 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +12.0 m.....	84
Tabla 3.29 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +16.0 m.....	85
Tabla 3.30 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +20.5 m.....	85
Tabla 3.31 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +20.5 m.....	86
Tabla 3.32 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +24.0 m.....	86
Tabla 3.33 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +7.5 m.....	87
Tabla 3.34 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +33.5 m.....	87
Tabla 3.35 Resumen de extintores requeridos.....	88
Tabla 3.36 Entregable de la actividad 2.4	88
Tabla 3.37 Entregables de la actividad 2.5	99
Tabla 3.38 Paquete de planos	99
Tabla 3.39 Paquete de documentos	100
Tabla 3.40 Entregable de la actividad 2.7	101
Tabla 3.41 Estimado de costo de inversión	103

INTRODUCCIÓN

Alicorp S.A.A., una empresa de la industria de alimentos, en su plan de ampliación de la capacidad de producción de aceite de soya en su planta del Callao, decidió implementar un nuevo Desodorizador de aceite (materia prima) equipado con un sistema de protección contra incendios para ser usado ante la presencia de cualquier amago o incendio en este nuevo Desodorizador. Para ello, mediante el proyecto “Ingeniería de Detalle Nuevo Desodorizador de 1200 TPD”, se diseñó un sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador cumpliendo los requerimientos nacionales como internacionales.

En tal sentido, el presente informe tiene como objetivo diseñar un sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador de aceite de soya de la planta Callao de la empresa Alicorp S.A.A., ubicada en el distrito Carmen de la Legua Reynoso, de acuerdo con las normas nacionales y normas NFPA aplicables. Asimismo, para resolver este objetivo general se ha establecido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los tipos de materiales combustibles y riesgos presentes en el nuevo Desodorizador.
- Determinar el tipo de sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador y cumpliendo con los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.
- Calcular y seleccionar los componentes del sistema de protección contra incendios de acuerdo con los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.
- Estimar el costo de inversión del sistema de protección contra incendios diseñado para el nuevo Desodorizador.

El alcance del informe cubre únicamente el diseño del sistema de protección contra incendio. No incluye el diseño del sistema de detección y alarmas de incendios. Puesto que, ese trabajo podría ser más adecuada para un profesional de la carrera electrónica.

El contenido de este informe consta de seis capítulos como se indica a continuación:

Capítulo I, aspectos generales: contiene la problemática del proyecto, el objetivo general, objetivos específicos e información de la organización con la cual se desarrolló el proyecto.

Capítulo II, fundamentos de la experiencia profesional: contiene el marco teórico (definiciones, principios teóricos, normativas y simbología teórica que se utilizaron en el proyecto) y descripción de las actividades desarrolladas. Éste último incluye la descripción de las actividades, etapas, diagrama de flujo y un cronograma de actividades del proyecto).

Capítulo III, aportes realizados: contiene la descripción de cómo se planificó, ejecutó y se controló las actividades y trabajos del proyecto. Además, contiene una evaluación técnica económica y un análisis de los resultados.

Capítulo IV, discusiones y conclusiones: contiene las discusiones y conclusiones como resultado del informe.

Capítulo V, recomendaciones: contiene todas las recomendaciones sobre el proyecto realizado.

Capítulo VI, bibliografía: contiene todas las referencias bibliográficas utilizadas en el informe.

I ASPECTOS GENERALES

El 23 de octubre del 2020, Alicorp S.A.A., en adelante Alicorp, inició el proceso de licitación del proyecto “Ingeniería de Detalle Nuevo Desodorizador de 1200 TPD” como parte de su ampliación de producción de aceite de soya dentro de su planta callao, ubicada en el distrito de Carmen de la Legua Reynoso, provincia constitucional del Callao, Perú.

El incremento de producción de aceite de soya consistió en el diseño de un nuevo Desodorizador de aceite (DEO 5). Asimismo, consistió en el diseño de una torre de enfriamiento, un parque de 4 tanques de almacenamiento de aceite de soya 150 y 300 TN y otros equipos (como caldera, cuarto de compresores, intercambiadores, bombas, entre otros) enlazados a este proceso de producción de aceite de soya del nuevo Desodorizador.

A inicios de diciembre de 2020, Alicorp adjudica el proyecto a WSP Perú Consultoría S.A., iniciándose así el desarrollo el proyecto “Ingeniería de Detalle Nuevo Desodorizador de 1200 TPD”.

Las especialidades que se realizaron en el proyecto fueron las siguientes:

- Arquitectura.
- Civil y Estructuras.
- Mecánica & Tuberías.
- Sanitaria.
- Eléctrica.
- HVAC.
- Protección Contra Incendios.
- Detección y Alarma de Incendios.
- Evacuación y Señalización.
- Coordinación y BIM,

Para fines de este informe, solo se abarcará el trabajo realizado por la especialidad de Protección Contra Incendios para el nuevo Desodorizador (DEO

5). Esta especialidad tuvo participación en la etapa de ingeniería básica y de detalle.

En la etapa de ingeniería básica, la especialidad de Protección Contra Incendios realizó diferentes actividades como parte de su proceso. Teniendo como resultado la elaboración de un documento (criterio de diseño del sistema de protección contra incendios). Este documento fue el primer entregable que se realizó en el proyecto. Este documento fue utilizado en la siguiente etapa del proyecto (ingeniería de detalle).

En etapa ingeniería de detalle, se desarrolló documentos y planos del sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador (DEO 5), con el propósito de proporcionar un grado de protección contra la acción del fuego, para salvaguardar la vida humana y minimizar las pérdidas económicas producidas en caso de incendios del nuevo Desodorizador de aceite de la planta Callao de la empresa Alicorp.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador de la planta Callao de la empresa Alicorp S.A.A. ubicada en el distrito Carmen de la Legua Reynoso, cumpliendo los requerimientos la normativa nacional y normas NFPA aplicables.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar los tipos de materiales combustibles y riesgos presentes en el nuevo Desodorizador.
- Determinar el tipo de sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador y cumpliendo con los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.
- Calcular y seleccionar los componentes del sistema de protección contra incendios de acuerdo con los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.

- Estimar el costo de inversión del sistema de protección contra incendios diseñado para el nuevo Desodorizador.

1.2 Organización de la empresa o institución

1.2.1 Antecedentes históricos

Antes de julio del 2017, Poch Perú S.A. pertenecía a una familia de inversionistas chilenos, presentes en varios países como México, Colombia y Perú con sede principal en Chile. Poch Perú S.A. tenía como servicios el desarrollo de ingeniería y consultoría en diversas áreas.

El 18 de julio del 2017, la empresa canadiense WSP Global Inc. anuncia la adquisición de la firma Poch, como parte de sus planes de expansión en América Latina. Lo que le permitió posicionarse como líder en servicios de ingeniería, medio ambiente, gerencia de construcción, gerencia de proyectos y servicios de supervisión (1).

Tras la adquisición de Poch, la sede de Perú pasó a formar parte de WSP Global Inc. Por lo que, la razón social de Poch Perú S.A. cambió a WSP Perú Consultoría S.A., en adelante WSP. Desde entonces, WSP viene brindando servicios y trabajando en conjunto con las diferentes sedes de WSP Global Inc. en el mundo (1).

Figura 1.1 Presencia global de WSP



Fuente: WSP Perú Consultoría S.A.

Figura 1.2 Presencia regional de WSP



Fuente: WSP Perú Consultoría S.A.

Sectores

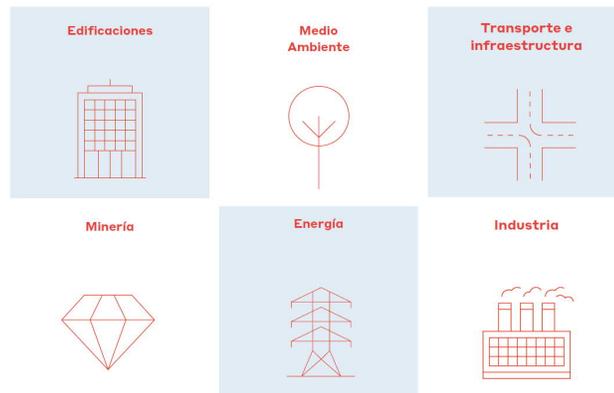
WSP cuenta con un equipo de más de 200 profesionales brindando servicios en: gerencia, diseño, supervisión, consultoría medio ambiental y metodología BIM. Este equipo multidisciplinario cuenta con el soporte de la matriz de excelencia global, ofreciendo así a todos los clientes una dedicación local a escala internacional en diferentes sectores (véase Figura 1.4).

Figura 1.3 Servicios de WSP



Fuente: WSP Perú Consultoría S.A.

Figura 1.4 Sectores de trabajo de WSP



Fuente: WSP Perú Consultoría S.A.

1.2.2 Filosofía empresarial

WSP es una firma líder en servicios profesionales de consultoría en el mundo, nos dedicamos a nuestro medio local impulsados por nuestra destreza internacional. Somos expertos técnicos, consultores estratégicos, ingenieros, arquitectos, gerentes, topógrafos y especialistas ambientales, así como profesionales en diseño, gerencia de proyectos y construcción. Diseñamos soluciones duraderas en Edificaciones, Transporte, Ambiente, Agua y Saneamiento Básico, Industria y Energía (incluyendo Minería e Hidrocarburos) así como proyectos y servicios de consultoría estratégica.

Nuestro Propósito

Existimos para crear ciudades y entornos preparados para el futuro.

Nuestro Rol

Planeamos, diseñamos y gestionamos nuestras comunidades para prosperar.

Nuestro Principios

- Valoramos nuestra gente y nuestra reputación.
- Estamos enfocados en el futuro y desafiamos el status quo.

- Nuestra cultura nos empodera y asumimos la responsabilidad.
- Ofrecemos dedicación local a escala internacional.
- Promovemos la colaboración en todas nuestras acciones.

Listo para el Futuro (Future Ready) (2)

Future Ready es el programa global de WSP para ver el futuro con mayor claridad, aplicando las tendencias del clima, la sociedad, la tecnología y los recursos a nuestro trabajo.

Esta filosofía nos posiciona un paso por delante frente a desafíos complejos, ayudando a ciudades, comunidades y clientes a estar mejor preparados para el futuro.

La clave de Future Ready es encontrar una forma de mirar al futuro en vez de actuar como si el mundo no fuera cambiar.

1.2.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional de WSP está conformada por los siguientes cargos o puestos de trabajo:

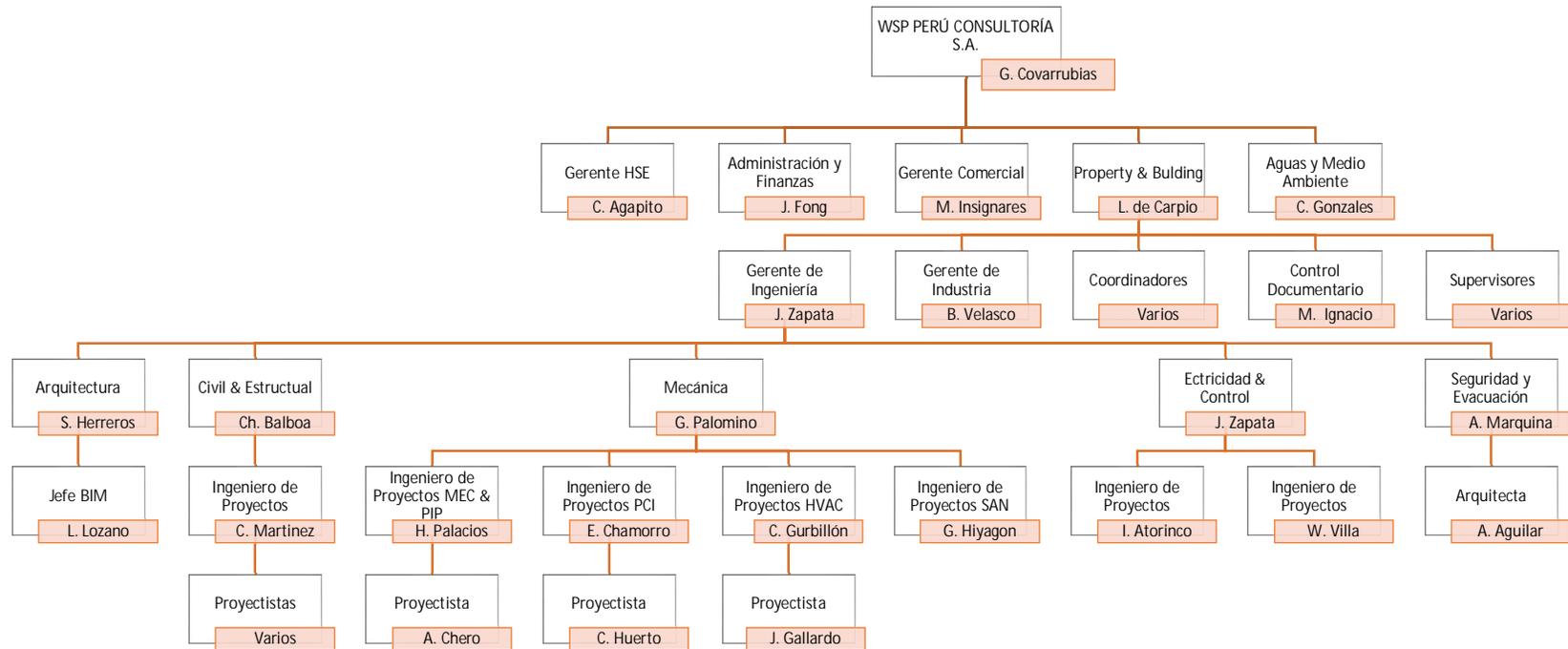
- Gerente General.
- Gerente Comercial.
- Gerente de HSE.
- Gerentes de proyectos.
- Gerente de mercados.
- Jefe Legal.
- Jefes de áreas.
- Coordinadores.
- Supervisores.
- Ingenieros de proyectos.
- Proyectistas.
- Soporte de Informática.
- Control documentario.

Dentro de la empresa de WSP, me desempeñé con el cargo de ingeniero de proyectos dentro del área de ingeniería de la disciplina mecánica (véase Figura 1.5, en la página 15).

Mis funciones principales como ingeniero de proyectos en esta empresa son las siguientes:

- Elaborar documentos de ingeniería tales como memorias de cálculo, memorias descriptivas, entre otros.
- Diseñar sistemas de protección contra incendios para diferentes tipos de edificaciones.
- Coordinar y dar soporte a los proyectistas para el modelado y dibujo en los planos.
- Dar soporte a los requerimientos del jefe de área y coordinadores.

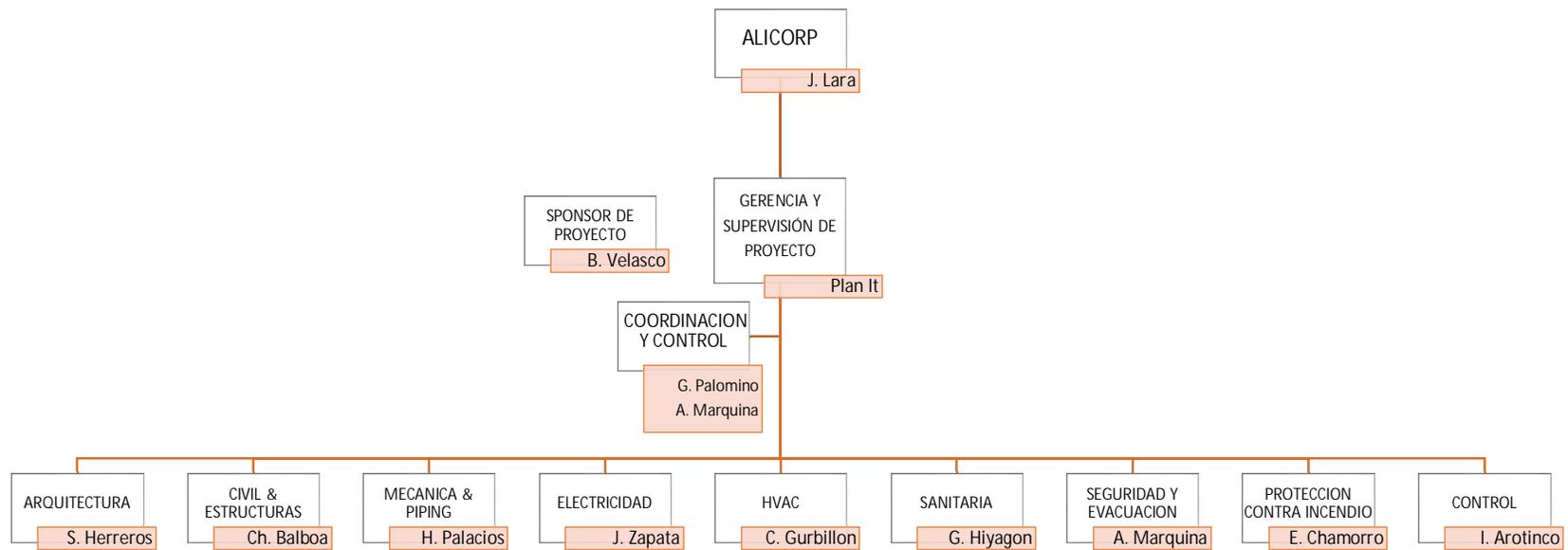
Figura 1.5 Organigrama de WSP Perú Consultoría S.A.



Fuente: Elaboración Propia.

El presente proyecto fue ejecutado por el siguiente organigrama (véase Figura 1.6), en donde también participaron la empresa de supervisión y la gerencia de Alicorp (cliente).

Figura 1.6 Organigrama del proyecto



Fuente: Empresa WSP Perú Consultoría S.A.

II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Bases teóricas

A. Teoría de la extinción del fuego (3)

La combustión requiere de una temperatura alta y que las reacciones químicas progresen lo suficientemente rápido a esta temperatura elevada para producir calor tan rápido como se disipa, de manera que la zona de reacción no se enfría.

Si se hace algo para transformar este equilibrio de calor, como introducir un agente refrigerante, es posible que se extinga la combustión. No es necesario que el refrigerante elimine el calor tan rápido como se genera, porque la zona de combustión en el incendio ya está perdiendo algo de calor hacia el entorno más fresco.

En tal sentido, la extinción de un incendio puede lograrse mediante el enfriamiento de la zona de combustión gaseosa y el combustible sólido o líquido. En el último caso, el enfriamiento evita la producción de vapores combustibles. Este es probablemente el principal modo de acción cuando se extingue un incendio aplicando agua.

Como alternativa para eliminar el calor en la zona de combustión para retardar las reacciones, también es posible reducir la temperatura de la llama modificando el aire que suministra el oxígeno de alimentación a la llama. El aire es 21 por ciento oxígeno por volumen, siendo el resto casi totalmente el gas inerte (nitrógeno). El nitrógeno, que es atraído a la llama junto con el oxígeno, absorbe calor, con el resultado de que la temperatura de la llama es mucho más baja de lo que sería en un incendio alimentado con oxígeno puro. Si se añadiera al aire que penetra la llama nitrógeno adicional u otro gas no reactivo químicamente como vapor, dióxido de carbono o una mezcla de productos de la combustión, el calor absorbido

por estas moléculas inertes haría que la temperatura de llama fuese aún menor.

Por lo tanto, hay dos maneras fundamentales de reducir la intensidad de la combustión en una llama y finalmente causar la extinción:

- Reduciendo la temperatura de la llama.
- Añadiendo un inhibidor químico para que interfiera con la reacción en cadena.

B. Principios generales de los sistemas de protección contra incendios (3)

La ingeniería de protección contra incendios se basa en los siguientes principios:

- Un agente oxidante, un material combustible y una fuente de ignición son esenciales para la combustión.
- El material combustible debe calentarse hasta su temperatura de ignición mediante una fuente de ignición (de calor) antes que pueda prenderse o sostener la propagación del fuego.
- La quema subsecuente del material combustible está gobernada por la retroalimentación de calor del fuego al material combustible en pirolisis o vaporización.
- La combustión continuará hasta que suceda uno de los siguientes eventos:
 - Se haya consumido todo el material combustible.
 - La concentración del agente oxidante disminuya por debajo de la concentración necesaria para sostener la combustión.
 - Se haya eliminado suficiente calor o prevenido que alcance al material combustible, evitando así la pirolisis del combustible.
 - El fuego sea inhibido químicamente o enfriado lo suficiente para evitar reacciones posteriores.

Todo lo propuesto en este informe para la prevención, el control o la extinción del fuego está basado en los principios anteriormente mencionados.

Existen diferentes tipos de sistemas de protección contra incendios como sistemas a base de agua, sistemas a base de agente limpio, sistemas a base de dióxido de carbono, sistemas de agua-espuma, sistemas a base de polvo químico húmedo, entre otros.

El sistema de protección contra incendios utilizado en este proyecto, está conformado por los siguientes sistemas: sistema de agua contra incendios, sistema de espuma y extintores portátiles.

A continuación, definiremos estos sistemas de protección contra incendios:

- Sistema de agua contra incendio: es un sistema de que utiliza el agua como agente extintor para enfriar el combustible, desplazar el oxígeno o diluir la fuente de combustible. Generalmente, la aplicación de este sistema es para extinguir o controlar incendios con fuegos Clase A o enfriar las estructuras comprometidas por la presencia incendios con fuegos Clase B. Existe diferentes tipos de sistemas como rociadores automáticos, gabinetes contra incendios, aspersores y monitores. En el presente proyecto se utilizó gabinetes con mangueras contra incendios. El agua es el agente extintor más usado por su bajo costo y fácil disponibilidad, en comparación con otros agentes extintores. El agua tiene un alto calor de vaporización por unidad de masa, por lo menos cuatro veces mayor que la de cualquier otro líquido inflamable. También no es tóxica y químicamente inerte. Su punto de ebullición (100 °C) está muy por debajo de los límites de 250 °C a 450 °C de temperaturas de pirolisis para la mayoría de los combustibles sólidos, y por lo tanto el enfriado por evaporización de la superficie en pirolisis es eficiente. Sin embargo, el agua tiene algunas desventajas como su congelación a 0 °C, es conductora de la electricidad, causa daños irreparables a algunos elementos y su poca efectividad en incendios de líquidos inflamables (especialmente en líquidos inflamables que son insolubles en agua y flotan en el agua como los hidrocarburos).

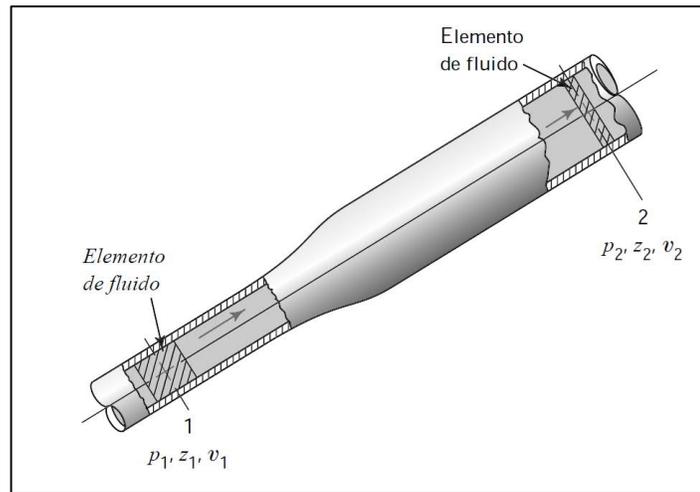
- Sistema de espuma: es un sistema que utiliza espuma de baja, medio o alta expansión para extinguir incendios mediante la disminución de vapores y enfriamiento del combustible. Generalmente, la aplicación de este sistema es para extinguir incendios con fuegos Clase B. Existe diferentes tipos de espuma como agente de espuma formador de película acuosa (AFFF), agente de espuma fluoroproteína (FP), agente espumante de proteína (P), agente de fluoroproteína formador de película (FFFP), agente espumante de baja temperatura, agente espumante de tipo alcohol (AR), entre otros.
- Extintores portátiles: son equipos en forma cilíndrica que almacena un agente extintor y que son seleccionados según la cantidad y clase fuego presente en la instalación. Estos equipos son accionados de forma manual y son usados para extinguir un amago de incendio. Existen diferentes tipos de agentes extintores como el agua, dióxido de carbono, agentes limpios, polvo químico seco, polvo químico húmedo, espuma, entre otros.

C. Principios teóricos hidráulicos

Ecuación de Bernoulli (4)

El análisis hidráulico en tuberías toma en cuenta todas las energías presentes en el sistema. Con base a Ley de la Conservación de la Energía, las tres formas de energía que considera el análisis de tuberías son: energía potencial, energía cinética y energía de flujo.

Figura 2.1 Elemento de fluido utilizado en la ecuación de Bernoulli



Fuente: Mott, 7ma, Figura 6.6.

La conservación de todas estas energías, se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

p_1, p_2 = presión (kPa).

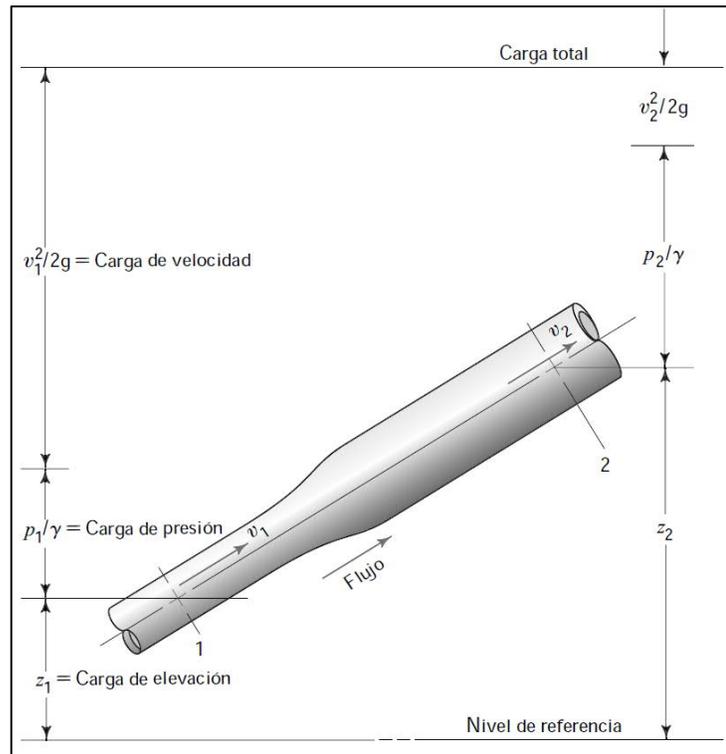
γ = peso específico (kN/m³).

z_1, z_2 = cabeza de elevación (m).

v_1, v_2 = velocidad (m/s).

g = aceleración de gravedad (9.81 m/s²).

Figura 2.2 Carga de presión, carga de elevación y carga de velocidad



Fuente: Mott, 7ma, Figura 6.7.

Pérdida de presión

Cuando el fluido recorre por dentro de un sistema de tuberías, se origina pérdidas de energía debido a la fricción entre movimiento del fluido, cambios de dirección, accesorios y válvulas (4). Para ello, se clasifica en dos tipos de pérdidas de energía: pérdida de carga principal y pérdida de carga secundario.

La pérdida carga principal depende de varios factores como propiedades del fluido, la velocidad del fluido, material, longitud y diámetro de la tubería (4) Para sistemas de agua contra incendios, las pérdidas de carga principal deben ser calculadas con base a la fórmula de Hazen-Williams (5).

$$\Delta p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \quad \text{Ecuación 2.2 (5).}$$

Donde:

Δp = pérdida de carga (psi/pie).

Q = caudal (galones por minuto, en adelante gpm).

C = coeficiente de Hazen-Williams (véase Tabla 2.1).

d = diámetro interior actual de la tubería (pulg).

La siguiente tabla se usa para determinar el coeficiente de Hazen - Williams en función del material de la tubería a utilizar.

Tabla 2.1 Valores de coeficiente de Hazen - Williams

Material del Tubo	Valor de C
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento interior	100
Acero negro (sistemas secos, incluyendo pre-acción)	100
Acero negro (sistemas húmedos)	120
Galvanizado (sistemas húmedos)	120
Galvanizado (sistemas secos)	100
Plástico (listados todos)	150
Hierro fundido o dúctil, con revestimiento interior de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Fuente: NFPA 14, 2019, Tabla 8.3.2.3.

Las pérdidas carga secundaria depende del cambio de dirección, accesorios y válvulas que puede haber en el sistema de tuberías (4). Para sistemas de agua contra incendios, las pérdidas de carga secundaria deben ser determinadas y calculadas con base a la fórmula de Hazen-Williams (5).

La siguiente tabla se utilizará para determinar las longitudes equivalentes de los accesorios y válvulas. Siempre y cuando el coeficiente de Hazen - Williams de la tubería utilizada tiene un valor de 120 y el espesor de la tubería sea de SCH 40.

Tabla 2.2 Longitudes equivalentes de accesorios y válvulas

Uniones y válvulas	Accesorios y válvulas expresados en pies equivalentes de tubería													
	3/4"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	3½"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Codo de 45 grados	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar de 90 grados	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo de vuelta larga de 90 grados	1	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	13	16	18
T o pieza en cruz (flujo en vuelta de 90 grados)	3	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula de mariposa					6	7	10		12	9	10	12	19	21
Válvula de seguridad					1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Retención oscilante*		5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65
Válvula de manguera de globo (recta)				46		70								
Válvula de manguera o ángulo.				20		31								

Fuente: NFPA 14, 2019, Tabla 8.3.1.3.

En el caso que el coeficiente de Hazen – Williams presente un valor diferente a 120, los valores de la tabla anterior deberán ser ajustados tal y como se indica en la siguiente tabla (5).

Tabla 2.3 Factores de ajuste de valores de coeficiente de Hazen - Williams

Factor Multiplicador	Valor de C
0.713	100
1.16	130
1.33	140
1.51	150

Fuente: NFPA 14, 2019, Tabla 8.3.2.2.

En el caso que el diámetro interno de las tuberías sea diferente a SCH 40, la longitud equivalente (véase Tabla 2.2, en la página 24) se debe ajustar por un factor derivado de la siguiente ecuación (5).

$$Factor = \left(\frac{Diámetro\ interior\ actual}{Diámetro\ interior\ de\ la\ tubería\ SCH\ 40} \right)^{4.87} \quad \text{Ecuación 2.3 (5).}$$

Factores K de descarga de boquilla

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p}} \quad \text{Ecuación 2.4 (5).}$$

Donde:

K = factor K de la boquilla (gpm/psi^{0.5}).

Q = caudal (gpm).

p = presión (libra por pulgada cuadrada, adelante psi).

D. Principios teóricos de los extintores portátiles

El cálculo y selección de los extintores portátiles dependen principalmente de tres factores: clase de fuego y clase de riesgo presentes en la instalación (6). La clasificación de los fuegos y los riesgos deben estar basados según lo indicado en la sección 2.1.4 (inciso C y D).

A continuación, se describe los requerimientos de los extintores para cada tipo de fuego y riesgo:

Instalaciones con fuegos clase A (6)

La capacidad de extinción (rating), el área de cobertura y la distancia de recorrido de los extintores para fuegos clase A deben estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.4 Capacidad de extinción y distancias a recorrer para fuegos clase A

Criterio	Ocupación de Riesgo Bajo	Ocupación de Riesgo Moderado	Ocupación de Riesgo Alto
Capacidad de extinción mínima (extintor individual)	2-A	2-A	4-A
Área máxima de piso por unidad de A	280 m ²	140 m ²	93 m ²
Área máxima de piso cubierta por extintor	1045 m ²	1045 m ²	1045 m ²
Distancia máxima a recorrer hasta el extintor	22.86 m	22.86 m	22.86 m

Fuente: NTP 350-043-1, 2011, Tabla 1.

Instalaciones con fuegos clase B (6)

La capacidad de extinción (rating) y la distancia de recorrido de los extintores para fuegos clase B deben estar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.5 Capacidad de extinción y distancias a recorrer para fuegos clase B

Tipo de Riesgo de Ocupación	Capacidad de Extinción Mínima	Distancia Máxima a Recorrer hasta el Extintor
Bajo	5-B	9 m
	10-B	15 m
Moderado	10-B	9 m
	20-B	15 m
Alto	40-B	9 m
	80-B	15 m

Fuente: NTP 350-043-1, 2011, Tabla 2.

Instalaciones con fuegos clase C (6)

Los extintores dedicados para fuegos Clase C deben ser instalados en lugares donde se encuentre equipos eléctricos energizados.

Debido a que los equipos eléctricos energizados resultarán en fuegos Clase A o Clase B, el rating y ubicación de estos extintores deben estar basados en fuego Clase A o Clase B.

2.1.2 Aspectos normativos

A. Normativa nacional

- RNE A.060: Reglamento Nacional de Edificaciones, Industria. Edición 2006.
- RNE A.130: Reglamento Nacional de Edificaciones, Requisitos de Seguridad. Edición 2006.
- Decreto Supremo N° 42-F: Reglamento de Seguridad Industrial, edición 2014.
- NTP 350.021-1: Norma Técnica Peruana, Clasificación de los Fuegos y su Representación Gráfica. Edición 2012.
- NTP 350.043-1: Norma Técnica Peruana, Extintores Portátiles. Selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga, y prueba hidrostática. Edición 2011.

- NTP 399.012: Norma Técnica Peruana, Colores de Identificación de Tuberías para Transporte de Fluidos en Estado Gaseoso o Líquido en Instalaciones Terrestres y en Naves. Edición 1974.

B. Normativa internacional

- ISA-S5.4: Símbolos de instrumentación e identificación, edición 2009.
- NFPA 1: Código de incendio, edición 2021.
- NFPA 10: Norma para extintores portátiles de incendio, edición 2018.
- NFPA 11: Norma para espumas de baja, media y alta expansión edición 2021.
- NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores, edición 2019.
- NFPA 14: Norma para la instalación de sistemas de montantes y mangueras, edición 2019.
- NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias para sistemas contra incendios, edición 2019.
- NFPA 24: Norma para la instalación de redes privadas de bomberos y sus accesorios, edición 2019.
- NFPA 30: Código de líquidos inflamables y combustibles, edición 2021.
- NFPA 101: Código de seguridad humana, edición 2021.
- NFPA 170: Norma para símbolos de emergencia y seguridad contra incendios, edición 2021.

2.1.3 Simbología teórica

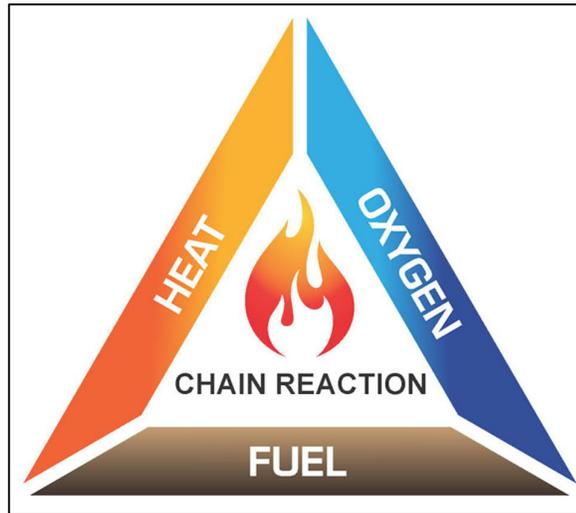
A. Definiciones generales

- NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección Contra Incendio). Es una organización fundada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio (7). Estas normas NFPA son muy usadas y adoptadas en el Perú, puesto que en el país no se cuenta con normas específicas para diseñar sistemas de protección contra incendios. En tal sentido y como señala el Artículo 102 del Reglamento Nacional de

Edificaciones A.130, los sistemas contra incendios serán diseñadas con normativas confiables como las normas NFPA.

- Aprobado: se refiere a que un equipo o sistema cumple los parámetros mínimos y que son aceptables para la autoridad competente (8).
- Autoridad competente: una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o norma, o de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento. Para el caso de este proyecto, la autoridad competente es la entidad INDECI a través de la Municipalidad del Callao (8).
- Boquilla: es un dispositivo para uso en aplicaciones que requieran patrones especiales de descarga de agua, rociado direccional u otras características de descarga inusuales (9).
- Buenas prácticas: conjunto de acciones que han dado buenos resultados en experiencias similares.
- Combustión: es una reacción exotérmica que involucra materiales sólidos, líquidos y gases (3).
- Código: es un documento que contiene una extensa compilación de disposiciones y es adecuada para su adopción dentro de la ley (8).
- Fuego: El fuego es la combustión del material combustible, comburente (oxígeno) y una fuente de ignición. Adicionalmente, para que el fuego se desarrolle se toma en cuenta la reacción en cadena (10) .

Figura 2.3 Tetraedro del fuego



Fuente: <https://saforestryonline.co.za/articles/fogmaker-fire-suppression-systems-take-the-heat/>

- Fuentes de ignición: es una forma de energía calorífica. Hay cuatro tipos de fuentes de ignición: química, eléctrica, mecánica y nuclear (3).
 - Energía química: son reacciones de oxidación que producen calor tales como calor de combustión, calentamiento espontáneo, calor de descomposición, calentamiento de disolución y calor de reacción.
 - Energía eléctrica: la resistencia eléctrica de cualquier sustancia depende de sus características atómicas (o moleculares). La resistencia eléctrica es proporcional a la energía necesaria para mover una cantidad de unidades de electrones a través de una sustancia contra las fuerzas de captura y colisión del electrón. Este consumo de energía aparece en forma de calor. Entre los cuales tenemos el calentamiento por resistencia eléctrica, calentamiento dieléctrico, calentamiento por inducción, calentamiento por fuga de corriente eléctrica, calor por formación de arcos eléctricos, calentamiento por electricidad estática y calor generado por rayos.
 - Energía mecánica: calor generado mecánicamente tales como calor por fricción, chispas por fricción y calor por compresión.
 - Energía nuclear: es cuando un núcleo de un isótopo inestable de un elemento experimenta fisión para producir dos núcleos más pequeños.

- Ignición: es la combustión auto sostenida. Ya sea provocada por una fuente de ignición o cuando la temperatura de la mezcla (gas o vapor inflamable con el aire) se eleva suficientemente para auto ignición (3).
- Incendio: es una manifestación de una combustión incontrolada de materiales combustibles tales como sólidos, líquidos y gases (11).
- Llama: es una reacción de oxidación gaseosa que ocurre en un lugar de espacio mucho más caliente que su entorno y generalmente emite luz (3).
- Listado: equipos, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización que es aceptable para la autoridad competente y que establecen que los equipos, materiales o servicios cumplen con normas aplicables o que han sido ensayados y considerados aptos para un propósito específico. Las organizaciones más reconocidas y aceptadas para las autoridades competentes en el Perú son UL (Underwriters Laboratories) y FM Global (8).
- Norma: es un documento cuyo texto principal contiene requisitos para referencia obligatoria de otras normas o códigos (8).
- Rating (capacidad o potencial de extinción): es la clasificación de la capacidad o potencial del extintor para sofocar satisfactoriamente un amago o conato de incendio. Este rating está expresado en un código con números y letras (6).
- Presión de boquilla: es la presión requerida en la entrada de una boquilla de descarga (5).
- Presión residual: es la presión que actúa en un punto del sistema con la descarga de un caudal ⁽⁵⁾.
- Presión estática: es la presión que actúa en un punto del sistema a caudal cero ⁽⁵⁾.
- Reacción exotérmica: es una reacción química que libera energía (3).
- Símbolo: representación gráfica de un componente del sistema de protección contra incendios (12).
- Sistema de protección contra incendios: es un conjunto medidas, dispositivos y equipos con el fin proteger una edificación, diseñada para extinguir o controlar incendios (8).

B. Líquidos combustibles e inflamables (13)

- Líquido inflamable clase IA: cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8°C y punto de ebullición menor de 37.8°C.
- Líquido inflamable clase IB: cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8°C y punto de ebullición de 37.8°C o mayor.
- Líquido inflamable clase IC: cualquier líquido con un punto de inflamación de 22.8°C, pero menor de 37.8°C.
- Líquido combustible clase II: cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8°C e inferior a 60°C.
- Líquido combustible clase IIIA: cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 60°C, pero inferior 93°C.
- Líquido combustible clase IIIB: cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 93°C.

C. Clases de fuego (6) (14)

- Fuego clase A: los fuegos clase A son aquellos fuegos que involucran materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
- Fuego clase B: los fuegos clase B son aquellos fuegos que involucran líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas derivadas del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
- Fuego clase C: los fuegos clase C son aquellos fuegos que involucran equipos eléctricos energizados y pueden derivar a fuegos clase A y/o Clase B.
- Fuego clase D: los fuegos clase D son aquellos fuegos que involucran metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio.
- Fuego clase K: los fuegos clase K son aquellos fuegos en aparatos de cocina que involucran aceites y grasas vegetales o animales.

D. Clases de riesgos (15) (14)

- Locales de bajo riesgo: son aquellas zonas ocupadas para fines de almacenamiento o uso de materias que generalmente no arden con

rapidez o con excesiva liberación de humo y en las cuales ni emanaciones tóxicas, ni explosiones sean un riesgo especial. O son ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles fuego Clase A e inflamables fuego Clase B son bajas. La cantidad total de materiales Clase B se prevé menor a 1 gal en cualquiera de las áreas

- Locales de riesgo moderado: son aquellas zonas ocupadas para fines de almacenamiento o uso de materias que pueden arder con moderada rapidez y que desprenden cantidad considerable de humo y en las cuales ni emanaciones tóxicas ni explosiones sean riesgo especial. O son ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de materiales combustibles fuego Clase A e inflamables fuego Clase B son moderados. La cantidad total de materiales Clase B se prevé entre 1 a 5 gal en cualquiera de las áreas.
- Locales de alto riesgo: son aquellas zonas ocupadas para fines de almacenamiento o uso de materias que pueden arder con extrema rapidez o cuando las emanaciones tóxicas constituyen un riesgo especial. O son ocupaciones donde la cantidad de y combustibilidad de materiales combustibles Clase A e inflamables Clase B son altas. La cantidad total de materiales Clase B se prevé mayor a 5 gal en cualquiera de las áreas.

E. Tipos de agentes extintores (14)

- Polvo químico seco: un polvo compuesto de partículas muy pequeñas, generalmente a base de bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio o fosfato mono amonio que es un medio adecuado para extinguir fuegos clase A, Clase B y Clase C.
- Espuma AFFF (espuma formadora de película acuosa): “una solución a base de tensoactivos fluorados más estabilizadores de espuma que producen una película acuosa fluida para la supresión de vapores de combustibles líquidos”.
- Dióxido de carbono: “un gas inerte incoloro, inodoro, eléctricamente no conductor que es un medio adecuado para extinguir fuegos clase B y clase C”.

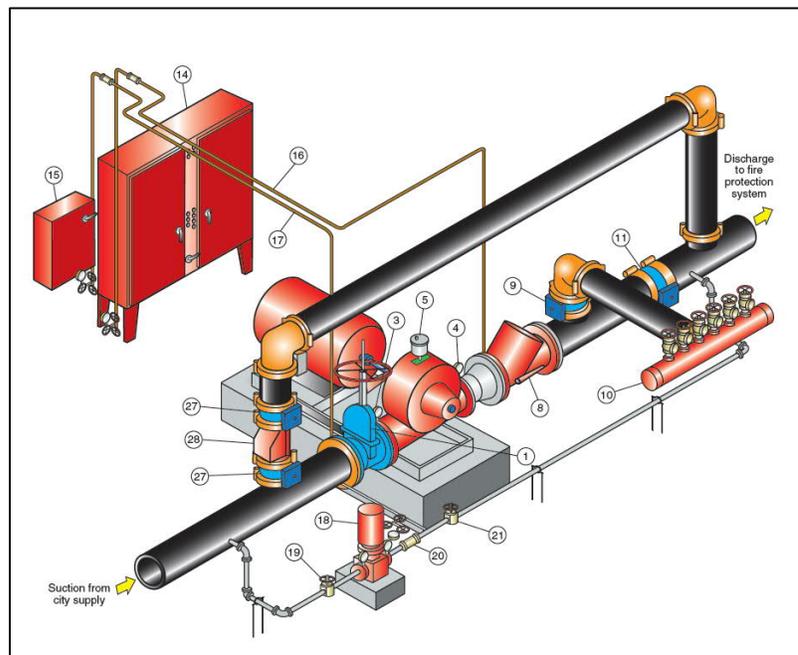
F. Componentes del sistema de protección de incendio

A continuación, definiremos los principales componentes del sistema de protección contra incendio utilizados en el proyecto.

Todos estos componentes deben contar con el Listado UL y/o Aprobado FM para ser usados en el servicio de sistemas contra incendios.

- Bomba contra incendio: equipo hidráulico capaz de impulsar agua a través de una red de tuberías. Diseñada y seleccionada para cubrir la mayor de demanda de agua (caudal y presión) del sistema de agua contra incendio (16).

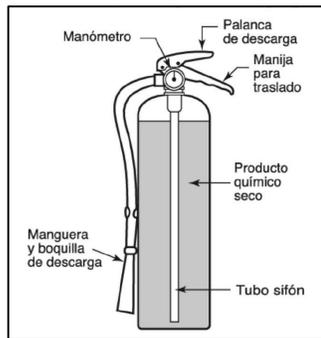
Figura 2.4 Dibujo referencial de sistema de bombeo de agua contra incendio



Fuente: Stationary Fire Pumps and Standpipe Systems Handbook, sexta edición.

- Extintor portátil: contenedor metálico portátil diseñado para almacenar un agente extintor con la capacidad de extinguir amagos o conatos de incendios mediante la acción manual de una manija. En el proyecto se utilizó tres tipos de extintores: polvo químico seco, espuma y dióxido de carbono (14).

Figura 2.5 Dibujo referencial de extintor portátil



Fuente: NFPA 10, 2018, Figura D.4.3(a).

- Gabinete con manguera contra incendio (5): caja metálica diseñada para contener conexiones para mangueras, mangueras y pitones que pueden ser usados en el combate manual de incendios por personas entrenadas o bomberos. Existe tres clases de gabinetes: Clase I, Clase II y Clase III. En el proyecto utilizó gabinetes Clase II.
 - Clase II: Un sistema que proporciona conexiones de mangueras de 1 ½" para suministrar agua para uso principalmente de personal entrenado o por los bomberos durante la respuesta inicial.
- Manómetro: instrumento que sirve para medir la presión de un fluido.

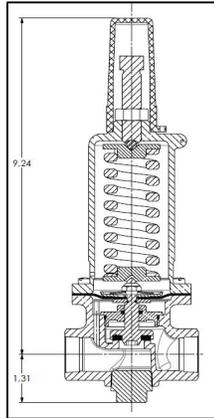
Figura 2.6 Manómetro referencial



Fuente: FLOWCOM TECH, Modelo PG01.

- Válvula de alivio de presión: dispositivo que limita el exceso de presión a través de la liberación del líquido en un sistema (16).

Figura 2.7 Válvula de alivio de presión referencial



Fuente: CLA-VAL, Modelo 55L-60.

- Válvulas indicadoras: válvulas que poseen componentes que proporcionan información visual de la posición de funcionamiento de la válvula en abierto o cerrado. Estos pueden ser válvula de compuerta tipo OS&Y (vástago ascendente) o válvulas mariposas (9).

Figura 2.8 Válvula mariposa referencial



Fuente: FLOWCOM TECH, Modelo VBG12121.

- Detector de flujo: dispositivo de alarma de un sistema de agua contra incendio que detecta el paso del agua y que está conectado a un sistema de alarma de incendio para dar aviso de forma remota (9).

Figura 2.9 Detector de flujo referencial



Fuente: SYSTEM SENSOR, Serie WFDN.

- Eductor en línea: un dispositivo tipo Venturi que dosifica la cantidad de espuma contra incendios en la corriente de agua en un punto frente a la fuente de agua y una boquilla u otro dispositivo de descarga (17).

Figura 2.10 Eductor en línea referencial



Fuente: HD Fire Protect PVT, HD 262.

- Lanzador: una manguera y una boquilla que se pueden sostener y dirigir con la mano (17).

Figura 2.11 Lanzador referencial



Fuente: HD Fire Protect PVT, HD 196.

- Concentrado de espuma: un agente espumante líquido concentrado (17). En el proyecto se utilizó espuma de tipo agente formador de película acuosa (AFFF).

Figura 2.12 Cilindro de concentrado de espuma referencial



Fuente: HD Fire Protect PVT, HD 269.

G. Dediciones de gestión de proyectos (18)

- Actividad: es el esfuerzo necesario para completar un paquete de trabajo.
- Alcance: es el trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado.

- Cronograma: es un modelo de programación de actividades vinculadas con fechas de inicio y fin.
- Entregable: cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se debe producir para completar un proceso, una fase o un proyecto.
- Hito: es un evento importante dentro del proyecto.
- Recursos: incluyen miembros del equipo, suministros materiales, equipos, servicios e instalaciones de un proyecto.

H. Símbolos del sistema de protección contra incendio

Los siguientes símbolos fueron utilizados para elaborar los planos de ingeniería como PID y planos de planta del sistema de protección contra incendios. Estos símbolos fueron obtenidos de la norma NFPA 170. Norma que es aceptada y usada comúnmente en el Perú.

Tabla 2.6 Símbolos del sistema de protección contra incendio

Actividad	Descripción
	Válvula de mariposa indicadora
	Colgador de tubería
	Arriostre antisísmico lateral
	Arriostre antisísmico longitudinal
	Arriostre antisísmico de cuatro vías
	Extintor de polvo químico seco
	Extintor de dióxido de carbono
	Extintor de espuma
	Estación carrete de espuma

Fuente: NFPA 170 - edición 2021, sección 7.

I. Colores de identificación del sistema de protección contra incendio

El color que identifica al sistema contra de protección contra incendios es el color ROJO de acuerdo a la sección 4.1 de la norma NTP 399.012.

Asimismo, el código de color será de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 2.7 Color de identificación de tubería

Color		Tipo de Fluido Transportado	Código ITINTEC	RAL Aproximado o Convencional
	Rojo	Agua contra incendio	S1	RAL 3001

Fuente: NTP 399.012 – 1era edición 1974, sección 4.

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

En el proyecto se realizaron muchas actividades para la elaboración de entregables (véase Figura 3.1, en la página 48), actividades como revisión, identificación y otros. Todas estas actividades se muestran a detalle en la siguiente tabla:

Tabla 2.8 Lista de actividades desarrolladas

Actividad	Descripción
Revisión de información	Comprende la revisión de documentos y planos entregados por Alicorp. Entre ellos se encuentran las hojas de seguridad de los materiales combustibles y planos de la red existente de tuberías de agua contra incendio. Información importante para las actividades N°1 y 2.
Identificación de materiales combustibles	Comprende la identificación de los materiales combustibles (sólidos y líquidos) y su clasificación de acuerdo a las normas aplicables.
Elaboración de criterio de diseño	Comprende la elaboración del criterio de diseño. Este documento describirá los requerimientos para el diseño del sistema de protección contra incendios de acuerdo con las normas aplicables. Documento importante para el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Actividad	Descripción
Ubicación de equipos de agua contra incendio	Comprende la ubicación de gabinetes contra incendios tomando en cuenta las distancias máximas y accesos al Desodorizador.
Trazado de tuberías	Comprende la proyección de las tuberías de agua contra incendio desde el empalme existente hasta los diferentes niveles del Desodorizador. Información importante para la actividad N°6.
Elaboración de cálculo hidráulico	Comprende la elaboración del cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendios tomando en consideración los requerimientos indicados en el documento (criterio de diseño). Esto servirá para dimensionar los componentes del sistema y definir los parámetros mínimos de operación (caudal y presión).
Elaboración de cálculo de extintores portátiles	Comprende la elaboración del cálculo de los extintores portátiles. Esto servirá para determinar la cantidad mínima y el tipo de los extintores necesarios para el Desodorizador. Este cálculo será elaborado tomando los requerimientos de las normas aplicables.
Ubicación de extintores portátiles	Comprende la ubicación determinados en la actividad N°7 sobre el área de los diferentes niveles del Desodorizador. Tomando en cuenta los requerimientos de las normas aplicables.
Elaboración de planos y documentos faltantes	Comprende la elaboración de documentos y planos para completar la ingeniería de detalle. Documentos como especificaciones técnicas, hojas de datos y memoria descriptiva. En el caso de los planos, elaborar planos de cortes y detalles de instalación.
Estimación de costos	Comprende la elaboración de un documento que incluye cantidades de los materiales y equipos con sus respectivos costos estimados de suministro, instalación y pruebas.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.1 Etapas de las actividades

El proyecto fue planeado y dividido en dos etapas (ingeniería básica e ingeniería de detalle). Estas dos etapas fueron definidas por el coordinador y los jefes de área de WSP. Ya que, con esta división, nos permitió primero definir los criterios para el desarrollo de la ingeniería del sistema de protección contra incendios.

A continuación, se detalla estas etapas del proyecto en la siguiente tabla:

Tabla 2.9 Etapas del proyecto

N°	Descripción	Actividad
Etapas 1	Ingeniería Básica: Desarrollo del criterio de diseño.	1.1. Revisión de información.
		1.2. Identificación de materiales combustibles.
		1.3. Elaboración de criterio de diseño.
Etapas 2	Ingeniería de Detalle: Desarrollo de la ingeniería del sistema de protección contra incendio.	2.1. Ubicación de equipos de agua contra incendio.
		2.2. Trazado de tuberías.
		2.3. Elaboración de cálculo hidráulico.
		2.4. Elaboración de cálculo de extintores portátiles.
		2.5. Ubicación de extintores portátiles.
		2.6. Elaboración de planos y documentos faltantes.
		2.7. Estimación de costos.

Fuente: WSP Perú Consultoría S.A.

A. Etapa 1: ingeniería básica

En la etapa 1 (ingeniería básica) se elaboró el documento: criterio de diseño del sistema de protección contra incendios. Este documento contiene los requerimientos de seguridad establecidos por las normas nacionales e internacionales en industrias como la empresa Alicorp. Para ello, se revisó información proporcionada por Alicorp, se identificó los tipos de materiales combustibles presentes en el nuevo Desodorizador.

Todas estas actividades fueron llevadas a cabo con el equipo de trabajo (véase Tabla 3.3, en la página 51) y la participación de Alicorp a través de la empresa supervisora Plan It, en reuniones de coordinación por medio de la plataforma virtual Microsoft Teams.

B. Etapa 2: ingeniería de detalle

Con el documento (criterio de diseño) elaborado en la etapa anterior, se ubicaron y se dimensionaron los componentes del sistema de agua contra incendios dentro del nuevo Desodorizador. Además, se utilizaron los

requerimientos de las normas nacionales y las normas NFPA aplicables como se describe en la sección 3.1.

Con las ubicaciones de los equipos del sistema de agua contra incendio, se proyectaron recorridos de las tuberías desde un Tie in de la red existente de tuberías de agua contra incendio de la planta hasta los equipos ubicados anteriormente. Esto se utilizó para realizar los cálculos hidráulicos del sistema proyectado tomando en cuenta el caudal y presión más desfavorable para el sistema y cumpliendo con lo mínimo requerido por las normas nacionales e internacionales.

El cálculo fue elaborado de dos maneras: manual con ayuda de una hoja Excel y un cálculo usando el software especializado (AFT Fathom). Con los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos, se dimensionaron el tamaño de los componentes del sistema de agua contra incendio tales como la tubería, válvulas, detector de flujo y accesorios.

En el caso de los extintores portátiles, primero se realizó un para determinar el tipo y la cantidad mínima que se necesita para proteger el nuevo Desodorizador. Seguidamente, con esta información se procedió a ubicar en los planos del nuevo Desodorizador. Con el fin de corroborar la cantidad, en algunos casos se tuvo que incrementar la cantidad debido a que el cálculo de extintores no considera interferencias como paredes o cambios de dirección. Ya que esto se basa en un recorrido máximo que puede estar el extintor portátil hasta el conato de fuego.

Las actividades anteriores, fueron la base para elaborar el resto de documentos y planos para completar la ingeniería de detalle, con la suficiente información para la construcción del sistema de protección contra incendios.

Finalmente, todo el sistema de protección contra incendios se plasmó en cantidades y costos, con el fin de estimar el costo de inversión de este sistema. Esta estimación incluyó costos de suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha.

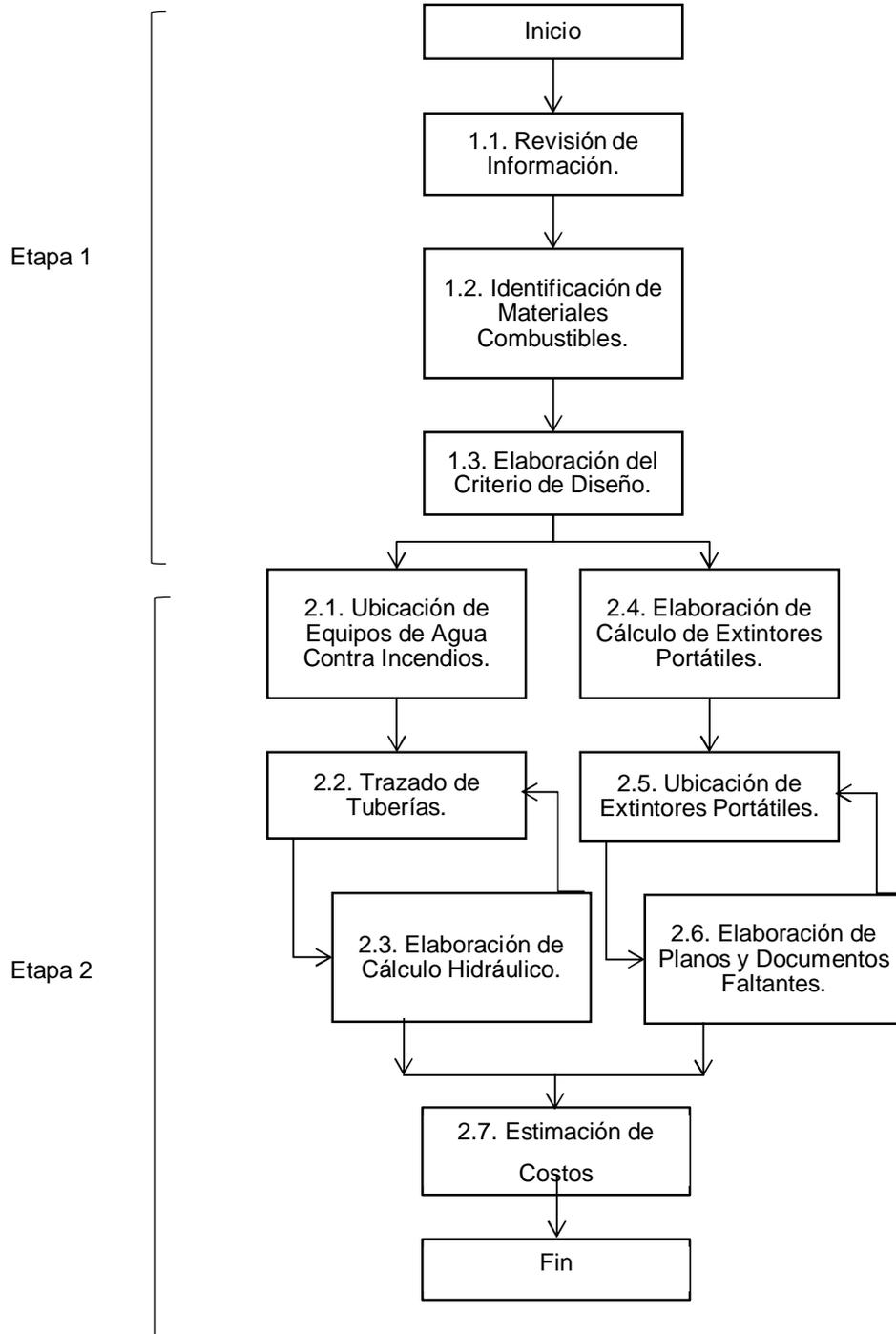
Todas estas actividades fueron llevadas a cabo mediante reuniones de coordinación entre el equipo de trabajo y Alicorp a través de la empresa supervisora Plan It.

2.2.2 Diagrama de flujo

Las actividades del proyecto fueron definidas con una secuencia de manera que permitió un orden lógico (véase Figura 2.13, en la página 44) en el desarrollo de estas. Algunas de las actividades fueron desarrolladas de manera paralela, por lo mismo que el trabajo de estas actividades no dependían entre sí.

Asimismo, algunas de las actividades fueron retomadas nuevamente. Debido a que, por su naturaleza, requirió una verificación y actualización en los resultados. Tal es el caso de las actividades N° 2.2 y 2.5 que son precedentes de las actividades N° 2.3 y 2.6 respectivamente.

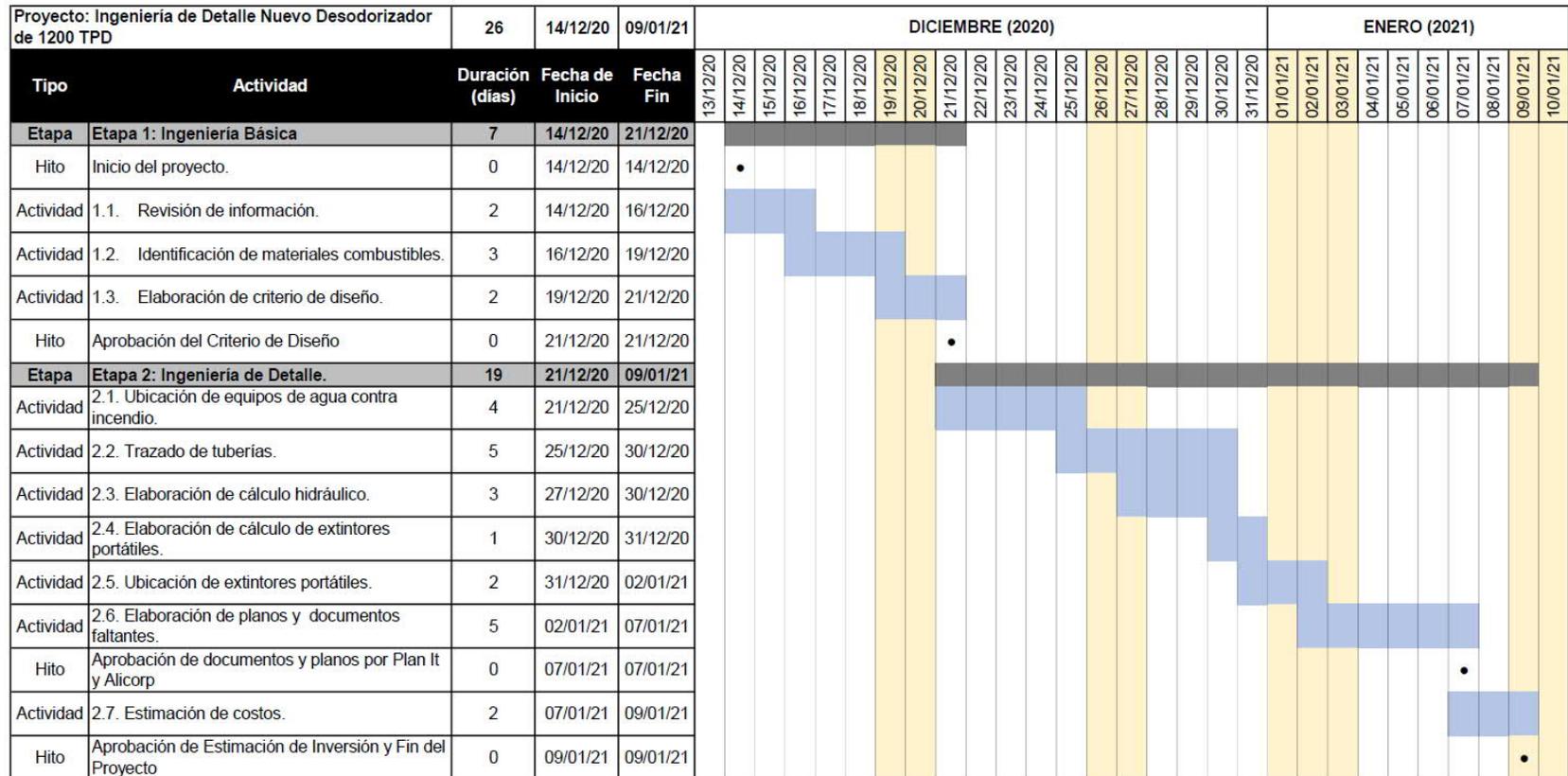
Figura 2.13 Diagrama de flujo del proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3 Cronograma de actividades

Figura 2.14 Cronograma del proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2.10 Responsables de las actividades

N°	Actividad	Responsables
1	Revisión de información	Responsable principal: ingeniero de proyectos. Responsable secundario: proyectista.
2	Identificación de materiales combustibles	Responsable principal: ingeniero de proyectos.
3	Elaboración de criterio de diseño	Responsable principal: ingeniero de proyectos. Responsable secundario: jefe de área.
4	Ubicación de equipos de agua contra incendio	Responsable principal: proyectista. Responsables secundarios: ingeniero de proyectos y jefe de área.
5	Trazado de tuberías	Responsable principal: proyectista. Responsables secundarios: ingeniero de proyectos y jefe de área.
6	Elaboración de cálculo hidráulico	Responsable principal: ingeniero de proyectos. Responsable secundario: jefe de área.
7	Elaboración de cálculo de extintores portátiles	Responsable principal: ingeniero de proyectos. Responsable secundario: jefe de área.
8	Ubicación de extintores portátiles	Responsable principal: proyectista. Responsables secundarios: ingeniero de proyectos y jefe de área.
9	Elaboración de planos y documentos faltantes	Responsable principal: ingeniero de proyectos y proyectista. Responsable secundario: jefe de área.
10	Estimación de costos	Responsable principal: ingeniero de proyectos. Responsable secundario: jefe de área.

Fuente: Elaboración Propia.

III APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, ejecución y control de las etapas

A. Planificación

La planificación preliminar inició en la fase de licitación, puesto que allí se estimó costos, recursos, alcance y tiempos necesarios para abordar el proyecto.

Ya adjudicado el proyecto, se realizaron ajustes a la planificación estimada. De manera que, se definieron las actividades (véase Tabla 2.8, en la página 39) y el equipo de trabajo (véase Tabla 3.3, en la página 51) para cumplir con los objetivos y entregables del proyecto.

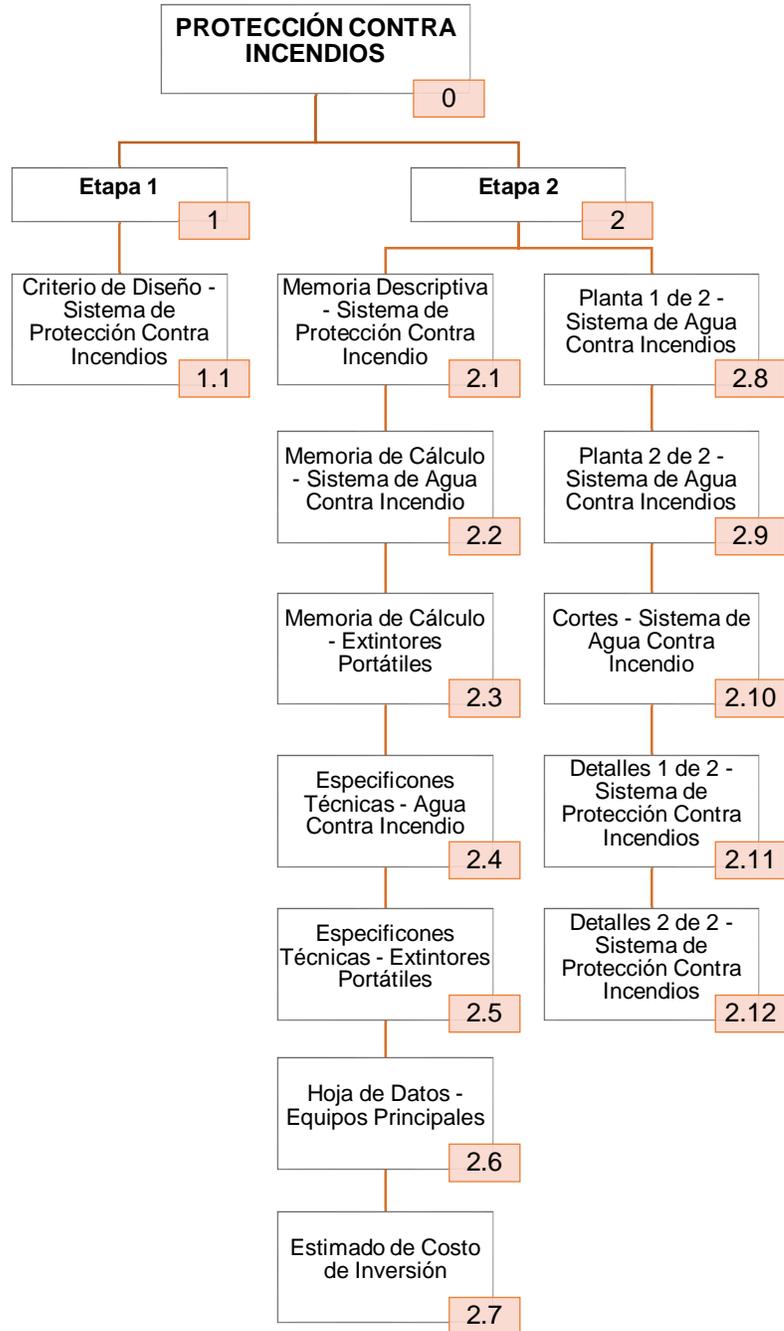
En dicha planificación se estimó y se determinó el alcance, el cronograma del proyecto, costos y los recursos necesarios, los cuales se detalla a continuación.

Alcance del proyecto

Comprendió diseñar un sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador (DEO 5) para la planta Callao de la empresa Alicorp. El diseño solicitado fue a nivel de ingeniería de detalle y de acuerdo con los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.

Como parte del alcance, los entregables fueron documentos y planos como se detallan en la siguiente Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

Figura 3.1 Estructura de desglose de trabajo (EDT)



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.1 Diccionario de entregables

N°	Tipo	Nombre	Contenido
1.1	Documento	Criterio de Diseño – Sistema de Protección Contra Incendios.	Criterios y requerimientos para el diseño del sistema de protección contra incendios basados en las normas nacionales e internacionales.
2.1	Documento	Memoria Descriptiva – Sistema de Protección Contra Incendios.	Descripción del sistema de agua contra incendio.
2.2	Documento	Memoria de Cálculo – Sistema de Agua Contra Incendios.	Cálculos hidráulicos del sistema de agua contra incendios para determinar el dimensionamiento de sus componentes cumpliendo los requerimientos normativos.
2.3	Documento	Memoria de Cálculo – Extintores Portátiles.	Cálculo de la cantidad mínima y tipo de los extintores portátiles para proteger el nuevo Desodorizador cumpliendo los requerimientos normativos.
2.4	Documento	Especificaciones Técnicas – Sistema de Agua Contra Incendios.	Requerimientos mínimos de materiales, dimensiones, acabados y fabricación de los componentes del sistema de agua contra incendios.
2.5	Documento	Especificaciones Técnicas – Extintores Portátiles.	Requerimientos mínimos de materiales, dimensiones, acabados y fabricación de los extintores portátiles.
2.6	Documento	Hojas de Datos – Sistema de Protección Contra Incendios.	Información técnica de los equipos principales del sistema de protección contra incendios para el suministro de estos.
2.7	Documento	Estimado de Costo de Inversión - Sistema de Protección Contra Incendios.	Cantidad y estimación de costos para la implementación del sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador.
2.8	Plano	Planta 1 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios.	Distribución y arreglo de tuberías y equipos del sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador.
2.9	Plano	Planta 2 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios.	Distribución y arreglo de tuberías y equipos del sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador.
2.10	Plano	Cortes - Sistema de Agua Contra Incendios.	Vista de corte del sistema de agua contra incendios de todos los niveles del nuevo Desodorizador.
2.11	Plano	Detalles 1 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios.	Detalles típicos de instalación de gabinetes contra incendios, extintores portátiles, carro de espuma y dispositivos.
2.12	Plano	Detalles 2 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios.	Detalles típicos de instalación de soportes y arrostramiento sísmicos para el sistema de protección contra incendios.

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma del proyecto

Las actividades (véase Tabla 2.8, en la página 39) se secuenciaron y se estimaron duraciones para cada uno de estos tal y como se muestra en el cronograma del proyecto (véase Figura 2.14, en la página 45).

Asimismo, las fechas más importantes del proyecto fueron como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Lista de hitos del proyecto

Hito N°	Nombre	Fecha
1	Inicio del proyecto.	14/12/2020
2	Aprobación del Criterio de Diseño.	21/12/2020
3	Aprobación de documentos y planos por de Plan It y Alicorp	07/01/2021
4	Aprobación de Estimación de Inversión y Fin del proyecto.	09/01/2021

Fuente: Elaboración Propia.

Recursos del proyecto

Para llevar a cabo el trabajo requerido por el proyecto, específicamente para el diseño del sistema de protección contra incendios, se determinó los siguientes recursos propios (véase Tabla 3.3, en la página 51) de WSP.

De acuerdo de Alicorp, los profesionales encargados del proyecto deberán contar con los siguientes requisitos:

- Mínimo cinco años de experiencia en proyectos similares.
- Grado de estudio de los ingenieros de diseño: mínimo bachiller.
- Carreras profesionales: ingeniería civil, ingeniería eléctrica, arquitectos, ingeniería sanitaria e ingeniera electrónica.

Para ello, WSP dispone de profesionales como ingenieros de proyectos, proyectistas, coordinadores y profesionales requeridos como se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 3.3 Lista de recursos del proyecto

Cargo o Puesto de Trabajo	Cantidad
Gerente de Proyecto	1
Coordinador	1
Control Documentario	1
Jefe de Área	1
Ingeniero de Proyecto	1
Proyectista	1

Fuente: Elaboración Propia.

Costos del proyecto

WSP estimó costos que representan las horas de hombre (hh) para completar y realizar las actividades del proyecto. Estas horas también incluyen las horas hombre (hh) de los profesionales que indirectamente intervinieron en el proyecto tales como coordinador, control documentario y gerente del proyecto.

Tabla 3.4 Costos del proyecto

Cargo o Puesto de Trabajo	Función	Horas Hombre (HH)	Costo Estimado por Hora (S/)	Total Parcial (S/)
Gerente de Proyecto	Gestor del proyecto	5	200.00	1 000.00
Coordinador	Comunicación entre los interesados	20	160.00	3 200.00
Control Documentario	Gestionar la documentación	10	100.00	1 000.00
Jefe de Área	Supervisar al área mecánica	20	170.00	3 400.00
Ingeniero de Proyecto	Diseñador	90	110.00	9 900.00
Proyectista	Modelador y dibujante de planos	185	90.00	16 650.00
Subtotal (S/)				35 150.00
Otros Gastos 5% (S/)				1 757.50
Total sin IGV (S/)				36 907.50

Fuente: Elaboración Propia.

B. Ejecución

El proyecto “Ingeniería de Detalle Nuevo Desodorizador de 1200 TPD” se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la planta Callao de la empresa Alicorp tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.2 Ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth (Fecha de Imagen: 27/03/2021).

El proyecto se dividió en dos etapas (véase Tabla 2.9, en la página 41), cada una de estas comprendió actividades para completar el trabajo requerido.

Lo mencionado anteriormente, se logró a través de un equipo de trabajo (véase Tabla 3.3, en la página 51) con experiencia en estos tipos de proyectos, cumplimiento de los requisitos del cliente y los requerimientos de las normas nacionales e internacionales.

A continuación, se detalla el trabajo realizado en cada una de las actividades del proyecto.

Etapa 1: ingeniería básica

Actividad 1.1 – revisión de información

Como primera actividad del proyecto, la revisión de información es uno de las actividades más importantes para los siguientes trabajos.

La información entregada por Alicorp fueron las hojas de seguridad de aceite vegetal, planos conceptuales de la distribución mecánica del nuevo Desodorizador, un plano de la red de tuberías existentes de agua contra incendio y la curva de performance de la bomba contra incendio existente de la planta Callao. A continuación, se detalla la actividad en cada uno de ellas.

Información N°1 – Hoja de seguridad (MSDS) de la materia prima del nuevo Desodorizador (véase Anexo 1). Este documento contiene características físicas y químicas del producto que forma parte de la operación del nuevo Desodorizador (DEO 5). El aceite vegetal es el único producto presente en el proyecto. Esta información fue usada en la Actividad N°1.2.

Figura 3.3 Hojas de seguridad (MSDS) de aceite de soya

Hoja de seguridad 

CARRIER 90 L Versión No. 1/ 25.06.2018

Sección 1. Identificación de la Sustancia/Mezcla y de la Empresa

Peligro para la salud: 1 Peligro de Incendio: 0 Reactividad: 0

Identificación del Producto:
Código Interno del Producto: PRO-034
Familia Química: Aceites Orgánicos.
Nombre Químico o Sintético: Aceite vegetal Emulsionable.
Nombre Comercial: Carrier 90 L

Utilización del Producto: Coadyuvante, Adherente, penetrante y encapsulador de agroquímicos.

Identificación de la Empresa:
Empresa: Químicas Stoller de Centroamérica S.A. Tels: (502)-22041100
Dirección: Avenida Petapa 52-50 zona 12
Teléfonos de Emergencia: Ministerio de Salud Pública, Guatemala C.A.

Sección 2. Composición/ Información sobre Ingredientes

Composición:
Ingrediente Activo % a/p
Aceite de Soya Vegetal 53

Compuesto	No. CAS	No. Índice CE	No. EINECS
Aceite de Soya	8001-22-7	—————	232-274-4

Sección 3. Propiedades Físicas y Químicas

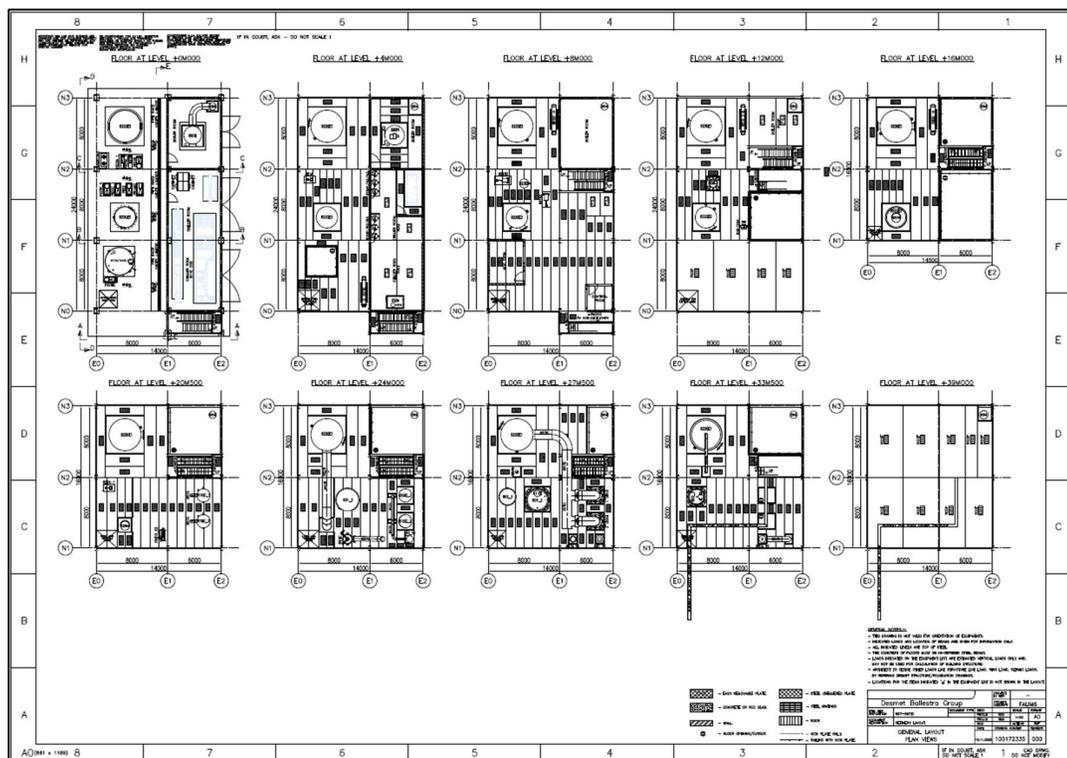
Punto de Ebullición: 205 °C	Presión de Vapor (mmHg): <0.001
Punto de Fusión: N/A	Densidad de Vapor: N/A
Gravedad específica: 0.925	Reactividad con agua: No
Solubilidad en Agua: Inmiscible pero emulsionable	Tasa de Evaporación (etil ether): <1
Olor y apariencia: Olor ligeramente amargo, amarillo ambar.	

Fuente: Alicorp.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 1.

Información N°2 – Planos conceptuales de la distribución mecánica del nuevo Desodorizador (véase Anexo 2). Estos planos contienen la distribución de los equipos mecánicos (a nivel conceptual) en los diferentes ambientes del nuevo Desodorizador (DEO 5). Se verificó la cantidad de niveles, las dimensiones de los ambientes y los tipos de equipos presentes en el Desodorizador. Esta información fue usada en la Actividad N°1.2, 2.1, 2.2 y 2.5.

Figura 3.4 Planos conceptuales del nuevo Desodorizador

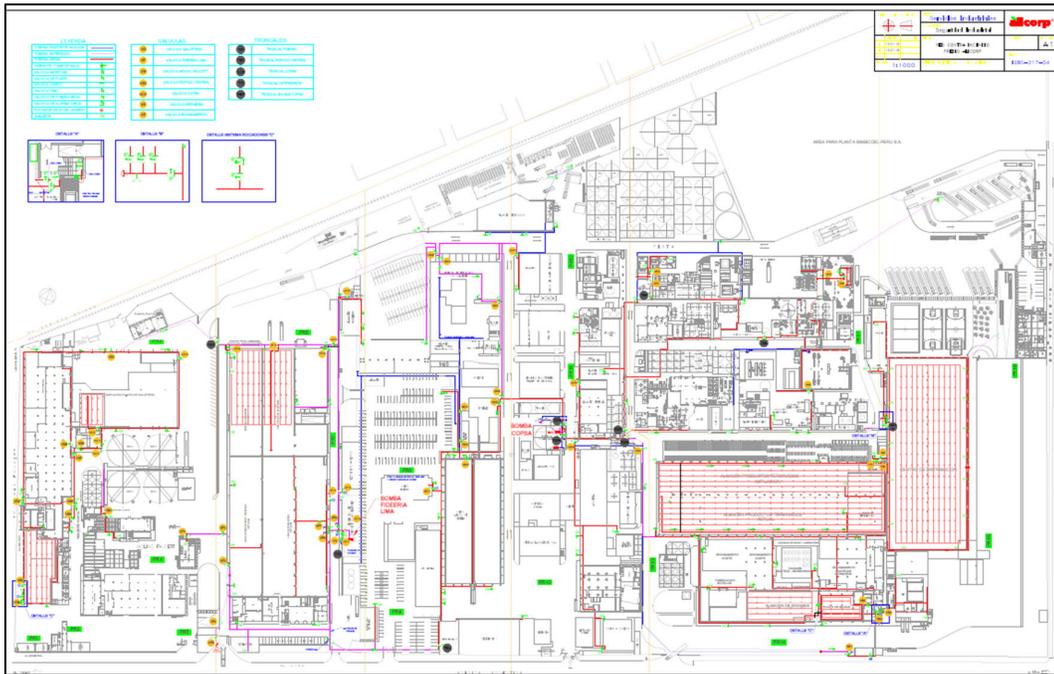


Fuente: Alicorp.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 2.

Información N°3 – Plano de la red de tuberías existentes de agua contra incendios (véase Anexo 3). Este plano contiene el recorrido de toda la red de tuberías existentes de agua contra incendio de la Planta Callao de Alicorp. Estos recorridos de las tuberías fueron importantes para verificar el Tie in que se usó para empalmar el sistema de agua contra incendio proyectado a solicitud de Alicorp. Esta información fue usada en la Actividad N° 2.2.

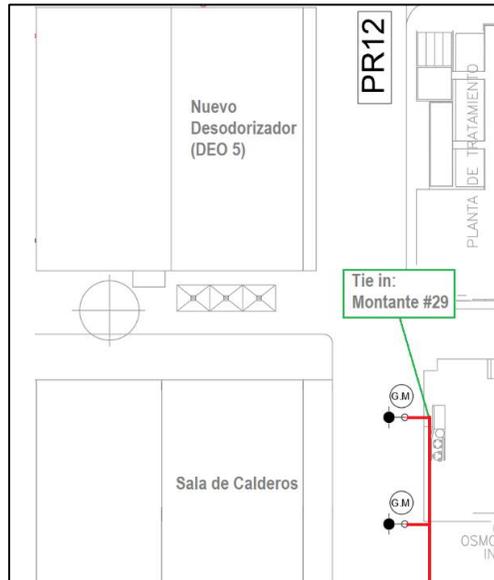
Figura 3.5 Plano de la red existente de agua contra incendio



Fuente: Alicorp.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 3.

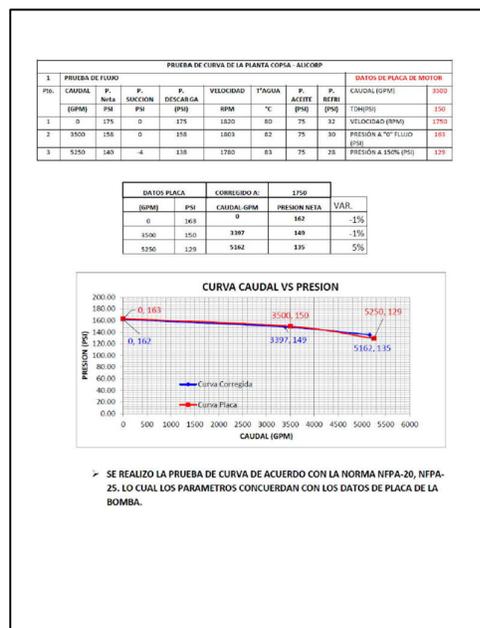
Figura 3.6 Ubicación de tie in para el nuevo sistema de agua contra incendio



Fuente: Alicorp.

Información N°4 – Curva de bomba contra incendio existente de la planta Callao (véase Anexo 4). Esta curva contiene la gráfica de comportamiento (en caudal y presión) de la bomba contra incendio de la Planta Callao de Alicorp. Esta información fue importante para confirmar que la disponibilidad es suficiente como para cubrir la demanda de agua del nuevo sistema de protección contra incendio. Esta información fue usada en la Actividad N° 2.3.

Figura 3.7 Curva de performance de la bomba contra incendio existente



Fuente: Alicorp.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 4.

Actividad 1.2 – identificación de materiales combustibles

De acuerdo a la información revisada en la actividad anterior, los diferentes niveles del nuevo Desodorizador (DEO 5), se identificó y se determinó la clasificación de los diferentes tipos de materiales combustibles y riesgos tal como se detalla a continuación:

Tabla 3.5 Identificación de materiales combustibles

Ocupación	Área (m2)	Material y Líquido Combustible			Tipo de Ocupación	Tipo de Fuego	Comentarios
		Descripción		Cantidad			
Desodorizador Continuo (Nivel +0.0 m)	398	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	Sí	-		Clase C	Extintor independiente
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +4.0 m)	398	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	Sí	-		Clase C	Extintor independiente
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +8.0 m)	398	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	Sí	-		Clase C	Extintor independiente
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +12.0 m)	176	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	Sí	-		Clase C	Extintor independiente
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +16.0 m)	128	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	No	-		-	Ninguno
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno

Ocupación	Área (m2)	Material y Líquido Combustible			Tipo de Ocupación	Tipo de Fuego	Comentarios
		Descripción		Cantidad			
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-			
Desodorizador Continuo (Nivel +20.5 m)	176	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	Sí	-		Clase C	Extintor independiente
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +24.0 m)	176	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	No	-		-	Ninguno
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +27.5 m)	224	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	No	-		-	Ninguno
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno
Desodorizador Continuo (Nivel +33.5 m)	176	¿Madera, tela, papel, caucho y/o plásticos?	Sí	Bajo	Riesgo Ordinario (Moderado)	Clase A	Ninguno
		¿Líquidos combustibles y/o inflamables?	Sí	Entre 1 a 5 galones		Clase B	Ninguno
		¿Equipos eléctricos?	No	-		-	Ninguno
		¿Metales: magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y/o potasio?	No	-		-	Ninguno
		¿Aceites o grasas vegetales o animales?	No	-		-	Ninguno

Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, se identificó las siguientes clases de fuego en el nuevo Desodorizador:

- Fuego clase A: muebles variados en la sala de control (nivel +8.00) y plásticos en los cables y tubos de PVC en una cantidad baja.

- Fuego clase B: materia primaria para la fabricación de aceites de cocina (líquido combustible clase IIIB) y grasas de lubricación de equipos mecánicos como derrames en una cantidad moderada.
- Fuego clase C: equipos eléctricos tales como motores eléctricos, tableros eléctricos y otros dispositivos eléctricos.

Asimismo, el nuevo Desodorizador es considerado como un local industrial de tipo riesgo moderado debido a la cantidad moderada de materiales combustibles que se puede esperar como derrames en el área.

Actividad 1.3 – elaboración del criterio de diseño

Los criterios de diseño para el sistema de protección contra incendios fueron definidos tomando en cuenta los requerimientos normativos y buenas prácticas de ingeniería para este tipo de diseños.

Los requerimientos son dispuestos por las regulaciones nacionales tales como el Reglamento de Seguridad Industrial (Decreto Supremo 42F) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE A.130) para este tipo de industria como la empresa Alicorp. Estos requerimientos fueron complementados con los requerimientos de las normas NFPA aplicables.

De acuerdo al Reglamento de Seguridad Industrial (Decreto Supremo 42F), este tipo de instalaciones deben cumplir con los siguientes requerimientos (15):

- En los centros industriales considerados de "alto riesgo" y "riesgo moderado", la red de agua contra incendios debe tener uno o más montantes para abastecer la red interna con entradas de rosca estándar y tubería de mínima de 3 pulg.
- Todas las conexiones para mangueras, accesorios y tomas de agua interiores de edificio, serán tipo NST de 2 1/2 y 1 ½ pulg.
- En los locales de alto riesgo, las conexiones de mangueras exteriores serán de 2 ½" con mangueras y pitones de tipo chorro y neblina con una descarga mínimo de 140 gpm y un máximo de 250 gpm a 100 psi. En caso de locales de riesgo moderado y bajo riesgo, las conexiones de

mangueras contra incendios exteriores serán de 2 ½ pulg, con manguera para lo que deberán contar con las reducciones necesarias en cada conexión de manguera; y los pitones serán con boquilla de chorro y neblina con una descarga mínima de 50 gpm y un máximo de 125 gpm a 100 psi.

- En interiores se usarán conexiones de mangueras, con mangueras de 1 ½ pulg de diámetro y con pitones tipo chorro y neblina, con una descarga mínima de 50 gpm y un máximo de 95 gpm a 100 psi.
- En locales de industria donde exista la presencia de líquidos inflamables, grasas, pinturas, barnices u otros similares, se usará neblina de agua, espuma química o mecánica y productos químicos secos o gaseosos.
- Todos los establecimientos industriales, incluyendo aquellos que estén provistos de rociadores automáticos, deben estar equipados con extintores portátiles.
- En instalaciones industriales con presencia de líquidos grasos o pinturas inflamables, el extintor portátil deberá ser de tipo espuma, dióxido de carbono, de polvo químico seco u otros sistemas equivalentes.
- En instalaciones industriales con presencia de equipos eléctricos, el extintor portátil deberá de tipo dióxido de carbono, polvo químico seco u otros sistemas equivalentes.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE A.130), los sistemas de protección contra incendios deben cumplir con los siguientes requerimientos (19):

- Las válvulas de sectorización deberán cumplir los requerimientos indicados artículo 109 del RNE A.130.
- Los gabinetes y mangueras contra incendios deberán cumplir los requerimientos indicados artículo 110 al 130 del RNE A.130.
- Las tuberías y accesorios aéreos del sistema de agua contra incendio deberán cumplir alguno de los siguientes estándares de fabricación.

Tabla 3.6 Lista de estándares de fabricación de tuberías aéreas

<i>Materiales y Dimensiones</i>	<i>Estándar</i>
Tubería metálica:	
• Specifications for black and hot-dipped zinc-coated (galvanized) welded and seamless steel pipe for fire protection use	ASTM A 795
• Specification for welded and seamless steel pipe	ANSI/ASTM A 53
• Wrought steel pipe	ANSI/ASME B36.10M
• Specification for electric resistance-welded steel pipe	ASTM A 135
Tuberías de cobre:	
• Specification for seamless copper tube	ASTM B 75
• Specification for seamless copper water tube	ASTM B 88
• Specification for general requirements for wrought seamless copper and copper-alloy tube	ASTM B 251
• Fluxes for soldering applications of copper and copper-alloy tube	ASTM B 813
• Brazing filler metal (classification BCuP-4)	AWS A5.8
• Solder metal , 95-5 (tin-antimony-grade 95TA)	ASTM B 32
• Alloy metals	ASTM B 446
No metalicos	
• Nonmetallic piping specification for special listed chlorinated polyvinyl	ASTM F 442
• Specification for special listed polybutylene (PB) pipe	ASTM D 3309

Fuente: RNE A:130, 2006, Art. 147.

Tabla 3.7 Lista de estándares de fabricación de accesorios aéreas

<i>Materiales y Dimensiones</i>	<i>Estándar</i>
Hierro fundido	
• cast iron Threaded fittings , Class 125 and 250	ASME B16.4
• Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings	ASME B16.1
• Malleable Iron Threaded Fittings Class 150 and 300	ASME B16.3
Hierro ductile	
• Malleable Iron threaded fittings, class 150 and 300 steel	ASME B16.3
• Factory-made wrought steel buttweld fittings	ASME B16.9
• Buttwelding end for pipe, valves, flanges, and fittings	ASME B16.25
• Specification for pipping fittings wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevated temperatures	ASTM A 235
• Steel pipe flanges and flanged fittings	ASME B16.5
• Forged steel fittings, socket welded and threaded copper	ASME B16.11
• Wrought copper and copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.22
• Cast copper alloy solder joint pressure fittings	ASME B16.18
• Chlorinated polivynil chlorid (CPVC) specification for schedule 80 CPVC threaded fittings	ASTM F 437
• Specification for schedule 40 CPVC socket-type fittings	ASTM F 438
• Specification for schedule 80 CPVC socket-type fittings	ASTM F 439

Fuente: RNE A:130, 2006, Art. 148.

- Toda edificación en general, a excepción de viviendas unifamiliares, debe ser protegida con extintores portátiles diseñado y seleccionado de acuerdo con la NTP 350.043-1.
- El diseño del sistema de mangueras contra incendios debe cumplir la norma NFPA 14 y los extintores portátiles deben cumplir la norma NFPA 10.

Como parte de las buenas prácticas de ingeniería, se propone lo siguiente:

- Dos frentes de ataque con mangueras de Ø1 ½”.
- Dos frentes de ataque con mangueras de Ø2 ½”.
- Utilización de un carro espuma para combatir pequeños derrames en el primer nivel del nuevo Desodorizador. Este carro debe ser alimentado desde una conexión de manguera de Ø2 ½”.
- Velocidad máxima del agua en las tuberías: 6 m/s.

Con esta actividad, se logró elaborar y entregar el siguiente documento:

Tabla 3.8 Entregable de la actividad 1.3

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Criterio de Diseño – Sistema de Protección Contra Incendio	1.1

Fuente: Elaboración Propia.

Etapa 2: ingeniería de detalle

Actividad 2.1 – ubicación de equipos de agua contra incendios

Los equipos requeridos el Criterio de Diseño (entregable 1.1) para proteger el Desodorizador, como parte del sistema de agua contra incendios, son:

- Gabinetes con mangueras contra incendios (fijo).
- Carro espuma (portátil).

La ubicación estos equipos tomó en cuenta tres factores, estas son:

- Alcance de recorrido de manguera.

- Fácil acceso y visibilidad.

De acuerdo al artículo 117 del RNE A.130, el recorrido máximo de manguera debe ser 25 m y 7 m de chorro. Tomando en cuenta este requerimiento, se ubicó un gabinete con manguera contra incendio por cada nivel, siendo suficiente para cubrir al 100% del Desodorizador y se ubicó un carro espuma en el primer nivel.

Estas ubicaciones se muestran en las figuras de la Actividad 2.5 (véase Figura 3.19 al Figura 3.27, en las páginas del 90 al 98).

Actividad 2.2 – trazado de tuberías

En esta actividad se proyectó recorrido de tuberías en los diferentes niveles del nuevo Desodorizador (DEO 5). Estas tuberías conectaron equipos ubicados en la actividad anterior y el tie in existente de la red de tuberías de agua contra incendios (véase Figura 3.6, en la página 55).

Las proyecciones de estas tuberías fueron realizadas tomando en cuenta las siguientes practicas:

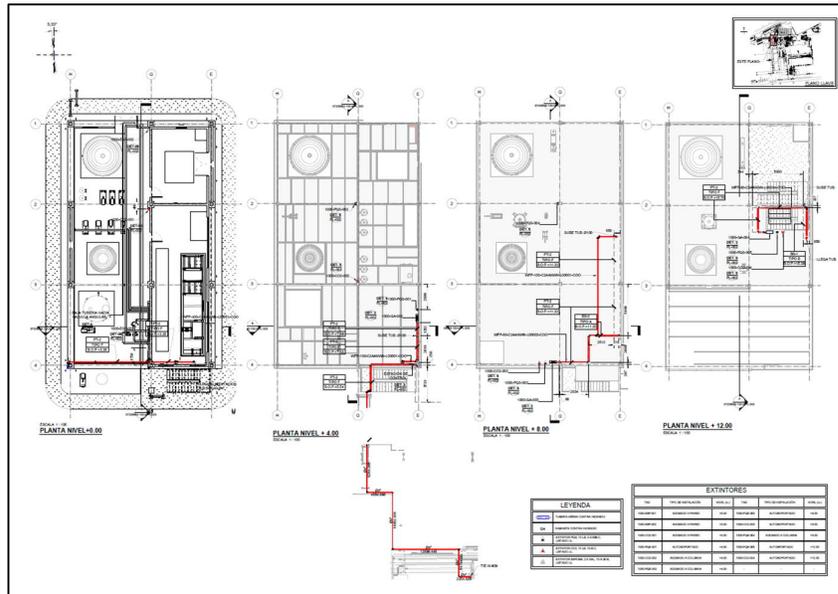
- Las tuberías se proyectaron con una altura mínima de 2.1 m desde el piso hasta la parte más baja de la tubería (BOP).
- Las tuberías se proyectaron debajo de las vigas metálicas estructurales.
- Las tuberías se proyectaron debajo de instalaciones eléctricas como bandejas o tuberías (distancia mínima de separación: 300 mm).
- El recorrido principal se proyectó con trazos rectos en su mayoría, evitando el uso de codos y restricciones al tendido de tuberías.

Preliminarmente, las tuberías se proyectaron con diámetros de Ø6 pulg, Ø4 pulg y Ø3 pulg para efectos de realizar de cálculos iniciales (ver actividad 2.3).

Luego de la optimización de diámetros, estos se mantuvieron y se muestran en la actividad siguiente. Tal y como se muestran en las figuras de la Actividad 2.5 (véase Figura 3.19 al Figura 3.27, en las páginas del 90 al 98). Todos estos trazados de tuberías se realizaron en un software

de modelado (REVIT). En las siguientes figuras se muestra el trazado de las tuberías proyectadas en esta actividad. Los mismos que pueden visualizarse en el Anexo 5.

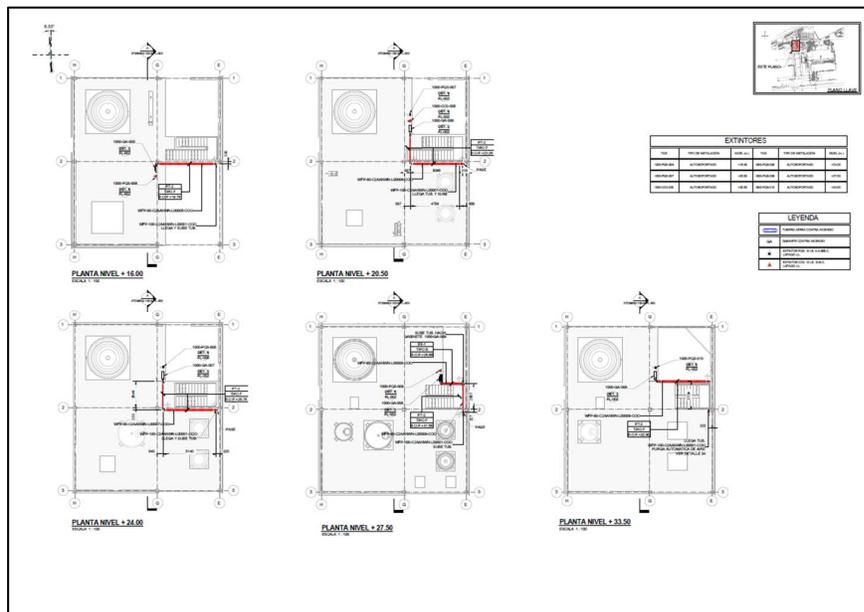
Figura 3.8 Plano de diseño del protección contra incendio (1 de 2)



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 5.

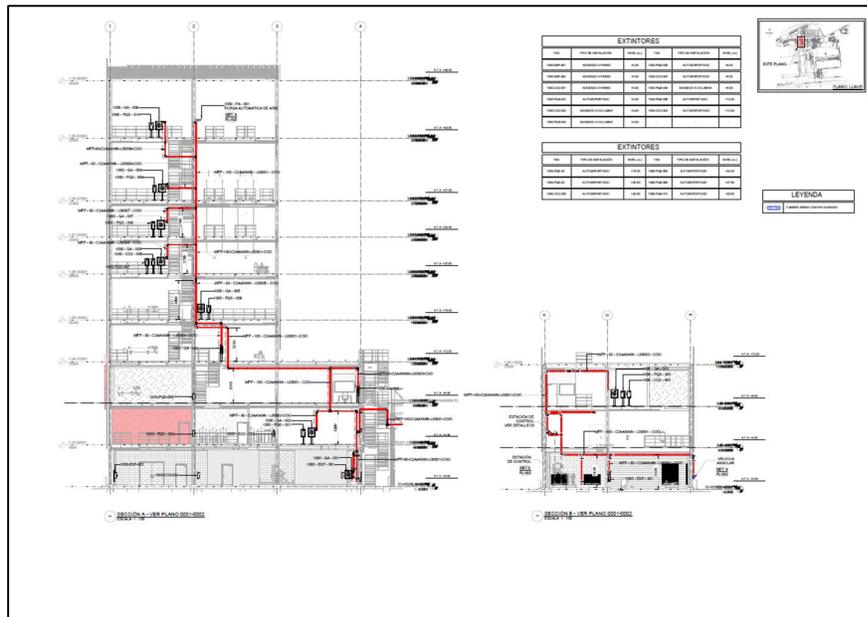
Figura 3.9 Plano de diseño del protección contra incendio (2 de 2)



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 5.

Figura 3.10 Plano de diseño de protección contra incendio - Cortes



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 5.

Actividad 2.3 – elaboración de cálculo hidráulico

Para efectos de comprobación, se realizó un cálculo manual usando una hoja electrónica (Excel) y luego en el software de diseño (AFT Fathom). En ambos casos, se utilizaron los criterios de diseño (elaborado en la Actividad 1.3), el trazado de tuberías (elaborado en la Actividad 2.2) y los siguientes requerimientos para el sistema de agua contra incendios:

- La presión residual mínima para conexión de manguera de Ø1 ½ pulg: 65 psi (5).
- La presión residual máxima para conexión de manguera de Ø1 ½ pulg: 100 psi (5).
- La presión estática máxima para conexión de manguera de Ø1 ½ pulg: 175 psi (5).
- El caudal mínimo para conexión de manguera de Ø1 ½ pulg: 100 gpm (5).

- La presión residual mínima para conexión de manguera de Ø2 ½ pulg: 100 psi (5).
- La presión estática máxima para conexión de manguera de Ø2 ½ pulg: 175 psi (5).
- El caudal mínimo para conexión de manguera de Ø2 ½ pulg: 250 gpm (5).
- Cantidad de chorros de manguera de agua contra incendios de Ø1 1/2" pulg en uso: 02 unidades (buenas prácticas).
- Cantidad de chorros de manguera de agua contra incendios de Ø2 1/2 pulg en uso: 02 unidades (buenas prácticas).
- Dos escenarios a evaluar. El primer escenario comprende la apertura de dos conexiones de mangueras de Ø1 ½ pulg con un caudal mínimo de 200 gpm a 65 psi y el segundo escenario comprende la apertura de dos conexiones de mangueras de Ø2 ½ pulg con un caudal mínimo de 250 gpm a 100 psi.
- La fórmula de Hazen Williams para determinar las pérdidas de presión en tuberías (5).
- Coeficiente de Hazen y Williams (véase Tabla 2.1, en la página 23).
- Longitudes equivalentes de accesorios y válvulas de acuerdo (véase Tabla 2.2, en la página 24).
- Factores de ajustes de acuerdo (véase Tabla 2.3, en la página 24).
- Propiedades del agua: 25 °C y 1000 kg/m³.
- Velocidad máxima del agua en las tuberías: 6 m/s (buenas prácticas).

Cálculo hidráulico

Escenario 1 (Cálculo Manual): apertura de dos conexiones de manguera de Ø1 ½ pulg.

Este escenario comprende la simulación de dos conexiones (abiertas) de mangueras. Para efectos de determinar la presión y el caudal mínimo del sistema en el Tie in #29, se seleccionaron las dos últimas conexiones de mangueras del sistema, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

La siguiente tabla fue elaborada en una hoja electrónica (Excel) programa con las ecuaciones 2.2, 2.3 y 2.4 y los valores de las Tabla 2.1, Tabla 2.2 y Tabla 2.3.

Tabla 3.9 Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 1

Paso N°	Tramo (Nodo - Nodo)	θ (pulg)	Material	Caudal (gpm)	D _i (pulg)	Accesorios, Válvulas y Otros			Longitud de tubería	Nivel (m)	Pérdida por Fricción (psi/pies)	Resumen de Presiones (psi)	Presión Normal (psi)	Otros	Velocidad (m/s)	Paso de Referencia	
						#	Tipo	L Equiv. (pies)									
1	J56 - J55	1 1/2	Acero al Carbono	q	100.0	1.61	1	V. Angular	20.0	m	Pies	0.317	P ₁ = 65.0 P ₂ = 0.0 P ₃ = 6.4 P ₄ = 71.4	P ₁ = 65.0 P ₂ = 1.67 P ₃ = 63.3	C = 120 K= 12.4 SCH 40	4.80	Parámetros de Diseño
				Q	100.0		Longitud total	20.3 pies	J56 : 35.0	J55 : 35.0							
2	J55 - J54	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	0.014	P ₁ = 71.4 P ₂ = -5.0 P ₃ = 0.1 P ₄ = 66.6	P ₁ = 71.4 P ₂ = 0.13 P ₃ = 71.3	C = 120 SCH 40	1.32	1
				Q	100.0		Longitud total	7.7 pies	J55 : 35.0	J54 : 38.5							
3	J54 - J53	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	4	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.014	P ₁ = 66.6 P ₂ = 0.0 P ₃ = 0.8 P ₄ = 67.4	P ₁ = 66.6 P ₂ = 0.13	C = 120 SCH 40	1.32	2
				Q	100.0		Longitud total	61.1 pies	J54 : 38.5	J53 : 38.5							
4	J53 - J47	4	Acero al Carbono	q	0.0	4.03				m	Pies	0.004	P ₁ = 67.4 P ₂ = 7.8 P ₃ = 0.0 P ₄ = 75.3	P ₁ = 67.4 P ₂ = 0.04	C = 120 SCH 40	0.77	3
				Q	100.0		Longitud total	2.7	8.9	J53 : 38.5	J47 : 33.0						
5	J50 - J49	1 1/2	Acero al Carbono	q	100.0	1.61	1	V. Angular	20.0	m	Pies	0.317	P ₁ = 65.0 P ₂ = 0.0 P ₃ = 6.4 P ₄ = 71.4	P ₁ = 65.0 P ₂ = 1.67 P ₃ = 63.3	C = 120 K= 12.4 SCH 40	4.80	Parámetros de Diseño
				Q	100.0		Longitud total	20.3 pies	J50 : 29.0	J49 : 29.0							
6	J49 - J48	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	0.014	P ₁ = 71.4 P ₂ = -5.7 P ₃ = 0.1 P ₄ = 65.9	P ₁ = 71.4 P ₂ = 0.13 P ₃ = 71.3	C = 120 SCH 40	1.32	5
				Q	100.0		Longitud total	7.7 pies	J49 : 29.0	J48 : 33.0							
7	J48 - J47	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	2	Codo de 90° RC	14.0	m	Pies	0.014	P ₁ = 65.9 P ₂ = 0.0 P ₃ = 0.4 P ₄ = 66.3	P ₁ = 65.9 P ₂ = 0.13	C = 120 SCH 40	1.32	6
				Q	100.0		Longitud total	4.3	14.1	J48 : 33.0	J47 : 33.0						
8	J47 - J59	4	Acero al Carbono	q	106.6	4.03	3	Codo de 90° RC	30.0	m	Pies	0.014	P ₁ = 75.3 P ₂ = 30.6 P ₃ = 1.7 P ₄ = 107.6	P ₁ = 75.3 P ₂ = 0.18 P ₃ = 75.1	C = 120 K= 12.3 SCH 40	1.59	4 Y 7
				Q	206.6		Longitud total	22.6	74.1	J47 : 33.0	J59 : 11.5						
9	J59 - J4	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.002	P ₁ = 107.6 P ₂ = 9.0 P ₃ = 0.2 P ₄ = 116.7	P ₁ = 107.6 P ₂ = 0.04	C = 120 SCH 40	0.70	8
				Q	206.6		Longitud total	8.3	27.2	J59 : 11.5	J4 : 5.2						
10	J4 - J3	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	1	V. Manposa	10.0	m	Pies	0.002	P ₁ = 116.7 P ₂ = 0.6 P ₃ = 0.6 P ₄ = 117.9	P ₁ = 116.7 P ₂ = 0.04	C = 120 SCH 40	0.70	9
				Q	206.6		Longitud total	16.0	111.2 pies	J4 : 5.2	J3 : 4.8						
11	J3 - J2	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.002	P ₁ = 117.9 P ₂ = -3.7 P ₃ = 0.1 P ₄ = 114.3	P ₁ = 117.9 P ₂ = 0.04	C = 120 SCH 40	0.70	10
				Q	206.6		Longitud total	14.8	48.6	J3 : 4.8	J2 : 7.4						
12	J2 - J1	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.002	P ₁ = 114.3 P ₂ = 2.8 P ₃ = 0.1 P ₄ = 117.3	P ₁ = 114.3 P ₂ = 0.04	C = 120 SCH 40	0.70	11
				Q	206.6		Longitud total	8.7	28.5	J2 : 7.4	J1 : 5.4						

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 5.

Tabla 3.10 Resultados del cálculo en Excel del escenario 1

Código de Escenario	Nodo	Parámetro	Valor
ESC-1	J56	Presión residual mínima (psi)	65
		Caudal mínimo (gpm)	100
	J50	Presión residual mínima (psi)	65
		Caudal mínimo (gpm)	100
	J1 (Tie in #29)	Presión residual mínima (psi)	117.28

Código de Escenario	Nodo	Parámetro	Valor
		Caudal mínimo (gpm)	206.6

Fuente: Elaboración Propia.

Escenario 2 (Cálculo Manual): Apertura de dos conexiones de manguera de Ø2 ½ pulg.

Este escenario comprende la simulación de dos conexiones (abiertas) de mangueras. Para efectos de determinar la presión y el caudal mínimo del sistema en el Tie in #29, se seleccionó las dos únicas conexiones de manguera, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

De igual manera, la siguiente tabla fue elaborada en una hoja electrónica (Excel) programa con las ecuaciones 2.2, 2.3 y 2.4 y los valores de las Tabla 2.1, Tabla 2.2 y Tabla 2.3.

Tabla 3.11 Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 2

Paso Nº	Tramo (Nodo - Nodo)	Ø (pulg)	Material	Caudal (gpm)	D _i (pulg)	Accesorios, Válvulas y Otros			Longitud de tubería	Nivel (m)	Pérdida por Fricción (psi/pies)	Resumen de Presiones (psi)	Presión Normal (psi)	Otros	Velocidad (m/s)	Paso de Referencia
						#	Tipo	L. Equiv. (pies)								
1	J61 - J64	2 1/2	Acero al Carbono	Q 250.0	2.47	1	Codo de 90° RC	6.0	m	Pies	0.216	P ₁ = 100.0 P ₂ = 100.0 C = 120	SCH 40	5.11	Parámetros de Diseño	
				Q 250.0		1	V. Angular	31.0	0.05	0.2						J61 : 1.0
									37.2 pies	J64 : 1.0						
									Longitud total							
2	J64 - J62	3	Acero al Carbono	Q 0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	0.075	P ₁ = 108.0 P ₂ = 108.0 C = 120	SCH 40	3.31	1	
				Q 250.0						J64 : 1.0						
									2.7	J62 : 3.5						
									8.9							
									Longitud total							
									15.9 pies							
3	J62 - J5	3	Acero al Carbono	Q 0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	0.075	P ₁ = 105.6 P ₂ = 105.6 C = 120	SCH 40	3.31	2	
				Q 250.0						J62 : 3.5						
									15.7	J5 : 3.5						
									51.5							
									Longitud total							
									58.5 pies							
4	J10 - J9	2 1/2	Acero al Carbono	Q 250.0	2.47	1	Codo de 90° RC	6.0	m	Pies	0.216	P ₁ = 100.0 P ₂ = 100.0 C = 120	SCH 40	5.11	Parámetros de Diseño	
				Q 250.0		1	V. Angular	31.0	0.05	0.2						J10 : 1.0
									37.2 pies	J9 : 1.0						
									Longitud total							
									8.9							
5	J9 - J6	3	Acero al Carbono	Q 0.0	3.07				m	Pies	0.075	P ₁ = 108.0 P ₂ = 108.0 C = 120	SCH 40	3.31	4	
				Q 250.0						J9 : 1.0						
									2.7	J6 : 3.5						
									8.9							
									Longitud total							
									8.9							
6	J6 - J5	3	Acero al Carbono	Q 0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	0.075	P ₁ = 105.1 P ₂ = 105.1 C = 120	SCH 40	3.31	5	
				Q 250.0						J6 : 3.5						
									8.0	J5 : 3.5						
									26.2							
									Longitud total							
									33.2 pies							
7	J5 - J59	4	Acero al Carbono	Q 252.8	4.03	2	Codo de 90° RC	20.0	m	Pies	0.073	P ₁ = 110.0 P ₂ = 110.0 C = 120	SCH 40	3.86	3 Y 6	
				Q 502.8		1	Tee o cruz	20.0	19.2	63.0						J5 : 3.5
									103.0 pies	J59 : 11.5						
									Longitud total							
									133.0 pies							
8	J59 - J4	6	Acero al Carbono	Q 0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.010	P ₁ = 106.1 P ₂ = 106.1 C = 120	SCH 40	1.70	7	
				Q 502.8		1	Tee o cruz	30.0	8.3	27.2						J59 : 11.5
									10.0	J4 : 5.2						
									111.2 pies							
9	J4 - J3	6	Acero al Carbono	Q 0.0	6.07	10	Codo de 90° RC	140.0	m	Pies	0.010	P ₁ = 116.2 P ₂ = 116.2 C = 120	SCH 40	1.70	8	
				Q 502.8						J4 : 5.2						
									50.6	J3 : 4.8						
									166.0							
									Longitud total							
									306.0 pies							
10	J3 - J2	6	Acero al Carbono	Q 0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.010	P ₁ = 119.8 P ₂ = 119.8 C = 120	SCH 40	1.70	9	
				Q 502.8						J3 : 4.8						
									14.8	J2 : 7.4						
									48.6							
									Longitud total							
									76.6 pies							
11	J2 - J1	6	Acero al Carbono	Q 0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	0.010	P ₁ = 116.8 P ₂ = 116.8 C = 120	SCH 40	1.70	10	
				Q 502.8						J2 : 7.4						
									8.7	J1 : 5.4						
									28.5							
									Longitud total							
									66.5 pies							
									Longitud total							
									120.2							

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Para mayor visualización, ver Anexo 6.

Tabla 3.12 Resultados del cálculo en Excel del escenario 2

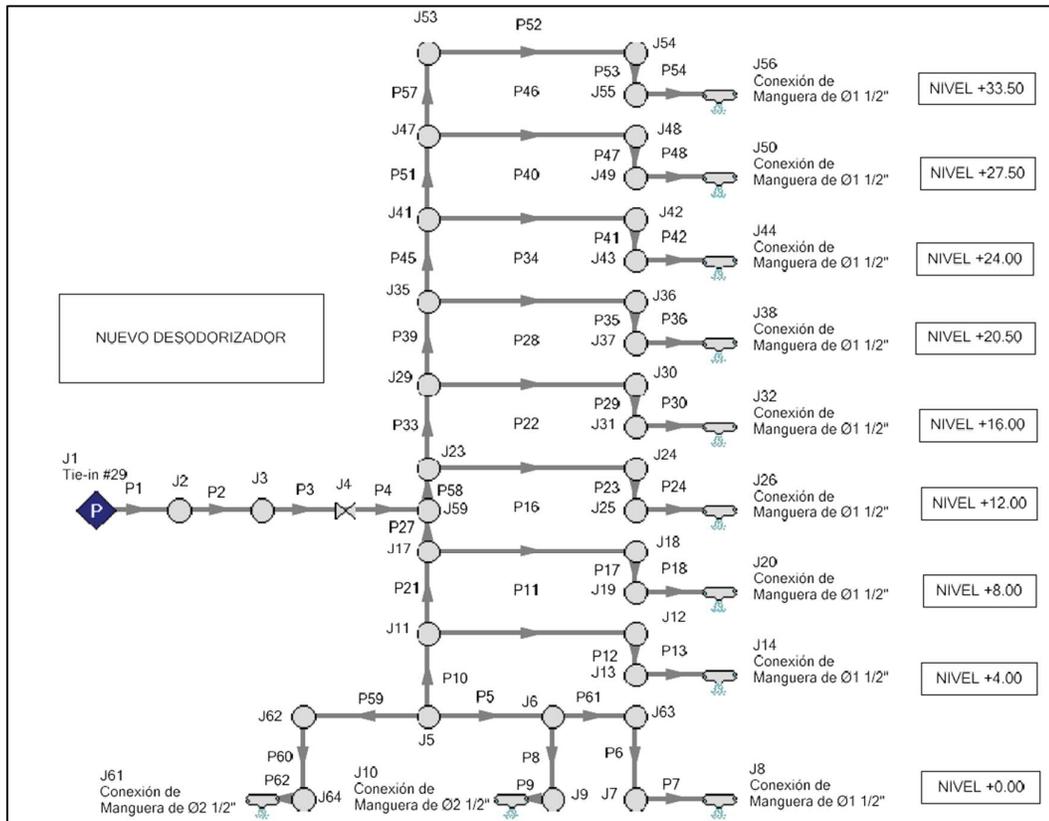
Código de Escenario	Nodo	Parámetro	Valor
ESC-2	J61	Presión residual mínima (psi)	100
		Caudal mínimo (gpm)	250
	J10	Presión residual mínima (psi)	100
		Caudal mínimo (gpm)	250
	J1 (Tie in #29)	Presión residual mínima (psi)	120.22
		Caudal mínimo (gpm)	502.80

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo hidráulico usando software especializado AFT Fathom

Antes de simular los escenarios, se dibujó un esquema (véase Figura 3.11) en el AFT Fathom como representación del sistema de agua contra incendios.

Figura 3.11 Esquema del sistema de agua contra incendios en AFT Fathom

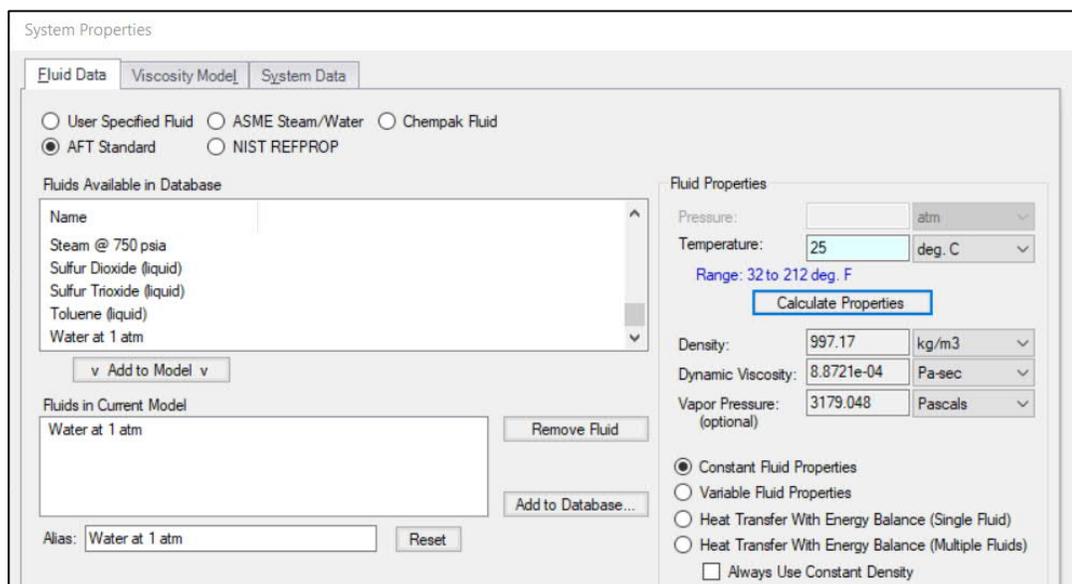


Fuente: Elaboración Propia.

Al esquema anterior, se le ingresó los siguientes parámetros:

- Tipo de flujo a simular: agua a 25 °C y a 1 atmósfera (véase Figura 3.12).
- Características de las tuberías: diámetros, longitud, coeficiente Hazen-Williams, material y espesor (véase Figura 3.13, en la página 71).
- Tipo y cantidad de accesorios (véase Figura 3.14, en la página 71).
- Tipo y cantidad válvulas (véase Figura 3.15, en la página 72).
- Factor K boquilla de las conexiones de manguera (véase Figura 3.16, en la página 72).

Figura 3.12 Ingreso de parámetros del fluido en AFT Fathom



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.13 Ingreso de parámetros de las tuberías en AFT Fathom

Pipe Properties

Number: Upstream Junction:
 Name: Downstream Junction:
 Copy Data From Pipe... Copy Previous...

OK Cancel Jump... Help

Pipe Model | **Fittings & Losses** | Insulation | Design Alerts | Optional | Notes | Status

Size

Pipe Material:
 Pipe Geometry:
 Size:
 Type:
 Inner Diameter: inches
 Outer Pipe ID: inches
 Inner Pipe OD: inches
 ID Reduction (Scaling): % (optional)

Length: meters

Friction Model

Data Set: User Specified
 Hazen-Williams Factor: Load Default

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.14 Ingreso de parámetros de los accesorios en AFT Fathom

Pipe Properties

Number: Upstream Junction:
 Name: Downstream Junction:
 Copy Data From Pipe... Copy Previous...

OK Cancel Jump... Help

Pipe Model | **Fittings & Losses** | Insulation | Design Alerts | Optional | Notes | Status

Fitting Equivalent Lengths:

Fitting Type	Quantity	Equivalent Length (Table)	Equivalent Length (Adjusted)	Equivalent Length (Adjusted, Total)
Elbow, 45 deg.				
Elbow, 90 deg. standard	7	10.00	10.00	70.00
Elbow, 90 deg. long-turn				
Tee or Cross, (flow turned 90 deg.)				
Valve, Butterfly				
Valve, Gate				
Valve, Swing Check				

Clear All Data

Total Fitting Equivalent Length: feet
 Additional Equivalent Length: feet
 Total Added Equivalent Length: feet

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.15 Ingreso de parámetros de las válvulas en AFT Fathom

Valve Properties

Number: 4
Name: Valve
Database List:
Copy Data From Jct...
Upstream Pipe: 3
Downstream Pipe: 4
Elevation: 5.2 meters
Outlet: Same as Inlet

OK
Cancel
Jump...
Help

Loss Model Optional Design Alerts Notes Status

Valve Data Source
 Handbook Data (K Factor)
 Equivalent Length (English) ?
 User Specified
Valve, Butterfly

Loss Model
 Equivalent Length
Equivalent Length (Table): 12 feet
Equivalent Length: 12 feet

Basis Area for Loss Model
Upstream Pipe

Table Equivalent Length values are based on Schedule 40 Steel pipe diameters, and a Hazen-Williams factor of C=120. The values are adjusted for actual upstream pipe diameter and Hazen-Williams factor. If Hazen-Williams factors are not used, C=120 will be assumed.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.16 Ingreso de parámetros de las boquillas en AFT Fathom

Spray Discharge Properties

Number: 50
Name: Conexión de Manguera de Ø1 1/2"
Database List:
Copy Data From Jct...
Elevation: 29 meters

OK
Cancel
Jump...
Help

Loss Model Pipe Losses Optional Design Alerts Notes Status

Loss Model
 Cd Spray (Discharge Coefficient)
 K (Fire Sprinkler)
 Resistance Curve

Exit Properties
 Head (HGL) Pressure
Exit Pressure: 0 psig
Exit Temperature: deg. F

K (Fire Sprinkler): 12.4 gal/min per square root of psid

Number of Sprinklers: 1

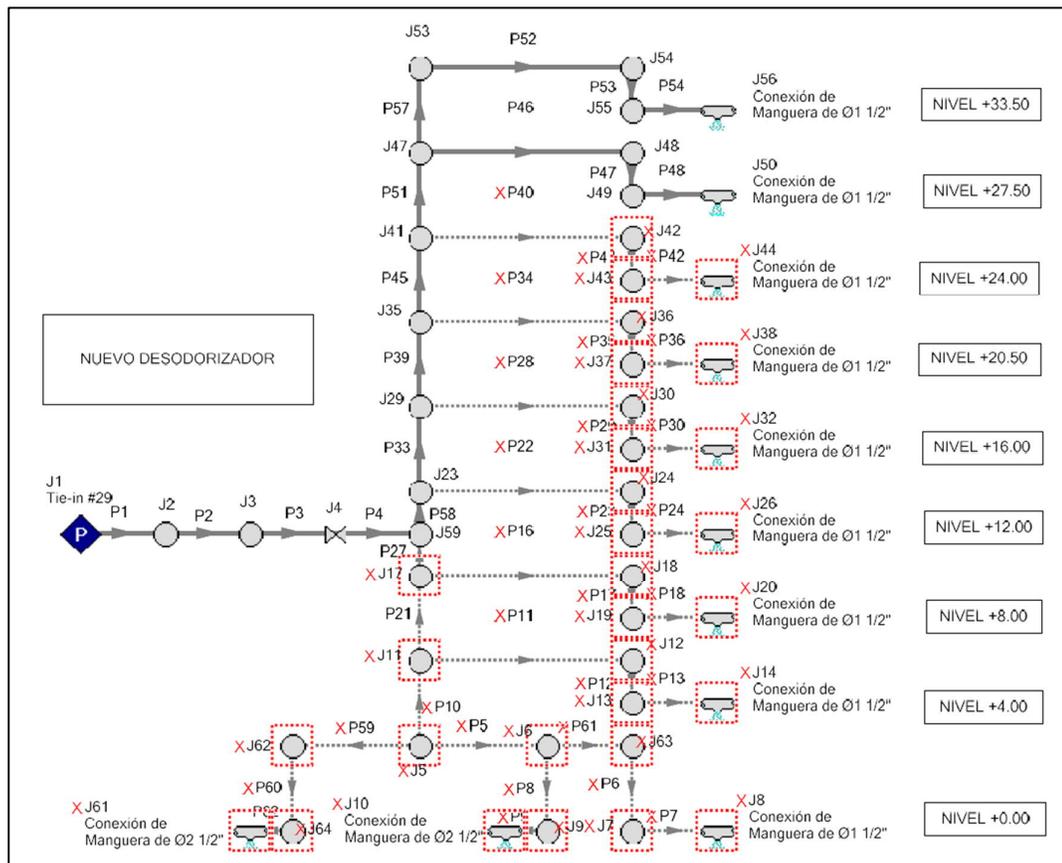
Fuente: Elaboración Propia.

Luego de haber ingresado todos los datos en el software AFT Fathom, se procedió a simular el Escenario 1 y 2.

Escenario 1 (AFT Fathom): apertura de dos conexiones de manguera de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ pulg.

Al igual que el cálculo realizado de forma manual, este escenario comprende la simulación de dos conexiones (abiertas) de mangueras. Para efectos de determinar la presión y el caudal mínimo del sistema en el Tie in #29, se seleccionaron las dos últimas conexiones de mangueras del sistema, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

Figura 3.17 Esquema del escenario 1 en AFT Fathom



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra los resultados de esta simulación, obtenidas del AFT Fathom.

Tabla 3.13 Hoja de cálculo de tuberías del escenario 1 en AFT Fathom

Pipe	Name	Length (meters)	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Pipe Schedule/ Type	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Roughness	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
1	Pipe	8.70000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	0.6984	CHW= 120	117.25	114.73
2	Pipe	14.80000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	0.6984	CHW= 120	114.73	117.85
3	Pipe	50.60000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	0.6984	CHW= 120	117.85	111.31
4	Pipe	8.30000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	0.6984	CHW= 120	111.29	107.53
X5	Pipe	8.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X6	Pipe	2.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X7	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X8	Pipe	2.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X9	Pipe	0.05000	2-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X10	Pipe	3.80000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X11	Pipe	7.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X12	Pipe	1.80000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X13	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X16	Pipe	3.60000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X17	Pipe	1.60000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X18	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
21	Pipe	9.90000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X22	Pipe	7.10000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	100.94	No Solution
X23	Pipe	2.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X24	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
27	Pipe	5.50000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	107.53	107.53
X28	Pipe	5.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	94.38	No Solution
X29	Pipe	2.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X30	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
33	Pipe	3.90000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	1.5850	CHW= 120	100.94	94.38
X34	Pipe	7.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	89.27	No Solution
X35	Pipe	0.90000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X36	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
39	Pipe	3.10000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	1.5850	CHW= 120	94.38	89.27
X40	Pipe	7.40000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	84.16	No Solution
X41	Pipe	1.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X42	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
45	Pipe	3.20000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	1.5850	CHW= 120	89.27	84.16
46	Pipe	4.30000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	106.2	1.4051	CHW= 120	75.30	74.86
47	Pipe	0.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	106.2	1.4051	CHW= 120	74.86	80.42
48	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	106.2	5.1024	CHW= 120	80.42	73.20
51	Pipe	1.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	1.5850	CHW= 120	84.16	75.30
52	Pipe	10.10000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	100.1	1.3242	CHW= 120	67.46	66.62
53	Pipe	0.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	100.1	1.3242	CHW= 120	66.62	71.48
54	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	100.1	4.8086	CHW= 120	71.48	65.01
57	Pipe	2.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	100.1	0.7690	CHW= 120	75.30	67.46
58	Pipe	10.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	206.3	1.5850	CHW= 120	107.53	100.94
X59	Pipe	15.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X60	Pipe	2.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X61	Pipe	5.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution
62	Pipe	0.05000	2-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.0000	CHW= 120	No Solution	No Solution

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.14 Hoja de cálculo de nodos del escenario 1 en AFT Fathom

Jct	Name	P Static In (psig)	P Stag. In (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)
1	Tie-in #29	117.21	117.25	206.3
2	Branch	114.70	114.73	206.3
3	Branch	117.81	117.85	206.3
4	Valve	111.27	111.31	206.3
X5	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X6	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X7	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X8	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X9	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X10	Conexión de Manguera de Ø2 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X11	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X12	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X13	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X14	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X17	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X18	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X19	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X20	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
23	Branch	100.86	100.94	N/A
X24	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X25	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X26	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
29	Branch	94.30	94.38	N/A
X30	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X31	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X32	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
35	Branch	89.19	89.27	N/A
X36	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X37	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X38	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
41	Branch	84.08	84.16	N/A
X42	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X43	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X44	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
47	Branch	75.18	75.30	N/A
48	Branch	74.72	74.86	106.2
49	Branch	80.28	80.42	106.2
50	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	71.32	73.20	106.2
53	Branch	67.42	67.46	100.1
54	Branch	66.50	66.62	100.1
55	Branch	71.35	71.48	100.1
56	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	63.34	65.01	100.1
59	Branch	107.48	107.53	N/A
X61	Conexión de Manguera de Ø2 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X62	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X63	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X64	Branch	No Solution	No Solution	0.0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.15 Resultados del cálculo escenario 1 usando el AFT Fathom

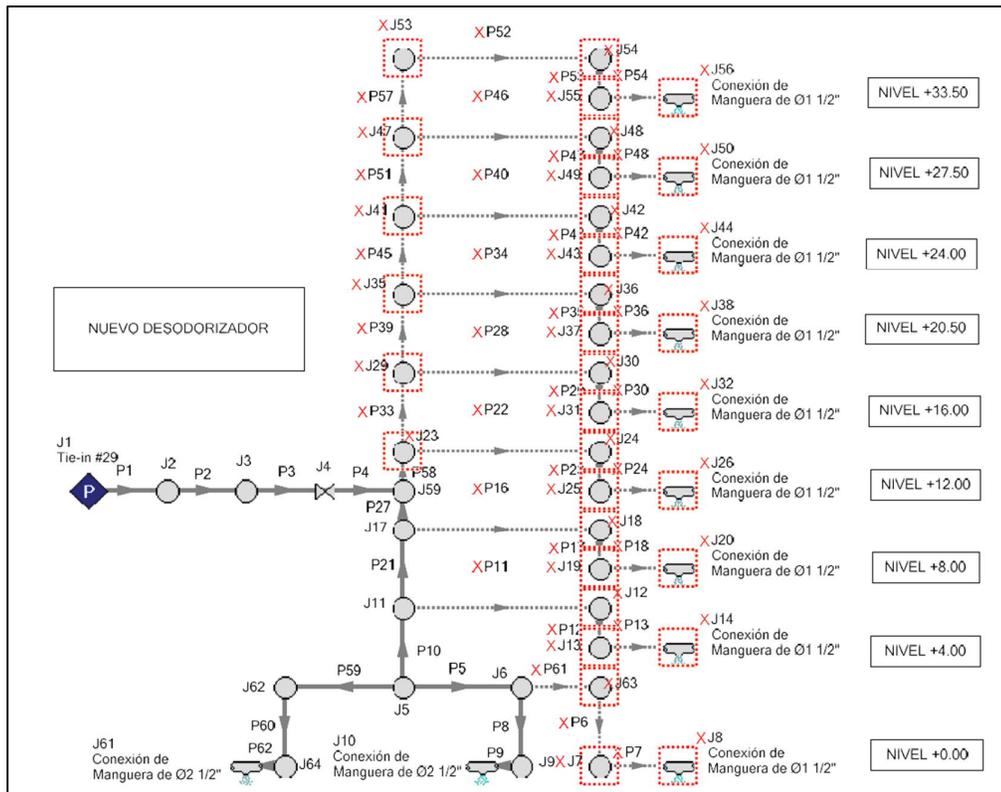
Código de Escenario	Nodo	Parámetro	Valor
ESC-1	J56	Presión residual mínima (psi)	65.0
		Caudal mínimo (gpm)	100.1
	J50	Presión residual mínima (psi)	73.2
		Caudal mínimo (gpm)	106.2
	J1 (Tie in #29)	Presión residual mínima (psi)	117.28
		Caudal mínimo (gpm)	260.60

Fuente: Elaboración Propia.

Escenario 2 (AFT Fathom): apertura de dos conexiones de manguera de Ø2 ½ pulg.

Al igual que el cálculo realizado de forma manual, se seleccionó las dos públicas conexiones de manguera (véase Figura 3.18).

Figura 3.18 Esquema del escenario 2 en AFT Fathom



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra los resultados de esta simulación, obtenidas del AFT Fathom.

Tabla 3.16 Hoja de cálculo de tuberías del escenario 2 en AFT Fathom

Pipe	Name	Length (meters)	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Pipe Schedule/ Type	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Roughness	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
1	Pipe	8.70000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	503.2	1.703	CHW= 120	120.5	117.5
2	Pipe	14.80000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	503.2	1.703	CHW= 120	117.5	120.0
3	Pipe	50.60000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	503.2	1.703	CHW= 120	120.0	111.0
4	Pipe	8.30000	6 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	503.2	1.703	CHW= 120	110.9	106.2
5	Pipe	8.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	253.0	3.346	CHW= 120	110.1	107.5
X6	Pipe	2.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X7	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
8	Pipe	2.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	253.0	3.346	CHW= 120	107.5	110.4
9	Pipe	0.05000	2-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	253.0	5.167	CHW= 120	110.4	102.2
10	Pipe	3.80000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	-503.2	-3.866	CHW= 120	110.1	106.8
X11	Pipe	7.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	106.8	No Solution
X12	Pipe	1.80000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X13	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X16	Pipe	3.60000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	104.2	No Solution
X17	Pipe	1.60000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X18	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
21	Pipe	9.90000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	-503.2	-3.866	CHW= 120	106.8	104.2
X22	Pipe	7.10000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X23	Pipe	2.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X24	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
27	Pipe	5.50000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	-503.2	-3.866	CHW= 120	104.2	106.2
X28	Pipe	5.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X29	Pipe	2.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X30	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X33	Pipe	3.90000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X34	Pipe	7.50000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X35	Pipe	0.90000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X36	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X39	Pipe	3.10000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X40	Pipe	7.40000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X41	Pipe	1.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X42	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X45	Pipe	3.20000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X46	Pipe	4.30000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X47	Pipe	0.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X48	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X51	Pipe	1.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X52	Pipe	10.10000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X53	Pipe	0.20000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X54	Pipe	0.10000	1-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
X57	Pipe	2.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	No Solution	No Solution
58	Pipe	10.70000	4 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	106.2	100.6
59	Pipe	15.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	250.3	3.310	CHW= 120	110.1	105.7
60	Pipe	2.70000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	250.3	3.310	CHW= 120	105.7	108.0
X61	Pipe	5.00000	3 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	0.0	0.000	CHW= 120	107.5	No Solution
62	Pipe	0.05000	2-1/2 inch	Steel - ANSI	STD (schedule 40)	250.3	5.111	CHW= 120	108.0	100.0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.17 Hoja de cálculo de nodos del escenario 2 en AFT Fathom

Jct	Name	P Static In (psig)	P Stag. In (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)
1	Tie-in #29	120.27	120.5	503.2
2	Branch	117.30	117.5	503.2
3	Branch	119.80	120.0	503.2
4	Valve	110.81	111.0	503.2
5	Branch	109.19	110.1	N/A
6	Branch	107.17	107.5	N/A
X7	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X8	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
9	Branch	109.59	110.4	253.0
10	Conexión de Manguera de Ø2 1/2"	100.27	102.2	253.0
11	Branch	106.29	106.8	N/A
X12	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X13	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X14	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
17	Branch	103.71	104.2	N/A
X18	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X19	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X20	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X23	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X24	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X25	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X26	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X29	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X30	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X31	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X32	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X35	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X36	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X37	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X38	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X41	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X42	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X43	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X44	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X47	Branch	No Solution	No Solution	N/A
X48	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X49	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X50	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
X53	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X54	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X55	Branch	No Solution	No Solution	0.0
X56	Conexión de Manguera de Ø1 1/2"	No Solution	No Solution	0.0
59	Branch	105.99	106.2	N/A
61	Conexión de Manguera de Ø2 1/2"	98.11	100.0	250.3
62	Branch	104.89	105.7	250.3
X63	Branch	No Solution	No Solution	0.0
64	Branch	107.25	108.0	250.3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.18 Resultados del cálculo hidráulico escenario 2 en AFT Fathom

Código de Escenario	Nodo	Parámetro	Valor
ESC-2	J61	Presión residual mínima (psi)	100
		Caudal mínimo (gpm)	250.3
	J10	Presión residual mínima (psi)	102.2
		Caudal mínimo (gpm)	253.0
	J1 (Tie in #29)	Presión residual mínima (psi)	120.50
		Caudal mínimo (gpm)	503.20

Fuente: Elaboración Propia.

Del cálculo realizado en una hoja electrónica (Excel) y en un software de diseño (AFT Fathom), a continuación, se muestra un cuadro comparativo de los resultados obtenidos:

Tabla 3.19 Comparación de resultados de ambos métodos de cálculo

Código de Escenario	Descripción	Manual (Excel)	Software (AFT Fathom)	Margen de Error	¿Aceptable?
ESC-1 (Nodo J1)	Presión residual mínima (psi)	117.28	117.30	-0.02%	Sí
	Caudal mínimo (gpm)	206.60	206.30	+0.15%	Sí
ESC-2 (Nodo J1)	Presión residual mínima (psi)	120.22	120.50	-0.24%	Sí
	Caudal mínimo (gpm)	502.80	503.20	-0.08%	Sí

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla anterior, los resultados de los escenarios (ESC-1 y ESC-2) obtenidos del software AFT Fathom, son aproximadamente iguales a los resultados de los cálculos realizados en Excel con un margen mínimo de error (menor a 1% en todos los casos, de acuerdo a las buenas prácticas). Por lo cual, los cálculos hidráulicos de los Escenarios 1 y 2 realizados en el software de diseño (AFT Fathom) son válidos y aceptables para estos diseños.

La capacidad nominal de la bomba contra incendio existente es de 3500 gpm a 150 psi, lo suficiente como para cubrir la demanda requerida del nuevo sistema de protección contra incendio del nuevo Desodorizador (véase, Tabla 3.19 en la página 79) en tie in (nodo J1).

Con esta actividad, se logró elaborar y entregar el siguiente documento:

Tabla 3.20 Entregable de la actividad 2.3

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Memoria de Cálculo – Sistema de Agua Contra Incendio	2.2

Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 2.4 – elaboración de cálculo de extintores portátiles

Los ambientes del nuevo Desodorizador (DEO 5) presenta diferentes tipos de clases de fuego (véase Tabla 3.5, en la página 57). Así también, el primer nivel del nuevo Desodorizador (DEO 5) cuenta con la mayor cantidad de equipos de procesos como se aprecia en los planos conceptuales del nuevo Desodorizador (véase Anexo 2). Además, tomando en cuenta que desde el nivel +4.00 hasta el último nivel los piso son de grating (rejilla metálica), por lo que es un factor a tomar en cuenta en la selección del agente extintor en casos de fuegos clase B en esos niveles. Debido a que, el agente extintor de tipo espuma solo es efectivo en charcos de líquidos combustibles o inflamables y no en pisos con aberturas (piso con grating).

En tal sentido, en las siguientes tablas se realizó el cálculo de los extintores mínimos para proteger cada ambiente. Cada una de estas tablas fueron elaboradas con base al tipo de fuego, tipo de riesgo y área a proteger. Así como, la capacidad de extinción y recorridos máximos para fuegos clase A (véase Tabla 2.4, en la página 25) y la capacidad de extinción y recorridos máximos para fuegos clase B (véase Tabla 2.5, en la página 26).

Tabla 3.21 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +0.0 m

TIPO 1				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +0.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	2	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				2
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 1				3-A:20-B
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 1				2
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 1		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 1		Espuma		
Consideración Especial para TIPO 1		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.22 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +0.0 m

TIPO 2				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +0.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase B	10-B	-	1	9.14
Clase C	C	-	1	Ver nota b
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				10-B:C
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 2				10-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 2				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 2		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 2		Dióxido de Carbono		
Consideración Especial para TIPO 2		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.23 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +4.0 m

TIPO 3				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +4.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	2	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				2
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 3				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 3				2
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 3		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 3		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 3		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.24 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +4.0 m

TIPO 4				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +4.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase B	10-B	-	1	9.14
Clase C	C	-	1	Ver nota b
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				10-B:C
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 4				10-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 4				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 4		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 4		Dióxido de Carbono		
Consideración Especial para TIPO 4		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.25 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +8.0 M

TIPO 5				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +8.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	2	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				2
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 5				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 5				2
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 5		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 5		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 5		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.26 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +8.0 m

TIPO 6				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +8.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		398.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase B	10-B	-	1	9.14
Clase C	C	-	1	Ver nota b
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				10-B:C
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 6				10-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 6				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 6		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 6		Dióxido de Carbono		
Consideración Especial para TIPO 6		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.27 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +12.0 m

TIPO 7				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +12.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 7				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 7				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 7		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 7		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 7		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.28 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +12.0 m

TIPO 8				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +12.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase B	10-B	-	1	9.14
Clase C	C	-	1	Ver nota b
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				10-B:C
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 8				10-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 8				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 8		Planta 1 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 8		Dióxido de Carbono		
Consideración Especial para TIPO 8		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.29 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +16.0 m

TIPO 9				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +16.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		128.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 9				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 9				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 9		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 9		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 9		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.30 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +20.5 m

TIPO 10				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +20.5 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 10				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 10				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 10		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 10		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 10		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.31 Cálculo de extintores para fuegos clase B y C – nivel +20.5 m

TIPO 11				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +20.5 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase B	10-B	-	1	9.14
Clase C	C	-	1	Ver nota b
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				10-B:C
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 11				10-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 11				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 11		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 11		Dióxido de Carbono		
Consideración Especial para TIPO 11		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.32 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +24.0 m

TIPO 12				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +24.0 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 12				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 12				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 12		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 12		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 12		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.33 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +7.5 m

TIPO 13				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +27.5 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		224.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 13				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 13				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 13		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 13		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 13		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.34 Cálculo de extintores para fuegos clase A y B – nivel +33.5 m

TIPO 14				
Ocupación		Desodorizador Continuo (Nivel +33.5 m)		
Clase de Ocupación		Riesgo Ordinario (Moderado)		
Área de la Ocupación		176.0	m2	
Tipo de Fuego	Clasificación Mínima	Área máxima de piso por unidad de A, (m2)	Número Mínimo de Extintores	Distancia máxima de recorrido hasta el extintor, (m)
Clase A	2-A	139.4	1	22.86
Clase B	20-B	-	1	15.24
		-	-	-
Rating Mínimo del Extintor Requerido				2-A:20-B
Número Mínimo Total de Extintores Requeridos				1
Rating Comercial del Extintor Seleccionado TIPO 14				4-A:80-B:C
Número Real Total de Extintores Ubicados TIPO 14				1
Plano de Ubicación de Extintores TIPO 14		Planta 2 de 2 - Sistema de Protección Contra Incendios		
Agente Extintor Considerado para Extintor TIPO 14		Polvo Químico Seco Multiuso		
Consideración Especial para TIPO 14		Ninguna		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.35 Resumen de extintores requeridos

Ocupación	Rating Mínimo	Rating Seleccionado	Cantidad Requerida	Agente Extintor
Desodorizador (Nivel +0.0 m)	2-A:20-B	3-A:20-B	2	Espuma
Desodorizador (Nivel +0.0 m)	10-B:C	10-B:C	1	Dióxido de Carbono
Desodorizador (Nivel +4.0 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	2	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +4.0 m)	10-B:C	10-B:C	1	Dióxido de Carbono
Desodorizador (Nivel +8.0 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	2	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +8.0 m)	10-B:C	10-B:C	1	Dióxido de Carbono
Desodorizador (Nivel +12.0 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +12.0 m)	10-B:C	10-B:C	1	Dióxido de Carbono
Desodorizador (Nivel +16.0 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +20.5 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +20.5 m)	10-B:C	10-B:C	1	Dióxido de Carbono
Desodorizador (Nivel +24.0 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +27.5 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso
Desodorizador (Nivel +33.5 m)	2-A:20-B	4-A:80-B:C	1	Polvo Químico Seco Multiuso

Fuente: Elaboración Propia.

Con esta actividad, se logró elaborar y entregar el siguiente documento:

Tabla 3.36 Entregable de la actividad 2.4

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Memoria de Cálculo – Extintores Portátiles	2.3

Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 2.5 – ubicación de extintores portátiles

En esta actividad, se ubicaron los extintores requeridos por la tabla anterior. Estas ubicaciones se adicionaron a los planos elaborados en la Actividad 2.2. A su vez, se tomaron en cuenta las recomendaciones del

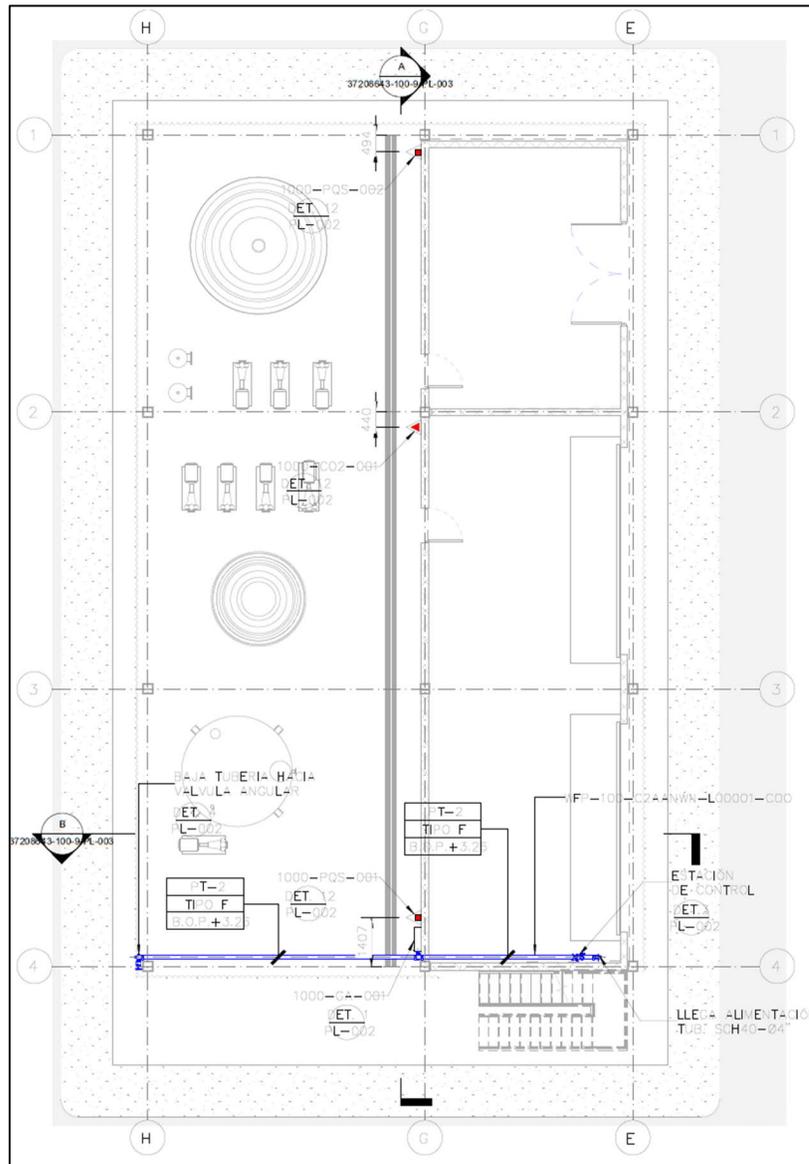
Anexo G de la NTP 350.043-1 para ubicar adecuadamente los extintores sobre el ambiente a proteger, estas son:

- Los extintores se ubicaron uniformemente dentro el área a proteger.
- Los extintores se ubicaron en lugares de fácil acceso.
- Los extintores se ubicaron en lugares sin obstrucciones.
- Los extintores se ubicaron en lugares como pasillos o acceso.
- Los extintores se ubicaron en lugares fuera del alcance de daños físicos.
- Los extintores se ubicaron en lugares de fácil visibilidad.
- Los extintores se ubicaron en cada nivel.

En algunos, al ubicar los extintores en el área a proteger puede necesitarse incrementar uno o dos extintores adicionales. Debido a que el recorrido máximo del extintor puede ser insuficiente para cubrir el 100 % del área. Sin embargo, en el proceso de ubicación de los extintores no hubo la necesidad de incrementar las cantidades, ya que se logró cubrir al 100 % (véase Anexo 7) del nuevo Desodorizador (DEO 5), por lo que se mantuvo la cantidad requerida en la tabla anterior.

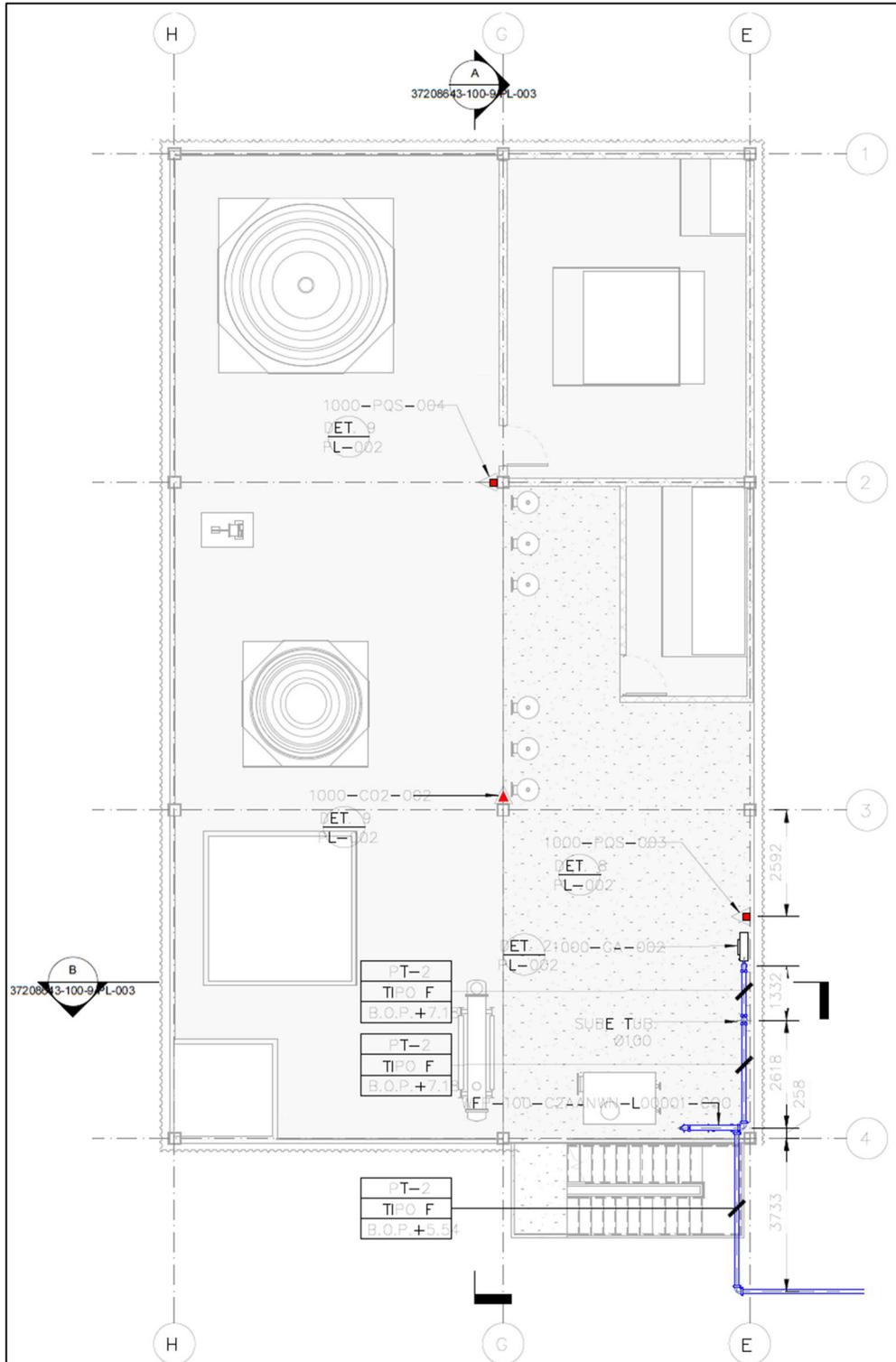
Las ubicaciones de los extintores, representados por los símbolos (véase Tabla 2.6, en la página 38), se muestran en las siguientes figuras.

Figura 3.19 Vista de planta nivel 0.0 m – protección contra incendios



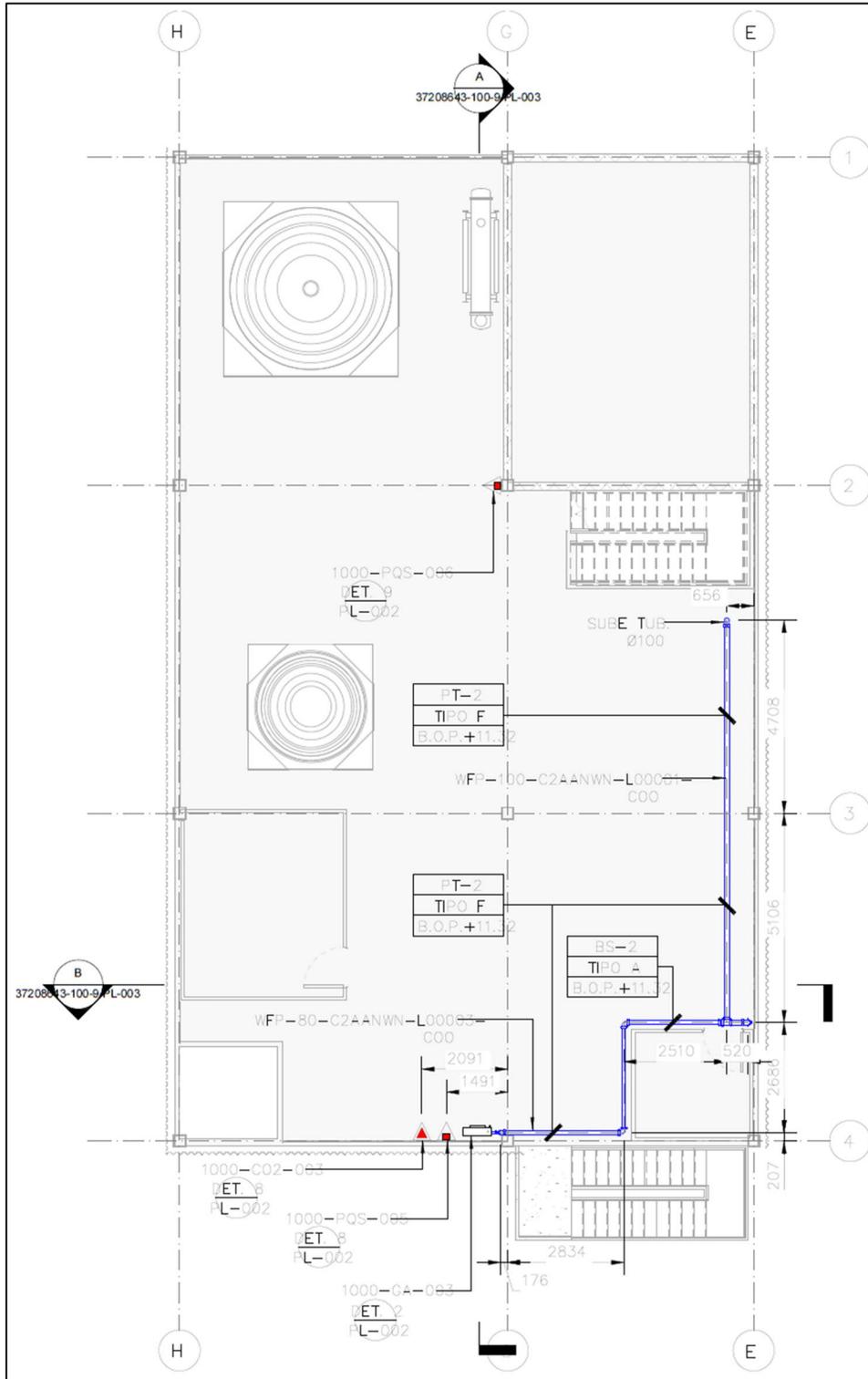
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.20 Vista de planta nivel 4.0 m – protección contra incendios



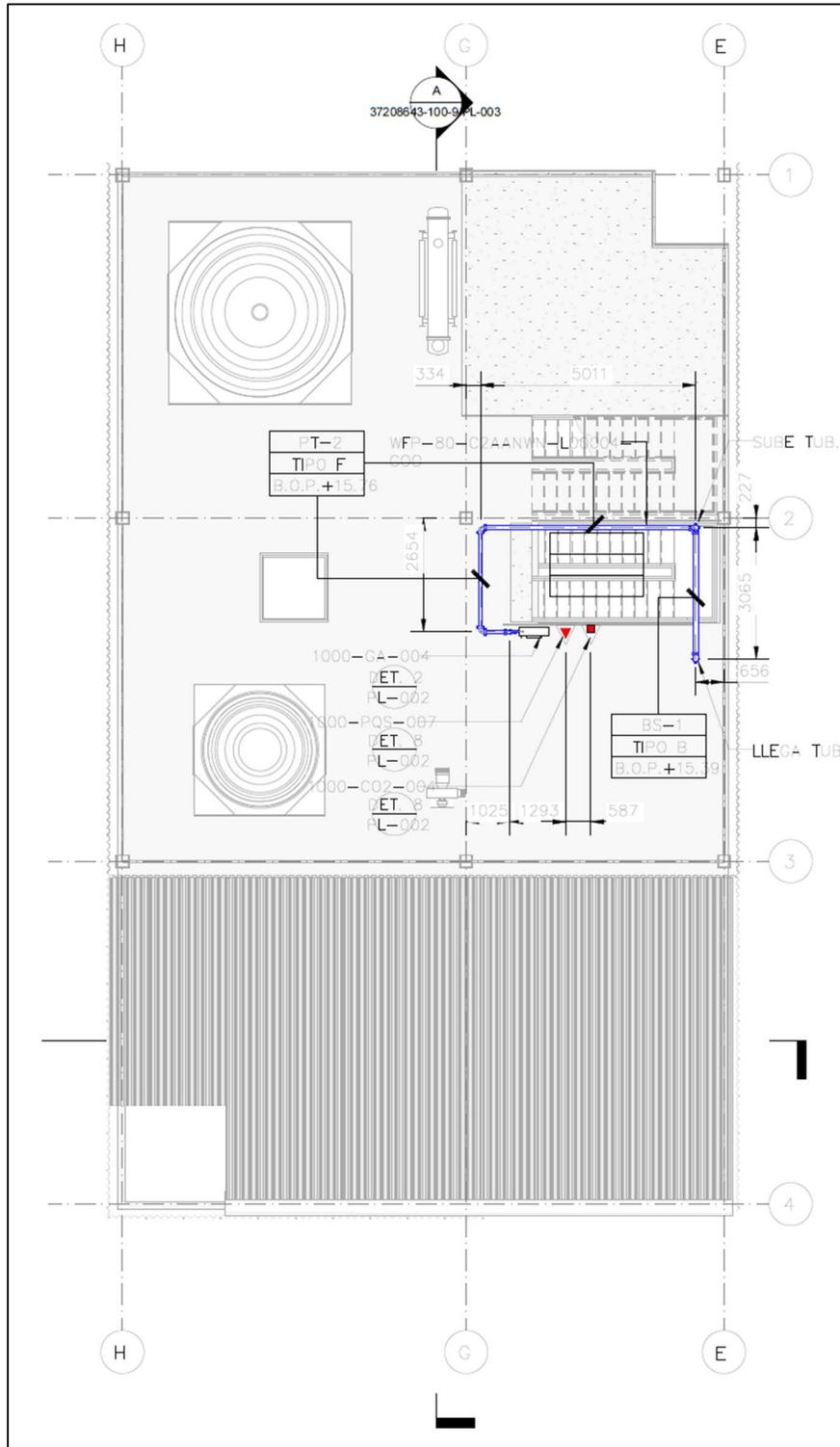
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.21 Vista de planta nivel 8.0 m – protección contra incendios



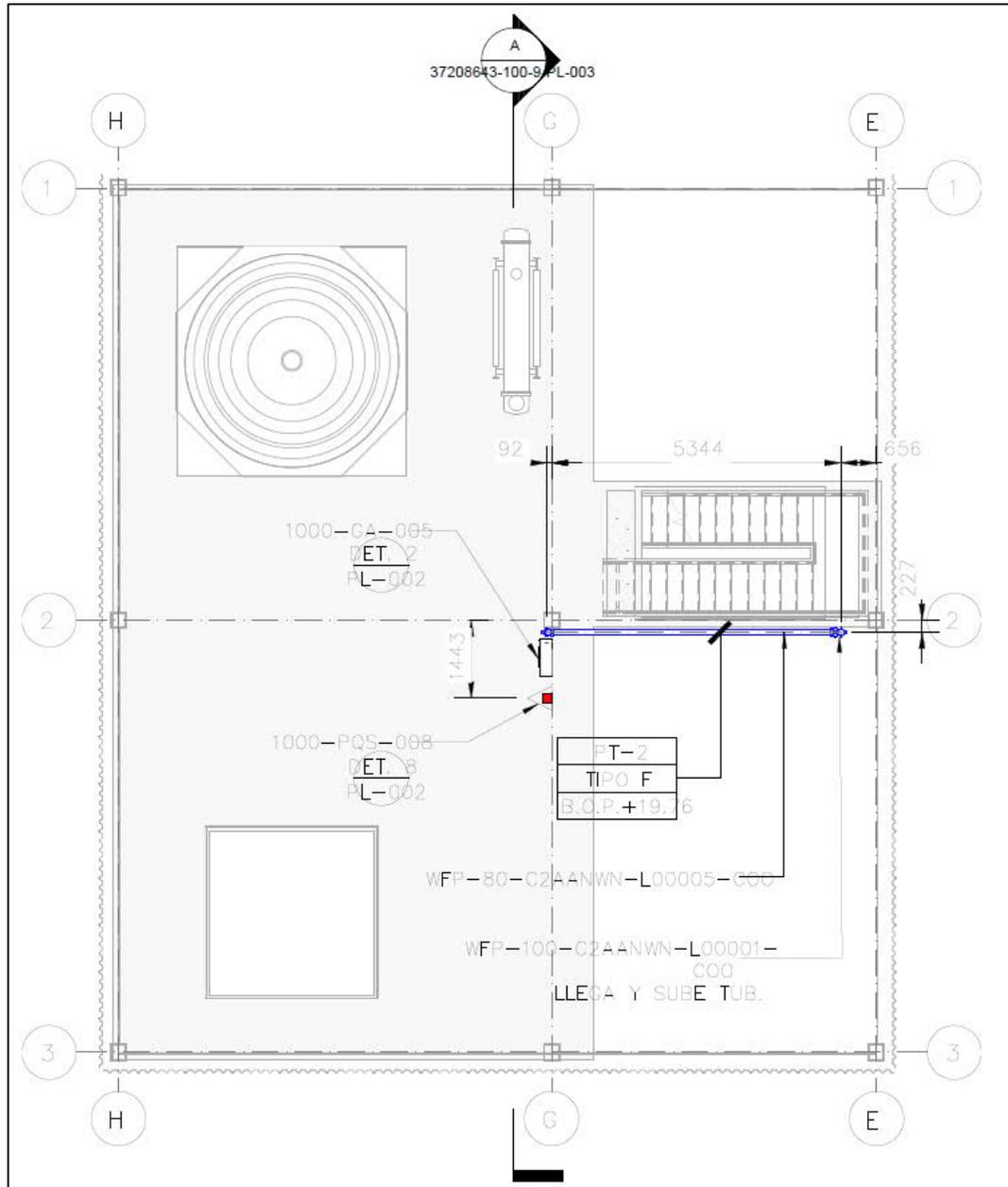
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.22 Vista de planta nivel 12.0 m – protección contra incendios



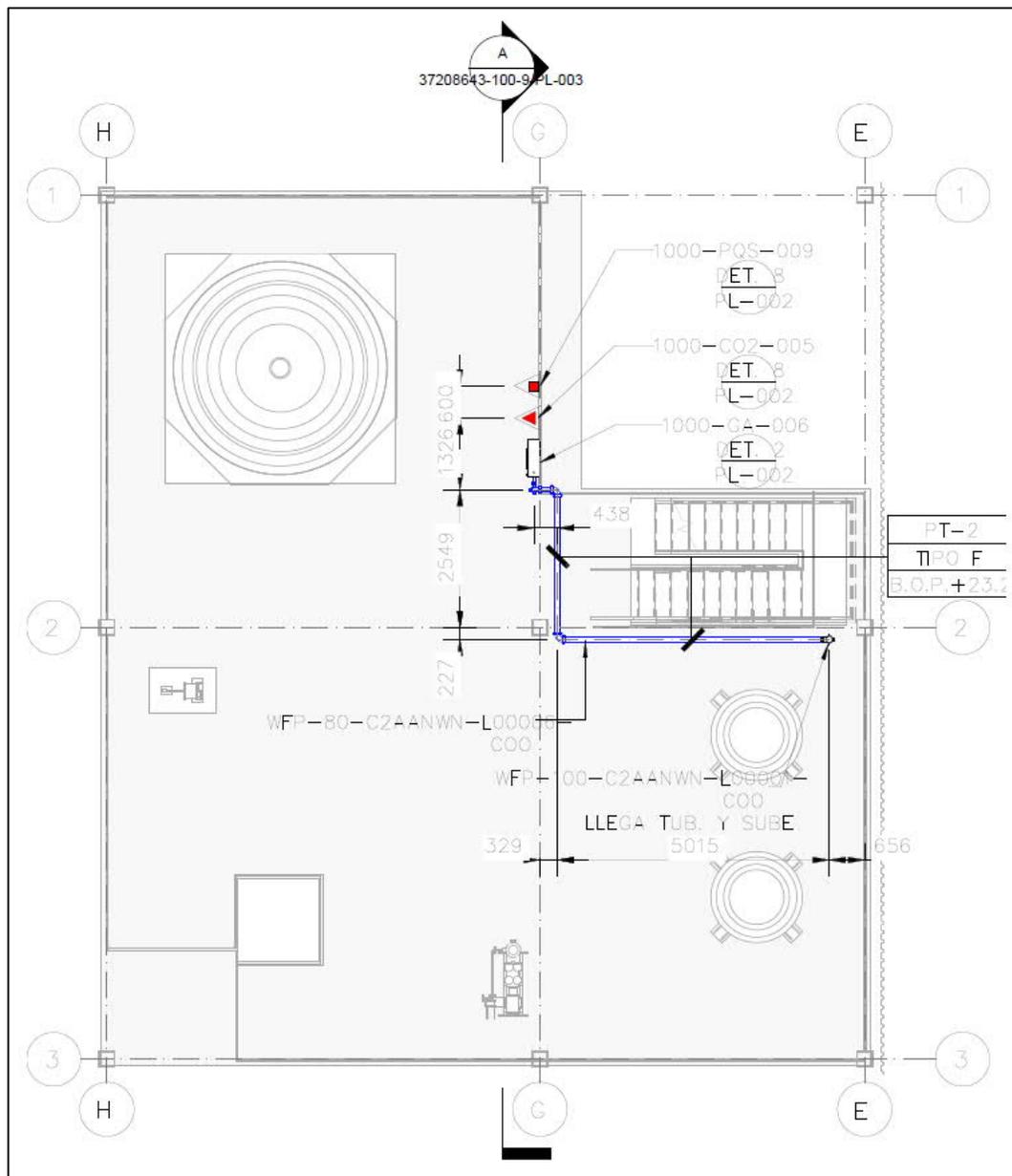
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.23 Vista de planta nivel 16.0 m – protección contra incendios



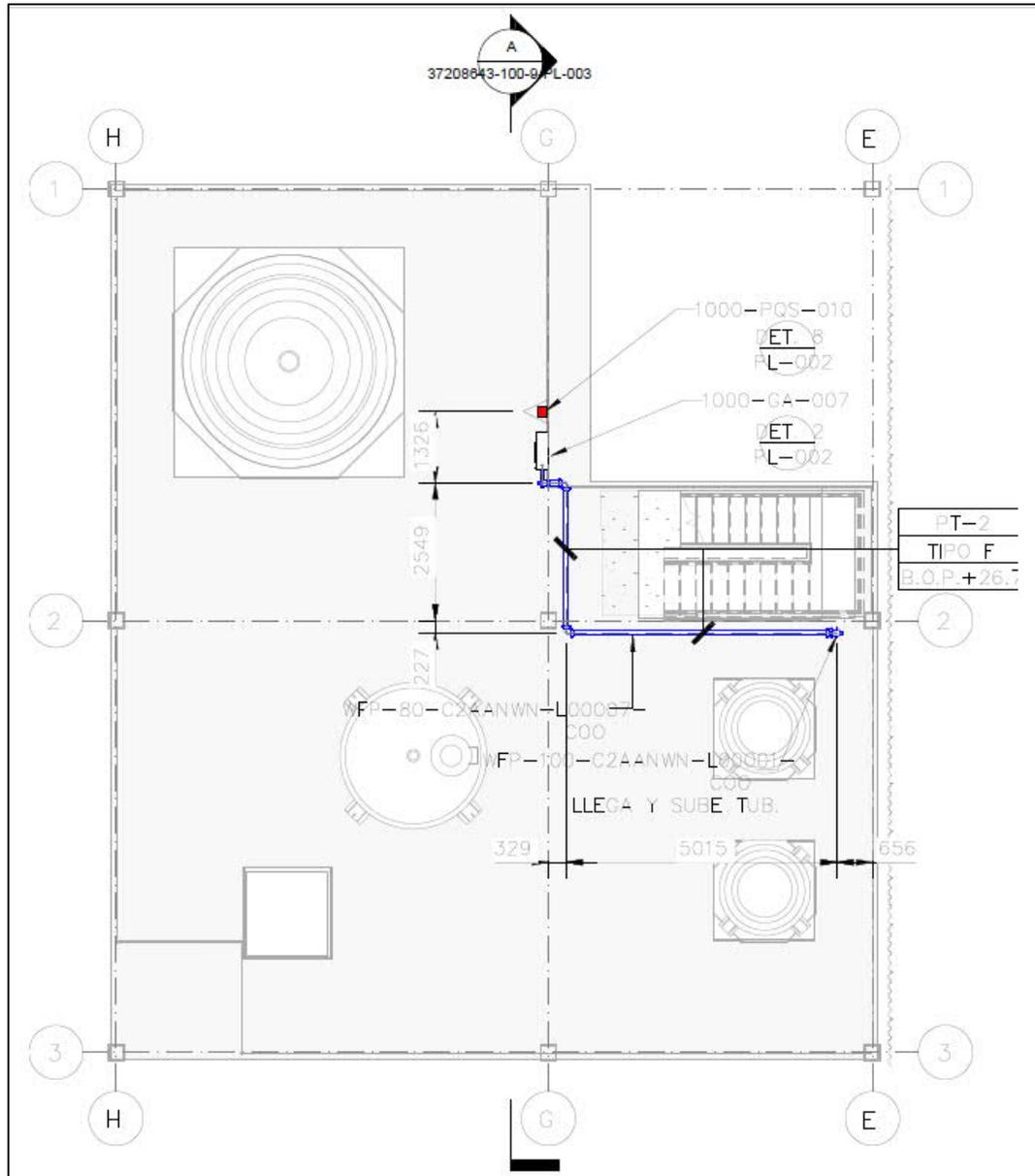
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.24 Vista de planta nivel 20.5 m – protección contra incendios



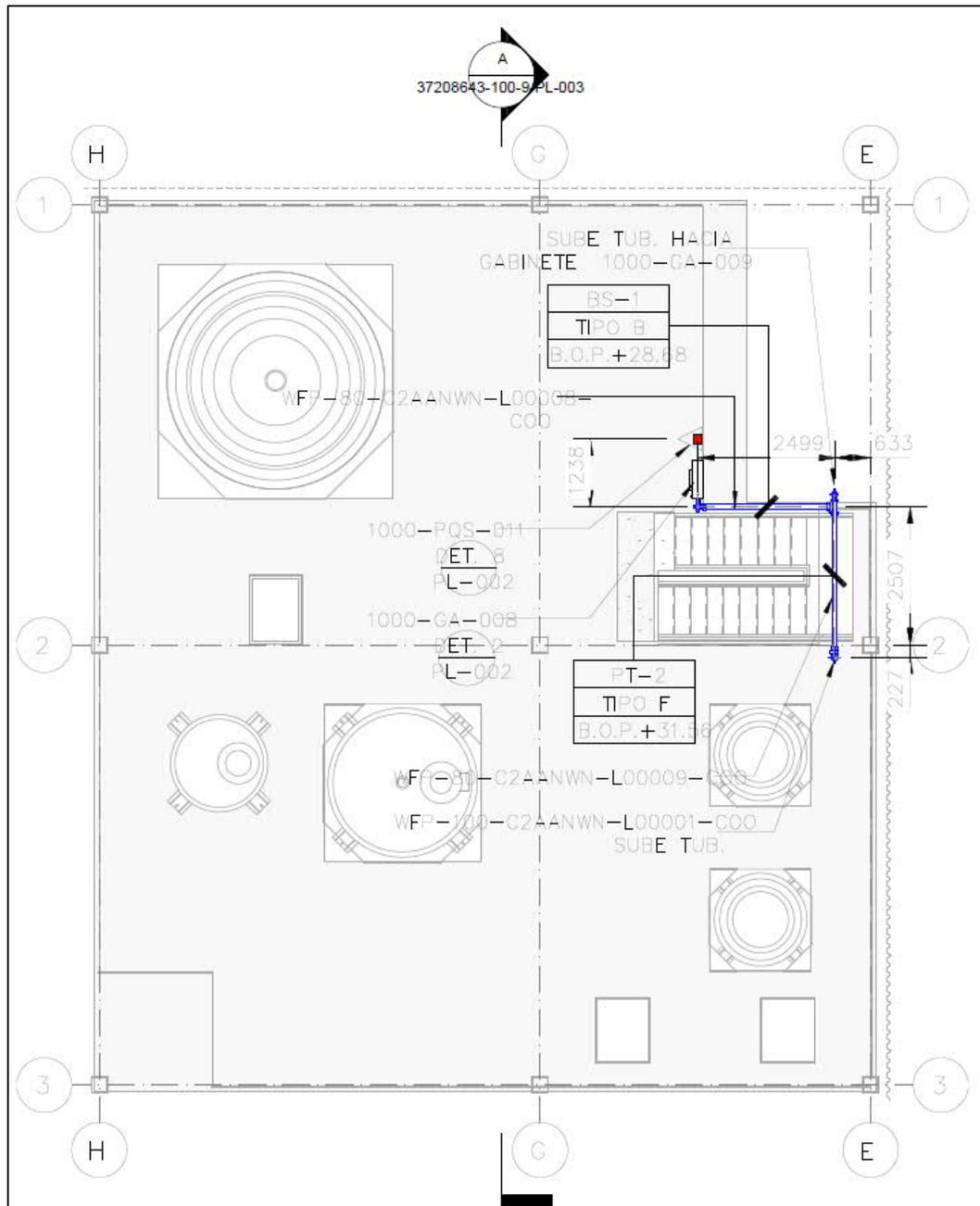
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.25 Vista de planta nivel 24.0 m – protección contra incendios



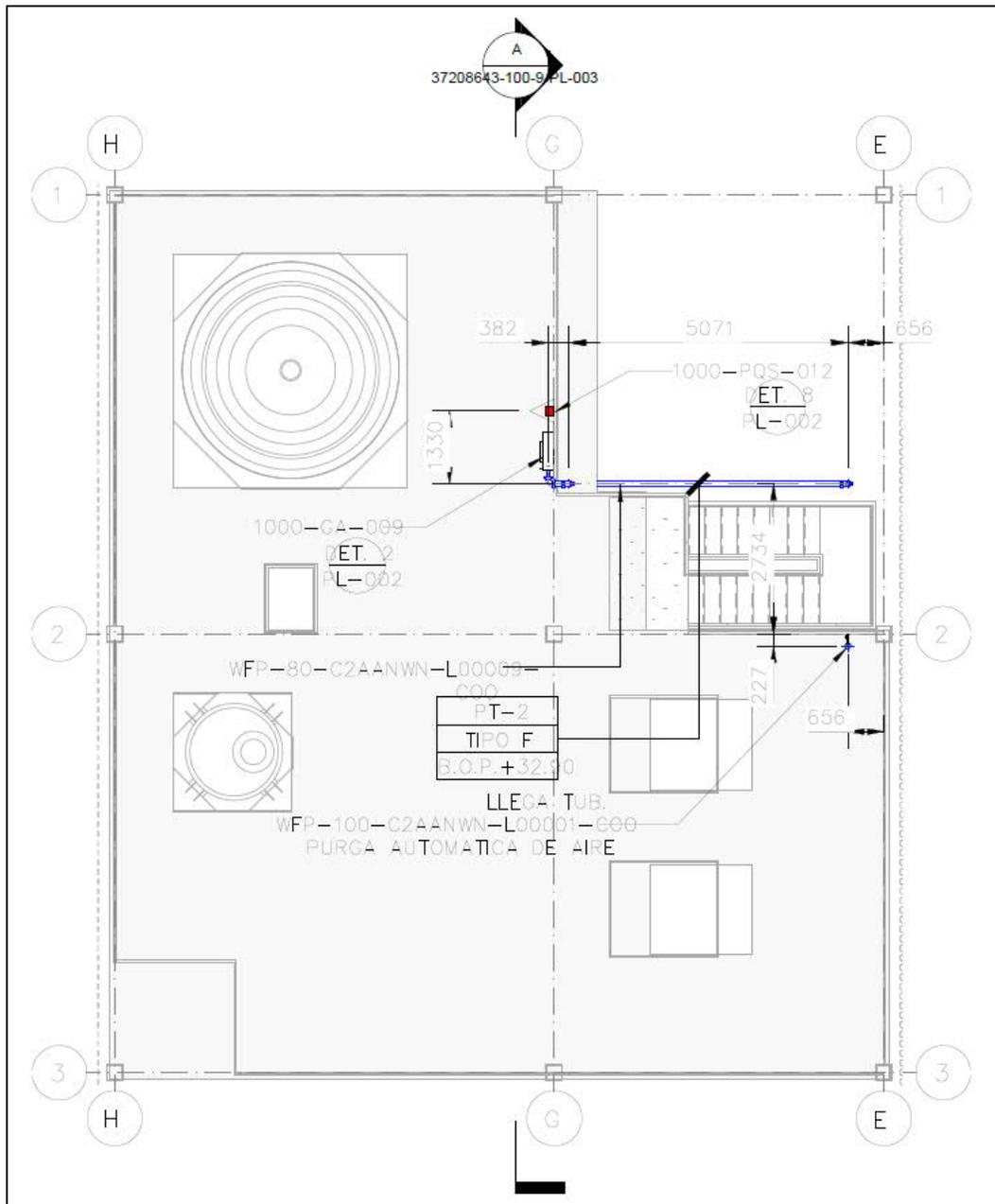
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.26 Vista de planta nivel 27.5 m – protección contra incendios



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.27 Vista de planta nivel 33.5 m – protección contra incendios



Fuente: Elaboración Propia.

Con esta actividad, se logró elaborar y entregar los siguientes planos requeridos por la NTP:

Tabla 3.37 Entregables de la actividad 2.5

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Planta 1 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios	2.8
2	Planta 2 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios	2.9

Fuente: Elaboración Propia.

Actividad 2.6 – elaboración de planos y documentos faltantes

En esta actividad se elaboraron cuatro (04) documentos y tres (03) planos. El paquete de documentos fue elaborado por mi persona y el paquete de planos estuvo a cargo por mi persona. En ambos paquetes, el jefe del área mecánica de WSP revisó y aprobó en primera instancia.

Estos paquetes se trabajaron de forma paralela debido a que uno no dependía del otro para su elaboración.

Tabla 3.38 Paquete de planos

Orden de Elaboración	Nombre del Plano	Código de Entregable
1	Cortes – Sistema de Agua Contra Incendios	2.10
2	Detalles 1 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios	2.11
3	Detalles 2 de 2 – Sistema de Protección Contra Incendios	2.12

Fuente: Elaboración Propia.

El orden de elaboración mostrado en la anterior tabla corresponde a que primero se debe completar los planos de planta elaborados en la Actividad 2.2 con un plano de corte. Considerando además que, solo se dispone un proyectista para elaborar estos planos. Posteriormente, se procedió a elaborar los detalles típicos de instalación de los equipos y soportes para el sistema de protección contra incendios. Todos estos dibujos fueron realizados con apoyo del software AutoCAD.

A continuación, se muestra el paquete de documentos elaborados paralelamente al paquete de planos.

Tabla 3.39 Paquete de documentos

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Especificaciones Técnicas – Sistema de Agua Contra Incendios	2.4
2	Especificaciones Técnicas – Extintores Portátiles	2.5
3	Hoja de Datos – Equipos Importantes Sistema de Protección Contra Incendios	2.6
4	Memoria Descriptiva – Sistema de Protección Contra Incendios	2.1

Fuente: Elaboración Propia.

El orden de elaboración mostrado en la tabla anterior corresponde a que primero se deben definir las características técnicas del sistema de protección contra incendios requeridas por las normas nacionales y normas NFPA aplicables. Para luego, elaborar las hojas de datos de los equipos principales del sistema (véase Anexo 8).

Finalmente, con la definición y proyección del sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador (DEO 5), se procedió a elaborar la memoria descriptiva. Este documento, principalmente, describe el sistema de protección contra incendios diseñado.

Actividad 2.7 – determinación de costos

La determinación del costo de inversión del sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador (DEO 5) fue realizada tomando en cuenta dos factores:

- Cantidades de materiales y equipos.
- Especificaciones técnicas de los materiales y equipos.

- Certificaciones de calidad para uso de sistemas contra incendios (Listado UL y/o Aprobado FM).
- Marcas y fabricantes.
- Costos unitarios (incluye costos de suministro, instalación, pruebas y servicios).

La cantidad de material y equipos fue obtenida de los planos elaborados en la Etapa 2 (ingeniería de detalle) del proyecto.

Los costos unitarios fueron obtenidos de cotizaciones con proveedores y la base histórica de WSP.

Los valores de las cantidades y sus costos unitarios correspondientes se muestran en el estimado de costo de inversión (véase Tabla 3.41, en la página 103).

Con esta actividad, se logró elaborar y entregar el siguiente documento:

Tabla 3.40 Entregable de la actividad 2.7

Orden de Elaboración	Nombre del Documento	Código de Entregable
1	Estimado de Costo de Inversión – Sistema de Protección Contra Incendio	2.7

Fuente: Elaboración Propia.

C. Control de las etapas

Se implementó controles para evitar desviaciones en el alcance, cronograma, recursos y costos planificados en el proyecto. Estos controles son como se indican a continuación:

- Requerimientos de información: son documentos en donde se solicitó la confirmación de consideraciones, supuestos, vacíos técnicos o falta de información para el desarrollo del proyecto. Estos con el fin de no tener vacíos en el diseño y evitar incremento del servicio de trabajos no contemplados.

- Listado de entregables: es un documento en donde se muestra a detalle la lista de documentos y planos con fechas de entrega. Esta lista contiene todos los entregables ofrecidos a Alicorp. Lo cual permite, dejar en claro qué documentación será entregada y enviar la adición de algún nuevo entregable sea por WSP o Alicorp.
- Seguimiento de hitos: es la actividad comprendida en realizar el seguimiento de las fechas más importantes del (véase Tabla 3.2, en la página 50) para el control del avance y pago de valorizaciones. Con el fin de mantener una planificación de recursos destinados para terminar un trabajo comprometido para esas fechas. De modo que, dichos entregables sean elaboradas con anticipación requerida y dentro de los plazos establecidos.

En el proyecto no hubo ninguna desviación o incremento de los recursos y costos de lo planificado. Lo que permitió, realizar los trabajos en los tiempos comprometidos.

3.2 Evaluación técnica - económica

Esta evaluación se realizó comparando no solo los aspectos técnicos, sino también los aspectos económicos. Por tal razón, se estimó el estimado de inversión para implementar el sistema de protección contra incendios diseñado en este proyecto.

A continuación, se muestra un estimado de los costos asociados a cada componente del sistema de protección contra incendio. Estos costos incluyen el costo de suministro, costo de instalación o mano de obra, costo de las pruebas y servicios. Finalmente, se estimó los costos de la contratista instaladora tales como gastos generales y utilidad para determinar el costo total de la inversión.

Tabla 3.41 Estimado de costo de inversión

Item	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1.001	Caseta de ataque rápido. Incluye accesorios.	Und	1	2,500.00	2500.00
1.002	Gabinete metálico clase II de 800x660x152 mm	Und	9	350.00	3150.00
1.003	Válvula angular restrictora de presión de 1 1/2" H-M (NPT-NH), Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	315.00	2835.00
1.004	Manguera de nitrilo de 1 1/2" de 30 m, Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	1,050.00	9450.00
1.005	Pitón de bronce de 1/2", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	87.50	787.50
1.006	Válvula angular 2 1/2" H-M (NPT-NH) con tapa y cadena, Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	2	315.00	630.00
1.007	Válvula mariposa supervisada ranurada de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	875.00	875.00
1.008	Switich de flujo para tubería de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	546.00	546.00
1.009	Manómetro de glicerina de 1/4" 0 a 600 psi	Und	2	140.00	280.00
1.010	Válvula de tres vías roscada de 1/4"	Und	2	49.00	98.00
1.011	Válvula de alivio roscada NPT de 1/2", Listada UL y/o Aprobado FM.	Und	1	1,599.50	1599.50
1.012	Válvula de bola roscada NPT de 2"	Und	1	122.50	122.50
1.013	Válvula de bola roscada de 1/2"	Und	1	70.00	70.00
1.014	Purga automática de aire (PAAR), Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	5,250.00	5250.00
1.015	Extintor portátil PQS, 4-A:80-B:C de 10 lb, Listado UL.	Und	10	875.00	8750.00
1.016	Extintor portátil Espuma, 3-A:20-B de 2.5 Gal., Listado UL.	Und	2	1,050.00	2100.00
1.017	Extintor portátil CO2, 10-B:C de 10 lb, Listado UL.	Und	5	1,326.50	6632.50
1.018	Carro Espuma de 42 Gal AFFF 3%, Listado UI y/o Aprobado FM (incluye dos mangueras de 15 m c/u y concentrado de espuma 3%).	Und	1	12,950.00	12950.00
1.019	Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B Sch. 40 de 4".	m	130.9	350.00	45815.00

Item	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1.020	Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B Sch. 40 de 3".	m	67.3	262.50	17666.25
1.021	Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B Sch. 40 de 2 1/2".	m	0.15	210.00	31.50
1.022	Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B Sch. 40 de 2".	m	2.8	147.00	411.60
1.023	Tubería de acero al carbono ASTM A53 Gr.B Sch. 40 de 1 1/2".	m	1.35	122.50	165.38
1.024	Codo de 90° ranurado de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	22	70.00	1540.00
1.025	Codo de 90° ranurado de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	20	63.00	1260.00
1.026	Codo de 45° ranurado de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	2	66.50	133.00
1.027	Tee normal ranurado de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	77.00	693.00
1.028	Tee normal ranurado de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	66.50	66.50
1.029	Reducción concéntrica ranurada de 4"x3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	52.50	472.50
1.030	Reducción concéntrica ranurada de 3"x2 1/2", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	49.00	49.00
1.031	Tee mecánica de 4"x2" salida ranurada, Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	84.00	84.00
1.032	Tee mecánica de 3"x1 1/2" salida roscada NPT, Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	80.50	724.50
1.033	Tapa ranurada de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	70.00	70.00
1.034	Tapa ranurada de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	9	66.50	598.50
1.035	Acople flexible de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	20	49.00	980.00
1.036	Acople flexible de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	18	45.50	819.00
1.037	Acople rígido de 4", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	113	49.00	5537.00
1.038	Acople rígido de 3", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	77	45.50	3503.50
1.039	Acople rígido de 2 1/2", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	42.00	42.00

Item	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario (S/)	Costo Parcial (S/)
1.040	Acople rígido de 2", Listado UL y/o Aprobado FM.	Und	1	38.50	38.50
1.041	Soportes	Und	1	2,800.00	2800.00
Subtotal (S/)					142 126.73
Gastos generales 12% (S/)					17 055.21
Utilidad 10 % (S/)					14 215.67
Total sin IGV (S/)					173 394.60

Fuente: Elaboración Propia.

Se consideró un margen de precisión esperado de -5% a +10%, de acuerdo al nivel de detalle del proyecto (20).

Este nuevo sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador (DEO 5), protegerá y reducirá las pérdidas materiales en un eventual incendio en esta área y las pérdidas económicas asociadas a la interrupción de las operaciones en la planta Callao, puesto que el nuevo Desodorizador forma parte de la línea de producción de aceite de cocina de la empresa Alicorp. Por lo que, las pérdidas económicas podrían llegar a un total de varios cientos de miles de soles.

Dicho lo anterior, se justifica la implementación del sistema de protección contra incendios, diseñado en este proyecto, para proteger el nuevo Desodorizador (DEO 5) de la planta Callao de la empresa Alicorp S.A.A.

3.3 Análisis de resultados

Se realizó la correcta identificación de los materiales combustibles (sólidos y líquidos) presentes en el nuevo Desodorizador, clasificándolos de acuerdo a los tipos de materiales combustibles (tales como clases de fuego y tipos de líquidos combustibles).

Se realizó una correcta determinación de los criterios de diseño del sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador de aceite de la planta Callao de acuerdo al tipo de material combustible y a los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables.

Criterios que se determinaron en la Etapa 1 del proyecto y que se utilizaron en la ingeniería de detalle (Etapa 2).

Se realizó una correcta de ubicación de los equipos contra incendios en lugares estratégicos de manera que cubra y proteja al 100 % el área del nuevo Desodorizador, cumpliendo los requerimientos establecidos por la normas nacionales y normas NFPA aplicables.

Se realizó un correcto y óptimo dimensionamiento de los componentes del sistema de protección contra incendios para el nuevo Desodorizador mediante el desarrollo el cálculo manual y el cálculo usando un software especializado.

IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- En el desarrollo de la Etapa 2 (Ingeniería de Detalle), surgió una problemática en cuanto a la clasificación de riesgos del proyecto. Puesto que, el Reglamento de Seguridad Industrial (DS 42F), establece que los tipos de industrial son clasificados en tres tipos como indica el inciso D de la sección 2.1.4. Sin embargo, esa clasificación solo describe las diferencias que existe entre un local de bajo riesgo, un local de riesgo moderado y un local de alto riesgo, pero no establece parámetros (como cantidad de material de combustible) que permita identificar la relación entre estas clases de riesgos y el área a proteger. Para resolver este problema, se utilizó la clasificación de riesgos de la norma NFPA 10, lo que permitió complementar la definición de las clases de riesgos.
- Las normas nacionales referentes a sistemas de protección contra incendios, específicamente para industrias, son el Reglamento de Seguridad Industrial (DS 42F), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE A.130) y la Norma Técnica Peruana (NTP 350.45-1). Sin embargo, estas normas nacionales no son del todo completo. Es por ello y como lo indica el artículo 102 del RNE A.130, se utilizaron las normas NFPA (ver sección 2.1.3) para complementar los requerimientos de diseño del sistema de protección contra incendios en el proyecto.
- Elaborar el documento Criterio de Diseño permitió, desde un inicio del proyecto, establecer todos los requerimientos mínimos a considerar en el diseño del sistema de protección contra incendios. De modo que, tanto Alicorp como WSP estuvieron informados que el diseño se desarrolló cumpliendo regulaciones nacionales como internacionales (NFPA) y que, además, me permitió usar este documento como una guía para el desarrollo de la ingeniería de detalle.
- El tipo de sistema de protección contra incendio del proyecto está conformado por una red de agua contra incendio, un carro espuma y extintores portátiles. Los equipos como gabinetes con mangueras contra

incendios, carro espuma y extintores portátiles fueron ubicados en lugares estratégicos de manera que estén visibles y al alcance de la persona. Estos sistemas utilizan agua y espuma como agentes extintores para combatir el fuego dentro de las instalaciones del nuevo Desodorizador, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a la compatibilidad del material combustible o clase de fuego. Por lo que, el sistema de protección contra incendios podrá ser usado para combatir un eventual incendio sin complicaciones (como alcance de cobertura o efectividad del agente extintor) en las instalaciones del nuevo Desodorizador de la planta Callao de la empresa Alicrop.

- El software especializado (AFT Fathom), utilizado en el proyecto como una herramienta para realizar los cálculos hidráulicos del sistema de agua contra incendio, permitió aumentar la productividad frente al uso de la hoja electrónica (Excel) que anteriormente se usaba para realizar estos cálculos. Asimismo, se utilizó el software especializado (REVIT) para modelar el sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador. Éste último software permitió proyectar la red de tuberías tomando en cuenta las estructuras metálicas y tuberías de otras especialidades con el fin de reducir al mínimo las interferencias y ser más precisos con la cantidad de materiales requeridas para su futura instalación.
- Los costos de inversión para implementar este sistema de protección contra incendio fueron precisas, debido a que se contó con cantidades de materiales muy detalladas y precisas. Por lo cual, el margen de contingencia del costo total de inversión resultó mínimo.
- Las posibles aplicaciones de este diseño de sistema de protección contra incendios se pueden dar en el sector industrial que requieran proteger estructuras que contengan equipos y tuberías de procesos de materia prima para generar aceite de cocina y que cuenten con personal entrenado para uso de sistemas contra incendio. De manera que estos, puedan hacer uso del sistema de protección contra incendio.

4.2 Conclusión

De acuerdo a los objetivos y resultados obtenidos en este proyecto, se concluye lo siguiente:

A. Conclusión general

Se diseñó un sistema de protección contra incendios conformado por un sistema de agua contra incendios, carro espuma y extintores portátiles para proteger las instalaciones y vida de los ocupantes que laborarán en el nuevo Desodorizador de la empresa Alicorp S.A.A., Se cumplió con los estimados de ejecución 04 semanas, sin retrasos ni contratiempos. Y fue aprobado por Alicorp S.A.A. y la empresa supervisora Plan It contratada por Alicorp.

B. Conclusiones específicas

- Se identificó la presencia de sólidos combustibles (fuego clase A), un líquido combustible clase IIIB (equivalente a fuego clase B) y equipos eléctricos (fuegos clase C). Asimismo, el nuevo Desodorizador se clasificó como un local industrial de tipo riesgo moderado.
- Se determinó que el sistema de protección contra incendios estará conformado por agua y espuma, de acuerdo a la clasificación de los materiales combustibles existentes en el nuevo Desodorizador de la planta Callao de la empresa Alicorp S.A.A., el tipo de riesgo y los requerimientos de las normas nacionales y normas NFPA aplicables presentes en el nuevo Desodorizador. Se determinó mangueras contra incendios clase II y conexiones para mangueras de Ø2 ½" y un carro espuma de 60 gpm.
- Se realizó un cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendios de dos maneras, usando una hoja electrónica (Excel) y un software de diseño (AFT Fathom) para verificar los resultados. Los extintores se calcularon se realizaron con una hoja electrónica (Excel) de acuerdo con las normas nacionales y NFPA aplicables.
- Se estimó el costo de inversión para la implementación del sistema de protección contra incendios con un valor total de S/ 173 394.60 (valor estimado dentro del mercado). Este estimado de inversión incluye el suministro, instalación, servicios y pruebas del sistema a implementar. El

uso de herramientas tecnológicas permitió un estimado de costos muy preciso de los componentes y la determinación de sus costos. Margen de aproximación -5% a +10% de acuerdo a AACE International Recommended Practice No. 18R-97, mismos que facilitan el financiamiento de los recursos.

C. Otras conclusiones

Se utilizaron hojas electrónicas (Excel) y softwares especializados (como AFT Fathom, AutoCAD y REVIT) para mejorar la productividad en los cálculos y elaboración de planos lo que permitió la reducción de tiempos de entrega, cumpliendo con el cronograma del proyecto sin retraso alguno.

V RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis de riesgos de incendio de forma anual o cuando se presenta una o todas condiciones siguientes:
 - Cambio y/o adición de un nuevo material combustible (sólido o líquido).
 - Modificación de la arquitectura (esto incluye aumentar de área, reubicar accesos u otros que impacten en el desempeño del sistema de protección contra incendio).
 - Actualización de las normas regulatorias nacionales para el sector industria.
- Se recomienda tener el almacén un contenedor de concentrado de espuma AFFF al 3%, vigente con una capacidad mínima de 55 galones como reposición del carro espuma, luego de su uso ante un eventual incendio. Este concentrado de espuma debe ser compatible con la certificación del carro espuma.
- Se recomienda que la instalación, mantenimiento, inspección y pruebas del sistema de protección contra incendio sea de acuerdo con los requerimientos de las normas NFPA aplicables y las recomendaciones de los fabricantes.
- Se recomienda que una vez instalada el sistema de protección contra incendio, se elabore el expediente As Built (cómo está construido) en algún software de diseño y dibujo tales como AutoCAD y REVIT. Esto permitirá que en futuras modificaciones y/o ampliaciones del sistema de protección contra incendio o de otros sistemas sea más precisa la proyección e implementación de estos.

VI BIBLIOGRAFÍA

1. WSP GLOBAL. WSP. [En línea] 18 de Julio de 2017. [Citado el: 27 de Abril de 2021.] <https://www.wsp.com/es-CO/noticias/2017/wsp-adquiere-poch>.
2. WSP GLOBAL INC. WSP. [En línea] 2019. [Citado el: 27 de Abril de 2021.] <https://www.wsp.com/en-GB/who-we-are/future-ready>.
3. MONCADA PÉREZ, Jaime y ANDRÉS MONCADA, Jaime. Manual de Protección Contra Incendios. Bogota : QuadGraphics, 2012. Vol. I, Quinta Edición - Primera Reimpresión. 087765851X.
4. MOTT, Robert L. Mecánica de Fluidos. Distrito Federal : Person Educación de México, 2015. 9786073232883.
5. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y Mangueras. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2019.
6. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI. NTP 350.043-1: EXTINTORES PORTÁTILES. Selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática. Lima : s.n., 2011.
7. Fundación Wikipedia Inc. Wikipedia. [En línea] 11 de Agosto de 2020. [Citado el: 17 de Abril de 2021.] https://es.wikipedia.org/wiki/Asociaci%C3%B3n_Nacional_de_Protecci%C3%B3n_contra_el_Fuego.
8. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 1: Código de Incendio. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2021.
9. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2019.
10. MARTÍNEZ GUTIERREZ, Ramón. Diseño de sistema contra incendio en plantas industriales según norma internacionales y locales. Venezuela : Informe de Pasantía, 2012.

11. DRYSDALE, Dougal y otros. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. España : Editorial de la subdirección general de publicaciones del ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, 2001.
12. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 170: Norma de Símbolos de Seguridad Contra Incendios y Emergencias. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2021.
13. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 30: Código de Líquidos Combustibles e Inflamables. Massachusetts : Organización Iberoamericana de Protección Contra Incendio, 2021.
14. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 10: Extintores Portátiles de Incendio. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2018.
15. Comisión Especial. Decreto Supremo N°42-F: Reglamento de Seguridad Industrial. Lima : s.n., 2014.
16. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 20: Norma para la Instalación de Bombas Contra Incendios Estacionarias. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2019.
17. NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 11: Norma para Sistemas de Baja, Media y Alta Expansión de Espumas. Massachusetts : Organización Americana de Protección Contra Incendios, 2021.
18. Project Management Institute, Inc. La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK). Sexta. 2017.
19. RNE: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. A.130: Requisitos de Seguridad. Lima : s.n., 2006.
20. AACE International Recommended Practices. Sistema de Clasificación de Estimación de Costos - Según se Aplica en Ingeniería, Adquisiciones y Construcción para las Industrias de Procesos. 2005.

ANEXOS

- Anexo 1: hojas MSDS de la materia prima del nuevo Desodorizador.
- Anexo 2: planos conceptuales de la estructura y equipos mecánicos del nuevo Desodorizador.
- Anexo 3: plano de la red existente de las tuberías de agua contra incendios de la planta Callao.
- Anexo 4: curva de performance de la bomba contra incendios existente de la planta Callao.
- Anexo 5: hoja cálculo de forma manual en Excel del escenario 1.
- Anexo 6: hoja cálculo de forma manual en Excel del escenario 2.
- Anexo 7: planos de diseño del sistema de protección contra incendios del nuevo Desodorizador.
- Anexo 8: hojas de datos de los equipos principales del sistema de protección contra incendios.

Anexo 1
Hojas MSDS de la materia prima del nuevo
Desodorizador

CARRIER 90 L

Versión No.1/ 25-06-2018

Sección 1. Identificación de la Sustancia/Mezcla y de la Empresa

Peligro para la salud: 1**Peligro de Incendio: 0****Reactividad: 0****Identificación del Producto:****Código Interno del Producto:** PRO-034**Familia Química:** Aceites Orgánicos.**Nombre Químico o Sinónimos:** Aceite vegetal Emulsionable.**Nombre Comercial:** Carrier 90 L**Utilización del Producto:** Coadyuvante, Adherente, penetrante y encapsulador de agroquímicos.**Identificación de la Empresa:****Empresa:** Químicas Stoller de Centroamérica S.A. Tels: (502)-22041100**Dirección:** Avenida Petapa 52-50 zona 12**Teléfonos de Emergencia:** Ministerio de Salud Pública, Guatemala C.A.

Sección 2. Composición/ Información sobre Ingredientes

Composición:

Ingrediente Activo	% p/p
Aceite de Soya Vegetal:	93

Compuesto	No. CAS	No. Índice CE	No. EINECS
Aceite de Soya	8001-22-7	-----	232-274-4

Sección 3. Propiedades Físicas y Químicas

Punto de Ebullición: 205 ° C**Presión de Vapor (mmHg):** <0.001**Punto de Fusión:** N/A**Densidad de Vapor:** N/A**Gravedad específica:** 0.925**Reactividad con agua:** No**Solubilidad en Agua:** inmisible
pero emulsionable**Tasa de Evaporación (etil ether):** <1**Olor y apariencia:** Olor ligeramente amargo, amarillo ambar.

Sección 4. Medidas de Extinción de Incendio

Punto Flash: 280°C

Límites de Inflamabilidad: No establecido

Medio de Extinción: En caso de incendio, usar Agua, CO2 o polvos secos.

Procedimientos especiales para combatir incendio: Bomberos usar botas de hule, y protección en todo el cuerpo, además de máscaras para evitar la inhalación de vapores que pudiesen formarse.

Sección 5. Estabilidad y Reactividad

Estabilidad: Estable

Incompatibilidad con materiales: Con agentes oxidantes.

Peligro en la descomposición del producto: no ocurre.

Peligro de polimerización: No ocurre.

Sección 6. Medidas de Primeros Auxilios

A. Límites de exposición: No hay límites establecidos.

B. Efectos por sobre exposición:

1. **Aguda:**

Inhalación: Causa leve irritación.

Ojos: Posiblemente irritación.

Ingestión: puede causar náuseas, vómitos y diarreas.

Piel: puede causar irritación, ardor.

2. **Crónica:** N/A

C. Primeros Auxilios:

POR INGESTION: Dar a beber 1 ó 2 vasos de agua y provocar el vómito metiendo el dedo hasta la garganta. Lleve al paciente al médico.

POR INHALACIÓN: Retírese del área expuesta hacia una zona de aire limpio. Si la inhalación es masiva, lleve el paciente al médico.

POR CONTACTO CON LOS OJOS: Lave con abundante agua limpia, como mínimo durante 15 minutos. Si persiste la irritación consulte a su médico.

POR CONTACTO CON LA PIEL: Lave con abundante agua limpia y jabón el área afectada. Aplique una pomada dérmica que sea recomendada por el médico.

TRATAMIENTO MÉDICO Y ANTIDOTO: El tratamiento es sintomático, no existe antídoto específico.

D. Información Adicional:

Datos por toxicidad aguda:

Oral LD₅₀(oral-rat) mg/kg – No establecido

Sección 7. Envases, Empaque y Embalaje

TIPO: litro, galón, caneca, tambo, tonel

MATERIAL: polietileno de alta densidad.

CAPACIDAD: 1 litro, 3.785 litros, 19 litros, 50 litros, 55 litros, 200 litros

RESISTENCIA: resistentes al manejo, almacenamiento y transporte bajo condiciones normales. Compatible con el producto, no reacciona con el mismo.

Sección 8. Consideraciones de Descarte

PROCEDIMIENTOS PARA LA DESTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y PARA LA DESCONTAMINACION:

Guárdese de acuerdo con las prácticas recomendadas para fertilizantes.

- 1.- Lavar los recipientes con suficiente agua y detergente.
- 2.- No reciclar para uso doméstico.

PRECAUCIONES DE MANEJO: Mantenga este material fuera del alcance de los niños, alimentos y animales domésticos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONAL: Use Overol, botas, guantes de hule, anteojos protectores, sombrero o casco.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL EQUIPO DE APLICACIÓN: Lavar bien el equipo de aplicación con suficiente agua y detergente.

PRESENTAR ESTUDIOS TOXICOLÓGICOS SI EXISTIERAN: N/A.

Sección 9. Efectos al medio ambiente

Por ser un producto que funciona como fuente de nutrientes para las plantas no representa ningún daño o peligro para el ambiente bajo las correspondientes indicaciones de uso. Si hubiese algún derrame marino puede ser tóxico para los organismos marinos. Por ser nutriente, puede contribuir a la eutrofización en cuerpos marinos.

Sección 10. Información de Transporte

Nombre con el que se envía: Carrier 90 L **Rotulación adicional:** No requiere

Peligro que representa: No representa

Químicas Stoller de Centro América, S.A. no se responsabiliza de Mal uso y manejo inadecuado del producto, los resultados obtenidos a consecuencia de condiciones climáticas adversas. Mas allá de la formulación dada por la etiqueta. Cualquier reclamo por daños directos o indirectos a consecuencia del mal uso del producto.



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de emisión: 01/01/08

1. Identificación del Producto Químico y la Empresa

Peligro para la salud: 1

Peligro de Incendio: 0

Reactividad: 0

Identificación del Producto:

Código Interno del Producto: PRO-034**Familia Química:** Aceites Orgánicos.**Nombre Químico o Sinónimos:** Aceite vegetal Emulsionable.**Nombre Comercial:** Carrier**Utilización del Producto:** Coadyuvante, Adherente, penetrante y encapsulador de agroquímicos.

Identificación de la Empresa:

Empresa: Químicas Stoller de Centroamérica S.A. Tels: (502)-2366-5827,28,32**Dirección:** 20 calle 24-60 zona 10 Ofibodega No. 18**Teléfonos de Emergencia:** Ministerio de Salud Pública, Guatemala C.A.

2. Composición / información de los componentes.

Composición:

Aceite de Soya : 93.00 %

Ingredientes Inertes: 7.00%

Compuesto	No. CAS	No. Índice CE	No. CE
Aceite de Soya	-----	-----	-----



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de emisión: 01/01/08

3. Características Físicoquímicas del Producto.

Punto de Ebullición: 205 ° C
Punto de Fusión: N/A
Gravedad específica: 0.925
Solubilidad en Agua: inmisible pero emulsionable
Olor y apariencia: Olor ligeramente amargo, amarillo ambar.

Presión de Vapor (mmHg): <0.001
Densidad de Vapor: N/A
Reactividad con agua: No
Tasa de Evaporación (etil ether): <1

4. Datos de explosión o incendio

Punto Flash: 280°C
Limites de Inflamabilidad: No establecido
Medio de Extinción: En caso de incendio, usar Agua, CO2 o polvos secos.
Procedimientos especiales para combatir incendio: Bomberos usar botas de hule, y protección en todo el cuerpo, además de máscaras para evitar la inhalación de vapores que pudiesen formarse.

5. Reactividad

Estabilidad: Estable
Incompatibilidad con materiales: Con agentes oxidantes.
Peligro en la descomposición del producto: no ocurre.
Peligro de polimerización: No ocurre.

6. Peligros para la salud

A. Límites de exposición: No hay límites establecidos.

B. Efectos por sobre exposición:

1. Aguda:

Inhalación: Causa leve irritación.

Ojos: Posiblemente irritación.

Ingestión: puede causar nauseas, vómitos y diarreas.

Piel: puede causar irritación, ardor.



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de emisión: 01/01/08

2. **Crónica:** N/A**C. Primeros Auxilios:****Ojos:** lavar con abundante agua durante 15 minutos.**Piel:** lavar con agua durante 15 minutos, y buscar ayuda médica inmediatamente.**Inhalación:** Buscar ayuda médica inmediatamente**Ingestión:** inducir el vómito y buscar ayuda médica.**D. Información Adicional:****Datos por toxicidad aguda:**Oral LD₅₀(oral-rat) mg/kg – No establecido**7. Envases, Empaques y Embalajes****TIPO:** litro, galón, caneca, tambo, tonel**MATERIAL:** polietileno de alta densidad.**CAPACIDAD:** 1 litro, 3.785 litros, 19 litros, 55 litros, 200 litros**RESISTENCIA:** resistentes al manejo, almacenamiento y transporte bajo condiciones normales. Compatible con el producto, no reacciona con el mismo.**8. Datos sobre el manejo de sobrantes****PROCEDIMIENTOS PARA LA DESTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y PARA LA DESCONTAMINACION:** Guárdese de acuerdo con las prácticas recomendadas para fertilizantes.

1.- Lavar los recipientes con suficiente agua y detergente.

2.- No reciclar para uso domestico.

PRECAUCIONES DE MANEJO: Mantenga este material fuera del alcance de los niños, alimentos y animales domésticos.**MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONAL:** Use Overol, botas, guantes de hule, anteojos protectores (goggles), sombrero o casco.**PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL EQUIPO DE APLICACIÓN:** Lavar bien el equipo de aplicación con suficiente agua y detergente.**PRESENTAR ESTUDIOS TOXICOLOGICOS SI EXISTIERAN:** N/A.



HOJA DE SEGURIDAD

Fecha de emisión: 01/01/08

9. Efectos en el Medio Ambiente

Por ser un producto que funciona como fuente de nutrientes para las plantas no representa ningún daño o peligro para el ambiente bajo las correspondientes indicaciones de uso. Si hubiese algún derrame marino puede ser tóxico para los organismos marinos. Por ser nutriente, puede contribuir a la eutrofización en cuerpos marinos.

10. Datos de Transporte

Nombre con el que se envía: Carrier. **Rotulación adicional:** No requiere

Peligro que representa: No representa

Químicas Stoller de Centro América, S.A. no se responsabiliza de Mal uso y manejo inadecuado del producto, los resultados obtenidos a consecuencia de condiciones climáticas adversas. Mas allá de la formulación dada por la etiqueta. Cualquier reclamo por daños directos o indirectos a consecuencia del mal uso del producto.

Anexo 2
Planos conceptuales de la estructura y distribución de
equipos mecánicos del nuevo Desodorizador

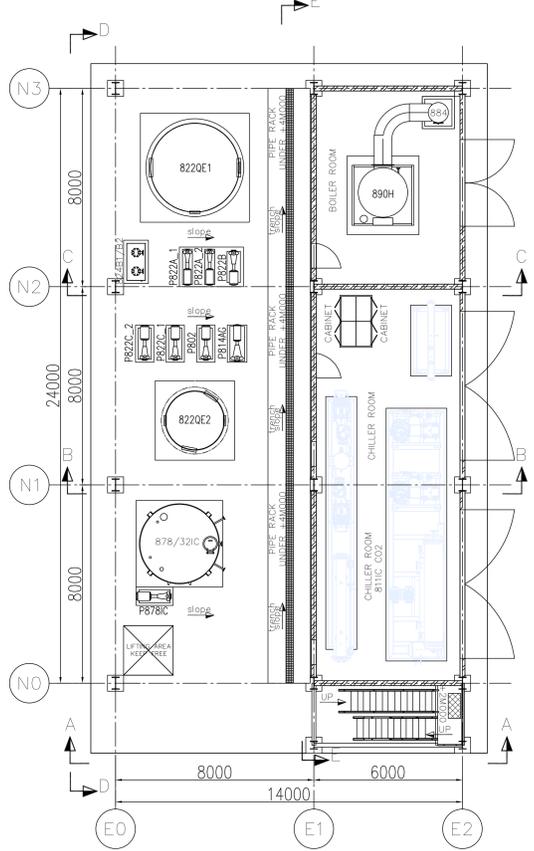
ACCORDING TO THE LAW OUR SUPERVISORS AND ENGINEERS ARE NOT RESPONSIBLE FOR THE CONSEQUENCES OF THE USE OF THIS DRAWING WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSIONS WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSIONS WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSIONS

DE CONFORMIDAD CON LA LEY NUESTROS INGENIEROS Y ARQUITECTOS NO SOMOS RESPONSABLES DE LAS CONSECUENCIAS DE LA UTILIZACION DE ESTE DISEÑO SIN NUESTRA AUTORIZACION ESCRITA SIN NUESTRA AUTORIZACION ESCRITA SIN NUESTRA AUTORIZACION ESCRITA

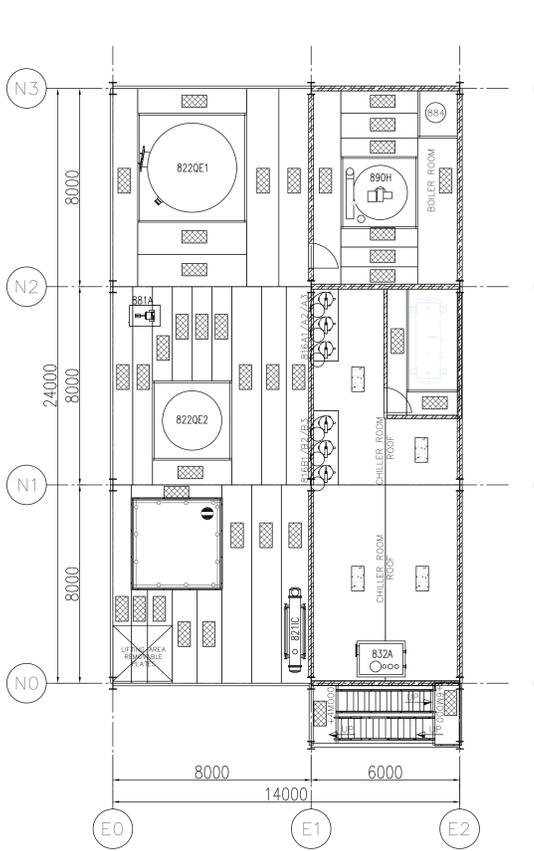
CONFORME A LA LOI NOS ETUDES ET ARCHITECTES NE SOMMES PAS RESPONSABLES DES CONSÉQUENCES DE L'UTILISATION DE CE PROJET SANS NOTRE AUTORISATION ÉCRITE SANS NOTRE AUTORISATION ÉCRITE SANS NOTRE AUTORISATION ÉCRITE

IF IN DOUBT, ASK - DO NOT SCALE !

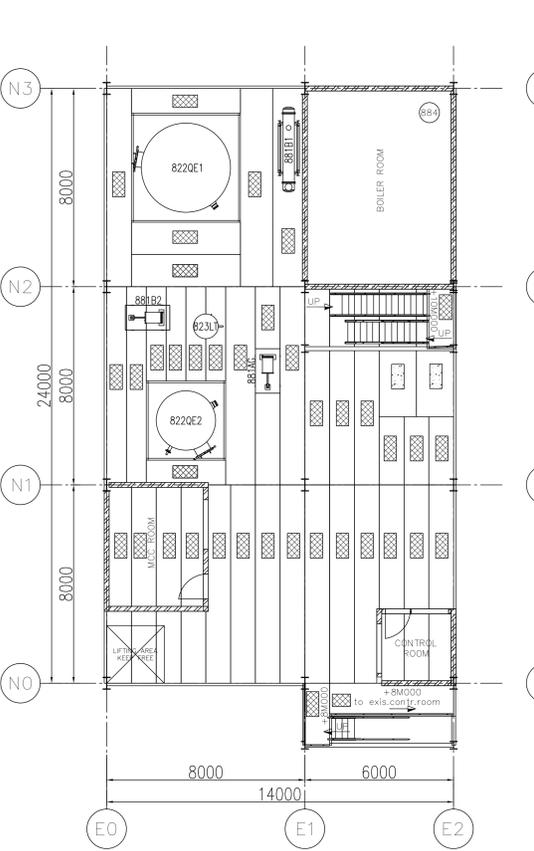
FLOOR AT LEVEL +0M000



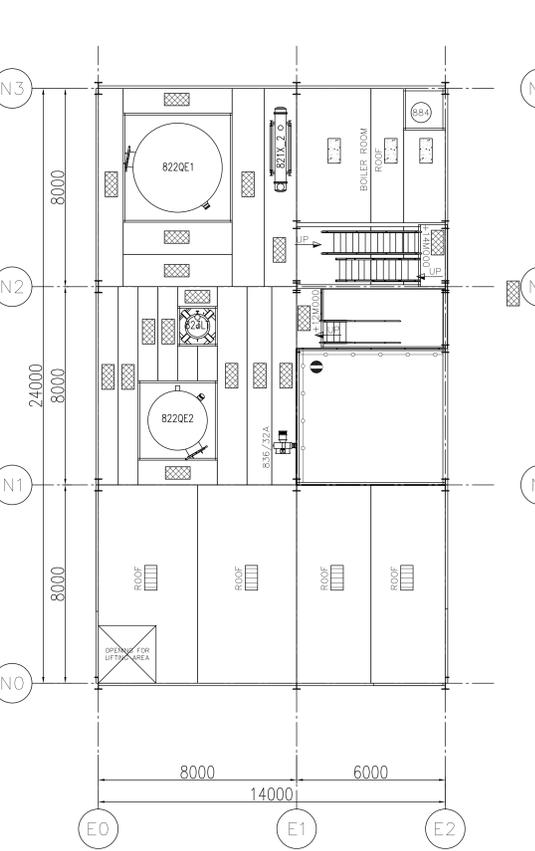
FLOOR AT LEVEL +4M000



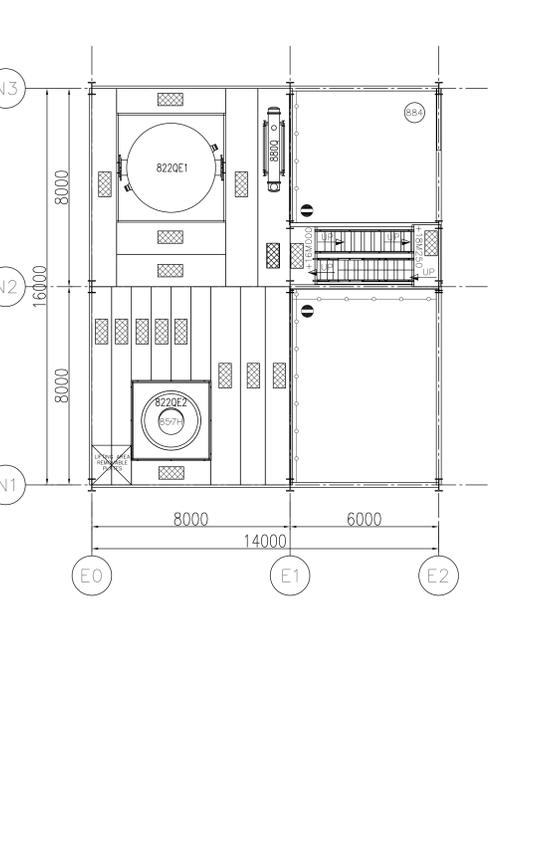
FLOOR AT LEVEL +8M000



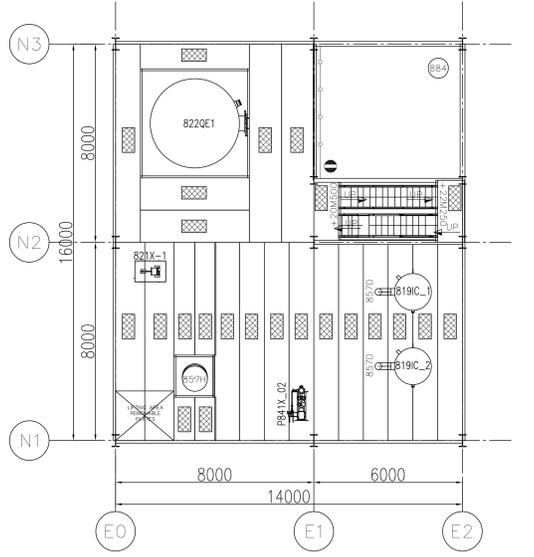
FLOOR AT LEVEL +12M000



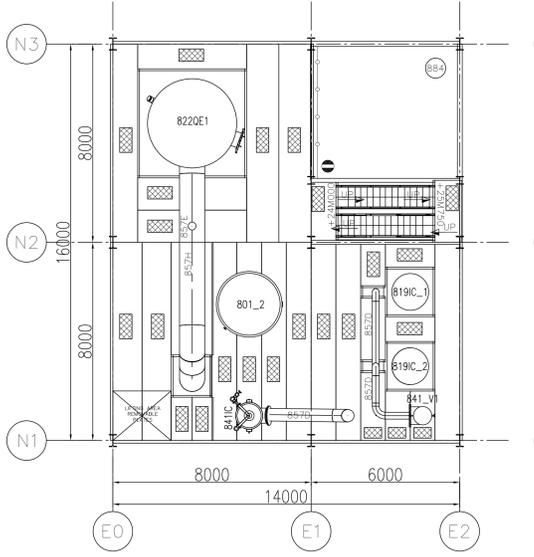
FLOOR AT LEVEL +16M000



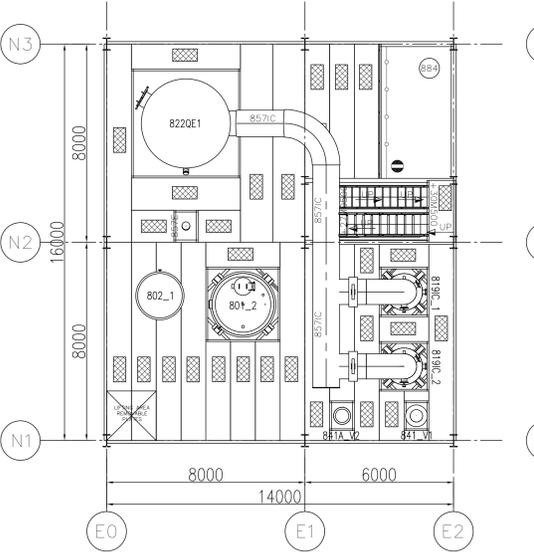
FLOOR AT LEVEL +20M500



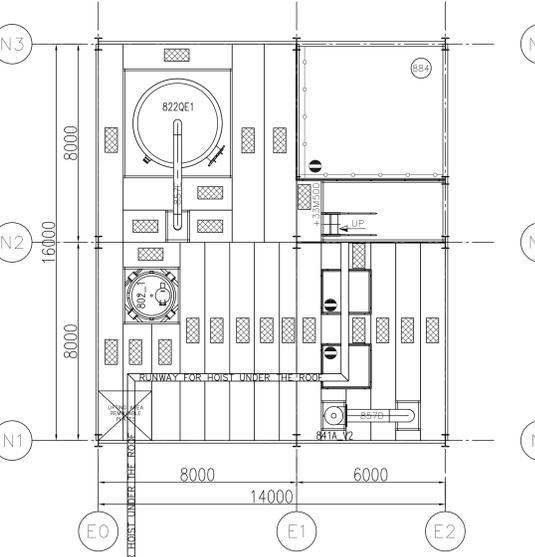
FLOOR AT LEVEL +24M000



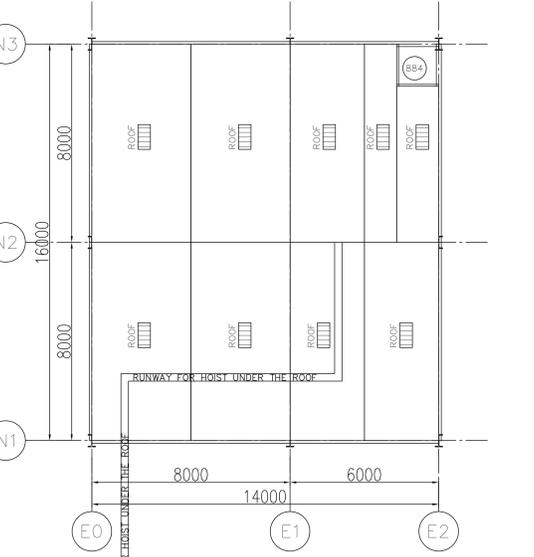
FLOOR AT LEVEL +27M500



FLOOR AT LEVEL +33M500



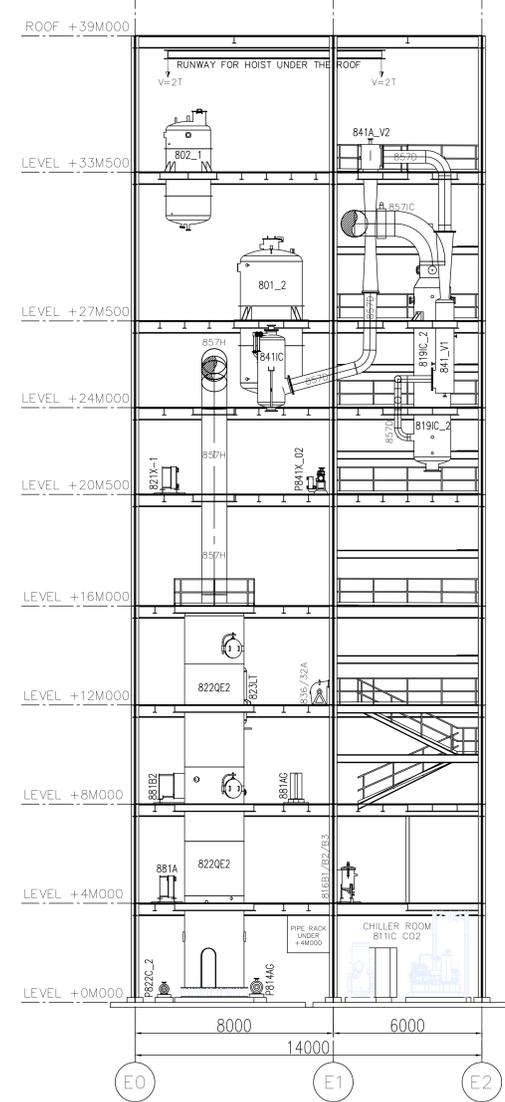
FLOOR AT LEVEL +39M000



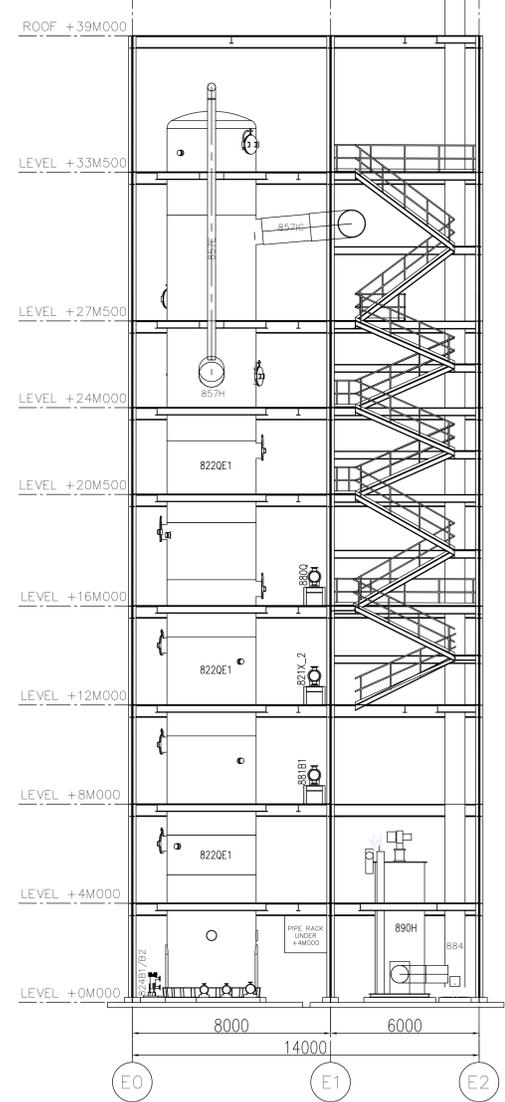
ACCORDING TO THE LAW OUR SUPERVISORS AND OUR CLIENTS ARE NOT RESPONSIBLE FOR THE CONSEQUENCES OF THE USE OF THIS DRAWING WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSION.
 DE CONFORMIDAD CON LA LEY NUESTROS SUPERVISORES Y NUESTROS CLIENTES NO SON RESPONSABLES POR EL USO DE ESTE DISEÑO SIN NUESTRA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO.
 CONFORME À LA LOI NOS TRUDES SUPERVISEURS ET NOS CLIENTS NE SONT PAS RESPONSABLES POUR L'USAGE DE CE PROJET SANS NOTRE AUTORISATION ÉCRITE.

IF IN DOUBT, ASK - DO NOT SCALE !

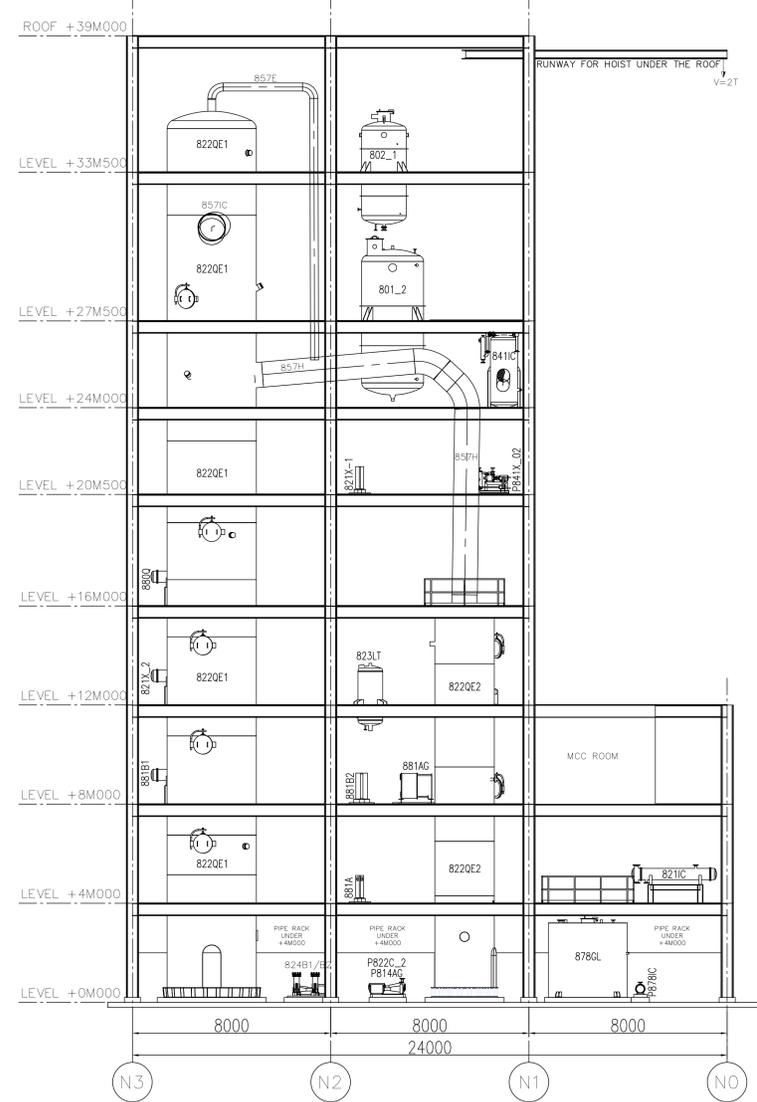
SECTION B-B



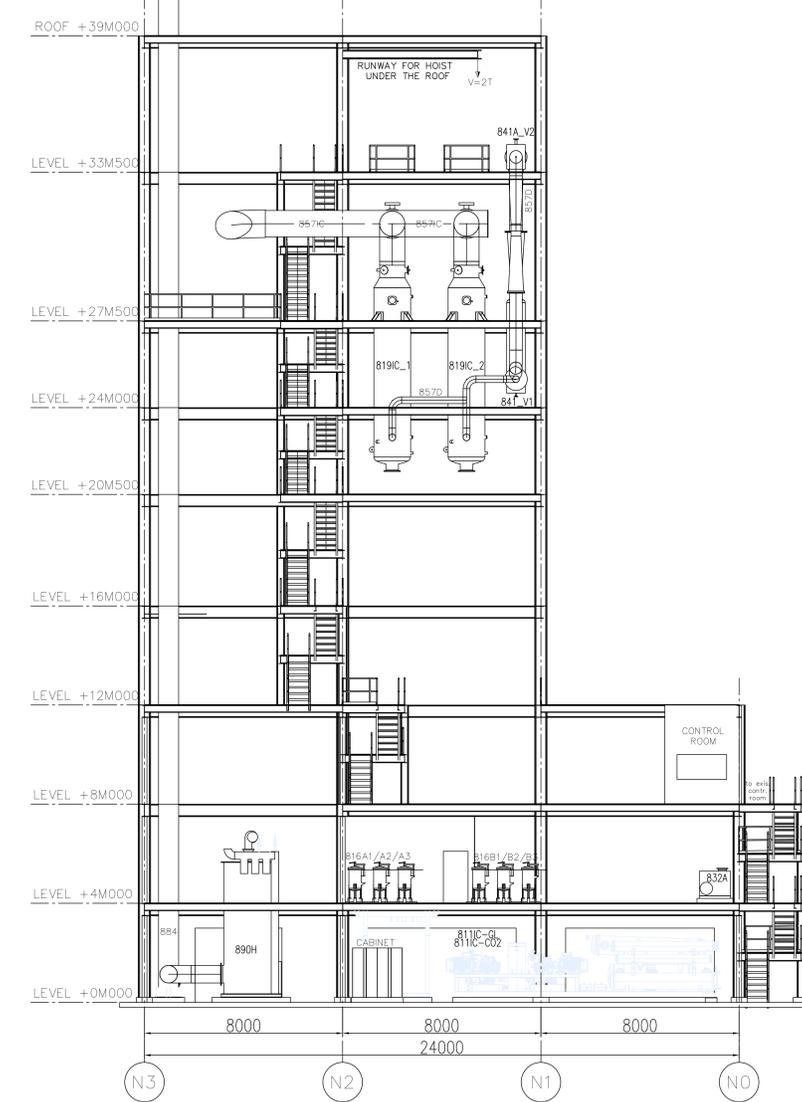
SECTION C-C



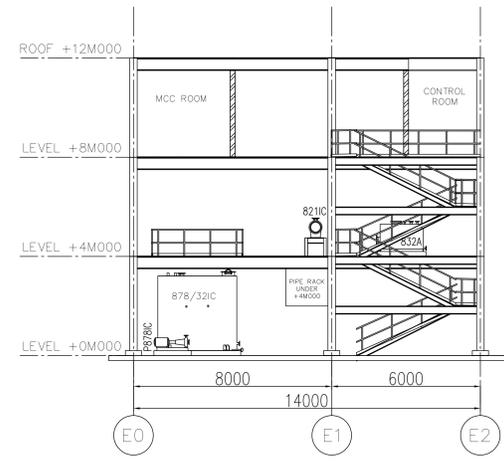
SECTION D-D



SECTION E-E



SECTION A-A



- EASY REMOVABLE PLATE.
- CONCRETE OR RCC SLAB.
- WALL.
- FLOOR OPENING/CUTOUT.
- STEEL CHEQUERED PLATE.
- STEEL GRATINGS.
- ROOF.
- KICK PLATE ONLY.
- RAILING WITH KICK PLATE.

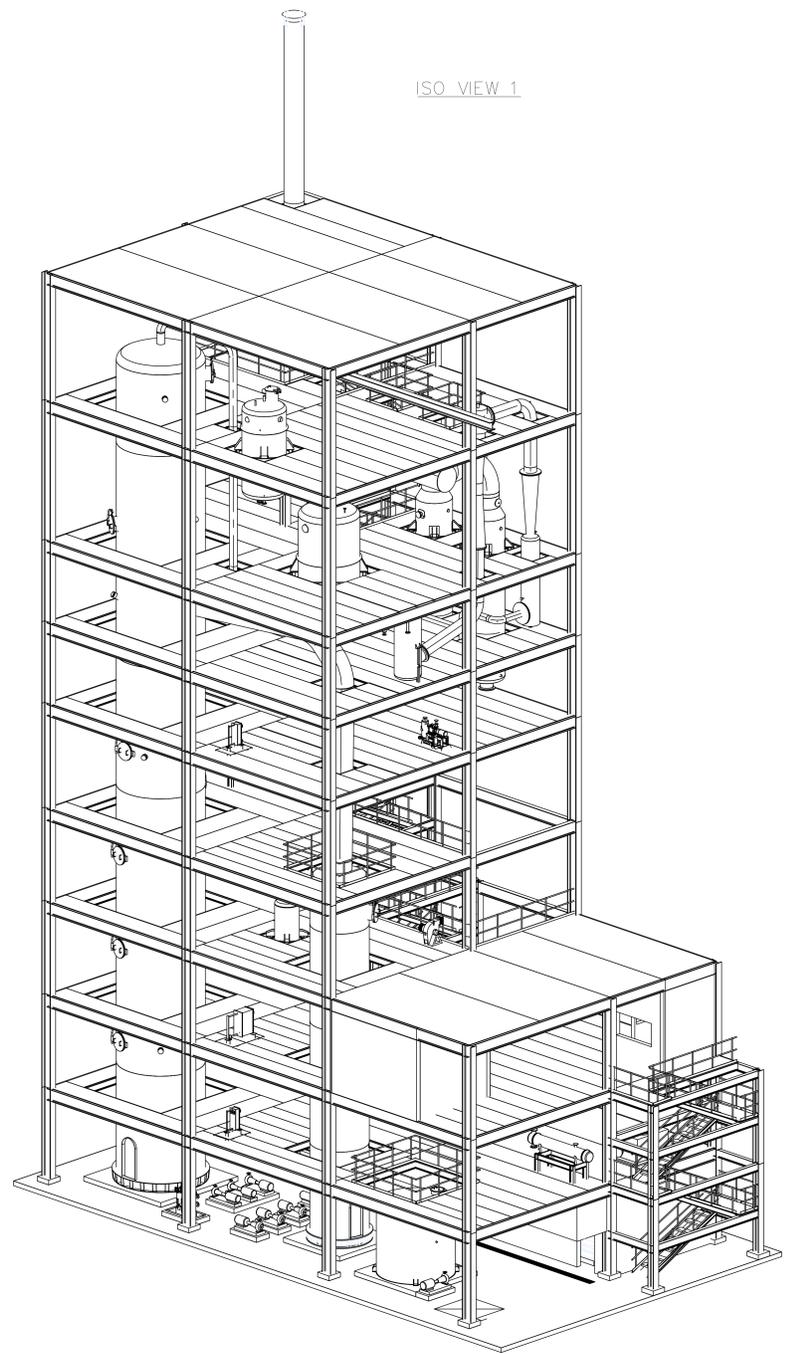
GENERAL NOTES:-
 - THIS DRAWING IS NOT VALID FOR ORIENTATION OF EQUIPMENTS.
 - INDICATED LOADS AND LOCATION OF BEAMS ARE GIVEN FOR INFORMATION ONLY.
 - ALL INDICATED LEVELS ARE TOP OF STEEL.
 - THE CONCRETE OF FLOORS MUST BE IN-BETWEEN STEEL BEAMS.
 - LOADS INDICATED ON THE EQUIPMENT LIST ARE ESTIMATED VERTICAL LOADS ONLY AND, MAY NOT BE USED FOR CALCULATION OF BUILDING STRUCTURE.
 - ARCHITECT TO DECIDE OTHER LOADS LIKE STRUCTURE LIVE LOAD, WIND LOAD, SEISMIC LOADS, BY REFERRING DESMET STRUCTURE/FOUNDATION DRAWINGS.
 - LOCATIONS FOR THE ITEMS INDICATED * IN THE EQUIPMENT LIST IS NOT SHOWN IN THE LAYOUT.

Desmet Ballestra Group		PROJECT ID. NBR	-	
PROJECT DESCRIPTION		PROJECT DESCRIPTION	FALIM6	
ITEM NBR	897-897IC	DOCUMENT TYPE	SECD	SCALE
DISPOSITION		PROC.E	ROD	1:100
DOCUMENT DESCRIPTION	REFINERY LAYOUT	PROJ.M	NMA	AO
		DOM	ALTHOR	EMF
		DATE	DRAWING NUMBER	REVISION
GENERAL LAYOUT SECTION VIEW		10.11.2020	100172336	000

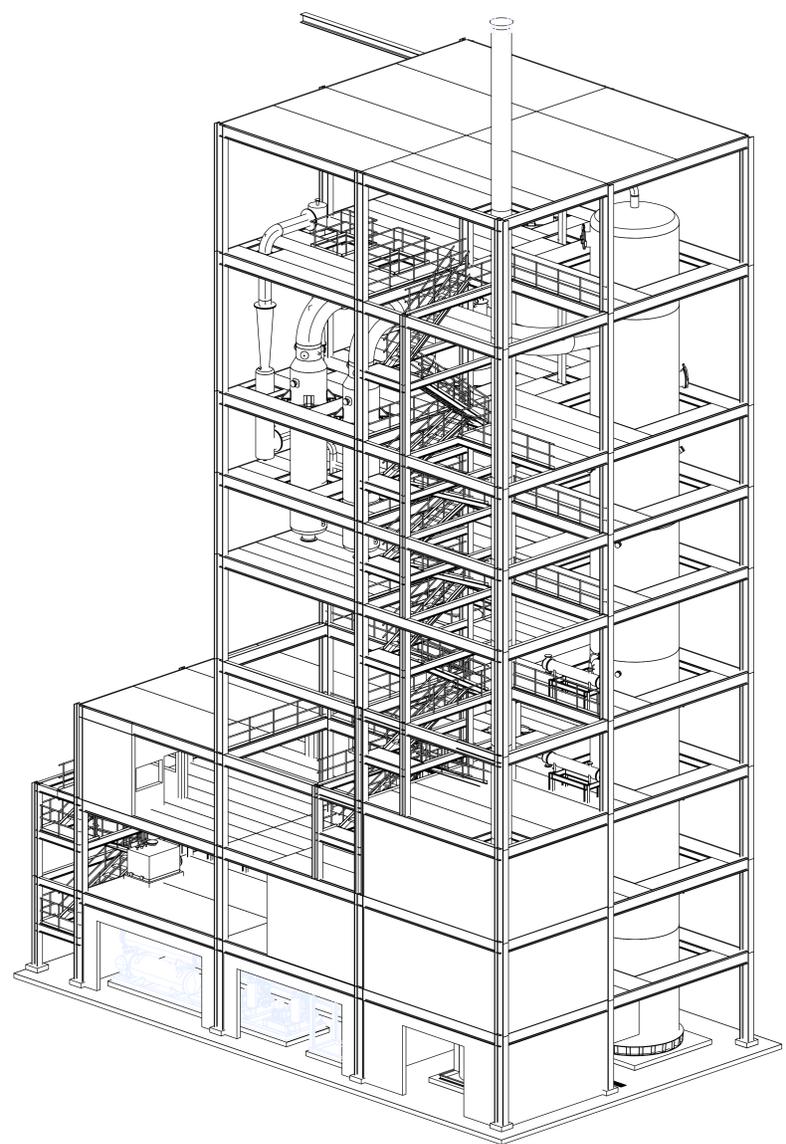
ACCORDING TO THE LAW OUR SURVEYS AND DRAWINGS ARE NOT VALID FOR ORIENTATION OF EQUIPMENTS. INDICATED LOADS AND LOCATION OF BEAMS ARE GIVEN FOR INFORMATION ONLY. ALL INDICATED LEVELS ARE TOP OF STEEL. THE CONCRETE OF FLOORS MUST BE IN-BETWEEN STEEL BEAMS. LOADS INDICATED ON THE EQUIPMENT LIST ARE ESTIMATED VERTICAL LOADS ONLY AND, MAY NOT BE USED FOR CALCULATION OF BUILDING STRUCTURE. ARCHITECT TO DECIDE OTHER LOADS LIKE STRUCTURE LIVE LOAD, WIND LOAD, SEISMIC LOADS, BY REFERRING DESMET STRUCTURE/FOUNDATION DRAWINGS. LOCATIONS FOR THE ITEMS INDICATED * IN THE EQUIPMENT LIST IS NOT SHOWN IN THE LAYOUT.

DE CONFORMIDAD CON LA LEY NUESTROS DISEÑOS Y DIBUJOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS NI UTILIZADOS PARA OTRAS FINALIDADES SIN NUESTRA AUTORIZACIÓN. NUESTROS DISEÑOS Y DIBUJOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS NI UTILIZADOS PARA OTRAS FINALIDADES SIN NUESTRA AUTORIZACIÓN. NUESTROS DISEÑOS Y DIBUJOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS NI UTILIZADOS PARA OTRAS FINALIDADES SIN NUESTRA AUTORIZACIÓN.

IF IN DOUBT, ASK - DO NOT SCALE !



ISO VIEW 1



ISO VIEW 2

EQUIPMENT LIST			
ITEM NBR	ITEM DESCRIPTION	EMPTY WEIGHT	FLOODED WEIGHT
SECTION : 800E - (1200TD) QUALISTOCK			
822Q-1	QUALISTOCK DEODORIZER COLUMN 1	105T	410T
822Q-2	QUALISTOCK DEODORIZER COLUMN 2	15T	65T
8800	OIL/OIL HEAT EXCHANGER	~1T	~1.5T
821X-1	OIL HEATER	0.8T	1T
821X-2	START-UP HEATER	1T	1.2T
881A	OIL/OIL HEAT EXCHANGER	0.5T	0.7T
881B1	DEODORIZER SHUT DOWN COOLER	0.8T	1.2T
881B2	DEODORIZER OIL FINAL COOLER	0.8T	1T
P822A-1/2	DEODORIZER OIL PUMP	2x0.6T	2x0.8T
824B1/2	OUTGOING OIL STAINER	0.3T	0.4T
816B-1/2/3	POLISHING FILTERS	3x0.3T	3x0.5T
804N1 *	NITROGEN MIXER	-	-
802-1	OIL DEAERATOR	2.1T	12.4T
802-2	OIL DEAERATOR	5T	32T
816A-1/2/3	INCOMING OIL SAFETY FILTER	3x0.3T	3x0.5T
P801	TANK FARM TRANSFER PUMP	0.5T	0.6T
P802	DEAERATOR TRANSFER PUMP	0.5T	0.6T
P822C-1/2	DEODORIZER OIL TRANSFER PUMP	2x0.6T	2x0.8T
P822B	DEODORIZER OIL BOOSTER PUMP	0.6T	0.8T
857E	VAPOUR DUCT - DEODORIZER TOWER1 TO DEODORIZER	-	-
857H	VAPOUR DUCT - DEODORIZER TOWER1 TO DEODORIZER TOWER2	-	-
823LT	FATTY ACIDS COLLECTING TANK	0.7T	2.5T
P814AG	FATTY ACIDS CIRCULATING PUMP	0.6T	0.8T
881AG	FATTY ACIDS COOLER	0.9T	1.0T
P850/81AG *	FATTY ACIDS TEMPERED WATER PUMP	-	-
890H	HIGH PRESSURE STEAM GENERATOR	9T	11T
884	HEATER CHIMNEY	~7T	-
819C-1/2	SUBLIMATOR	2x7T	2x20T
811C-02	CHILLER	-	-
811C-0L	CHILLER	-	-
878/32C	HOT WATER TANK - DECANTER	3.6T	27.5T
P878C	HOT WATER CIRCULATING PUMP	0.5T	0.6T
821C	WATER HEATER	0.8T	1.2T
857C	VAPOUR DUCT - F.A. SEPARATOR TO 819C	-	-
857D	VAPOUR DUCT - 819C TO 814C	-	-
841C	VACUUM PRODUCTION UNIT	-	-
P841X/02	VACUUM PUMP	~0.4T	~0.6T
841B	START-UP EJECTOR	-	-
832A	HOTWELL	0.8T	2.9T
836/32A	HOTWELL FAN	-	-
846B *	STEAM SEPARATOR	-	-
846C *	STEAM SEPARATOR	-	-
5613RC-1/2	CLEAN COOLING TOWER	-	-
5632RC-1/2	CLEAN COOLING BASIN	-	-
P5613RC-1/2	WATER CIRCULATING PUMP	2x0.5T	2x0.7T

GENERAL NOTES:-

- THIS DRAWING IS NOT VALID FOR ORIENTATION OF EQUIPMENTS.
- INDICATED LOADS AND LOCATION OF BEAMS ARE GIVEN FOR INFORMATION ONLY.
- ALL INDICATED LEVELS ARE TOP OF STEEL.
- THE CONCRETE OF FLOORS MUST BE IN-BETWEEN STEEL BEAMS.
- LOADS INDICATED ON THE EQUIPMENT LIST ARE ESTIMATED VERTICAL LOADS ONLY AND, MAY NOT BE USED FOR CALCULATION OF BUILDING STRUCTURE.
- ARCHITECT TO DECIDE OTHER LOADS LIKE STRUCTURE LIVE LOAD, WIND LOAD, SEISMIC LOADS, BY REFERRING DESMET STRUCTURE/FOUNDATION DRAWINGS.
- LOCATIONS FOR THE ITEMS INDICATED * IN THE EQUIPMENT LIST IS NOT SHOWN IN THE LAYOUT.

- EASY REMOVABLE PLATE.
- CONCRETE OR RCC SLAB.
- WALL.
- FLOOR OPENING/CUTOUT.
- STEEL CHEQUERED PLATE.
- STEEL GRATINGS
- ROOF.
- KICK PLATE ONLY.
- RAILING WITH KICK PLATE.

Desmet Ballestra Group		PROJECT ID NBR	-	
		PROJECT DESCRIPT	FALIM6	
ITEM NBR	897-897IC	DOCUMENT TYPE	SECD	SCALE
DISPOSITION		PROC.E	ROD	1:100
DOCUMENT DESCRIPTION	REFINERY LAYOUT	PROJ.M	NMA	AO
		DATE	ALTHOR	EMF
GENERAL LAYOUT		10.11.2020	100172337	000
ISO VIEWS				

Anexo 3
Planos de la red existente de tuberías de agua contra
incendios de la planta Callao

MÉTODO DE PROTECCIÓN		SECTOR: Servicios Industriales		alcorp	
SUB-SISTEMA: Seguridad Industrial		TÍTULO: RED CONTRA INCENDIO PREDIO ALICORP		PROYECTO No. A1	
FECHA: 10.01.18	NOMBRE:	REFERENCIA EXTERNA / CÓDIGO ANTERIOR:		PLANO No. 108G-217-04	
REV. 10.01.18					
ESCALA: 1:1000					

LEYENDA

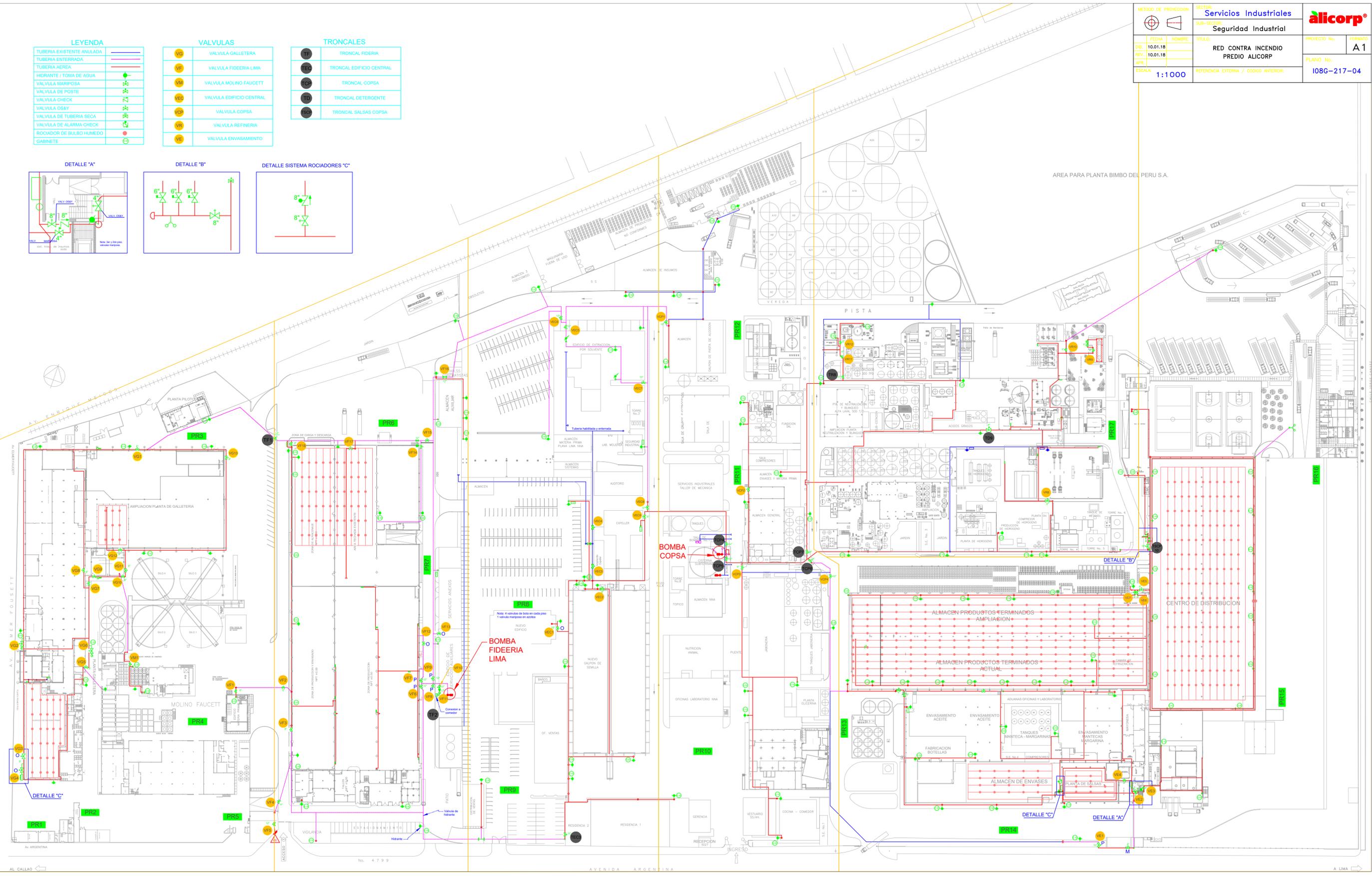
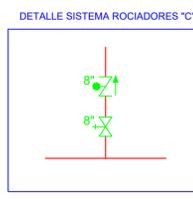
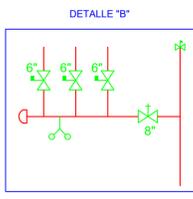
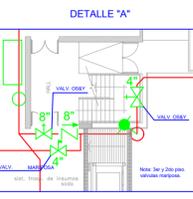
TUBERIA EXISTENTE ANULADA	—
TUBERIA ENTERRADA	—
TUBERIA AEREA	—
HIDRANTE / TOMA DE AGUA	—
VALVULA MARIPOSA	—
VALVULA DE POSTE	—
VALVULA CHECK	—
VALVULA OS&Y	—
VALVULA DE TUBERIA SECA	—
VALVULA DE ALARMA CHECK	—
ROCIADOR DE BULBO HUMEDO	—
GABINETE	—

VALVULAS

V1	VALVULA GALLETERA
V2	VALVULA FIDEERIA LIMA
V3	VALVULA MOLINO FAUCETT
V4	VALVULA EDIFICIO CENTRAL
V5	VALVULA COPSA
V6	VALVULA REFINERIA
V7	VALVULA ENVASAMIENTO

TRONCALES

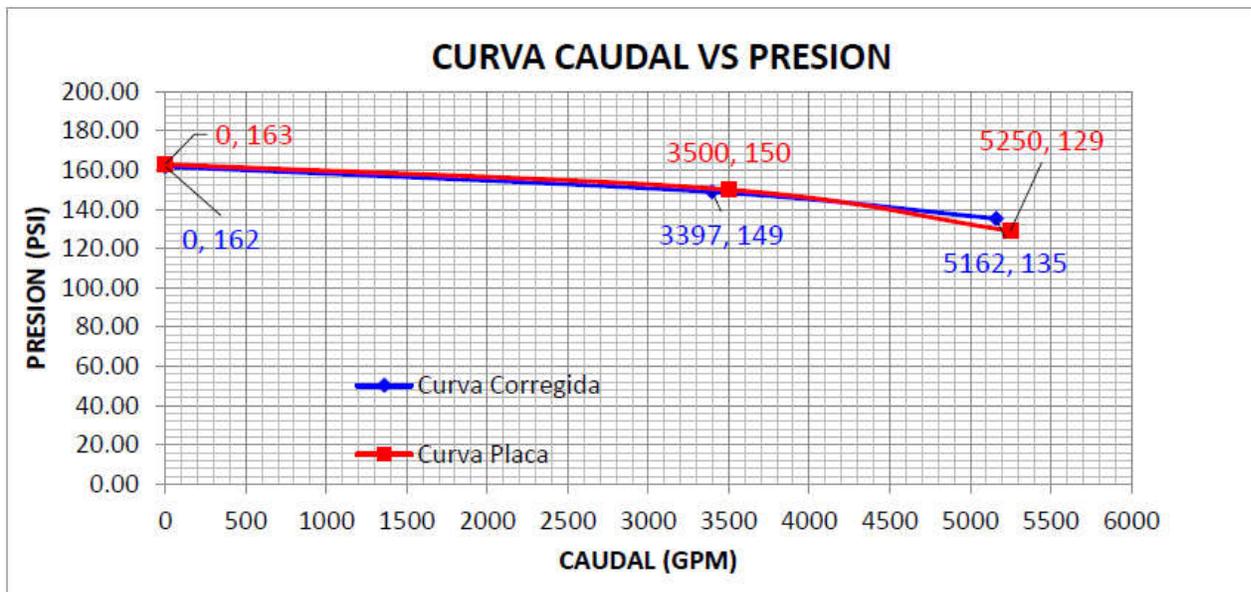
T1	TRONCAL FIDEERIA
T2	TRONCAL EDIFICIO CENTRAL
T3	TRONCAL COPSA
T4	TRONCAL DETERGENTE
T5	TRONCAL SALSAS COPSA



Anexo 4
Curva de performance de la bomba contra incendio
existente de la planta Callao

PRUEBA DE CURVA DE LA PLANTA COPSA - ALICORP										
1	PRUEBA DE FLUJO								DATOS DE PLACA DE MOTOR	
Pto.	CAUDAL	P. Neta	P. SUCCION	P. DESCARGA	VELOCIDAD	T°AGUA	P. ACEITE	P. REFRI	CAUDAL (GPM)	3500
	(GPM)	PSI	PSI	(PSI)	RPM	°C	(PSI)	(PSI)	TDH(PSI)	.150
1	0	175	0	175	1820	80	75	32	VELOCIDAD (RPM)	1750
2	3500	158	0	158	1803	82	75	30	PRESIÓN A "0" FLUJO (PSI)	163
3	5250	140	-4	138	1780	83	75	28	PRESIÓN A 150% (PSI)	129

DATOS PLACA		CORREGIDO A:		1750
(GPM)	PSI	CAUDAL-GPM	PRESION NETA	VAR.
0	163	0	162	-1%
3500	150	3397	149	-1%
5250	129	5162	135	5%



- SE REALIZO LA PRUEBA DE CURVA DE ACUERDO CON LA NORMA NFPA-20, NFPA-25. LO CUAL LOS PARAMETROS CONCUERDAN CON LOS DATOS DE PLACA DE LA BOMBA.

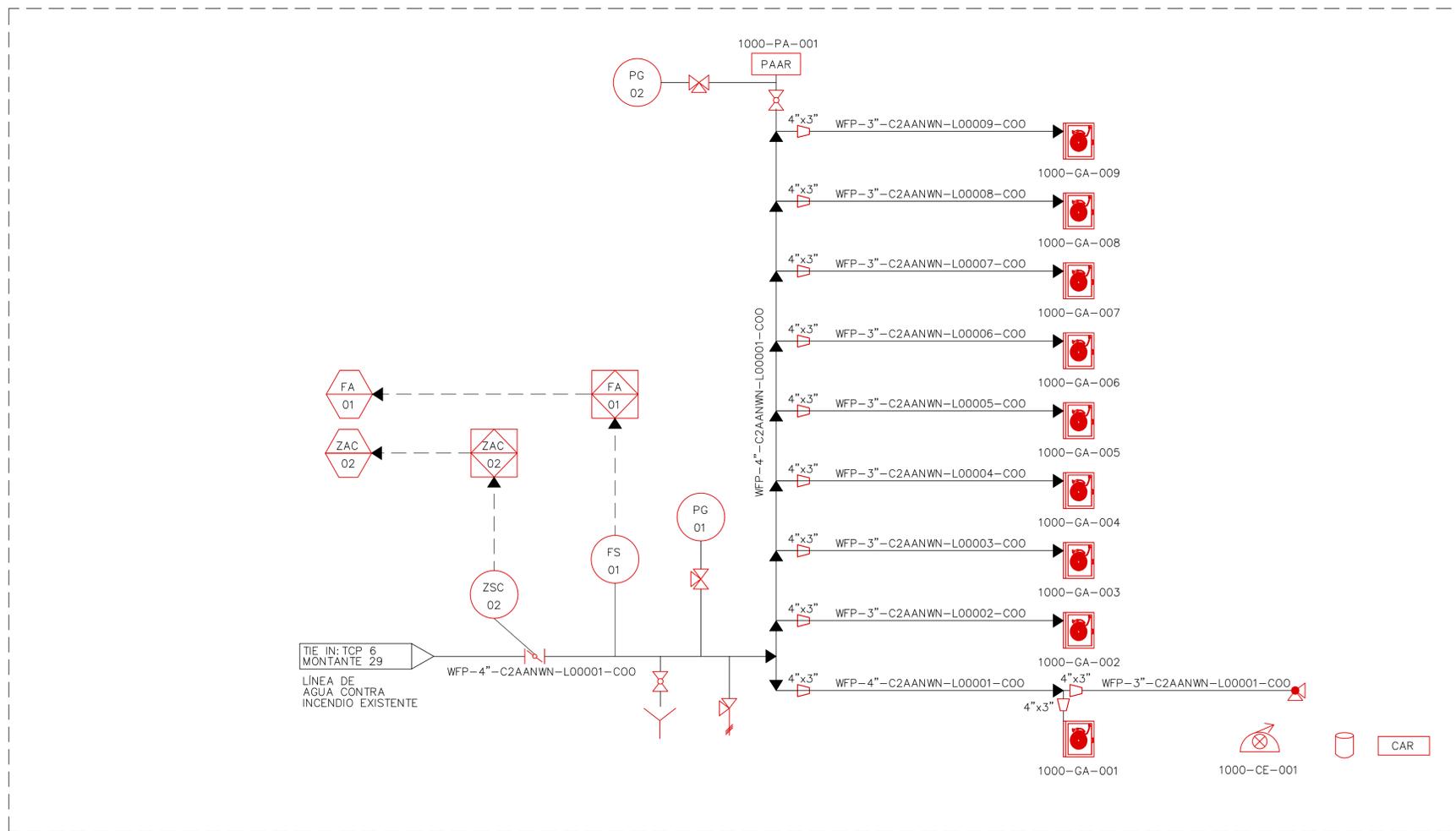
Anexo 5
Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 1

Paso N°	Tramo (Nodo - Nodo)	Ø (pulg)	Material	Caudal (gpm)		Di (pulg)	Accesorios, Válvulas y Otros			Longitud de tubería		Nivel (m)	Pérdida por Fricción (psi/pies)	Resumen de Presiones (psi)	Presión Normal (psi)	Otros	Velocidad (m/s)	Paso de Referencia
							#	Tipo	L Equiv. (pies)									
1	J56 - J55	1 1/2	Acero al Carbono	q	100.0	1.61	1	V. Angular	20.0	m	Pies	J56 : 35.0	0.317	Ps= 65.0	Pt= 65.0	C = 120	4.80	Parámetros de Diseño
				Q	100.0													
2	J55 - J54	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	J55 : 35.0	0.014	Ps= 71.4	Pt= 71.4	C = 120	1.32	1
				Q	100.0													
3	J54 - J53	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	4	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	J54 : 38.5	0.014	Ps= 66.6	Pt= 66.6	C = 120	1.32	2
				Q	100.0													
4	J53 - J47	4	Acero al Carbono	q	0.0	4.03				m	Pies	J53 : 38.5	0.004	Ps= 67.4	Pt= 67.4	C = 120	0.77	3
				Q	100.0													
5	J50 - J49	1 1/2	Acero al Carbono	q	100.0	1.61	1	V. Angular	20.0	m	Pies	J50 : 29.0	0.317	Ps= 65.0	Pt= 65.0	C = 120	4.80	Parámetros de Diseño
				Q	100.0													
6	J49 - J48	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	1	Codo de 90° RC	7.0	m	Pies	J49 : 29.0	0.014	Ps= 71.4	Pt= 71.4	C = 120	1.32	5
				Q	100.0													
7	J48 - J47	3	Acero al Carbono	q	0.0	3.07	2	Codo de 90° RC	14.0	m	Pies	J48 : 33.0	0.014	Ps= 65.9	Pt= 65.9	C = 120	1.32	6
				Q	100.0													
8	J47 - J59	4	Acero al Carbono	q	106.6	4.03	3	Codo de 90° RC	30.0	m	Pies	J47 : 33.0	0.014	Ps= 75.3	Pt= 75.3	C = 120	1.59	4 Y 7
				Q	206.6		1	Tee o cruz	20.0	22.6	74.1							
9	J59 - J4	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	J59 : 11.5	0.002	Ps= 107.6	Pt= 107.6	C = 120	0.70	8
				Q	206.6		1	Tee o cruz	30.0	8.3	27.2							
							1	V. Mariposa	10.0		Longitud total	J4 : 5.2		Pp= 0.2	Pn= 107.5	SCH 40		

Anexo 6
Hoja de cálculo de forma manual en Excel del escenario 2

Paso N°	Tramo (Nodo - Nodo)	Ø (pulg)	Material	Caudal (gpm)		D _i (pulg)	Accesorios, Válvulas y Otros			Longitud de tubería		Nivel (m)	Pérdida por Fricción (psi/pies)	Resumen de Presiones (psi)	Presión Normal (psi)	Otros	Velocidad (m/s)	Paso de Referencia
							#	Tipo	L Equiv. (pies)									
				Q	502.8					Longitud total 306.0 pies	J3 : 4.8		P _p = 3.0 P _i = 119.8	P _n = 116.0	SCH 40			
10	J3 - J2	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	J3 : 4.8	0.010	P _s = 119.8	P _t = 119.8	C = 120	1.70	9
										14.8	48.6			P _e = -3.7	P _v = 0.21			
				Q	502.8				Longitud total 76.6 pies	J2 : 7.4	P _p = 0.8	P _n = 119.5		SCH 40				
											P _i = 116.8							
11	J2 - J1	6	Acero al Carbono	q	0.0	6.07	2	Codo de 90° RC	28.0	m	Pies	J2 : 7.4	0.010	P _s = 116.8	P _t = 116.8	C = 120	1.70	10
										8.7	28.5			P _e = 2.8	P _v = 0.21			
				Q	502.8				Longitud total 56.5 pies	J1 : 5.4	P _p = 0.6	P _n = 116.6		SCH 40				
											P _i = 120.2							

Anexo 7
Planos de diseño del sistema de protección contra
incendios del nuevo Desodorizador

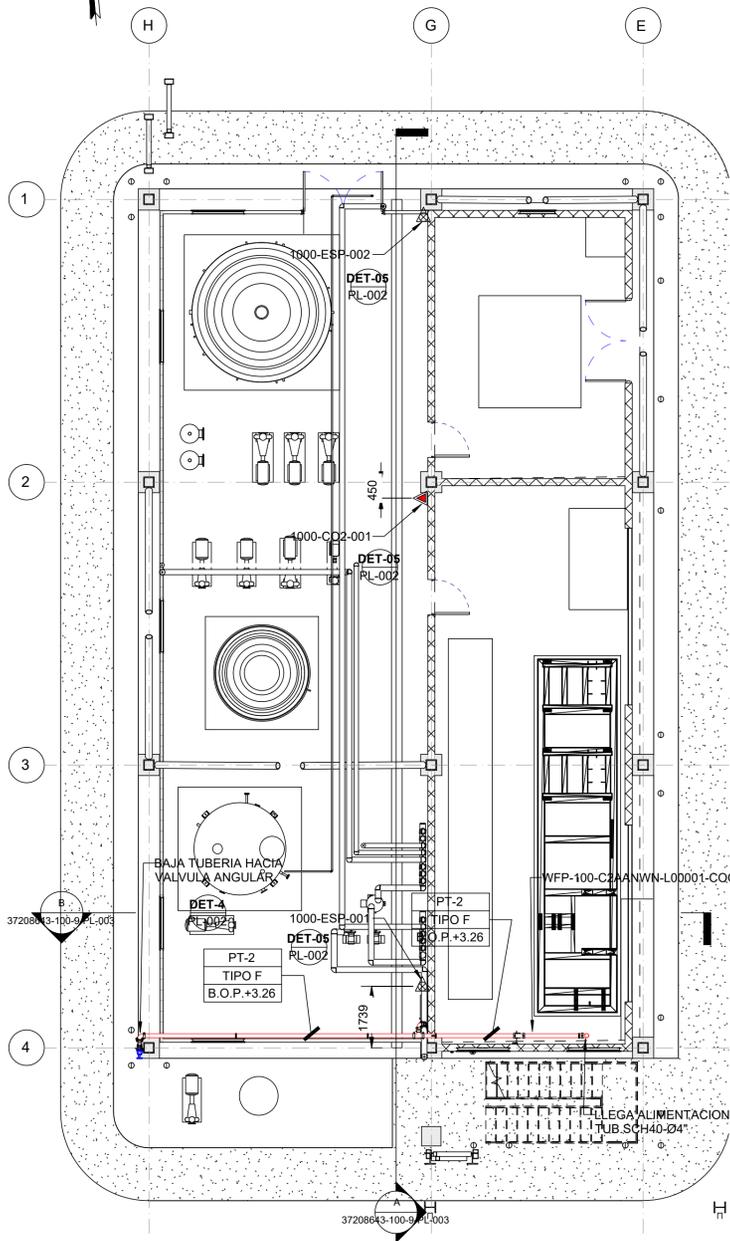
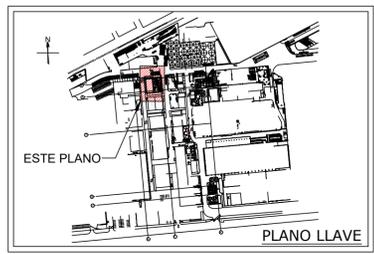


ÁREA 1000-NUEVO DESODORIZADOR (DEO 5)

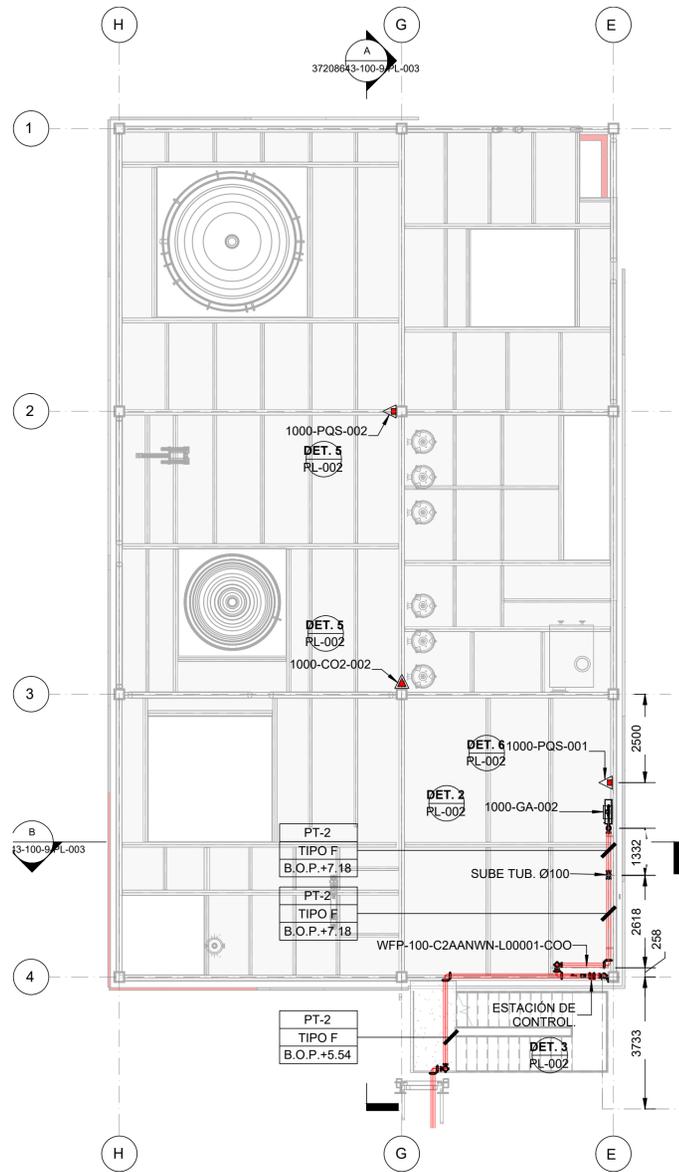
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA DE AGUA CONTRA INCENDIO
	REDUCTOR EXCÉNTRICO
	VÁLVULA DE COMPUERTA TIPO OS&Y
	CONTENEDOR DE CONCENTRADO DE ESPUMA
	VÁLVULA MARIPOSA SUPERVISADA
	VÁLVULA DE 3 VÍAS
	VÁLVULA DE BOLA
	PURGA AUTOMÁTICA DE AIRE
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	CASETA DE ATAQUE RÁPIDO (CAR)
	CARRO ESPUMA
	VÁLVULA ANGULAR DE Ø2 1/2"
	VÁLVULA DE ALIVIO DE 3/4"
- - - - -	SISTEMA DE ALARMA DE INCENDIOS

LEYENDA	
TAG	DESCRIPCIÓN
ZSC	SWITCH DE POSICIÓN CERRADO
ZAC	ALARMA DE POSICIÓN CERRADO
FS	SWITCH DE FLUJO (DETECTOR DE FLUJO)
FA	ALARMA DE FLUJO
PG	MEDIDOR DE PRESIÓN (MANÓMETRO)

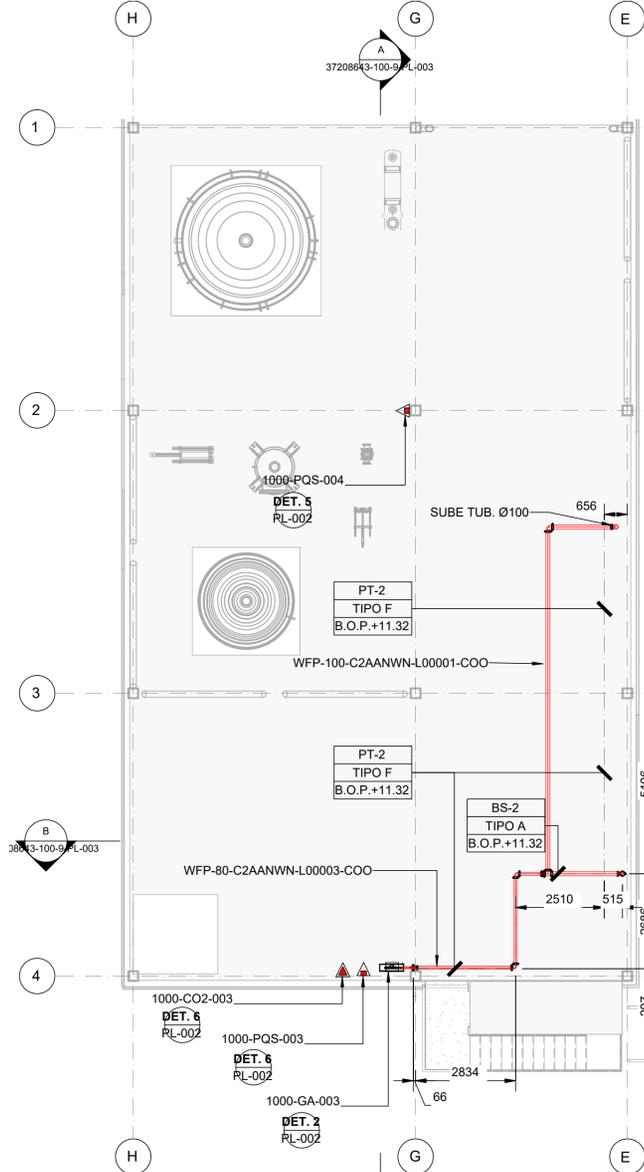
5.33°



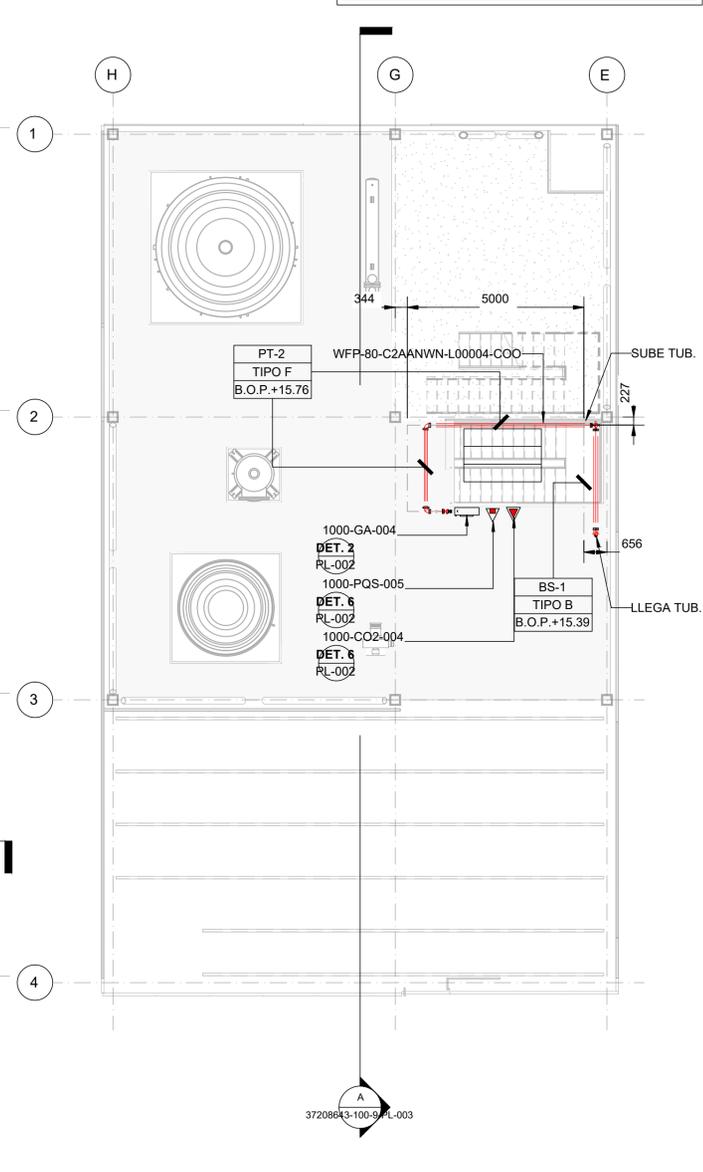
ESCALA 1 : 100
PLANTA NIVEL +0.00



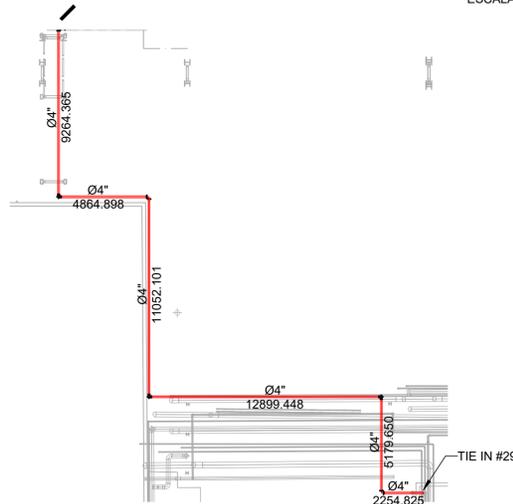
PLANTA NIVEL + 4.00
ESCALA 1 : 100



PLANTA NIVEL + 8.00
ESCALA 1 : 100

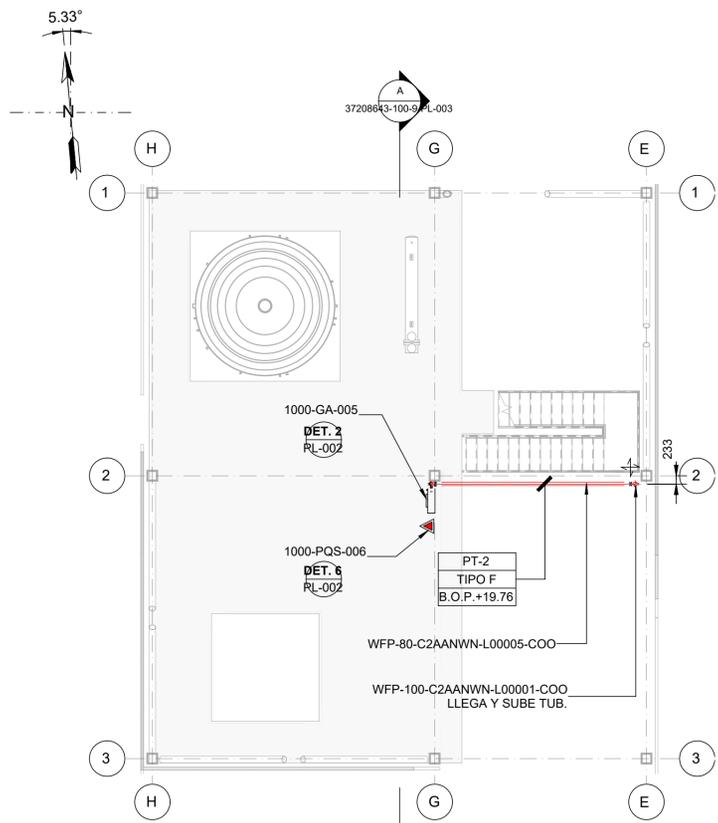


PLANTA NIVEL + 12.00
ESCALA 1 : 100

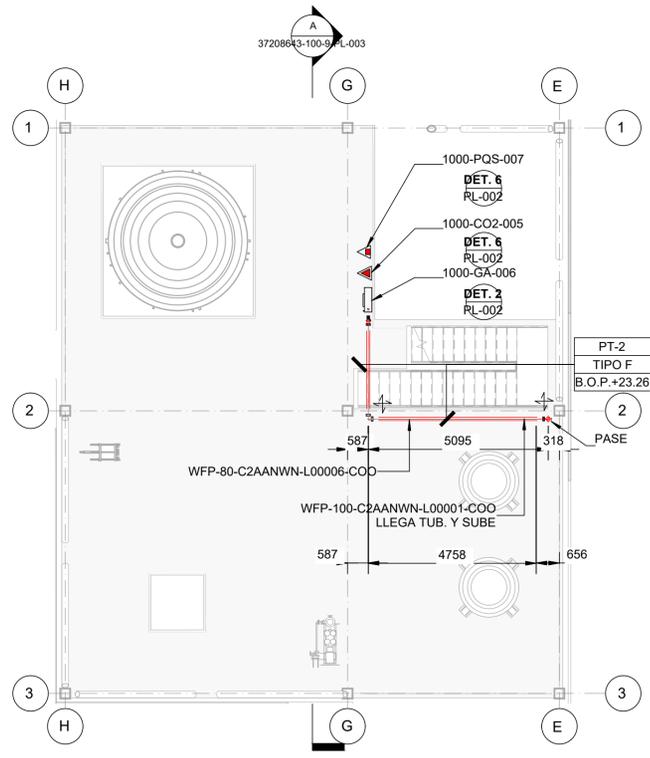


LEYENDA	
	TUBERÍA AÉREA CONTRA INCENDIO
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	EXTINTOR PQS, 10 LB, 4-A-80B-C, LISTADO UL
	EXTINTOR CO2, 10 LB, 10-B-C, LISTADO UL
	EXTINTOR ESPUMA, 2.5 GAL, 10-A-20-B, LISTADO UL

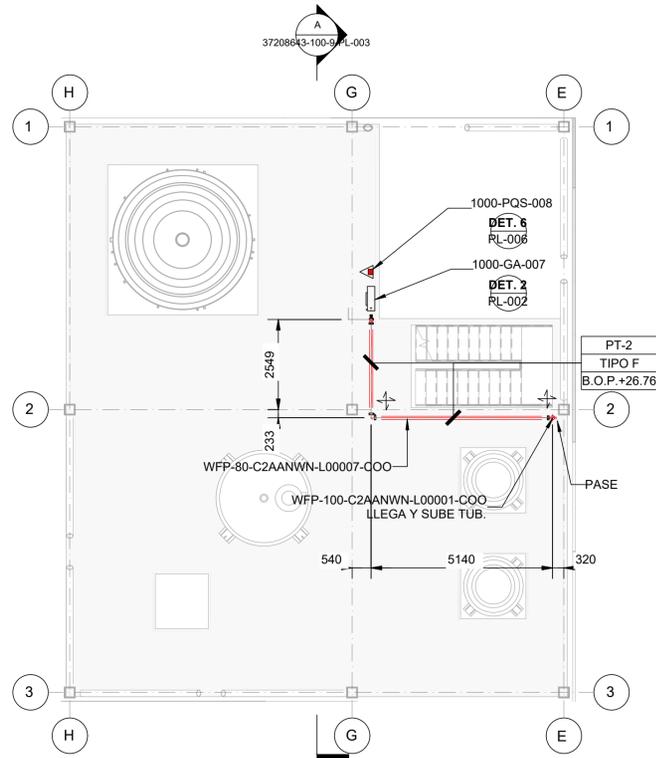
EXTINTORES					
TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)	TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)
1000-ESP-001	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-PQS-003	AUTOSOPORTADO	+8.00
1000-ESP-002	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-CO2-003	AUTOSOPORTADO	+8.00
1000-CO2-001	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-PQS-004	ADOSADO A COLUMNA	+8.00
1000-PQS-001	AUTOSOPORTADO	+4.00	1000-PQS-005	AUTOSOPORTADO	+12.00
1000-CO2-002	ADOSADO A COLUMNA	+4.00	1000-CO2-004	AUTOSOPORTADO	+12.00
1000-PQS-002	ADOSADO A COLUMNA	+4.00	-	-	-



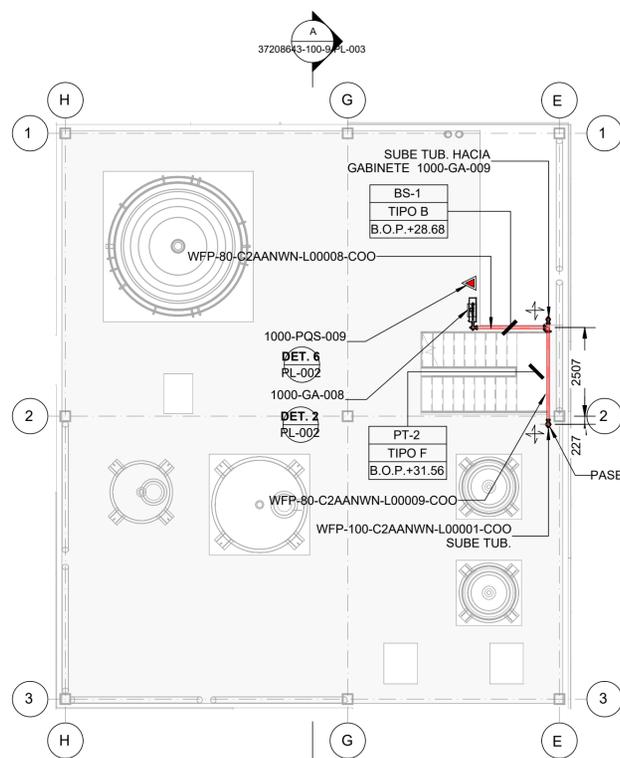
PLANTA NIVEL + 16.00
ESCALA 1 : 100



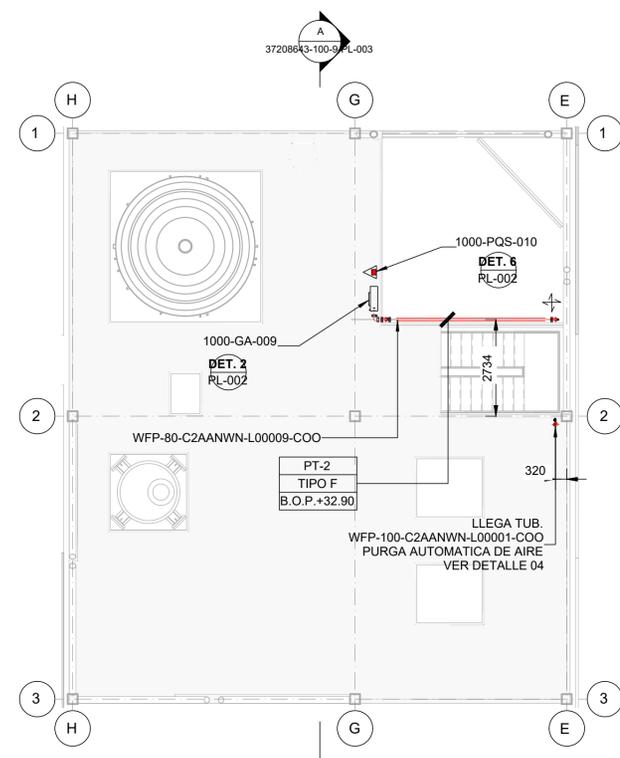
PLANTA NIVEL + 20.50
ESCALA 1 : 100



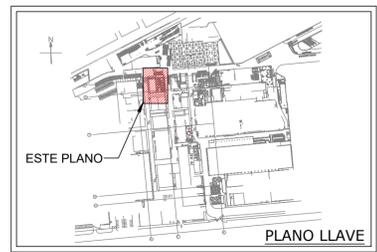
PLANTA NIVEL + 24.00
ESCALA 1 : 100



PLANTA NIVEL + 27.50
ESCALA 1 : 100

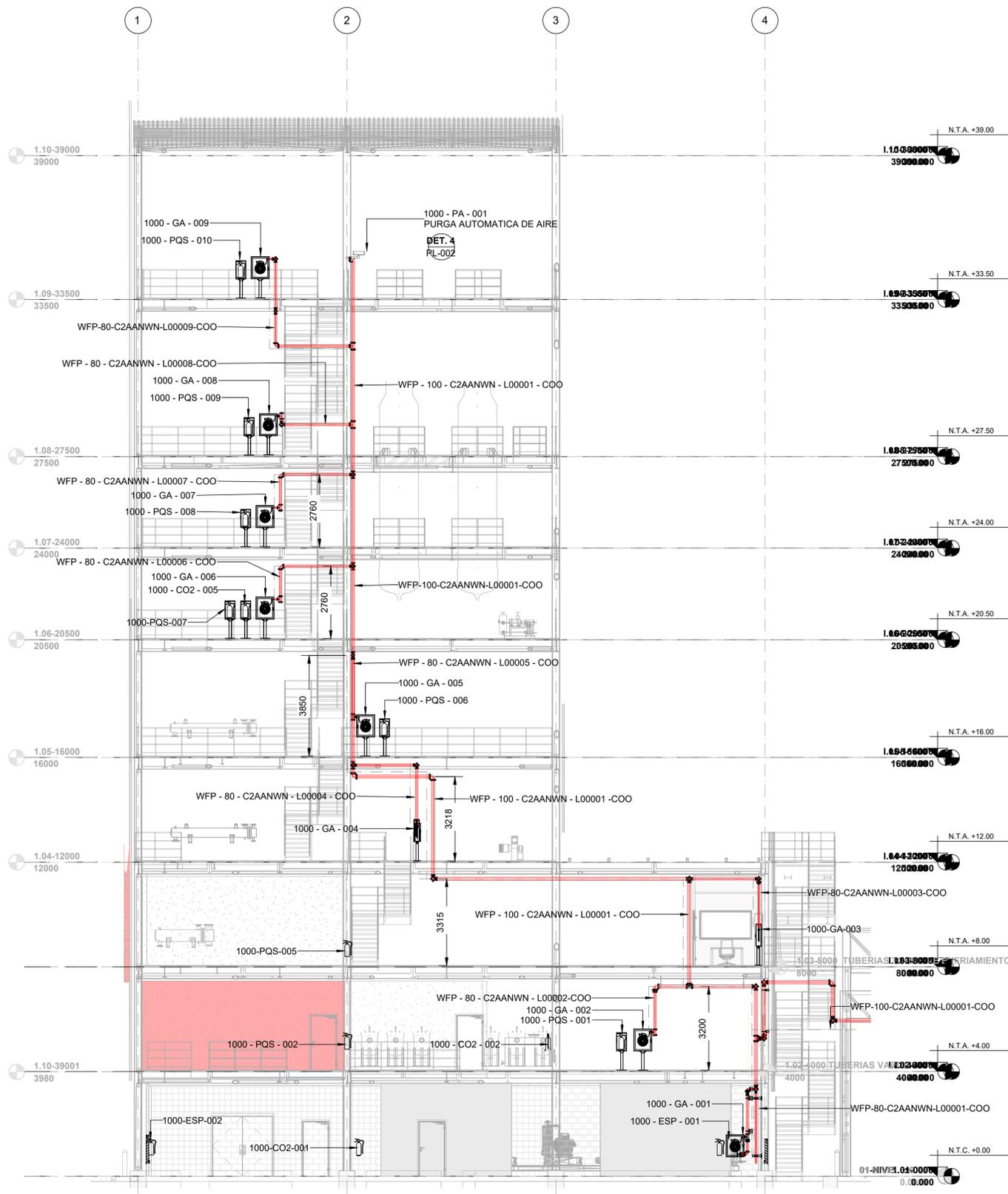


PLANTA NIVEL + 33.50
ESCALA 1 : 100



EXTINTORES					
TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)	TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)
1000-PQS-006	AUTOSOPORTADO	+16.00	1000-PQS-008	AUTOSOPORTADO	+24.00
1000-PQS-007	AUTOSOPORTADO	+20.50	1000-PQS-009	AUTOSOPORTADO	+27.50
1000-CO2-005	AUTOSOPORTADO	+20.50	1000-PQS-010	AUTOSOPORTADO	+33.50

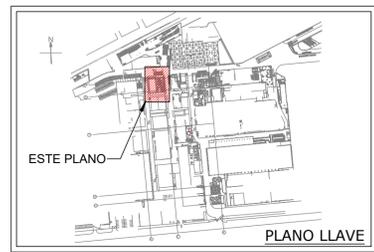
LEYENDA	
	TUBERÍA AÉREA CONTRA INCENDIO
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	EXTINTOR PQS, 10 LB, 4-A, 80B-C, LISTADO UL.
	EXTINTOR CO2, 10 LB, 10-B-C, LISTADO UL.



SECCIÓN A - VER PLANO 0001-0002
ESCALA 1:100

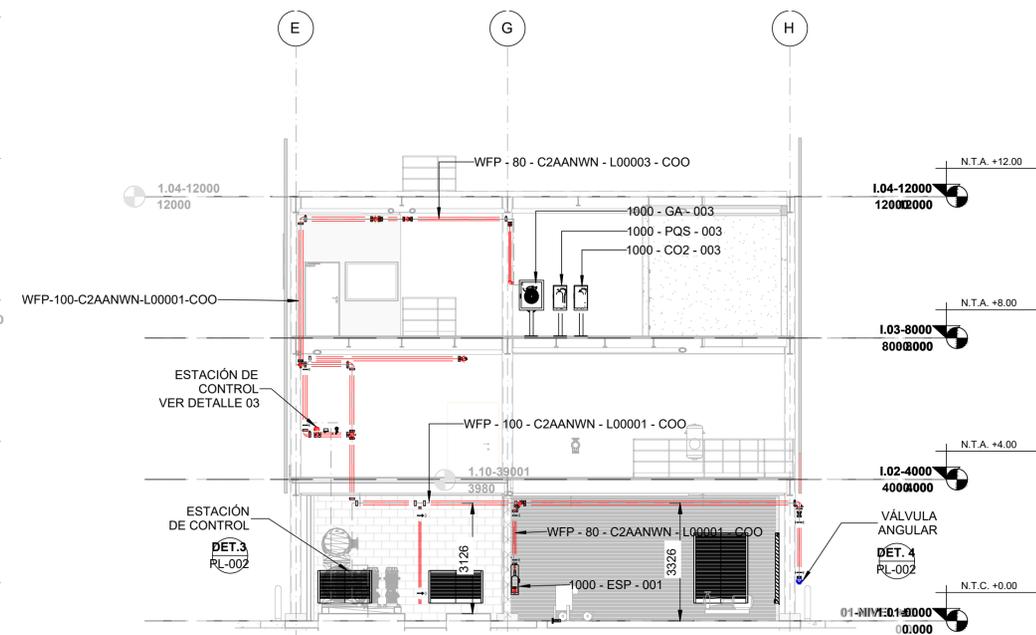
EXTINTORES					
TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)	TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)
1000-ESP-001	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-PQS-003	AUTOSOPORTADO	+8.00
1000-ESP-002	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-CO2-003	AUTOSOPORTADO	+8.00
1000-CO2-001	ADOSADO A PARED	+0.00	1000-PQS-004	ADOSADO A COLUMNA	+8.00
1000-PQS-001	AUTOSOPORTADO	+4.00	1000-PQS-005	AUTOSOPORTADO	+12.00
1000-CO2-002	ADOSADO A COLUMNA	+4.00	1000-CO2-004	AUTOSOPORTADO	+12.00
1000-PQS-002	ADOSADO A COLUMNA	+4.00	-	-	-

EXTINTORES					
TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)	TAG	TIPO DE INSTALACIÓN	NIVEL (m.)
1000-PQS-00	AUTOSOPORTADO	+16.00	1000-PQS-008	AUTOSOPORTADO	+24.00
1000-PQS-00	AUTOSOPORTADO	+20.50	1000-PQS-009	AUTOSOPORTADO	+27.50
1000-CO2-005	AUTOSOPORTADO	+20.50	1000-PQS-010	AUTOSOPORTADO	+33.50

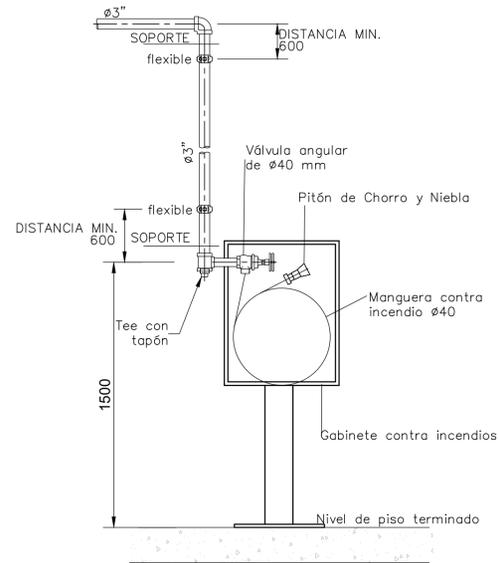


LEYENDA

 TUBERÍA AÉREA CONTRA INCENDIO

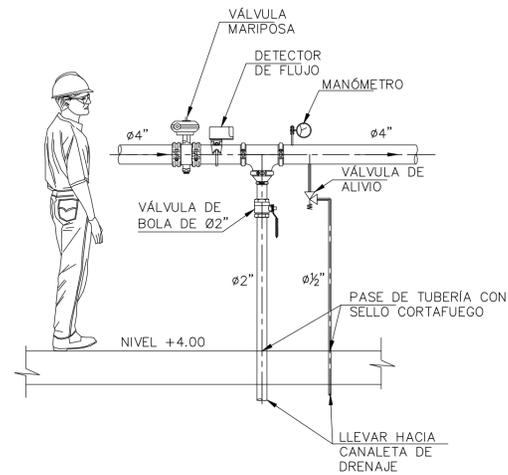


SECCIÓN B - VER PLANO 0001-0002
ESCALA 1:100



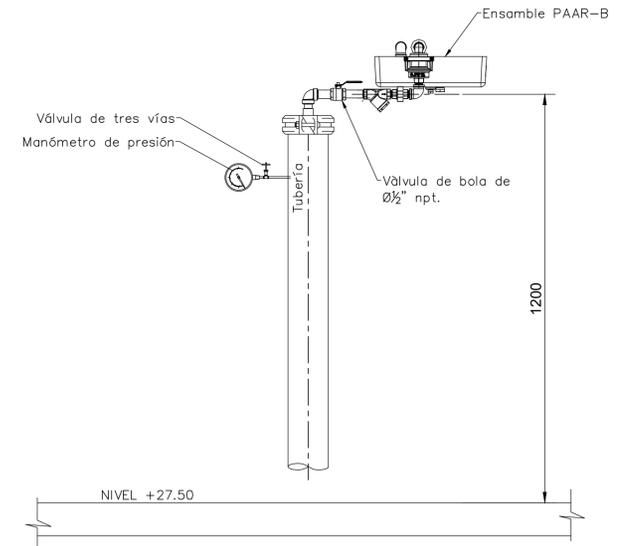
GABINETE CONTRA INCENDIO CLASE II AUTOSOPORTADO - ÁREA 1000

DETALLE 1
ESCALA 1 : 20



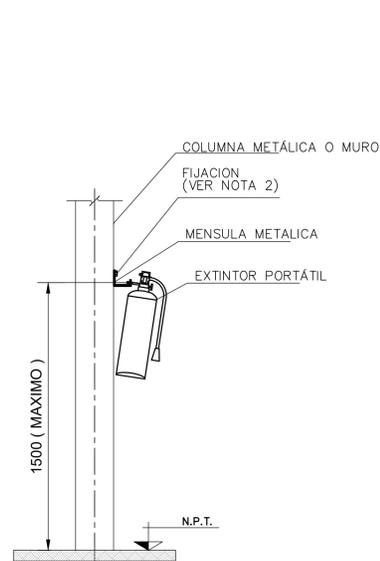
ESTACIÓN DE CONTROL ÁREA 1000

DETALLE 2
ESCALA 1 : 20



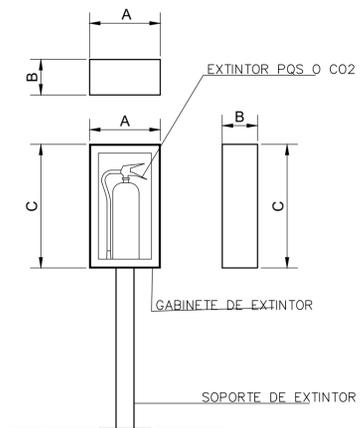
PURGA AUTOMÁTICA DE AIRE ÁREA 1000

DETALLE 3
ESCALA 1 : 10



EXTINTOR PORTÁTIL EN COLGADO ÁREA 1000

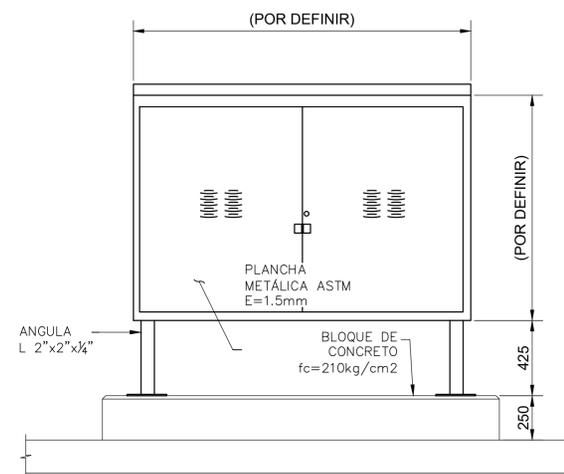
DETALLE 4
ESCALA 1 : 20



TIPO DE GABINETE PESO (LBS)	DIMENSION DE LA CAJA		
	A	B	C
PQS DE 10 LBS	300	200	650
CO2 DE 10 LBS	400	250	700
ESPUMA DE 10 LBS	400	250	700

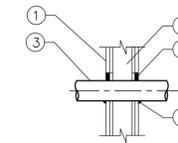
EXTINTOR PORTÁTIL AUTOSOPORTADO ÁREA 1000

DETALLE 5
ESCALA 1 : 20

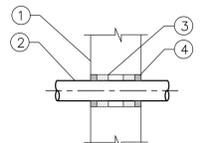


CASETA DE ATAQUE RÁPIDO (CAR) ÁREA 1000

DETALLE 6
ESCALA 1 : 20



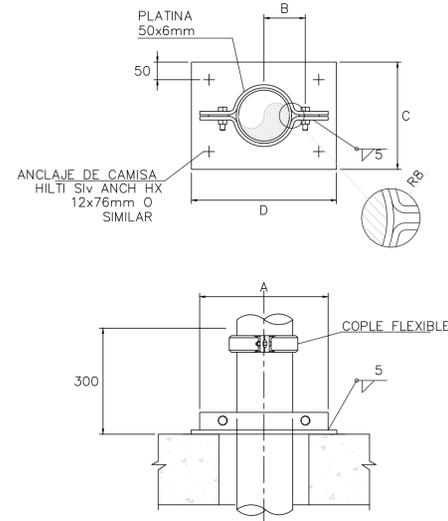
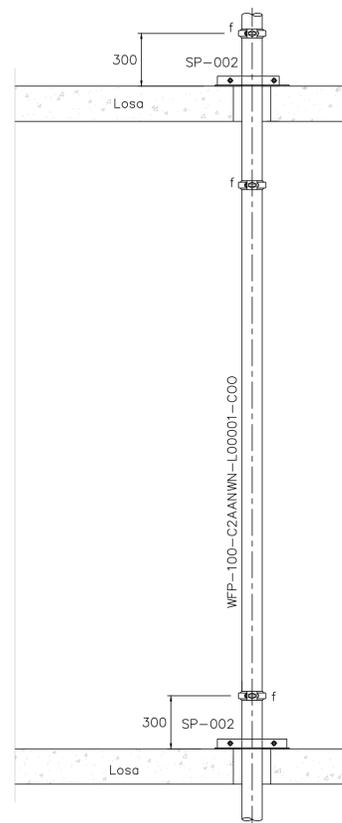
SELLO CORTAFUEGO EN DRYWALL	
W-L-1054	
TAG	DESCRIPCIÓN
①	DRYWALL
②	MADERA
③	TUBERÍA DE Ø½" A Ø4"
④	½" (MÍN) HILTI FS-ONE
⑤	½" (MÍN) HILTI FS-ONE



SELLO CORTAFUEGO EN PARED	
C-AJ-1154	
TAG	DESCRIPCIÓN
①	PARED DE CONCRETO
②	TUBERÍA DE Ø½" A Ø4"
③	LANA MINERAL
④	½" (MÍN) HILTI FS-ONE-MAX

PASE CON SELLO CORTA FUEGO ÁREA 1000

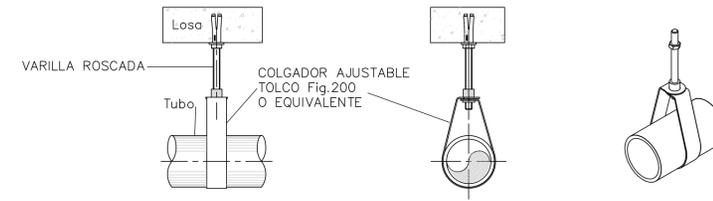
DETALLE 7
ESCALA 1 : 20



DIAMETRO (pulgada)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	PERNO CON ARANDELA DE PRESION	
4	100	13-1/2	3-3/8	10-1/2	14-1/2	8-1/2	1/2 X 2

SOPORTE DE MONTANTE SP-02
ÁREA 1000

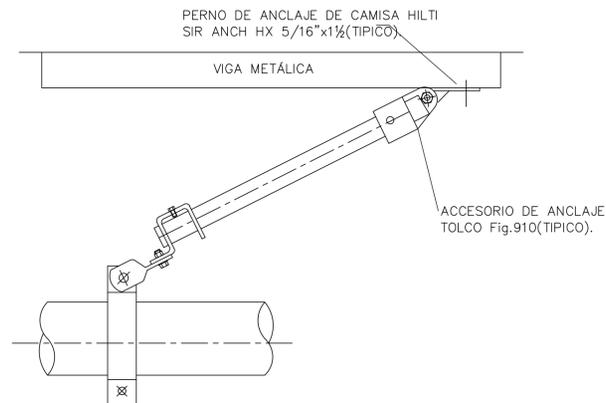
DETALLE 8
ESCALA 1 : 20



DIAMETRO DEL TUBO COLGADO (mm)	DIAMETRO DE LA VARILLA (mm)	ANCLAJE (pulgadas)
ø25-ø100	10	HDI 3/8"

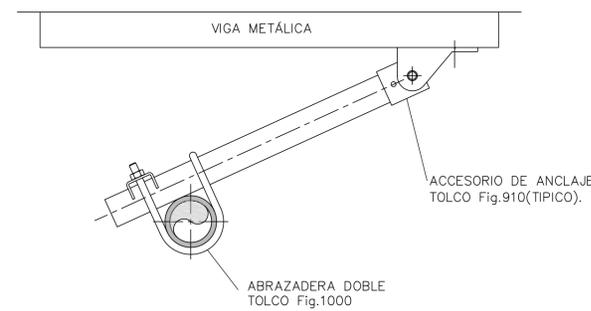
COLGADOR SP-03
ÁREA 1000

DETALLE 9
ESCALA 1 : 5



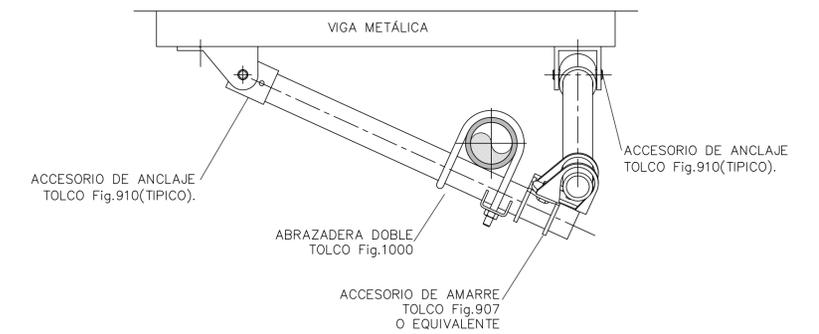
SOPORTE ANTISÍSMICO LONGITUDINAL SP-04
ÁREA 1000

DETALLE 10
ESCALA 1 : 5



SOPORTE ANTISÍSMICO TRANSVERSAL SP-05
ÁREA 1000

DETALLE 11
ESCALA 1 : 5



SOPORTE DE 4 VÍAS SP-06
ÁREA 1000

DETALLE 12
ESCALA 1 : 5

Anexo 8
Hojas de datos de los equipos principales del sistema de
protección contra incendio

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-01 **UBICACIÓN:** Área 1000
REFERENCIA: Gabinete Contra Incendio **TAG:** 1000-GA-002@009
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios **Marca:** _____
 Cantidad: 9 **Modelo:** _____
 Tipo: Clase II **Procedencia:** _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input checked="" type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
---	--	--

3 CONSTRUCCIÓN

Montaje:
 Autosoportado (ver nota a)
 Adosado
 Empotrado

Dimensiones:
 Altura: 860 mm
 Ancho: 660 mm
 Profundidad: 152 mm
 Espesor: 1/20 pulg

Perforaciones:
 Un agujero para tubería de Ø1 1/2"
 Un agujero para tubería de Ø2 1/2"

Partes del Gabinete Contra Incendio (1):
 Gabinete metálico: Si
 Puerta con chapa tipo push, botón y llave: Si
 Soporte para manguera tipo pin: Si
 Sticker según el Art. 114 del RNE A.130: Si

Acabado:
 Color: Rojo
 RAL del color: 3001

Contenido (2): (ver nota b)
 Válvula angular de Ø1 1/2" (H - M). Nota f.
 Manguera de 30 m de Ø1 1/2" (H - M)
 Pitón de Ø1 1/2" (H)
 Válvula angular de Ø2 1/2" (H - M)
 Tapa con cadena de Ø2 1/2" (H)

4 MATERIALES

Gabinete contra incendio (1): Gabinete metálico: Lamina de acero negro Puerta con chapa tipo push, botón y llave: Vidrio transparente simple Soporte para manguera tipo pin: Acero Sticker según el Art. 114 del RNE A.130:	Contenido (2): Válvula angular de Ø1 1/2" (H - M) x (NPT-NH) Latón forjado Manguera de 30 m de Ø1 1/2" (NH) Nitrilo Rojo Pitón de Ø1 1/2" (NH) Latón forjado
--	--

5 PESOS

Gabinete contra incendio (1) _____ kg Contenido (2) _____ kg **Peso total:** _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Gabinete contra incendio (1): Incluye _____
 Contenido (2): Incluye _____
 Embalaje: Incluye _____

Transporte al almacén del cliente: Opcional
 Transporte al sitio del proyecto: Opcional

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES:

a) Gabinete con soporte metálico de acuerdo con el detalle N° 2.	d) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.
b) Listado UL y/o Aprobado FM para el servicio de protección contra incendios.	e) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.
c) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.	f) Tipo restrictora de presión.

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-02 **UBICACIÓN:** Área 1000
REFERENCIA: Caseta de Ataque Rápido **TAG:** 1000-CA-001
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Almacén de Accesorios Contra Incendios **Marca:** _____
 Cantidad: 1 **Modelo:** _____
 Tipo: Fijo **Procedencia:** _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input type="radio"/> Indoor <input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
---	--	--

3 CONSTRUCCIÓN

Montaje:
 Autosoportado
 Adosado
 Empotrado
Dimensiones:
 Altura: Por definir mm
 Ancho: Por definir mm
 Profundidad: Por definir mm
 Espesor: Por definir pulg

Partes de la Caseta de Ataque Rápido (1):
 Gabinete metálico: Si
 Puerta con chapa con manija y llave: Si
 Soporte para accesorios: Si

Acabado:
 Color: Rojo
 RAL del color: 3001

Contenido (2): (ver nota a)
 Manguera de 30 m de Ø2 1/2" (02 unid.)
 Manguera de 30 m de Ø1 1/2" (02 unid.)
 Bifurco valvulado Ø2 1/2" x (2) 1 1/2" (01 unid.)
 Llave inglesa universal (01 unid.)
 Acoples Ø2 1/2" (02 unid.) y Ø1 1/2" (02 unid.)

4 MATERIALES

Gabinete contra incendio (1): Gabinete metálico: Lamina de acero negro Puerta con chapa manija y llave: Lamina de acero negro Soporte para accesorios: Acero	Contenido (2): Manguera de 30 m de Ø2 1/2" (02 unid.) Nitrilo Rojo Manguera de 30 m de Ø1 1/2" (02 unid.) Nitrilo Rojo Bifurco valvulado Ø2 1/2" x (2) 1 1/2" (01 unid.) Aluminio Llave inglesa universal (01 unid.) Acoples Ø2 1/2" (02 unid.) y Ø1 1/2" (02 unid.)
--	--

5 PESOS

Caseta de Ataque Rápido (1) _____ kg Contenido (2) _____ kg **Peso total:** _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Caseta de Ataque Rápido (1): Incluye _____ Contenido (2) Incluye _____ Embalaje: Incluye _____	Transporte al almacén del cliente: Opcional Transporte al sitio del proyecto: Opcional
--	---

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

- a) Listado UL y/o Aprobado FM para el servicio de protección contra incendios. d) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.
- b) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.
- c) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-03
REFERENCIA: Carro de Espuma
UBICACIÓN: Área 1000
TAG: 1000-CE-001
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios
Cantidad: 1
Tipo: Portátil
Marca: _____
Modelo: _____
Procedencia: _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input type="radio"/> Indoor <input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones:
---	--	--

3 CONSTRUCCIÓN (ver nota c)

Lanzador de espuma: <input checked="" type="radio"/> Caudal de operación de 60 gpm <input type="radio"/> Caudal de operación de 120 gpm Diámetro de conexión: 2 1/2 pulg Tipo de conexión: NH Inductor de espuma: <input checked="" type="radio"/> Caudal de operación de 60 gpm @ 100 psi <input type="radio"/> Caudal de operación de 120 gpm @ 170 psi Diámetro de conexión: 2 1/2 pulg Tipo de conexión: NH	Tanque del carro: Capacidad: 42 gal Color: _____ Espuma: <input type="radio"/> Espuma al 1% AFFF <input checked="" type="radio"/> Espuma al 3% AFFF <input type="radio"/> Espuma al 6% AFFF <input type="radio"/> Espuma al 1% ARFFF <input type="radio"/> Espuma al 3% ARFFF <input type="radio"/> Espuma al 6% ARFFF	Mangueras: <input checked="" type="radio"/> Longitud de 15 m. <input type="radio"/> Longitud de 30 m. Diámetro de conexión: 2 1/2 pulg Tipo de conexión: NH Cantidad: 2 und
--	---	---

4 MATERIALES

Componentes del carro de espuma:
 Lanzador de espuma: Aluminio
 Inductor de espuma: Acero inoxidable
 Tanque del carro: Fibra de vidrio
 Mangueras: Nitrilo
 Ruedas: Goma

5 PESOS

Carro de espuma (ver nota a) _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Carro de espuma _____ Incluye _____ Transporte al almacén del cliente: _____ Opcional _____
 Concentrado de espuma (ver nota b) _____ No incluye _____ Transporte al sitio del proyecto: _____ Opcional _____
 Embalaje: _____ Incluye _____

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

a) El peso total del carro espuma no considera el concentrado de espuma.	d) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.
b) Se debe considerar espuma compatible con la certificación contra incendios.	e) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.
c) Listado UL y/o Aprobado FM para el servicio de protección contra incendios.	f) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-04
REFERENCIA: Concentrado de espuma
UBICACIÓN: En almacén
TAG: No definido
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios
Cantidad: 1
Tipo: Bidón
Marca: _____
Modelo: _____
Procedencia: _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input checked="" type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
--	---	--

3 FABRICACIÓN

Proporción de espuma: <input type="radio"/> Espuma al 1% AFFF <input checked="" type="radio"/> Espuma al 3% AFFF <input type="radio"/> Espuma al 6% AFFF <input type="radio"/> Espuma al 1% ARFFF <input type="radio"/> Espuma al 3% ARFFF <input type="radio"/> Espuma al 6% ARFFF Extinción para fuegos: Clase B Certificación: UL y/o FM	Compatibilidad con proporcionadores: <input type="radio"/> Proporcionador de espuma fijo <input checked="" type="radio"/> Proporcionador de espuma portátil <input type="radio"/> Bomba proporcionadora <input type="radio"/> Tanque bladder Compatibilidad con dispositivos de descarga: <input checked="" type="radio"/> Lanzador de espuma <input type="radio"/> Aspersor de espuma <input type="radio"/> Monitor <input type="radio"/> Foam maker <input type="radio"/> Cámara de espuma <input type="radio"/> Rociador de espuma	Propiedades de la espuma: Gravedad específica (20°C): 1.02 pH (20°C): 8.0 Viscosidad (20°C): 5 cSt Expansión: 7 Temp. máxima de almacenamiento: 49 °C Capacidad: Volumen: 52.8 gal
--	--	---

4 MATERIALES

Bidón
Contenedor: _____

5 PESOS

Concentrado de espuma: _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Concentrado de espuma: Incluye _____
Embalaje: Incluye _____
Transporte al almacén del cliente: Opcional _____
Transporte al sitio del proyecto: Opcional _____

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

- El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.
- El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.
- El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-05 **UBICACIÓN:** Área 1000
REFERENCIA: Extintor Portátil PQS **TAG:** 1000-PQS-001@010
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios **Marca:** _____
 Cantidad: 10 **Modelo:** _____
 Tipo: Portátil PQS **Procedencia:** _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input checked="" type="radio"/> Indoor <input checked="" type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
---	--	---

3 CONSTRUCCIÓN

Montaje: (ver nota h) <input checked="" type="radio"/> Autosoportado (ver nota b) <input checked="" type="radio"/> Colgado Dimensiones: Altura: 508 mm Ancho: 197 mm Diámetro: 127 mm Componentes: Vástago y resorte de válvula <input type="checkbox"/> Sí Abrazadera <input type="checkbox"/> Sí Manguera <input type="checkbox"/> Sí Tobera cónica dieléctrica <input type="checkbox"/> Sí	Agente extintor: <input type="radio"/> Agente limpio. <input type="radio"/> Agua. <input type="radio"/> Agua desionizada. <input type="radio"/> Dióxido de carbono. <input type="radio"/> Espuma (AFFF-AR). <input checked="" type="radio"/> Polvo químico seco multipropósito. <input type="radio"/> Polvo químico seco regular <input type="radio"/> Polvo seco. <input type="radio"/> Químico húmedo.	Características: Capacidad: 10 lb Rating: 4-A-80-B:C Tiempo de descarga: 22 s Temperatura de trabajo: -54 a 49 °C Alcance: 6.4 m Clases de fuego: <input checked="" type="radio"/> Clase A. <input checked="" type="radio"/> Clase B <input checked="" type="radio"/> Clase C <input type="radio"/> Clase D <input type="radio"/> Clase K
---	--	--

4 MATERIALES

Extintor portátil:
 Cuerpo del extintor: Acero
 Vástago y resorte de válvula: _____
 Abrazadera: _____
 Manguera: _____
 Tobera: _____

5 PESOS

Extintor _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Extintor (incluye agente extintor)	<input type="checkbox"/> Incluye	Transporte al almacén del cliente:	<input type="checkbox"/> Opcional
Componentes	<input type="checkbox"/> Incluye	Transporte al sitio del proyecto:	<input type="checkbox"/> Opcional
Embalaje:	<input type="checkbox"/> Incluye	Soporte y gabinete de extintor:	<input type="checkbox"/> No incluye

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

a) Extintor portátil con certificación UL.	e) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.
b) El soporte y gabinete debe ser considerado por el contratista.	f) El extintor debe contar con sticker de indentificación e instrucciones uso. Así como, una cartilla para el registro de mantenimiento y recarga.
c) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.	
d) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.	

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-06 **UBICACIÓN:** Área 1000
REFERENCIA: Extintor Portátil ESPUMA **TAG:** 1000-ESP-001@002
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios **Marca:** _____
 Cantidad: 2 **Modelo:** _____
 Tipo: Portátil ESPUMA **Procedencia:** _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4. Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m²	Locación: <input checked="" type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
---	--	--

3 CONSTRUCCIÓN

Montaje: (ver nota h) <input checked="" type="radio"/> Autosportado (ver nota b) <input checked="" type="radio"/> Colgado Dimensiones: Altura: 622 mm Ancho: 229 mm Diámetro: 178 mm Componentes: Vástago y resorte de válvula: Si Abrazadera: Si Manguera: Si Tobera cónica dieléctrica: Si	Agente extintor: <input type="radio"/> Agente limpio. <input type="radio"/> Agua. <input type="radio"/> Agua desionizada. <input type="radio"/> Dióxido de carbono. <input checked="" type="radio"/> Espuma (AFFF-AR). <input type="radio"/> Polvo químico seco multipropósito. <input type="radio"/> Polvo químico seco regular <input type="radio"/> Polvo seco. <input type="radio"/> Químico húmedo.	Características: Capacidad: 2.5 gal Rating: 3-A:20-B Tiempo de descarga: 55 s Temperatura de trabajo: 4 a 49 °C Alcance: 3 - 3.6 m Clases de fuego: <input checked="" type="radio"/> Clase A. <input checked="" type="radio"/> Clase B <input type="radio"/> Clase C <input type="radio"/> Clase D <input type="radio"/> Clase K
--	--	---

4 MATERIALES

Extintor portátil:
 Cuerpo del extintor: Acero
 Vástago y resorte de válvula: _____
 Abrazadera: _____
 Manguera: _____
 Tobera: _____

5 PESOS

Extintor _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Extintor (incluye agente extintor)	Incluye	Transporte al almacén del cliente:	Opcional
Componentes	Incluye	Transporte al sitio del proyecto:	Opcional
Embalaje:	Incluye	Soporte y gabinete de extintor:	No incluye

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

- | | |
|---|--|
| a) Extintor portátil con certificación UL. | e) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje. |
| b) El soporte y gabinete debe ser considerado por el contratista. | f) El extintor debe contar con sticker de identificación e instrucciones de uso. Así como, una cartilla para el registro de mantenimiento y recarga. |
| c) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios. | |
| d) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria. | |

1 HOJA DE DATOS

HOJA N°: HD-07 **UBICACIÓN:** Área 1000
REFERENCIA: Extintor Portátil CO2 **TAG:** 1000-CO2-001@005.
IMPORTANTE: 1.- El proveedor completará los valores NO mostrados de acuerdo a indicación y los datos que considere necesarios.

1 DATOS GENERALES

Función del equipo: Combate manual de incendios **Marca:** _____
 Cantidad: 5 **Modelo:** _____
 Tipo: Portátil CO2 **Procedencia:** _____

2 CONDICIONES AMBIENTALES

Ubicación: Alicorp - Callao Altitud: 56 m.s.n.m. Temperatura: 12 a 29 °C Humedad relativa: 85 % Velocidad viento: 80 km/h	Zona corrosiva: No Zona explosiva: No Zona sísmica: Zona 4, Norma E.030-03 Lluvia: ND mm/año Nieve: No ka/m ²	Locación: <input checked="" type="radio"/> Indoor <input type="radio"/> Outdoor <input type="radio"/> Otros: Aclaraciones: _____
---	--	--

3 CONSTRUCCIÓN

Montaje: (ver nota g) <input checked="" type="radio"/> Autosportado (ver nota b) <input checked="" type="radio"/> Colgado Dimensiones: Altura: 610 mm Ancho: 300 mm Diámetro: 178 mm Componentes: Vástago y resorte de válvula <input type="checkbox"/> Sí Abrazadera <input type="checkbox"/> Sí Manguera <input type="checkbox"/> Sí Tobera cónica dieléctrica <input type="checkbox"/> Sí	Agente extintor: <input type="radio"/> Agente limpio. <input type="radio"/> Agua. <input type="radio"/> Agua desionizada. <input checked="" type="radio"/> Dióxido de carbono. <input type="radio"/> Espuma (AFFF-AR). <input type="radio"/> Polvo químico seco multipropósito. <input type="radio"/> Polvo químico seco regular <input type="radio"/> Polvo seco. <input type="radio"/> Químico húmedo.	Características: Capacidad: 10 lb Rating: 10-B:C Tiempo de descarga: 10 s Temperatura de trabajo: -30 a 49 °C Alcance: 0.8 - 2.4 m Clases de fuego: <input type="radio"/> Clase A <input checked="" type="radio"/> Clase B <input type="radio"/> Clase C <input type="radio"/> Clase D <input type="radio"/> Clase K
--	--	---

4 MATERIALES

Extintor portátil:
 Cuerpo del extintor: Aluminio
 Vástago y resorte de válvula: _____
 Abrazadera: _____
 Manguera: _____
 Tobera: _____

5 PESOS

Extintor _____ kg

6 LIMITES DE ALCANCE DEL PROVEEDOR O FABRICANTE

Extintor (incluye agente extintor)	<input type="checkbox"/> Incluye	Transporte al almacén del cliente:	<input type="checkbox"/> Opcional
Componentes	<input type="checkbox"/> Incluye	Transporte al sitio del proyecto:	<input type="checkbox"/> Opcional
Embalaje:	<input type="checkbox"/> Incluye	Soporte y gabinete de extintor:	<input type="checkbox"/> No incluye

7 IMAGEN REFERENCIAL



8 NOTAS GENERALES

a) Extintor portátil con certificación UL.	e) El proveedor debe suministrar planos o detalles para el montaje.
b) El soporte y gabinete debe ser considerado por el contratista.	f) El extintor debe contar con sticker de indentificación e instrucciones de uso. Así como, una cartilla para el registro de mantenimiento y recarga.
c) El proveedor completará valores NO mostrados de acuerdo a su propuesta y adicionales que considere necesarios.	
d) El proveedor sustentará su propuesta con la información (técnica & económica) que sea necesaria.	