

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



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
DE 4000 GPM PARA EL MUELLE 7 DEL TERMINAL
NORTE MULTIPROPÓSITO DEL PUERTO DEL CALLAO
PERÚ”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA

CLAUDIA PATRICIA CARAZAS SARMIENTO

Callao, Julio del 2021

Carazas Sarmiento
Claudia Patricia Carazas Sarmiento
DNI 70049481

PERÚ

[Handwritten Signature]
JOSE LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA
INGENIERO MECANICO
Rgo. CIP N° 102726

(Resolución N°012-2021-C.F.-FIME. del 19 de enero de 2021)

ACTA N° 014 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGIA

LIBRO 001, FOLIO N° 062, ACTA N° 014 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGIA

A los 09 días del mes julio, del año 2021, siendo las **15:19 horas**, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ypx-xsbx-dxh>, el **JURADO EVALUADOR DE INFORME FINAL** para la obtención del TÍTULO profesional de **Ingeniero en Energía de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|--|---|------------|
| ▪ Dr. Palomino Correa, Juan Manuel | : | Presidente |
| ▪ Mg. Caldas Basauri, Alfonso Santiago | : | Secretario |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa Adolfo Orlando | : | Vocal |
| ▪ Mg. Collante Huanto, Andrés | : | Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición de informe de trabajo para titulación del Bachiller **CARAZAS SARMIENTO, CLAUDIA PATRICIA**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía sustenta su informe titulado **"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE 4000 GPM PARA EL MUELLE N° 7 TERMINAL NORTE MULTIPROPÓSITO DEL PUERTO DEL CALLAO - PERÚ"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (Catorce)** la presente **EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE STP**, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las **15:51 horas** del día 09 de julio del 2021


Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado


Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Secretario de Jurado


Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Vocal de Jurado


Mg. Andrés Collante Huanto
Suplente de jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado de Exposición

I N F O R M E

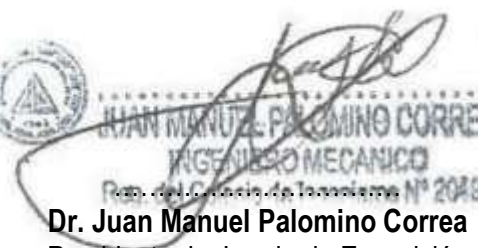
Visto, el Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado: “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE 4000 GPM PARA EL MUELLE 7 DEL TERMINAL NORTE MULTIPROPÓSITO DEL PUERTO DEL CALLAO PERÚ”, presentado por la señorita bachiller en Ingeniería en Energía, **CARAZAS SARMIENTO, CLAUDIA PATRICIA**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El **Presidente del Jurado** de la señorita bachiller en Ingeniería en Energía, **CARAZAS SARMIENTO, CLAUDIA PATRICIA**, manifiesta que la Exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala: meet.google.com/ypx-xsbx-dxh, el día viernes 09 de julio de 2021 a las 15:19 horas, encontrándose observaciones, las mismas que han sido revisadas cuidadosamente por cada uno de los miembros del Jurado, y el interesado ha levantado correctamente.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 15 de setiembre de 2021


.....
JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
INGENIERO MECANICO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 20184
Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado de Exposición
Trabajo de Suficiencia Profesional

DEDICATORIA

A mi familia y a mis amigos, por su apoyo constante para alcanzar mis metas y convertirme en una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía de la Universidad Nacional del Callao, agradecerles por los conocimientos brindados que son el mejor soporte para mi carrera profesional.

A los gerentes de la empresa HIM Proyectos y Consultoría por compartir sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. José Luis Humberto Urrutia Ticona quien con su asesoría permitió el desarrollo del presente informe de experiencia profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. ASPECTOS GENERALES.....	7
1.1. Objetivos.....	8
1.2. Organización de la empresa o institución.....	9
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	13
2.1. Marco teórico.....	13
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	36
III. APORTES REALIZADOS	39
3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas	39
3.2. Evaluación técnica – económico	97
3.3. Análisis de resultados.....	98
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	102
4.1. Discusión.....	102
4.2. Conclusiones.....	105
V. RECOMENDACIONES.....	106
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	107
VII. ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Organigrama de Him Proyectos y Consultorías S.A.C.	11
Figura 2.1 – Diagrama de flujo	37
Figura 2.2 - Cronograma de actividades del proyecto	38
Figura 3.1 - Vista satelital del muelle 7	39
Figura 3.2 - Vista satelital del muelle 7	40
Figura 3.3 - Vista satelital del recorrido de ductos de recepción a través del muelle 7	41
Figura 3.4 – Sistema contra incendio deteriorado	44
Figura 3.5 – Esquema de construcción de un buque petrolero de doble casco	53
Figura 3.6 - Protección contra incendio típica para muelles y terminales marítimos	60
Figura 3.7 - Directrices de protección contra incendios para terminales marítimas que manipulan petróleo crudo y productos derivados del petróleo (excluidos los gases de hidrocarburos licuados)	61
Figura 3.8 - Esquemas de las longitudes horizontales del francobordo de los buques afectadas por la radiación de 22.7 kw/m ²	64
Figura 3.9 - Esquema de la radiación térmica por debajo de la plataforma	65
Figura 3.10 – Curva de bomba preseleccionada	70
Figura 3.11 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio de agua en el Dolphin de vuelta del muelle 7	71
Figura 3.12 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio en los Dolphin A, B, C, D y la plataforma de descarga del muelle 7	72
Figura 3.13 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio de espuma en el Dolphin de vuelta del muelle 7	73
Figura 3.14 – Parte A del esquema de simulación en el software AFT Fathom	74
Figura 3.15 – Parte B del esquema de simulación en el software AFT Fathom	75

Figura 3.16 – Parte C del esquema de simulación en software (AFT Fathom)	76
Figura 3.17 – Curva Densidad Vs Área	80
Figura 3.18 – Tanque de almacenamiento de agua dulce	83
Figura 3.19 – Bomba Contra Incendio Turbina Vertical	84
Figura 3.20 – Bomba Jockey	84
Figura 3.21 - Rociadores	85
Figura 3.22 - Hidrante	86
Figura 3.23 - Monitor	87
Figura 3.24 - Caseta de mangueras	87
Figura 3.25 - Conexión costera internacional	88
Figura 3.26 – Aspersores	89
Figura 3.27- Bomba de espuma de desplazamiento Positivo	90
Figura 3.28 - Proporcionador	90
Figura 3.29 - Supervisión adquisición de componentes	92
Figura 3.30 - Revisión de la demolición	92
Figura 3.31 - Revisión de la eliminación de escombros	93
Figura 3.32 - Supervisión de la fabricación de componentes	93
Figura 3.33 - Supervisión de la instalación de componentes	94
Figura 3.34 - Elaboración del plan de mantenimiento	94
Figura 3.35 - Elaboración del manual de operaciones	95
Figura 3.36 - Supervisión de las pruebas de aceptación	95
Figura 3.37 – Realización del expediente ASBUILT	96
Figura 3.38 – Supervisión de la puesta en marcha	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 – Valores del coeficiente Hazen – Williams	24
Tabla 2.2 – Longitudes equivalentes de tubería, por perdidas	25
Tabla 2.3 – Factor de diseño	26
Tabla 2.4 – Distancia máxima entre soportes (m).	28
Tabla 3.1 - Coordenadas referenciales del muelle 7	39
Tabla 3.2 - Condiciones ambientales del muelle 7.....	40
Tabla 3.3 – Niveles de bajamares del muelle 7	40
Tabla 3.4 - Características del tren de mangueras del muelle 7	41
Tabla 3.5 - Características de los ductos de procesos del muelle 7	42
Tabla 3.6 – Propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos líquidos	42
Tabla 3.7 - Propiedades físicas y químicas del GLP	42
Tabla 3.8 - Frecuencias de ocurrencia	45
Tabla 3.9 - Escenarios de falla con mayor probabilidad de ocurrencia	46
Tabla 3.10 - Frecuencia de descarga de los productos	46
Tabla 3.11 - Sucesos iniciadores de riesgos de incendios	47
Tabla 3.12 - Escenarios de falla con mayor probabilidad de ocurrencia	47
Tabla 3.13 - Frecuencia de falla específica de los posibles escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7	48
Tabla 3.14 – Estimación de la consecuencia	51
Tabla 3.15 - Efectos de la radiación térmica.	52
Tabla 3.16 - Niveles de radiación térmica seleccionados	53
Tabla 3.17 - Consecuencias de los posibles escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7	54
Tabla 3.18 – Matriz de riesgos corporativa de la Empresa Terminales del Perú	57
Tabla 3.19 - Calificación del riesgo.	57

Tabla 3.20 - Matriz de riesgos de los escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7	58
Tabla 3.21 - Sistema fijo contra incendio para el muelle 7	62
Tabla 3.22 – Escenarios de estudio	62
Tabla 3.23 – Simulación de modelo de radiación térmica por incendio	63
Tabla 3.24 - Cálculo teórico de la demanda de agua y espuma contra incendios	66
Tabla 3.25 – Resumen del cálculo teórico de la demanda de agua y espuma contra incendios	67
Tabla 3.26 – Requerimiento de equipos por escenario	68
Tabla 3.27 – Factor de descarga K	69
Tabla 3.28 – Parámetros mínimos para el cálculo hidráulico – Sistema de aspersores	69
Tabla 3.29 – Puntos de operación de la bomba.....	70
Tabla 3.30 – Red de monitores y conexiones de manguera	77
Tabla 3.31 – Sistema de aspersores	78
Tabla 3.32 – Resultados de bomba contra incendios	79
Tabla 3.33 – Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores automáticos montantes y colgantes para riesgos extra	80
Tabla 3.34 – Requisitos para la asignación de chorros de manguera y de duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente ...	81
Tabla 3.35 – Sistema de rociadores	82
Tabla 3.36 – Configuración del sistema contra incendios	82
Tabla 3.37 – Configuración de sistema de aspersores	89
Tabla 3.38 – Caudal de solución espuma teórica de los diferentes equipos....	91
Tabla 3.39 - Evaluación - económica	97
Tabla 3.40 – Escenarios de riesgos de incendio del muelle 7	98
Tabla 3.41 – Equipos principales del sistema contra incendio del muelle 7	99

Tabla 3.42 – Resumen del plan de trabajo de implementación	100
Tabla 3.43 - Resultado del registro de la puesta en marcha	101
Tabla 4.1 – Comparativo de escenarios de incendios.....	102
Tabla 4.2 – Comparativo de sistema contra incendio	103
Tabla 4.4 – Comparativo del tiempo de duración de la implementación del sistema contra incendio.	104
Tabla 4.5 – Comparativo de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7	104

I. ASPECTOS GENERALES

Las actividades portuarias con hidrocarburos tienen riesgos de incendio a causa de la inflamabilidad de las sustancias que transportan. De ocurrir un incendio las consecuencias serían considerables por ello se debe contar con medidas preventivas necesarias para evitar daños al personal, las instalaciones y al medio ambiente.

El muelle 7, administrado por APM TERMINALS, está ubicado en el terminal norte multipropósito del puerto del Callao, provincia del Callao, departamento de Lima, data del año 1960 y tiene como fin realizar la descarga de hidrocarburos hacia el terminal de abastecimiento del Callao.

El muelle 7 está conformado por varios sistemas, dentro de ellos el sistema contra incendio, el cual se encontraba corroído por las condiciones ambientales y por la antigüedad de la instalación, por esa razón se desarrolló el proyecto de mejoramiento del sistema contra incendio del muelle 7 para cumplir con la normativa vigente, brindar seguridad y prolongar la vida del muelle.

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el sistema contra incendio de 4000 gpm para el muelle 7 del terminal norte multipropósito del puerto del Callao, mediante el análisis de riesgos de incendio, diseño del sistema contra incendio, supervisión de la instalación y supervisión de la puesta en marcha de dicho sistema.

1.1. Objetivos.

1.1.1. Objetivo general

- Mejorar el sistema contra incendio de 4000 gpm para el muelle 7 del terminal norte multipropósito del puerto del Callao, mediante el análisis de riesgos de escenarios de incendio, diseño del sistema contra incendio, supervisión de la instalación y supervisión de la puesta en marcha de dicho sistema.

1.1.2. Objetivos específicos

- Analizar los riesgos de incendio en el muelle 7 con el fin de identificar los riesgos potenciales.
- Diseñar el sistema contra incendio del muelle 7 con el propósito de dimensionarlo.
- Supervisar la implementación del sistema contra incendio del muelle 7 con el cumplimiento de la normatividad vigente de acuerdo con el planeamiento propuesto y presupuestado.
- Supervisar la puesta en marcha del sistema contra incendio del muelle 7 garantizando la plena operatividad de este sistema.

1.2. Organización de la empresa o institución.

1.2.1. Antecedentes históricos

HIM Proyectos y Consultorías S.A.C. es una empresa peruana especializada en brindar servicios de ingeniería y consultoría en el rubro minero, petrolero, gasífero, e industria en general, en aspectos como el manejo de los hidrocarburos y sus derivados, la seguridad de los procesos y la protección contra incendios.

Asimismo, cuenta con amplia experiencia en el control de riesgos, seguridad y desarrollo de ingeniería en sus diferentes niveles de este tipo de proyectos.

La empresa HIM Proyectos y Consultorías S.A.C. con nombre comercial: HIMSAC, con número de RUC: 20537149192, tiene su oficina principal ubicada en la calle Aldabas 627 Santiago de Surco.

1.2.2. Filosofía empresarial

Misión

Atender las necesidades de consultoría, ingeniería y servicios relacionados a la Seguridad y Protección Contra Incendios; caracterizándonos por aplicar en cada uno de nuestros proyectos la optimización de recursos, con la exigencia de mantener siempre la calidad, la seguridad y el cuidado del medio ambiente.

Visión

Ser en los próximos cinco años punto de referencia al momento de elegir para el desarrollo de estudios de seguridad e ingeniería, para la Industria pública y privada en el mercado nacional, manteniendo la responsabilidad y el profesionalismo que caracteriza nuestros servicios.

POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO HIMSAC

Es una empresa dedicada a desarrollar servicios de ingeniería y consultoría a la industria en general, en aspectos como el manejo de los hidrocarburos y sus derivados, la seguridad de los procesos y la protección contra incendios, que busca garantizar la seguridad y salud en el trabajo del personal que labora en la empresa, para lo cual se compromete a:

- Promover ambientes de trabajo seguros y saludables adecuados para todos los trabajadores de la empresa a fin de prevenir lesiones, enfermedades profesionales, accidentes e incidentes relacionados con nuestras actividades desarrolladas.
- Establecer objetivos y metas de seguridad y salud en el trabajo, para mejorar el desempeño, definiendo acciones a fin de lograr dichos objetivos y metas, alineados a la mejora continua.
- Cumplir con los requisitos legales en materia de seguridad y salud en el trabajo vigente en nuestro país.
- Identificar y eliminar peligros, evaluar y controlar los riesgos relacionados a la seguridad y salud en nuestras actividades, así como promover comportamientos seguros a fin de buscar la eliminación de los accidentes y/o enfermedades ocupacionales.
- Promover la consulta y participación de los trabajadores en los elementos de la gestión de seguridad y salud en el trabajo, y a mejorar el desempeño de este.
- Mejorar continuamente el Sistema de Gestión de la Seguridad y Trabajo.
- Prevenir los impactos ambientales negativos generados por nuestras actividades, gestionando eficientemente nuestros recursos y procesos operacionales.

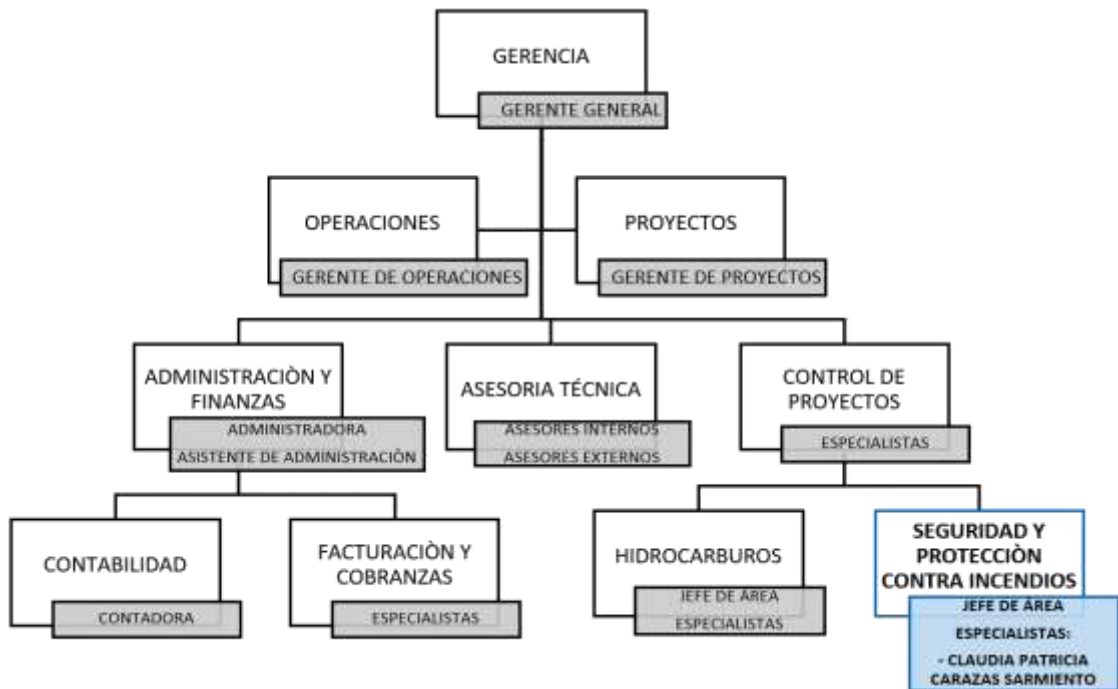
- Mantener un entorno de trabajo digno, seguro y saludable, para prevenir y conservar el bienestar de todos los miembros de la empresa, que permita un adecuado desempeño y competitividad del personal, evitando prácticas discriminatorias y rechazando el trabajo infantil y el trabajo forzoso u obligatorio.

1.2.3. Estructura organizacional

Organigrama de la empresa

A continuación, podemos apreciar la configuración institucional de la empresa HIM Proyectos y Consultorías S.A.C., donde podemos apreciar que actualmente me desempeño como especialista en el área de seguridad y protección contra incendios.

Figura 1.1 - Organigrama de Him Proyectos y Consultorías S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

Actividades desarrolladas en la empresa:

Dentro de la empresa HIM Proyectos y Consultorías S.A.C. soy especialista en el área de seguridad y protección contra incendio, desarrollando proyectos relacionados a la seguridad de los procesos, seguridad industrial, análisis de riesgos y desarrollo de proyectos de sistema de protección contra incendio, para el sector petrolero, minero e industria en general.

Actividades desarrolladas en el proyecto:

La empresa CMR7 contrato a la empresa HIM Proyectos y Consultorías S.A.C para desarrollar el proyecto de mejoramiento del sistema contra incendio de 4000 gpm para el muelle 7 del terminal norte multipropósito del puerto del callao, el cual consistía en realizar el análisis de riesgos de incendios, el diseño, la supervisión de la implementación y la supervisión de la puesta en marcha de dicho proyecto, siendo la persona responsable en realizar dichas actividades era mi persona.

Principales clientes de la empresa:

A continuación, se lista los principales clientes de la empresa HIM Proyectos y Consultorías S.A.C.:

- Consorcio reparación muelle 7
- Terminales del Perú
- Limagas S.A.
- GMI
- Monte Azul Logística S.A.C.
- Solgas S.A.
- Logistical Supply s.a.c.
- Telecabinas Kuelap s.a
- Procesadora de Gas Pariñas
- Entre otras empresas.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Antecedentes de estudio

Existen una gran variedad de tesis y trabajos de investigación sobre el problema objeto de estudio, para el cual se tomó algunos como referencia, tales como:

MENDOZA BRUNO, Lesly Edith. Diseño Hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento diésel - Unidad Toquepala. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2014. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Energía – FIME – UNAC. Esta tesis tuvo como objetivo “Diseñar un sistema de protección contra incendio sustentado en un adecuado cálculo hidráulico que permita obtener el patio de tanques de almacenamiento de diésel B5 – S50 seguro en la Unidad minera Toquepala”.

PEREZ PEREZ, Carlos Enrique. Diseño Hidráulico de un sistema contra incendio de 2000 GPM para proporcionar seguridad en el patio de tanques de almacenamiento de OPDH del dique B de la planta Santo Domingo S.A.C. - Lima. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2017. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico – FIME – UNAC. Esta tesis tuvo como objetivo “Realizar el diseño hidráulico de un sistema contra incendio, para proporcionar seguridad en el patio de almacenamiento de OPDH del dique B de la Planta Santo Domingo S.A.C.”.

PABLO LEÓN, Maynor Osmel. Mejoramiento del sistema de enfriamiento de protección contra incendio de 4000 gpm para la planta de almacenamiento de hidrocarburos. Terminal Supe - Petróleos del Perú S.A. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2017 Informe de experiencia laboral para optar el título profesional de Ingeniero en Energía – FIME – UNAC. Este informe tuvo como objetivo “Mejorar el sistema de enfriamiento de protección contra incendio en las instalaciones de la planta de almacenamiento de hidrocarburos del Terminal Supe, para el cumplimiento de la normatividad vigente”.

2.1.2. Bases teóricas

A continuación, presentamos las bases teóricas utilizadas para realizar el presente informe:

Análisis de riesgos

Primero debemos diferenciar peligro de riesgo, el primero es una propiedad química, fuente de energía o condición física que tiene el potencial de causar enfermedad, daño o muerte del personal, o daño a la propiedad o al ambiente, sin considerar la probabilidad o credibilidad de accidentes potenciales o la mitigación de las consecuencias. (Garza Sergio, 2015)

El segundo es la expresión cuantitativa o cualitativa de una posible pérdida que considera tanto la probabilidad de que un peligro resulte en un evento adverso como las consecuencias de ese evento. (Garza Sergio, 2015)

Es preciso decir que estudio de riesgos es aquél que cubre aspectos de seguridad en instalaciones relacionadas con las actividades de hidrocarburos, y en su área de influencia, con el propósito de determinar las condiciones existentes en el medio,

así como prever los efectos y consecuencias de la instalación y su operación, indicando los procedimientos, medidas y controles que deberán aplicarse con el objeto de eliminar condiciones y actos inseguros que podrían suscitarse. (D.S.-32-2002-EM)

Asimismo, el análisis de riesgo en los procesos es la aplicación de uno o más métodos analíticos para identificar y evaluar los riesgos del proceso, con el propósito de determinar lo adecuado de las medidas de control o de la necesidad de medidas adicionales. (Garza Sergio, 2015)

Ocupaciones de riesgo

- Ocupaciones de riesgo leve: Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se prevén incendios con tasas de liberación de calor relativamente bajas. (NFPA 13, 2019)
- Ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos de almacenamiento misceláneo de plástico, neumáticos y papel en rollo son de moderadas a altas. (NFPA 13, 2019)
- Ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor moderadas no exceden de 12 pies (3.66) y los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor altas no exceden de pies (2.40 m). (NFPA 13, 2019)
- Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y

combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presencia de polvos, pelusas y otros materiales, introduciendo la probabilidad de incendios de rápido desarrollo con altas tasas de liberación de calor, pero con escasas o nulas cantidades de líquidos combustibles o inflamables. (NFPA 13, 2019)

- Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2): Ocupaciones o parte de otras ocupaciones con cantidades moderadas a sustanciales de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones con una extensa protección de combustibles. (NFPA 13, 2019)

Teoría del fuego

El fuego es un proceso de oxidación rápido, que es una reacción química, resultando en la evolución de la luz y el calor en variaciones intensidades.

La clasificación del fuego:

- Clase A: Son fuegos de materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos. (NFPA 1, 2021)
- Clase B: Son fuegos de líquidos inflamables, líquidos combustibles, tales como grasas derivadas del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables. (NFPA 1, 2021)
- Clase C: Son fuegos que involucran equipos eléctricos energizados. (NFPA 1, 2021)
- Clase D: Son fuegos de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio. (NFPA 1, 2021)

- Clase K: Son fuegos de aparatos de cocina que provocan medios de cocción combustibles (aceites y grasas vegetales o animales) (NFPA 1, 2021)

Teoría de los líquidos inflamables y combustibles

El líquido inflamable es cualquier líquido que tiene un punto de inflamación por debajo de 37.8 °C. Los líquidos inflamables deben clasificarse como líquidos Clase I. (NFPA 30, 2021)

El líquido combustible es cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8 °C. (NFPA 30, 2021)

Clasificación de líquidos inflamables:

- Líquido clase IA: Cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8 °C y punto de ebullición menor de 37.8 °C. (NFPA 30, 2021)
- Líquido clase IB: Cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8 °C y punto de ebullición de 37.8 °C o mayor. (NFPA 30, 2021)
- Líquido clase IC: Cualquier líquido con un punto de inflamación de 22.8 °C, pero menor de 37.8 °C. (NFPA 30, 2021)

Clasificación de líquidos combustibles:

- Líquido clase II: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8 °C e inferior a 60 °C. (NFPA 30, 2021)
- Líquido clase III: Cualquier líquido con un punto de inflamación igual o superior a 60 °C. (NFPA 30, 2021)
- Líquido clase IIIA: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 60 °C, pero inferior a 93 °C. (NFPA 30, 2021)

- Líquido clase IIIB: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 93 °C. (NFPA 30, 2021)

Protección contra incendios

La protección contra incendios es un conjunto de medidas que se disponen en instalaciones con el objetivo de mitigar posibles escenarios de incendio.

Sistema de agua contra incendio

El sistema de agua contra incendio es el sistema de agua pulverizada compuesto por boquillas de extinción abiertas a través de las cuales se produce, en caso de fuego, la descarga de grandes cantidades de agua sobre el área o equipo a proteger. Se usa el agua proyectada por dichas toberas en patrones de descarga, tamaño de partículas, velocidad de las gotas y densidades predeterminadas para lograr el control de un incendio, su extinción, prevención o protección a la exposición. El sistema distribuye el agua por unas líneas de tuberías y es accionado por una válvula de control. (NFPA 13, 2019)

Componentes del sistema de agua contra incendio:

- La bomba contra incendio es una bomba que proporciona fluidos líquido y presión dedicados a la protección contra incendios. (NFPA 20, 2019)
- La bomba jockey también conocida como bomba de mantenimiento de presión o reforzadora o sostenedora. La bomba jockey está diseñada para mantener la presión en los sistemas de protección contra incendios entre los límites previamente configurados cuando en el sistema no circula el agua. Por lo cual, debe ser de un tamaño tal que permita reponer la presión en el sistema de protección

contra incendios, necesario debido a fugas admisibles y a caídas normales de la presión. (NFPA 20, 2019)

- El motor de la bomba contra incendios es un motor aceptable para la bomba contra incendios debe ser eléctricos, diésel, turbina de vapor o una combinación de ambas. El motor debe ser seleccionado a fin de que provea la energía requerida para el funcionamiento de la bomba a la velocidad nominal y la carga máxima de la bomba bajo cualquier condición de suministrar agua a un determinado caudal y presión. (NFPA 20, 2019)
- El controlados es un grupo de dispositivos que sirven para controlar, de una manera predeterminada, el encendido y parada del motor de la bomba contra incendios y monitorear e indicar el estado y condición de la unidad de la bomba contra incendios. (NFPA 20, 2019)
- La conexión costera internacional son acoples universales que permiten las conexiones de los sistemas de rociadores o redes principales de tuberías de agua contra incendio entre una embarcación y otra o entre instalaciones en tierra y una embarcación. (NFPA 13, 2019)
- El hidrante es una válvula con conexión exterior, que provee un suministro de agua a las conexiones de mangueras. (NFPA 24, 2019)
- La caseta de mangueras contra incendio es un cerramiento o deposito, ubicado sobre o en las cercanías de un hidrante u otra fuente de suministro de agua, diseñado para contener, en su interior, las boquillas y llaves para mangueras, empaquetaduras y otras llaves necesarias para ser utilizadas en el combate de incendios, junto y con el fin de brindar asistencia al cuerpo de bomberos local o brigada contra incendio. (NFPA 24, 2019)

- Un rociador automático es un dispositivo de control o supresión de incendios que funciona automáticamente cuando su elemento activado por calor se calienta hasta alcanzar o superar su certificación térmica, permitiendo la descarga de agua sobre un área especificada. (NFPA 13, 2019)

Sistema de espuma contra incendio

El sistema de espuma contra incendio está constituido por un dispositivo de dosificación / mezcla de espumógeno y agua, unas líneas de tuberías para espumante, un dispositivo de generación de espuma y boquillas o vertederos de descarga de espuma. (NFPA 11, 2021)

Componentes del sistema de espuma contra incendio:

- El concentrado de espuma es un agente líquido espumante concentrado que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. (NFPA 11, 2021)
- La solución de espuma es una mezcla homogénea de agua y concentrado de espuma que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. (NFPA 11, 2021)
- La espuma es un agregado estable de burbujas de densidad menor que el aceite o el agua que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. Existen diversidad de tipos según las necesidades. (NFPA 11, 2021)
- La bomba de concentrado de espuma es un equipo que suministra concentrado de espuma que debe tener la capacidad adecuada para cumplir la demanda máxima del sistema. Para asegurar la inyección positiva de los concentrados, los regímenes de presión de descarga de las bombas a la capacidad nominal de descarga deben ser mayores que la presión máxima de agua disponible en

cualquier condición en el punto de inyección del proporcionador. (NFPA 11, 2021)

- El tanque de concentrado de espuma es un tanque para almacenamiento de líquido a granel deben estar fabricado o forrado con materiales compatibles con el concentrado. (NFPA 11, 2021)
- El proporcionador también llamado dosificador es un dispositivo que permite introducir una cantidad de concentrado de espuma en la corriente de agua; de acuerdo con la proporción establecida de agua – espuma a la presión de diseño. (NFPA 11, 2021)
- El proporcionador de presión balanceada en línea (ILBP) se utilizan con bombas de concentrado de espuma de desplazamiento positivo y tanques de almacenamiento de concentrado de espuma atmosférico para formar un sistema de proporción de presión balanceada en línea. (NFPA 11, 2021)
- El monitor es un dispositivo de montaje diseñado y fabricado para proporcionar un alto caudal de gran alcance para lugares donde es necesario disponer de grandes cantidades de agua sin la demora propia de instalar mangueras. (NFPA 11, 2021)
- El aspersor también conocido como boquilla de pulverizadora de agua abierta es un dispositivo de tipo abierto que descarga agua y/o espuma a bajo presión, distribuirá el agua en un patrón direccional específico en el área designada. (NFPA 15, 2022)

Fórmulas para el dimensionamiento

La descarga

La descarga según las normas NFPA, el cálculo de los parámetros de operación de descarga (rociadores, aspersores, hidrantes, monitores) se efectuará usando la fórmula general para boquillas:

$$Q = K \times \sqrt{P} ;$$

Dónde:

Q = Flujo de la cámara de espuma (GPM)

K = Coeficiente K de la boquilla (GPM/PSI^{1/2})

P = Presión total para el flujo (PSI)

Pérdidas de Carga por Fricción

Según las normas NFPA, las pérdidas de carga por fricción en las tuberías deben determinarse por la fórmula de Hazen – William:

$$p = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} ;$$

Dónde:

p = Resistencia friccional (PSI / Pie de tubería)

Q = Caudal de flujo (GPM)

C = Coeficiente de pérdida de fricción

d = Diámetro interno actual de la tubería (pulg)

$$P = p \times L_{eq} ;$$

Dónde:

P = Pérdida de carga (PSI)

p = Resistencia friccional (PSI / pie de tubería)

L_{eq} = Longitud equivalente total de tuberías y accesorios

$$L_{eq} = L_{tub} + \sum L_{eq\ acc} ;$$

Dónde:

L_{eq} = Longitud equivalente total

L_{tub} = Longitud de tubería

$L_{eq\ acc}$ = Longitud equivalente de los accesorios

Presión de Velocidad

Según las normas NFPA, la presión de velocidad debe ser calculada en base a la siguiente fórmula:

$$P_v = \frac{0.001123 \times Q^2}{D^4} ;$$

Dónde:

P_v = Presión de velocidad (PSI)

Q = Caudal de flujo (GPM)

D = Diámetro interno (pulg)

Presión Normal

Según las normas NFPA, la presión normal debe ser calculada por la siguiente fórmula:

$$P_n = P_t - P_v ;$$

Dónde:

P_n = Presión normal (PSI)

P_t = Presión total (PSI)

P_v = Presión de velocidad (PSI)

Punto de Conexión Hidráulica

Según las normas NFPA, los cálculos de los puntos de conexión hidráulica deben equilibrarse a la presión más alta con la fórmula:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} ;$$

Dónde:

Q_1 y Q_2 = Flujo en el nodo donde se realiza el balance de la presión (GPM)

P_1 y P_2 = Presión de los flujos (PSI)

Velocidad del Flujo

Según las normas NFPA, para el cálculo de velocidad de flujo en m/s, utilizaremos la siguiente formula:

$$V = \frac{300 \times Q}{767\pi \times d^2};$$

Dónde:

V = Velocidad del agua (m/s)

Q = Caudal del flujo (GPM)

d = Diámetro interno de la tubería (pulg)

Factor "C" (Hazen – Williams)

Según las normas NFPA, el coeficiente Hazen-Williams depende de la rugosidad de las tuberías.

Para el diseño de los sistemas de agua y sistema de espuma usaremos los siguientes materiales:

Tabla 2.1 – Valores del coeficiente Hazen – Williams

Material	Valor "C"	Factor de corrección por cambio de material (FMAT)
Tubería de PVC, DR 18, AWWA C900	150	1.51
Tubería de acero al carbono nuevo	120	1.00
Tubería de acero al carbono – 10 años de antigüedad	110	0.85
Tubería de acero al carbono – 15 años de antigüedad	100	0.71

Fuente: Normas NFPA

Longitudes equivalentes de tuberías

Tabla 2.2 – Longitudes equivalentes de tubería, por pérdidas

	Accesorios y válvulas expresados en (m) equivalentes de tubería						
	2 ½"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Codo 45°	0.9	0.9	1.2	2.1	2.7	3.4	4.0
Codo 90°	1.8	2.1	3.1	4.3	5.5	6.7	8.2
Codo RL 90°	1.2	1.5	1.8	2.7	4.0	4.9	5.5
T o Cruz 90°	3.7	4.6	6.1	9.2	10.17	15.3	18.3
Vál. Compuerta	0.3	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
Vál. Mariposa	2.1	3.1	3.7	3.1	3.7	5.8	6.4
Vál. Retención	4.3	4.9	6.7	9.8	13.7	16.8	19.8

Fuente: Fuente: Normas NFPA

Factor multiplicativo por cambio de diámetro

Según las normas NFPA, para diámetros internos diferentes al diámetro interno de una tubería de Sch. 40, la longitud equivalente en pies mostrada en la tabla x debe ser multiplicada por un factor en la siguiente formula:

$$f_{dia} = \left(\frac{d_{int}}{d_{int\ sch40}} \right)^{4.87}$$

Dónde:

f_{dia} = factor multiplicativo por cambio de diámetro

d_{int} = Diámetro interno de los accesorios que no son Sch. 40 (pulg)

$d_{int\ Sch\ 40}$ = Diámetro interno de los accesorios de Sch. 40 (pulg)

Longitud equivalente de accesorio con cédula diferente de Sch 40.

Según las normas NFPA, para obtener la longitud equivalente de los accesorios en otros materiales, con distinto diámetro interno a los accesorios de Sch 40 se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$L_{acc.\ otro\ material} = L_{acc} \times f_{mat} \times f_{dia}$$

Dónde:

$L_{acc. \text{ Otro material}} = \text{Long. Equiv. De accesorio con cédula diferente al 40.}$

L_{acc} = Longitud del accesorio

f_{mat} = Factor multiplicativo por cambio de material

f_{dia} = Factor multiplicativo por cambio de diámetro

Factor de diseño

Según las normas NFPA, considerando los factores “C” de Hazen Williams.

Tabla 2.3 – Factor de diseño

Descripción del escenario	Factor C	Pérdida de carga por fricción (PSI/ Pie de tubería)	Incremento de pérdidas
Tubería de acero nueva	120	0.00064365	-
Tubería de acero con 15 años de antigüedad	100	0.00090186	40%

Fuente: Normas NFPA,

Del cuadro tenemos que en 15 años las pérdidas se incrementarán un 40%, por tanto, para el diseño consideraremos un factor de diseño de 1.4.

Espesor de pared de tubería

Tolerancia para esfuerzos mecánicos, corrosión, erosión, desgaste y piezas roscadas o ranuradas para su unión en el proceso.

Según ASME B 31.3 (2020) el cálculo del espesor de pared de la tubería se realizará se la siguiente formula:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

Dónde:

P = Presión de diseño o presión máxima de trabajo permitido, (lb/pulg²)

S	= Valor del esfuerzo de material
E	= Eficiencia de la junta
R	= Radio interior, pulgadas
t	= Espesor de pared, pulgadas
C.A.	= Margen de corrosión, pulgadas

Soportes de tuberías

Según las normas NFPA, toda la tubería aérea deberá ser convenientemente soportada, apoyada, guiada y anclada (según sea el caso) a fin de evitar tensiones excesivas en la misma y mantener su integridad en situaciones de incendio.

Los componentes de los soportes que se sujeten directamente al tubo o a la estructura del edificio deberán estar listados, a menos que sean soportes de acero dulce formados a partir de varillas, o sujetadores de concreto.

Los soportes certificados por un ingeniero profesional registrado deberán cumplir o ser una alternativa aceptable para los requisitos establecidos:

- Los soportes deberán estar diseñados para soportar 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 250 lb (114 kg), en cada punto de soporte de la tubería.
- Estos puntos de soporte deberán ser adecuados para soportar el sistema.

La separación entre los soportes no deberá exceder el valor dado para el tipo de tubo como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2.4 – Distancia máxima entre soportes (m).

Tubería	Diámetro Nominal del tubo mm (pulg)										
	20 (3/4")	25 (1")	32 (1 ¼")	40 (1 ½")	50 (2")	65 (2 ½")	80 (3")	90 (3 ½")	100 (4")	150 (6")	200 (8")
Tubo de acero, excepto de pared delgada roscado	N/A	3.66	3.66	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57	4.57
Tubo de acero de pared delgada roscado	N/A	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	N/A	N/A	N/A	N/A
Tubo de cobre	2.44	2.44	3.05	3.66	3.66	3.66	3.66	4.57	4.57	4.57	4.57
CPVC	1.68	1.83	1.98	2.44	2.44	2.74	3.05	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (IPS)	N/A	1.14	1.4	1.8	1.8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Polibutileno (CTS)	0.89	1.02	1.19	1.65	1.65	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Normas NFPA,

2.1.3. Aspectos Normativos

Normativa nacional

Los principales documentos normativos nacionales empleados como referencia para la elaboración del presente informe son los siguientes:

- D.S.-043-2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos.
- D.S.-081-2007-EM Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos.
- D.S.-026-94-EM Reglamento de seguridad para el transporte de hidrocarburos.
- D.S.-032-2002-EM Glosario, siglas y abreviaturas del subsector hidrocarburos.
- D.S.-017-2012-VIVIENDA Reglamento Nacional de Edificación - RNE A. 130 Requisitos de seguridad.

- D.S.-003-2016- VIVIENDA Reglamento Nacional de Edificación - RNE E.030 Diseño sismoresistente.
- Entre otros decretos supremos del ministerio de energías y minas

Normativa y referencias internacionales

En el proyecto se utilizó la reglamentación nacional de obligatorio y además fueron empleadas algunas normas y guías internacionales ampliamente difundidas y reconocidas en el mundo, entre las cuales destacan:

- NFPA 1 (2021) Fire code
- NFPA 11 (2021) Standard for low-, medium-, and high-expansion foam
- NFPA 13 (2019) Standard for the installation of sprinkler systems
- NFPA 14 (2019) Standard for the installation of standpipe and hose systems
- NFPA 15 (2022) Standard for water spray fixed systems for fire protection
- NFPA 16 (2019) Standard for the installation of foam-water sprinkler and foam water spray systems
- NFPA 20 (2019) Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
- NFPA 24 (2019) Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances
- NFPA 25 (2020) Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems
- NFPA 30 (2021) Flammable and combustible liquids code
- NFPA 58 (2020) Liquefied petroleum gas code

- NFPA 307 (2021) Standard for the Construction and Fire Protection of Marine Terminals, Piers, and Wharves
- NFPA 704 (2022) Standard system for the identification of the hazards of materials for emergency response
- Entre otras normativas y referencias internacionales

2.1.4. Simbología Teórica

- ADIOS: es un software de simulación de derrames de petróleo que modela cómo los diferentes tipos de clima del petróleo (experimentan cambios físicos y químicos) en el medio marino.
- AFT Fathom: es un software de simulación dinámica de fluidos para ingenieros, que se utiliza para calcular la caída de presión y la distribución del flujo de la tubería en sistemas de tuberías y conductos de gas líquido y de baja velocidad.
- ALARP (As Low As Reasonably Practicable): Es tan bajo como sea razonablemente factible.
- APN (Autoridad portuario nacional): Es el órgano técnico normativo responsable del subsector portuario del MTC.
- APM Terminals: Es el operador del terminal norte multipropósito del puerto del Callao para carga general y contenedores.
- API (American Petroleum Institute): El Instituto estadounidense del petróleo, implicado en la producción, el refinamiento, la distribución, y muchos otros aspectos de la industria del petróleo y del gas natural.
- Aprobado: Aceptado por la autoridad competente. (NFPA 30, 2021) Manifiesto de autorización emitido por entidades acreditadas y autorizadas de calidad y parámetros requeridos.
- ASME (American Society of Mechanical Engineers): Es una asociación de profesionales, que ha generado un código de

diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión.

- Autoridad competente: Una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir de los requerimientos de un código, norma, para la aprobación de equipos, materiales, una instalación o un procedimiento. (NFPA 30, 2021)
- Bajamar: Fin o término del reflujó del mar.
- Caudal: Cantidad de un fluido que discurre en un determinado lugar por unidad de tiempo.
- CMR7: es el consorcio de recuperación del muelle 7.
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones): es el ministerio del poder judicial responsable del sector transporte y comunicaciones.
- Diseño: Proceso previo de configuración, en la búsqueda de una solución en cualquier campo.
- DGH (Dirección General de Hidrocarburos): es el órgano técnico normativo responsable de participar en la formulación de la política energética en el ámbito del subsector hidrocarburos del MINEM; y ejercer el rol concedente a nombre del estado para las actividades de hidrocarburos, según le corresponda. dependiendo jerárquicamente del viceministro de energía.
- DNH (Dirección Normativa del Hidrocarburos): es parte del DGH responsable de formular y/o publicar la normatividad necesaria del subsector hidrocarburos.
- Dolphin: También conocido como duques de alba, corresponden a estructuras exentas y separadas de la costa que se utilizan como puntos de atraque, de amarre, de ayuda a las maniobras de atraque, así como de cualquiera de estas tres funciones simultáneamente. (MOP, 2011).
- DWT (Deadwight tonnage): es un tonelaje de peso muerto.

- EIGA (European Industrial Gases Association): Asociación Europea de Gases Industriales.
- GAPS (Global Asset Protection Services) son servicios globales de protección de activos.
- GPM: Galones por minuto.
- Google Maps: es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Alphabet Inc.
- Hidrocarburos: Compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno. (D.S.-32-2002-EM, 2002).
- ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals) es la guía internacional de seguridad para petroleros y terminales.
- ISGINTT (International Safety Guide for Inland Navigation Tank-barges and Terminals) es la guía de seguridad internacional para tanques y terminales de navegación.
- IOGP (International Association of Oil & Gas Producers): Asociación internacional de productores de petróleo y gas
- Instalación: Organización de un espacio o conjunto de objetos de objetos con un fin común.
- Jet Fire: Proyectil de fuego.
- Listado: Equipo, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable para la autoridad competente y relacionada con la evaluación de productos o servicios, que mantienen inspección periódica de la producción de equipos o materiales listados o la evaluación periódica de servicios y cuyos listados establecen que tanto el equipo, material o servicio reúne normas de diseño aprobados o ha sido aprobado y encontrado satisfactorio para un propósito específico. (NFPA 30, 2021)

- MINEM (Ministerio de Energía y Minas): es el ministerio del poder ejecutivo responsable del sector energético y minero del Perú.
- Muelle: Una estructura en la línea costera, que tiene una plataforma incorporada a lo largo y paralela a una masa de agua con plataforma abierta o provista de una estructura superior. (NFPA 30, 2021) Teniendo como objetivo general la carga y descarga de mercancías, en nuestro caso se utilizan para la descarga de hidrocarburos proveniente de buques tanques.
- Multipropósitos: Que tiene muchos usos o que sirve para muchas cosas.
- NFPA (National fire protection association): es una institución fundada en Estados Unidos en 1896 encargada de generar, actualizar normas y requisitos mínimos para los sistemas de protección contra incendio en diversas instalaciones. La normativa nacional aplicable a la seguridad de las instalaciones de hidrocarburos toma como referencia las normas NFPA para las diversas instalaciones.
- Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias: es el promedio de la bajamar de las mareas de sicigias que ocurren un día o dos después de la luna nueva o llena.
- Punto de inflamación: Temperatura mínima de un líquido a la cual se produce vapor para formar una mezcla inflamable con el aire, cerca de la superficie del líquido o dentro del recipiente usado, determinada por el procedimiento de prueba apropiado y aparatos específicos. (NFPA 30, 2021)
- Punto de ebullición: La temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala la presión atmosférica que la rodea. (NFPA 30, 2021)
- Presión: Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie.

- Puesta en marcha: Proceso de arranque, regulación y equilibrado de los equipos y sistemas de forma planificada, y el momento de verificar que se las fases anteriores de diseño y montaje se han ejecutado correctamente.
- PSI (pounds forcé per square inch): Libras por pulgada cuadrada.
- Pool Fire: Piscina de fuego.
- Proceso: Cualquier actividad in situ que involucra un químico altamente peligroso, incluyendo cualquier uso, almacenamiento, manufactura, manejo o movimiento de la sustancia o una combinación de estas actividades. Cualquier grupo interconectado de depósitos es considerado un solo proceso. Depósitos sin interconexión física localizados de tal manera que un accidente en un depósito pudiera extenderse a depósitos adyacentes son considerados un solo proceso. (Garza Sergio, 2015)
- Probabilidad: Expresión de la verosimilitud esperada de ocurrencia de un evento o secuencia de eventos durante un intervalo de tiempo, o la verosimilitud del suceso o falla de un evento en prueba o en demanda. Por definición la probabilidad debe ser expresada como un número de 0 a 1. (Garza Sergio, 2015)
- Portuario: Perteneiente o relativo al puerto de mar o a las obras de este. (RAE, 2020)
- Radiación térmica: Es la radiación emitida por un cuerpo debido a su temperatura.
- RAE (Real Academia Española): es una institución cultural dedicada a la regularización lingüística entre el mundo hispanohablante.
- Régimen: También conocida como régimen de aplicación es la densidad de descarga de agua o espuma sobre un área o superficie. (NFPA 15, 2021)

- SIGTTO (Society of International Gas Tanker and Terminal Operators) es la sociedad internacional de operadores de tanques de gas y terminales de gas.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología): es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agrometeorología y asuntos ambientales.
- SCRI-FUEGO: es un software de simulación de las consecuencias de los eventos de fuego y/o explosión.
- Supervisión: Ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros.
- Terminal: Instalación en un bien inmueble que cuenta con tanques de almacenamiento, líneas submarinas o muelles para recepción o despacho de hidrocarburos líquidos y facilidades relacionadas con actividades de almacenamiento y recepción y/o despacho de hidrocarburos líquidos a/o de embarcaciones. Normalmente se encuentran como parte de ductos para petróleo, otros hidrocarburos líquidos o gas natural licuado, campos de producción, refinerías u otras plantas de proceso. (D.S.-32-2002-EM)

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.

2.2.1. Etapas de las actividades

Etapa I: Análisis de riesgos de incendio en el muelle 7

Se analizo los posibles riesgos de incendio relacionados a las instalaciones y procesos del muelle 7.

Etapa II: Diseño del sistema contra incendio del muelle 7

Se definió, valoro y selecciono los componentes del sistema contra incendio del muelle 7 teniendo presente la normativa nacional e internacional aplicable.

Etapa III: Supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7

Se superviso la adquisición de los componentes del sistema contra incendios, la demolición de instalaciones deteriorada, la eliminación de escombros, la fabricación de las estructuras e instalación de los componentes del sistema contra incendios del muelle 7. La implementación del sistema contra incendio del muelle 7 fue realizado por terceros.

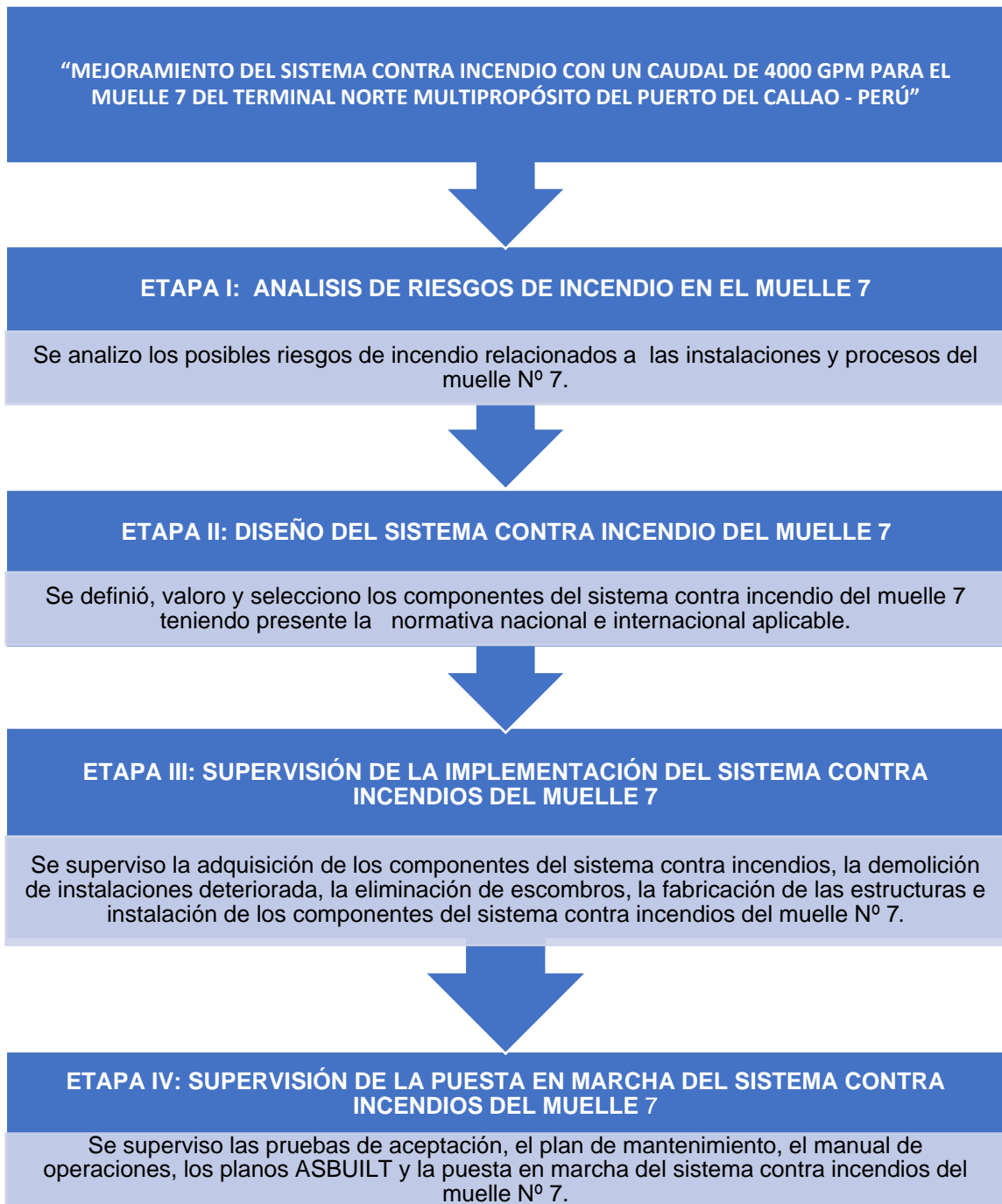
Etapa IV: Supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7

Se superviso las pruebas de aceptación, el plan de mantenimiento, el manual de operaciones, los planos ASBUILT y la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7.

2.2.2. Diagrama de flujo

Diagrama de flujo del mejoramiento del sistema contra incendio, para el muelle 7 de carga de hidrocarburos del terminal portuario multipropósito del Callao – Perú.

Figura 2.1 – Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Cronograma de actividades

El proyecto de mejoramiento del sistema contra incendio del muelle 7, se realizó en 21 meses, se inició en febrero del 2018 y finalizó en octubre del 2019, siguiendo las actividades programadas mostradas en la figura siguiente.

Figura 2.2 - Cronograma de actividades del proyecto

Item	Nombre de la tarea	Duración	2018												2019										
			Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct		
1	Mejoramiento del sistema contra incendio de 4000 gpm para el muelle 7 del terminal portuario multipropósito del CALLAO - PERU	21 meses	[Barra de actividad continua]																						
1.1	Etapa I: Análisis de riesgos de incendio en el muelle 7	1 mes	[Barra de actividad en Feb 2018]																						
1.2	Etapa II: Diseño del sistema contra incendio del muelle 7	8 meses	[Barra de actividad de Feb a Sep 2018]																						
1.3	Etapa III: Supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7	10 meses	[Barra de actividad de Oct 2018 a Sep 2019]																						
1.4	Etapa IV: Supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7	3 meses	[Barra de actividad de Ago a Oct 2019]																						

Fuente: Elaboración propia

III. APORTES REALIZADOS

3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas

3.1.1. Etapa I: Análisis de riesgos de incendio en el muelle 7

Identificación de las instalaciones y procesos del muelle 7

Se identificó que el Muelle 7 operado por APM Terminals, se encuentra ubicado en el terminal norte multipropósitos del puerto del Callao, provincia constitucional del Callao, República del Perú.

En la figura 3.1 se muestra una vista satelital del Muelle 7; y en la tabla 3.1, las coordenadas referenciales de ubicación del muelle 7.

Figura 3.1 - Vista Satelital del Muelle 7



Fuente: Google Maps

Tabla 3.1 - Coordenadas referenciales del muelle 7

Punto	Zona	Coordenada Este	Coordenada Norte
A	18 L	265669	8667575
B	18 L	265905	8667575
C	18 L	265905	8667901
D	18 L	266213	8668282
E	18 L	266178	8668344
F	18 L	265769	8667882
G	18 L	265669	8667770

Fuente: Estudio de riesgos TERMINALES DEL PERÚ ER-2052572015-01-001

Se establecieron condiciones ambientales generales de la zona, las cuales son descritas en las tablas siguientes:

Tabla 3.2 - Condiciones ambientales del muelle 7.

Elevación promedio sobre el nivel del mar de la instalación	5.0 msnm
Temperatura Ambiente	19.5 °C
Viento	Velocidad 12.06 Km/h (3.056 m/s) Dirección predominante Norte a Sur
Precipitación mínima	44 mm/año
Humedad relativa media anual	88.5%
Zona Sísmica	Zona 4 - Sistema PERÚ (Según D.S.-003-2016-VIVIENDA)

Fuente: SENAMHI / Estudio de riesgos TERMINALES DEL PERÚ

ER-2052-0572015-01-001

Tabla 3.3 – Niveles de bajamares del muelle 7

Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (Max.)	3.68 m
Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (Prom.)	2.71 m
Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (Min.)	0.97 m

Fuente: Información proporcionada por el cliente

Se definió que el muelle 7 está compuesto por 1 dolphin principal (Dolphin de vuelta), 4 dolphin secundarios (A, B, C, D), una plataforma y pasarelas.

Figura 3.2 - Vista satelital del muelle 7

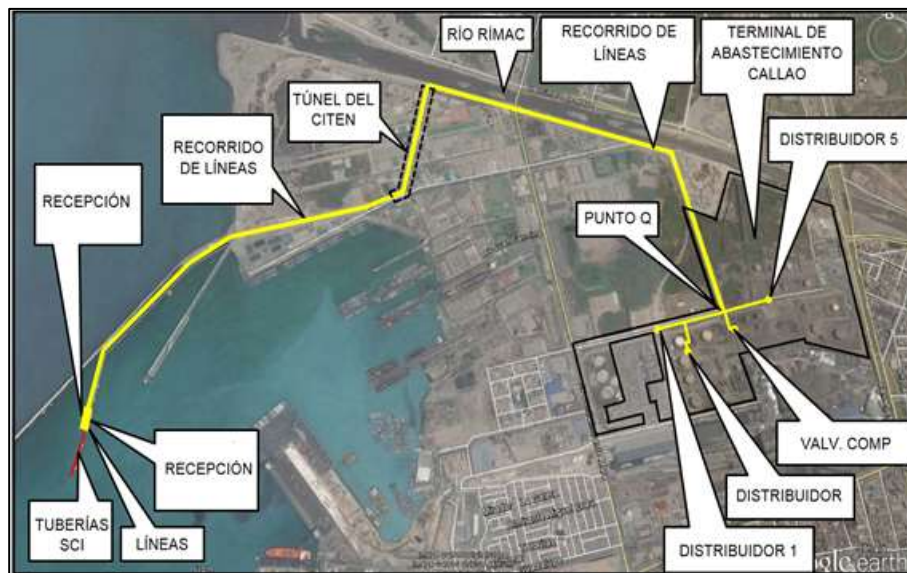


Fuente: Elaboración propia

Determinación de los posibles escenarios de riesgos

Se identifico que el muelle 7 realizaba operaciones de recepción de hidrocarburos (Turbo Jet A1, gasolinas, diésel B5-S50 y GLP) provenientes de buques tanques de hasta 30,000 DWT. La descarga se realiza mediante tres (3) trenes de mangueras con un diámetro de 10" y tres (03) ductos de transporte con diámetros de 12", 16" y 16", los cuales provienen del muelle 7 y se dirigen al terminal de abastecimiento del Callao, operado por la empresa TERMINALES DEL PERÚ.

Figura 3.3 - Vista satelital del recorrido de ductos de recepción a través del muelle 7



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 - Características del tren de mangueras del muelle 7

Tren de Manguera	Diámetro de mangueras (pulgadas)	Descripción de operación
Tren de Manguera 1	10"	Operación de Descarga de Turbo Jet A1.
Tren de Manguera 2	10"	Operación de Descarga de GLP.
Tren de Manguera 3	10"	Operación de Descarga de Productos Blancos (Diésel y Gasolinas).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 - Características de los ductos de procesos del muelle 7

Ductos	Diámetro de ductos (pulgadas)	Descripción de operación
Ducto 1	12"	Operación de Descarga de Turbo Jet A1.
Ducto 2	16"	Operación de Descarga de GLP.
Ducto 3	16"	Operación de Descarga de Productos Blancos (Diésel y Gasolinas).

Fuente: Elaboración propia

Las principales propiedades de los productos que serán descargados desde las facilidades del Muelle 7.

Tabla 3.6 – Propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos líquidos

Propiedades	Unidad	Gasolina	Diésel B5-S50	Turbo Jet A1
Densidad	Kg/m ³	700.00	867.00	810.00
Peso Molecular	gr/mol	114.00	231.28	185.00
Calor de Combustión	KJ/Kg	43,700.00	42,129.00	43,000.00
Calor de Vaporización	J/Kg	348,900.00	476,523.00	250,000.00
Temperatura de Ebullición	K	300.00	461.60	473.00
Capacidad Calorífica del líq. (Cv)	J/Kg-K	2,009.66	1,770.00	2,000.00
Velocidad de Combustión	Kg/m ² xs	0.055	0.035	0.050
Clasificación s/ la norma NFPA 30		Líquido Inflamable clase IA	Líquido inflamable clase II	Líquido inflamable clase II

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7 - Propiedades físicas y químicas del GLP

Propiedades	Unidad	GLP
Densidad	Kg/m ³	506.0
Peso Molecular	gr/mol	44.0
Calor de Combustión	KJ/Kg	46,000.0
Calor de Vaporización	J/Kg	447,975.0
Temperatura de Ebullición	K	231.0
Capacidad Calorífica del líq. (Cv)	J/Kg-K	1,480.0
Velocidad de Combustión	Kg/m ² xs	0.11
Clasificación s/ la norma NFPA 30		Líquido inflamable clase IA

Fuente: Elaboración propia

Identificación de las características del sistema contra incendio corroído

El muelle 7 contaba con instalaciones fijas de lucha contra incendio, pero estaba corroído por las condiciones ambientales y por la antigüedad de la instalación. El sistema instalado era un sistema manual basado en un sistema selectivo de agua/espuma de 4000 GPM.

Este sistema comprendía un sistema de arranque compuesto por dos motores y dos motobombas que extraían el agua salada del mar, que alimentaban el sistema hacia una tubería principal de 12" Ø y una tubería de 6" Ø que termina en el Dolphin C. Además, se cuenta con un tanque de concentrado de espuma de 3500 galones.

El sistema de arranque de motores y bombas era controlado desde los tableros de control situados en el antiguo cuarto de bombas.

El sistema de bombeo estaba integrado por 2 equipos de bombeo alimentados por agua de mar. Cada bomba proveía un caudal de 2000 GPM a 160 PSI de agua al sistema.

El sistema proporcionador de espuma balanceada contaba con un kit completo de proporcionadores de espuma de presión balanceada, un tablero de control marca FIREPETROL INC. USA, una bomba y controlador de presión accionado por un motor eléctrico marca SIEMENS.

El sistema contra incendios comprendía 4 subsistemas, además de un subsistema de emergencia o apoyo con remolcadores y un subsistema de mantenimiento o limpieza con agua dulce.

A continuación, se detallan los 4 subsistemas.

- Sub sistema de monitores:
Dos (02) castillos metálicos de 14 m de elevación (Torres A y B) cada uno con un monitor telecomandado de 1000 GPM.
Estos monitores actuaban a control remoto desde el cuarto de bombas. Cada monitor constaba de una bomba hidráulica marca DELTA POWER HYDRAULIC CO. ROCK FORD ILLINOIS.
Dos (02) monitores manuales de 500 GPM
- Sub sistema de rociadores: comprendía a 6 rociadores para la aplicación total de agua de enfriamiento para el cuarto de bombas.
- Sub sistema de hidrantes: compuesto por 6 hidrantes, estos hidrantes están situados uno en el Dolphin B, otro en el Dolphin C y 4 en la plataforma de descarga.
- Sub sistema de aspersores: Son aspersores de agua/espuma marca SPRINKLERS FOAM WATER que estaban sobre la plataforma del muelle.

Figura 3.4 – Sistema contra incendio deteriorado



Fuente: Elaboración propia

Estimación de la frecuencia de ocurrencia

La valoración de la frecuencia se realiza en función de la frecuencia de ocurrencia del escenario accidental en valores numéricos, para lo cual se toman la frecuencia del accidente final obtenido, para luego clasificarla en función a las diferentes categorías de frecuencia mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 3.8 - Frecuencias de ocurrencia

Escala	Descripción corta	Significado	Estimación de probabilidad
A	Casi Imposible	Extremadamente remota pero concebible. Nunca ha ocurrido después de muchos años de exposición.	$F < 1 \times 10^{-5}$
B	Muy Improbable	Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido	$1 \times 10^{-5} < F < 1 \times 10^{-4}$
C	Improbable	Sería una inusual coincidencia de secuencia.	$1 \times 10^{-4} < F < 1 \times 10^{-3}$
D	Posible que ocurra	Es posible, no sería inusual, e incluso ha sido 50/50 de oportunidad.	$1 \times 10^{-3} < F < 1 \times 10^{-2}$
E	Posible que ocurra muchas veces	Es lo más probable y esperado si el evento iniciador se lleva a cabo.	$F > 1 \times 10^{-2}$

Fuente: Terminales del Perú

De acuerdo con las estadísticas internacionales establecidas para operaciones de descarga de hidrocarburos líquidos y GLP en Muelles, los escenarios de falla con mayor probabilidad de ocurrencia son los siguientes:

Tabla 3.9 - Escenarios de falla con mayor probabilidad de ocurrencia

Ítem	Descripción del Evento de Falla	Frecuencia de Falla (por hora)
1	Fuga de producto por un agujero de un diámetro equivalente al 10% del diámetro de la manguera, durante operaciones de descarga	4×10^{-5}
2	Pérdida de producto por la rotura total de la manguera, durante operaciones de descarga	4×10^{-6}

Fuente: Manual Bevi Risk Assessments (2009).

Para el análisis específico de las operaciones de descarga del Muelle 7, se tuvo en consideración lo siguiente:

- La posibilidad de falla por rotura total de las mangueras fue descartada, debido a que la empresa Terminales del Perú cuenta con un protocolo de pruebas periódicas para las mangueras de descarga, que cuenta además válvulas de desacople y cierre rápido (tipo break away) en las mangueras, que evitar la rotura y los derrames masivos en caso de desconexión accidental durante la transferencia de fluidos.
- Las fugas por agujeros en la manguera podrían presentarse tanto sobre la plataforma del Muelle 7, como en el tramo que cuelga sobre el mar.
- El tiempo de operación promedio considerado para la descarga de cada producto, fue establecido según la siguiente tabla.

Tabla 3.10 - Frecuencia de descarga de los productos

Ítem	Suceso Iniciador de frecuencia de descarga	Duración de cada operación (horas)	Nº de operaciones (por mes)
1	Descarga de Gasolina	36	5
2	Descarga de Diésel	36	5
3	Descarga de Turbo Jet A1	36	5
4	Descarga de GLP	36	5

Fuente: Estudio de riesgos de la empresa Terminales del Perú

ER-6302-1092016-01-002

Los posibles riesgos de incendio del muelle 7 son generados principalmente por eventos de fuga de hidrocarburo en el mar o en la superficie de la plataforma, debido a agujeros en una manguera de descarga de producto del muelle 7

Tabla 3.11 - Sucesos iniciadores de riesgos de incendios

Cód. Suceso Iniciador de riesgos de incendios	Suceso Iniciador de riesgos de incendios
M7-L12"-1	Fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.
M7-L12"-2	Fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero, en la manguera de Ø10", sobre el mar.
M7-L16"-3	Fuga de Gasolina a través de un agujero, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.
M7-L16"-4	Fuga de Diésel a través de un agujero, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.
M7-L16"-5	Fuga de Gasolina a través de un agujero, en la manguera de Ø10", sobre el mar
M7-L16"-6	Fuga de Diésel a través de un agujero, en la manguera de Ø10", sobre el mar.
M7-L16"-7	Fuga de GLP a través de un agujero, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.12 - Escenarios de falla con mayor probabilidad de ocurrencia

Ítem	Descripción del Evento de Falla	Frecuencia de Falla (por hora)
1	Fuga de producto por un agujero de un diámetro equivalente al 10% del diámetro de la manguera, durante operaciones de descarga	4×10^{-5}

Fuente: Manual Bevi Risk Assessments (2009).

La frecuencia de falla específica de cada evento se obtiene al multiplicar la frecuencia de falla base por la duración de cada operación por el número de operaciones por la probabilidad de ocurrencia directa (0.001).

Tabla 3.13 - Frecuencia de falla específica de los posibles escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7

Cód. Iniciador de incendio	Suceso Iniciador de incendio	Frecuencia de Falla Base (por hr) (B)	Duración de cada operación (horas) (D)	N° de operaciones (por mes) (O)	Frecuencia de Falla específica (año ⁻¹) (E=BxDxOx12)	Frecuencia de ocurrencia del accidente (año ⁻¹) (F=0.001xE)	Nivel de Frecuencia de ocurrencia
M7-L12"-1 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido
M7-L12"-2 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", sobre el mar.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido
M7-L16"-3 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido

Cód. Iniciador de incendio	Suceso Iniciador de incendio	Frecuencia de Falla Base (por hr) (B)	Duración de cada operación (horas) (D)	N° de operaciones (por mes) (O)	Frecuencia de Falla específica (año ⁻¹) (E=BxDxOx12)	Frecuencia de ocurrencia del accidente (año ⁻¹) (F=0.001xE)	Nivel de Frecuencia de ocurrencia
M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido
M7-L16"-5 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido
M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64x10 ⁻⁵	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido

Cód. Iniciador de incendio	Suceso Iniciador de incendio	Frecuencia de Falla Base (por hr) (B)	Duración de cada operación (horas) (D)	Nº de operaciones (por mes) (O)	Frecuencia de Falla específica (año ⁻¹) (E=BxDx Ox12)	Frecuencia de ocurrencia del accidente (año ⁻¹) (F=0.001xE)	Nivel de Frecuencia de ocurrencia
M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet fire a partir de una fuga de GLP a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4.00x10 ⁻⁵	36	5	8.64x10 ⁻²	8.64E-05	B - Muy improbable: Sería una coincidencia remotamente posible. Se ha conocido por haber sucedido

Fuente: Elaboración propia

Estimación de la consecuencia

La valoración de la consecuencia se clasificará en función a las diferentes categorías tales como entorno humano, infraestructura y medios, medio ambiente y negocio; mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 3.14 – Estimación de la consecuencia

Categoría		Entorno Humano	Infraestructura y Medios	Medio Ambiente	Negocio
5	Muy Alto	Accidente fatal o efecto a largo plazo	Daño a la propiedad mayor a US\$ 1,000,000	Impacto ambiental catastrófico (daños ambientales generalizados irreparables o reparables a largo plazo (años))	Prensa nacional e internacional Perturbación pública significativa
4	Alto	Accidente severo con lesiones incurables	Daño a la propiedad entre 500,000 a US\$ 1,000,000	Impacto ambiental mayor (daño ambiental reparable a mediano plazo, limpieza en un periodo de semanas/meses)	Medios de comunicación nacional y local Perturbación pública baja
3	Medio	Accidente con pérdida de días laborales	Daño a la propiedad entre US\$ 125,000 a US\$ 500,000	Impacto ambiental medio (daño ambiental reparable a corto plazo, limpieza en un periodo de días/semanas)	Atención de medios locales Denuncias públicas
2	Bajo	Accidente con tratamiento de primeros auxilios	Daño a la propiedad entre US\$ 3,000 a US\$ 125,000	Impacto ambiental menor (pequeño daño ambiental sin consecuencias, limitado al lugar)	Ninguna atención de medios locales Denuncias públicas
1	Muy Bajo	Sin lesiones	Daño a la propiedad menor a US\$ 3,000	Sin impacto ambiental	Sin impacto sobre la imagen de la organización

Fuente: Terminales del Perú

Para cada uno de los eventos de riesgo de incendio catalogados como probables de ocurrencia, se calcularon las consecuencias.

El análisis de consecuencias de incendios se realizó con la asistencia de programas informáticos especializados como el SCRI.FUEGO y el ADIOS, a partir del cual se analizaron los daños por afectación que podrían ocasionar un derrame y un incendio, tanto sobre las personas como sobre las instalaciones.

En la tabla siguiente se muestran los efectos de la radiación térmica en caso de un incendio.

Tabla 3.15 - Efectos de la radiación térmica.

Radiación Térmica (Kw/m ²)	Efecto Observado	Bibliografía de Referencia
37.5	El acero no protegido pierde su resistencia y se produce el colapso de estructuras.	EIGA Doc 75/21 (2001) y WORLD BANK (1985).
22.7	El acero grueso (espesor > 20 mm) y desprotegido puede alcanzar temperaturas que generen una pérdida de resistencia estructural.	IOPG 434-14.1 (2019) y API 2510A (1996)
5.1	Genera temperaturas que solo pueden ser toleradas por personal equipado con traje de bombero. Las personas vestidas normalmente podrían sufrir quemaduras de 1 ^{er} grado dentro de 15 a 20 segundos.	IOPG 434-14.1 (2019)

Fuente: Elaboración propia

De tal manera que los niveles de radiación térmica que se tendrán en cuenta para la presente evaluación, y que servirán para delimitar las diversas zonas de afectación con daños personales y materiales son los siguientes:

Tabla 3.16 - Niveles de radiación térmica seleccionados

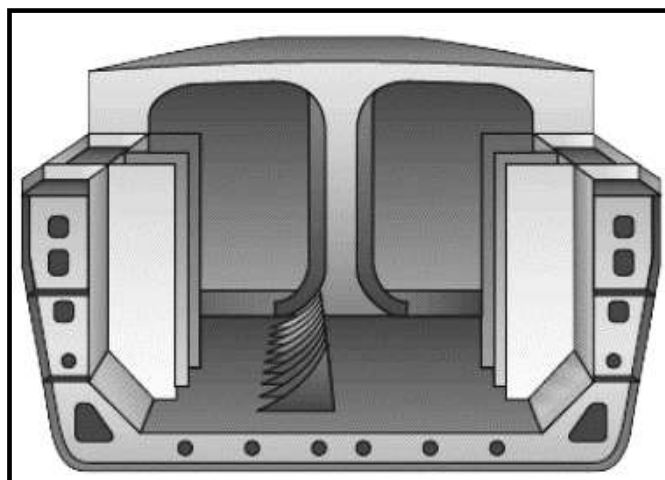
Parámetro	Daños personales	Daños a Facilidades	Daños materiales / muerte instantánea
Nivel de Radiación Térmica	5.1 Kw/m ² Permitirá establecer los radios de afectación a personas, y por ende delimitará la ubicación de los equipos de lucha contra incendios de activación manual.	22.7 kW/m ² Permitirá establecer los radios de afectación a embarcaciones, y por ende determinará el área a proteger por enfriamiento.	37.5 kW/m ² Permite establecer los radios de afectación a equipos con daños catastróficos y el colapso de estructuras. La Probabilidad de muerte para radiaciones térmicas >37.5 kW/m ² es de 100%.

Fuente: Elaboración propia

Al respecto se debe indicar que se ha considerado como nivel de radiación térmica para el enfriamiento de las superficies de los buques tanque expuestos a un incendio, un valor de 22.7 kW/m², por las siguientes razones:

- Los buques tanque que transportan combustibles Líquidos y los que transportan GLP, poseen espesores de plancha considerados como gruesos (generalmente mayores a 20 mm de espesor).
- La construcción de los buques tanques incluye un diseño de doble casco, con un espacio intermedio. Esto reduce considerablemente el nivel de radiación térmica que recibe el casco interior que está en contacto con el combustible.

Figura 3.5 – Esquema de construcción de un buque petrolero de doble casco



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.17 - Consecuencias de los posibles escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Distancias (m) vs Niveles de Radiación Térmica (kW/m ²) ⁽¹⁾			Equipos afectados	Observaciones / comentarios	Nivel de consecuencia
		5.1 kW/m ²	22.7 kW/m ²	37.5 kW/m ²			
M7-L12"-1 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", en la plataforma de recepción del muelle 7.	37.90	16.02	10.71	Estructuras del Muelle 7, tuberías, buques acoderados al muelle.	Enfriar los buques acoderados al muelle, tuberías, válvulas y accesorios expuestos a la radiación térmica de 22.7 kW/m ² .	4 – Alto: Accidente severo con lesiones incurables. Daño a la propiedad entre US\$ 500,000 a US\$ 1,000,000. Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local
M7-L12"-2 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", sobre el mar.	-	-	-	-	El pool es de muy corta duración por lo que su radiación térmica es despreciable dado que una parte del producto derramado se evapora y otra se dispersa rápidamente en el mar.	4 – Alto: Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local
M7-L16"-3 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	36.94	15.57	10.38	Estructuras del Muelle 7, tuberías, buques acoderados al muelle.	Enfriar los buques acoderados al muelle, tuberías, válvulas y accesorios expuestos a la radiación térmica de 22.7 kW/m ² .	4 – Alto: Accidente severo con lesiones incurables. Daño a la propiedad entre US\$ 500,000 a US\$ 1,000,000. Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Distancias (m) vs Niveles de Radiación Térmica (kW/m ²) ⁽¹⁾			Equipos afectados	Observaciones / comentarios	Nivel de consecuencia
		5.1 kW/m ²	22.7 kW/m ²	37.5 kW/m ²			
M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	38.55	16.86	11.83	Estructuras del Muelle 7, tuberías, buques acoderados al muelle.	Enfriar los buques acoderados al muelle, tuberías, válvulas y accesorios expuestos a la radiación térmica de 22.7 kW/m ² .	4 – Alto: Accidente severo con lesiones incurables. Daño a la propiedad entre US\$ 500,000 a US\$ 1,000,000. Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local
M7-L16"-5 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	-	-	-	-	El pool es de muy corta duración por lo que su radiación térmica es despreciable dado que una parte del producto derramado se evapora y otra se dispersa rápidamente en el mar.	4 – Alto: Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local
M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	32.73	13.42	8.54	Estructuras del Muelle 7, tuberías, buque acoderado al muelle.	Enfriar los buques acoderados al muelle, tuberías, válvulas y accesorios expuestos a la radiación térmica de 22.7 kW/m ² .	4 – Alto: Accidente severo con lesiones incurables. Daño a la propiedad entre US\$ 500,000 a US\$ 1,000,000. Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Distancias (m) vs Niveles de Radiación Térmica (kW/m ²) ⁽¹⁾			Equipos afectados	Observaciones / comentarios	Nivel de consecuencia
		5.1 kW/m ²	22.7 kW/m ²	37.5 kW/m ²			
M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet fire a partir de una fuga de GLP a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	16.06	7.64	5.86	Estructuras del Muelle 7 y tuberías	Enfriar los buques acoderados al muelle, tuberías, válvulas y accesorios expuestos a la radiación térmica de 22.7 kW/m ² .	4 – Alto: Accidente severo con lesiones incurables. Daño a la propiedad entre US\$ 500,000 a US\$ 1,000,000. Impacto ambiental mayor. Notificación a medios de comunicación nacional y local

Fuente: Elaboración propia

Nota:

1 Datos extraídos de simulaciones propias (Ver anexo 1)

Determinación de los niveles de riesgo de los escenarios

Matriz de riesgos

La matriz de riesgos corporativa de la empresa Terminales del Perú, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.18 – Matriz de riesgos corporativa de la empresa Terminales del Perú

Nivel de consecuencia		Nivel de frecuencia				
		Casi Imposible	Muy Improbable	Improbable	Posible que ocurra	Continuamente Posible que ocurra muchas veces
		A	B	C	D	E
5	Muy Alto					
4	Alto					
3	Medio					
2	Bajo					
1	Muy Bajo					

Fuente: Terminales del Perú

Calificación de riesgos

La clasificación de riesgos de la empresa Terminales del Perú, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.19 - Calificación del riesgo.

Nivel del riesgo	Tolerancia al riesgo	Acciones
Extremo	Inaceptable	Riesgo intolerable. Este riesgo solo puede ser aceptado en circunstancias extraordinarias y con la aprobación de la Autoridad Competente, después de realizar un análisis cuantitativo del riesgo, definiendo planes de acción e indicando la manera de reducir el riesgo.
Alto	No deseado	Riesgo no deseado. Tomar las medidas de mitigación que se consideren factibles para reducir el riesgo hasta un nivel de Riesgo Residual ALARP.
Moderado	Tolerable	Tolerable con la aprobación del comité de seguridad, solo si la reducción del riesgo es impracticable o supone un esfuerzo económico desproporcionado para la reducción de riesgo que se conseguirá con la mejora. Riesgo ALARP.
Bajo	Aceptable	No es necesario tomar medidas correctivas. Este riesgo inherente es aceptado en su estado y condición actual.

Fuente: Terminales del Perú

Identificación de la medida de mitigación

Tabla 3.20 - Matriz de riesgos de los escenarios de riesgos de incendio en el muelle 7

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Nivel de consecuencia	Nivel de Frecuencia de ocurrencia	Nivel de riesgo previo	Medidas de mitigación	Nivel de riesgo residual
M7-L12"-1 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo
M7-L12"-2 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", sobre el mar.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo
M7-L16"-3 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales	Bajo
M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Nivel de consecuencia	Nivel de Frecuencia de ocurrencia	Nivel de riesgo previo	Medidas de mitigación	Nivel de riesgo residual
M7-L16"-5 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo
M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo
M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet fire a partir de una fuga de GLP a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.	4 – Alto	B - Muy improbable	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales.	Bajo

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Etapa II: Diseño del sistema contra incendio del muelle 7

Determinación del sistema contra incendio según la normativa aplicable

Según el inciso 3 del artículo 193 del D.S. 043-2007 el muelle o embarcadero debe contar con un sistema contra incendio, provisto de extintores portátiles rodantes, de acuerdo con el estudio de riesgos, NTP aplicables y en ausencia de ellas, la norma NFPA 10.

Según el artículo 39 del D.S. 026-94-EM en instalaciones portuarias el equipo de extinción de incendios será de acuerdo con el riesgo involucrado, deberá contarse con una cantidad suficiente de sistemas extintores de incendios apropiados en lugares donde sea necesario, cuya selección, instalación y mantenimiento se efectúe de conformidad con el artículo 111. del D.S. 043-2007. En todo momento, deberán mantenerse operativos los extintores, los sistemas y dispositivos de alarma, así como las puertas de seguridad contra incendios y cualquier otro material o equipo de seguridad. Asimismo, deberá tomarse precauciones para que, en caso de producirse una situación de riesgo, sea posible conducir las mangueras de emergencia hacia el lugar del peligro y colocarlas demás unidades contra incendios en áreas adyacentes.

En la figura 9 se muestra la tabla A. 29.3.28 Protección contra incendio típica para muelles y terminales marítimos de la norma NFPA 30 (2021).

Figura 3.6 - Protección contra incendio típica para muelles y terminales marítimos

Locations	Water Demand (gpm)	Hydrant Monitors ^a (gpm)	Hose Reels	Fire Extinguisher Dry Chemical		International Shore Connection	Emergency Equipment Lockers	Monitors and Hose Foam Concentrate Required (gal)	Fire Boat Connection
				120-B:C	240-B:C Wheeled				
Barge terminals	500-1000	Two 500	Two 1¼	2	NR	NR	1	100 ^b	NR
Tankers 20,000 DWT and under	1000-2000	Two 500	Two 1¼	2	1	1	1	300 ^b	2
20,001-70,000 DWT	2000	Two 1000	Four 1¼ ^c	2	2 ^d	2	1	2000	2
70,001 DWT and over	2000 ^e	Two 1000	Four 1¼ ^c	3	2 ^d	2	1	2000 ^f	2
Sea islands	2000-4000 ^e	Three 1000	Four 1¼ ^c	4	2	3	2	3000	2

For SI units, 1 gpm = 3.8 L/min; 1 gal = 3.8 L; 1 lb = 0.45 kg.
 NR: Not required.
^aA minimum of two 1½ in. (38 mm) hydrant outlets should be provided at each monitor riser.
^bThis can be provided by onshore mobile equipment.
^cOne hose reel at each berth should have foam capability.
^dThe proximity of adjacent berths can reduce the total required.
^eUnder-dock systems are optional. Add water for under-dock system (0.16 × area).
^fUnder-dock systems are optional. Add foam for under-dock system (0.16 × 0.3 × 30 × area).

Fuente: NFPA 30, 2021

Según el capítulo 7 de la norma NFPA 307 se debe proporcionar una cantidad suficiente de hidrante o mangueras de 64 mm (2 1/2 pulgadas) inmediatamente adyacentes a cada muelle, muelle o patio de terminal marina para que los departamentos de bomberos públicos o privados los utilicen para extinguir incendios y para su uso para proporcionar protección contra la exposición.

En la figura 10 se muestra la tabla 19.1 del capítulo 19 Directrices de protección contra incendios para terminales marítimas que manipulan petróleo crudo y productos derivados del petróleo (excluidos los gases de hidrocarburos licuados) del ISGOTT (2016).

Figura 3.7 - Directrices de protección contra incendios para terminales marítimas que manipulan petróleo crudo y productos derivados del petróleo (excluidos los gases de hidrocarburos licuados)

Installation	Minimum Provisions
<p>1. Barge berth or wharf or jetty handling liquids with a flashpoint at or below 60°C including materials in drums, and any product heated above its flashpoint.</p> <p>Tanker berth at a wharf or jetty handling ships of less than 20,000 tonnes deadweight and less than one ship per week.</p>	<p>Fire-main incorporating isolating valves and fire hydrants with a fire water supply of 100 m³/hr.</p> <p>Fire-fighting equipment consisting of: hand-held and wheeled fire extinguishers; fire hose; foam branch pipes; and portable or wheeled foam/water monitors designed for a minimum solution rate of 115 m³/hr.</p> <p>Static or trailer borne 3 m³ bulk supply of foam concentrate.</p> <p>Portable equipment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 x 9 kg portable dry chemical extinguishers • 2 x 50 kg wheeled dry chemical extinguishers.
<p>2. Tanker berth at a wharf or jetty handling ships of less than 50,000 tonnes deadweight, or more than one ship per week of less than 20,000 tonnes deadweight.</p>	<p>Fire-main incorporating isolating valves and fire hydrants with a water supply of 350 m³/hr.</p> <p>Portable and wheeled fire-fighting equipment.</p> <p>Fixed foam/water monitors and appropriate bulk concentrate supplies.</p> <p>Jetty support structure protection (optional).</p> <p>Portable equipment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 x 9 kg portable dry chemical extinguishers • 2 x 75 kg wheeled dry chemical extinguishers.
<p>3. Tanker berth at a wharf or jetty handling ships of 50,000 tonnes deadweight or larger, possibly VLCC size.</p>	<p>Fire-main incorporating isolating valves and fire hydrants with a fire water supply of 700 m³/hr.</p> <p>Portable and wheeled fire-fighting equipment.</p> <p>Fixed foam/water monitors and appropriate bulk concentrate supplies.</p> <p>Jetty support structure protection (optional).</p> <p>Portable equipment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 x 9 kg portable dry chemical extinguishers • 4 x 75 kg wheeled dry chemical extinguishers.
<p>4. Sea island berth.</p>	<p>Fire protection facilities as above according to use and size of ship.</p> <p>Portable equipment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 x 9 kg portable dry chemical extinguishers • 4 x 75 kg wheeled dry chemical extinguishers.

Fuente: ISGOTT, 2016

Identificación requerimientos mínimos según la normativa aplicable

Se reviso la normativa aplicable debido a la gran cantidad de variables involucradas, no pueden proveerse requerimientos exactos para los muelles y terminales marítimos, pero la norma NFPA 30 (2021), provee una guía sobre el nivel de protección contra incendios, típicamente presente en los muelle y terminales marítimos que manejan líquidos inflamables. Por ello se procedió a utilizar para el dimensionamiento del sistema contra incendio con la norma NFPA 30 (2021).

Evaluando los sistemas contra incendios de los muelles de acuerdo con las directrices de la norma NFPA 30 (2021) y considerando que se atienden naves de hasta 30,000 DWT aprox.

El muelle 7 debe contar con un sistema fijo de lucha contra incendios, el mismo deberá tener como mínimo las siguientes características:

Tabla 3.21 - Sistema fijo contra incendio para el muelle 7

Demanda de agua (gpm)	Hidrantes / monitores (gpm)	Carretes de mangueras	Extintores de químico seco		Conexión costera internacional	Gabinetes para equipo de emergencia	Concentrado de espuma requerido para monitores y mangueras (gal)	Conexión al barco o bote de bomberos
			120 B:C portátiles	240 B:C rodante				
2000	2 unidades de 1000	4 unidades de 1 1/4	2	2	2	1	2000	2

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la demanda teórica del agua y espuma

El dimensionamiento del sistema de agua y espuma contraincendios está vinculado a los principales escenarios de riesgo de incendio, sus simulaciones de incendio, las superficies incendiadas y las superficies afectadas por la radiación térmica de 22.7 kw/m² a ser enfriadas.

Tabla 3.22 – Escenarios de estudio

Ítem	Escenario	Descripción	Superficie afectada por la radiación térmica de 22.7 KW/m ² a ser enfriada
1	M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	<ul style="list-style-type: none"> - Buque de transporte de combustible. - Buque de transporte de GLP.

Ítem	Escenario	Descripción	Superficie afectada por la radiación térmica de 22.7 KW/m ² a ser enfriada
2	M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", en el mar.	- Buque de transporte de combustible. - Plataforma
3	M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de GLP, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	- Plataforma (tuberías de combustible y tubería de la red principal contra incendio)

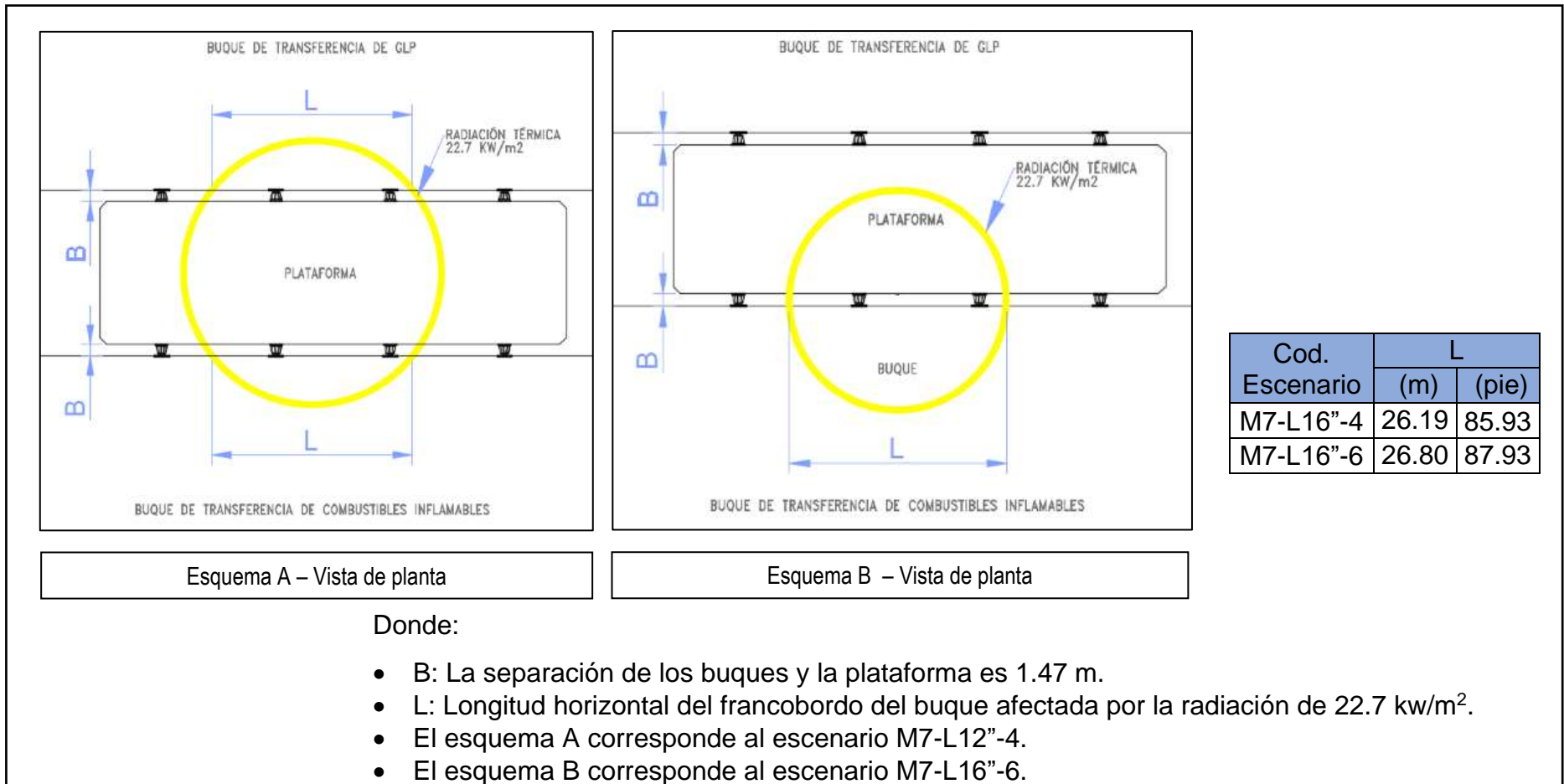
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.23 – Simulación de modelo de radiación térmica por incendio

Ítem	Escenario	Descripción	Simulación de modelo de radiación térmica por incendio
1	M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	
2	M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", en el mar.	
3	M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de GLP, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	

Fuente: Elaboración propia

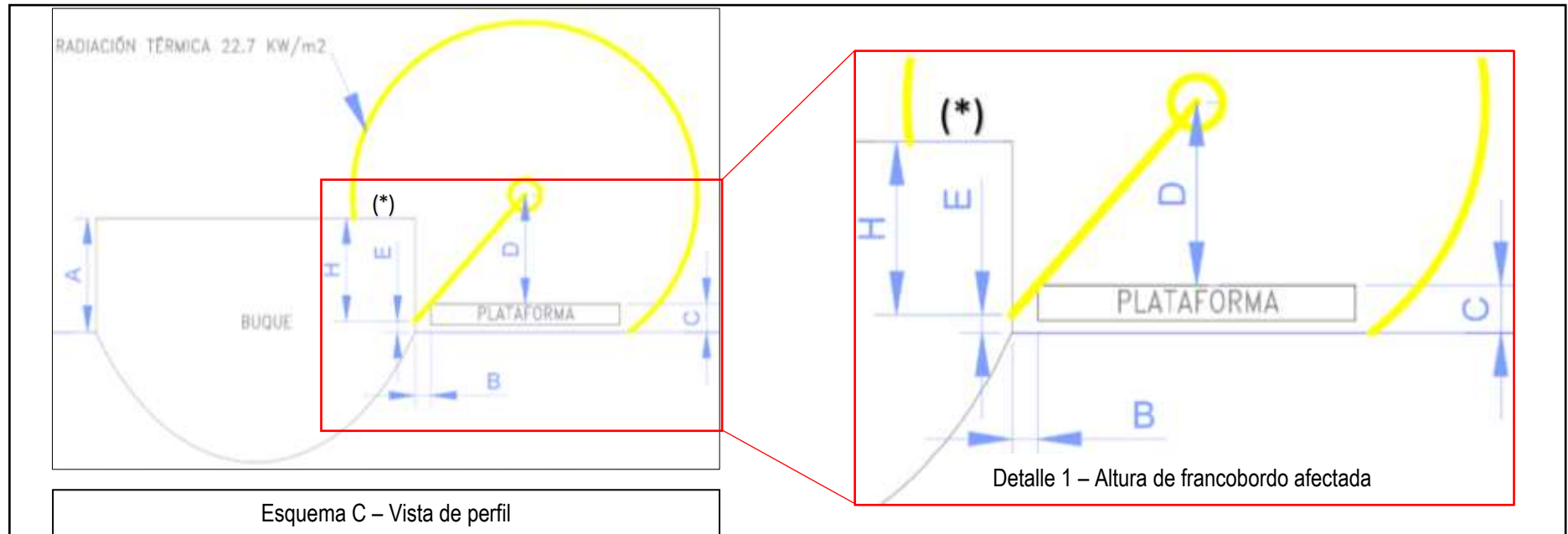
Figura 3.8 - Esquemas de las longitudes horizontales del francobordo de los buques afectados por la radiación de 22.7 kw/m².



Cod. Escenario	L	
	(m)	(pie)
M7-L16"-4	26.19	85.93
M7-L16"-6	26.80	87.93

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9 - Esquema de la radiación térmica por debajo de la plataforma



Donde:

Cod.	D		E		H	
	(m)	(pies)	(m)	(pies)	(m)	(pies)
M7-L16"-4	9.71	31.86	1.15	3.77	9.85	32.32

- A: El francobordo del buque a considerar es de 11 m. (A), $A=H+E$
- B: La separación de los buques y la plataforma es 1.47 m. (B)
- C: El nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias (Prom) es 2.71. (C)
- D: Altura media de la flama (D) (Ver simulación)
- E: Altura de francobordo del buque no afectada por la radiación térmica (E)
- H: Altura de francobordo del buque afectada por la radiación térmica de 22.7 kw/m^2 .
- Cabe indicar que en el escenario M7-L16-6 POOL FIRE la altura de francobordo del buque que se ve afectada por la radiación térmica de 22.7 kw/m^2 será de 11 m (36.09 pies), dado que el escenario de incendio se produce en el mar.
- (*) El buque cuenta con un sistema contraincendios propio para enfriar esta área afectada, según SIGTTO (2016)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.24 - Cálculo teórico de la demanda de agua y espuma contraincendios

Código Escenario	Escenario de incendio	APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DE ESPUMA			APLICACIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO										Caudal de Agua Contra Incendio (GPM) (Q=97%Q ₁ +Q ₂ +Q ₃ +Q ₄)
		Incendio de tipo Pool Fire			Enfriamiento de Plataforma		Enfriamiento de Buque de transporte de GLP				Enfriamiento de Buque de transporte de Líquido Inflamable				
		Área Incendiada ⁽³⁾ (A ₁)	Régimen ⁽¹⁾ = 0.16 GPM/Pie ² (R ₁)	Tiempo ⁽²⁾ = 30 min (T) Porcentaje ⁽²⁾ = 3% (P)	Área Afectada (Pies ²) (A ₂)	Régimen ⁽¹⁾ = 0.25 GPM/Pie ² (R ₂)	Longitud ⁽⁴⁾ (Pie) (L ₃)	Altura ⁽⁵⁾ (Pie) (H ₃)	Área Afectada (Pies ²) (A ₃ =L ₃ xH ₃)	Régimen ⁽¹⁾ = 0.25 GPM/Pie ² (R ₂)	Longitud ⁽⁴⁾ (Pie) (L ₄)	Altura ⁽⁵⁾ (Pie) (H ₄)	Área Afectada (Pies ²) (A ₃ =L ₄ xH ₄)	Régimen ⁽¹⁾ = 0.25 GPM/Pie ² (R ₂)	
Caudal de Aplicación (GPM) (Q ₁ =A ₁ xR)	Cantidad de Concentrado de Espuma ⁽²⁾ (Galones) (Ve=QxTxP)		Caudal de Aplicación (GPM) (Q ₂ =A ₁ xR ₂)	Caudal de Aplicación (GPM) (Q ₃ =A ₃ xR ₂)		Caudal de Aplicación (GPM) (Q ₄ =A ₄ xR ₂)									
M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	3,367.60	538.82	484.93	---	---	85.93	32.32	2,776.26	694.31	85.93	32.32	2,776.26	694.31	1,911.28
M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", sobre el mar.	3,696.33	591.41	532.27	2,833.06	708.27	---	---	---	---	87.93	36.09	3,173.39	793.35	2,075.28
M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de GLP, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", en la plataforma de recepción del muelle 7.	---	---	---	1,974.10	493.53	---	---	---	---	---	---	---	---	493.53

Fuente: Elaboración propia

Notas:

1. El combate de incendios se realizará con un régimen de aplicación de solución de espuma de 0.16 GPM/Pie², según lo indicado en la norma NFPA 11 (2019), la norma NFPA 16 (2019) y GAPS 9.2.1.2 (2015).
2. El suministro de concentrado espuma AR AFFF 3% debe asegurar por lo menos 30 minutos de aplicación, según lo indica el ISGINTT (2010) y GAPS 9.2.1.2 (2015).
3. El tiempo de fuga considerando válvulas manuales con supervisión directa o detectores será de 5 min, según lo indica la Escuela de Organización Industrial EOI - Modelos de cálculo de Efectos y Análisis de Consecuencias.
4. Longitud horizontal del francobordo del buque afectada por la radiación de 22.7 kw/m². (Ver la figura 11)
5. Altura de francobordo del buque afectada por la radiación térmica de 22.7 kw/m². (Ver la figura 12)
6. El enfriamiento de las áreas afectadas se realizará con un régimen de enfriamiento de 0.25 GPM/Pie², según lo indicado en el GAPS 9.2.1.2 (2015).
7. En los reportes de simulación se muestran los radios de afectación de 22.7 kw/m², los cuales se han tomado en cuenta para elaborar el presente cálculo. (Ver anexo 1 Reportes de simulación)
8. El tipo de concentrado de espuma podrá ser proteína, fluoroproteína, AFFF o AR-AFFF, según lo indica el ISGINTT (2010)

Tabla 3.25 – Resumen del cálculo teórico de la demanda de agua y espuma contra incendios

Código escenario	Aplicación de solución de espuma	Aplicación de agua de enfriamiento			Caudal de agua contra incendio (gpm)
		Enfriamiento de plataforma	Enfriamiento de buque de transporte de GLP	Enfriamiento de buque de transporte de líquido inflamable	
	Caudal de aplicación (gpm)	Caudal de aplicación (gpm)	Caudal de aplicación (gpm)	Caudal de aplicación (gpm)	
M7-L16"-4 POOL FIRE (incendio tipo pool fire en la plataforma)	538.82	---	694.31	694.31	1,911.28
M7-L16"-6 POOL FIRE (incendio tipo pool fire en el mar)	591.41	708.27	---	793.35	2,075.28
M7-L16"-7 JET FIRE (incendio tipo jet fire en la plataforma)	---	493.53	---	---	493.53

Fuente: Elaboración propia

Requerimientos de equipos por escenario de incendio

El dimensionamiento del sistema de agua contra incendios está vinculado a la determinación de los principales escenarios de riesgo de incendio, y el tipo de protección contra incendios que será aplicado en cualquiera de los casos.

- Los incendios en la plataforma del muelle serán combatidos aplicando espuma mediante un sistema de aspersores que será instalado de forma fija en la plataforma, y usando monitores elevados para el enfriamiento de las superficies de los buques que se encuentren expuestas a un nivel de radiación térmica peligrosa.

- Los incendios en el mar serán combatidos aplicando espuma a través de alguno de los monitores elevados, el enfriamiento de la superficie del buque expuesto a un nivel de radiación térmica peligrosa será a través del segundo monitor elevado, y el enfriamiento de las instalaciones en la plataforma mediante el sistema de aspersores de agua.
- Para los incendios tipo Jet Fire producidos en el muelle, se enfriarán las tuberías expuestas a radiación peligrosa mediante el sistema de aspersores y un hidrante.

Tabla 3.26 – Requerimiento de equipos por escenario

Código escenario	Sistema de espuma	Superficie afectada por la radiación térmica de 22.7 KW/m ² a ser enfriada	Sistema de enfriamiento
M7-L16"-4 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en la plataforma)	Sistema de aspersores	Buque de transporte de GLP. Buque de transporte de líquido inflamable	02 monitor 750 GPM
M7-L16"-6 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en el mar)	01 monitor 750 GPM	Plataforma Buque de transporte de líquido inflamable	01 monitor 750 GPM Sistema de aspersores
M7-L16"-7 JET FIRE (Incendio tipo jet fire en la plataforma)	---	Tuberías de combustible / Tubería principal del SCI.	Sistema de aspersores Hidrante

Fuente: Elaboración propia

Cálculo hidráulico del sistema contra incendio

Datos de ingreso para la simulación

- La presión en la boquilla del monitor hidráulicamente más desfavorables no será menor a 100 libras por pulgada cuadrada, en adelante PSI.

- La presión en las conexiones de mangueras de $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ ", hidráulicamente más desfavorables no será menor a 100 PSI, conforme a NFPA 14 (2019).
- El flujo mínimo en las 2 conexiones de manguera hidráulicamente más desfavorables será de 500 GPM, conforme a NFPA 14 (2019).
- Para el desarrollo de la simulación se ha considerado factores de descarga K definidos en la tabla.

Tabla 3.27 – Factor de descarga K

Boquilla	Requerimiento	Factor K en simulación (GPM/PSI ^{0.5})
Boquilla de aspersor	-	3
Boquilla de $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ "	250 GPM @ 100 PSI	25
Boquilla de monitor alto	750 GPM @ 100 PSI	75
Boquilla de monitor bajo	500 GPM @ 100 PSI	50

Referencia: Catalogo Elkhart Brass y TYCO

Sistema de aspersores

El cálculo de los parámetros de operación mínimos requeridos (Teórico) del sistema de aspersores está expresado en la siguiente tabla, del cual obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 3.28 – Parámetros mínimos para el cálculo hidráulico – sistema de aspersores

Sistema de Aspersores		
Área afectada (A)	312	m ²
	3363	pie ²
Régimen de aplicación (R)	0.25	GPM/Pie ²
Caudal del sistema (Q=AxR)	840	GPM
Área para proteger sin traslape (B)	68	Pie ²
Número aspersores (N=A/B)	49	Unidades
Caudal por aspersor teórico (Q _a =Q/N)	17.14	GPM
Presión mínima Teórica (P)	30	PSI
Factor K comercial (K)	3	GPM/Pie ²

Sistema de Aspersores		
Presión mínima requerida ($P_r=(Q_a/K)^2$)	33	PSI
Caudal requerido por aspersor ($Q_r=K \times P_r^{0.5}$)	17.23	GPM

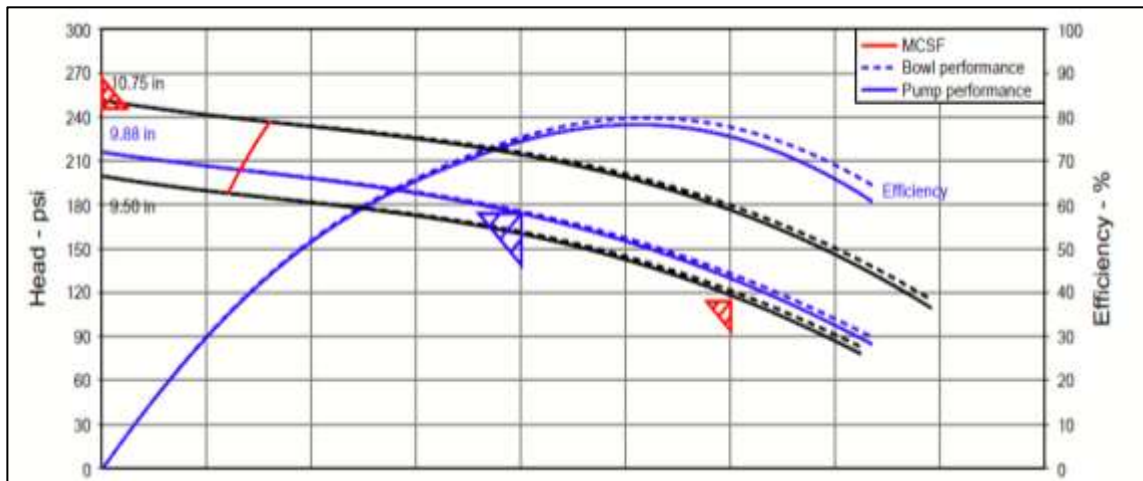
Fuente: Elaboración propia

Altura dinámica total

Del cálculo realizado se determinó que la bomba contraincendios requiere un caudal mínimo de 2,075.28 GPM.

Considerando que las bombas contraincendios pueden proporcionar hasta un 50% adicional de su capacidad nominal conforme a la norma NFPA 20 (2019), se preselecciona una bomba de 2000 GPM que puede proporcionar hasta 3000 GPM.

Figura 3.10 – Curva de bomba preseleccionada



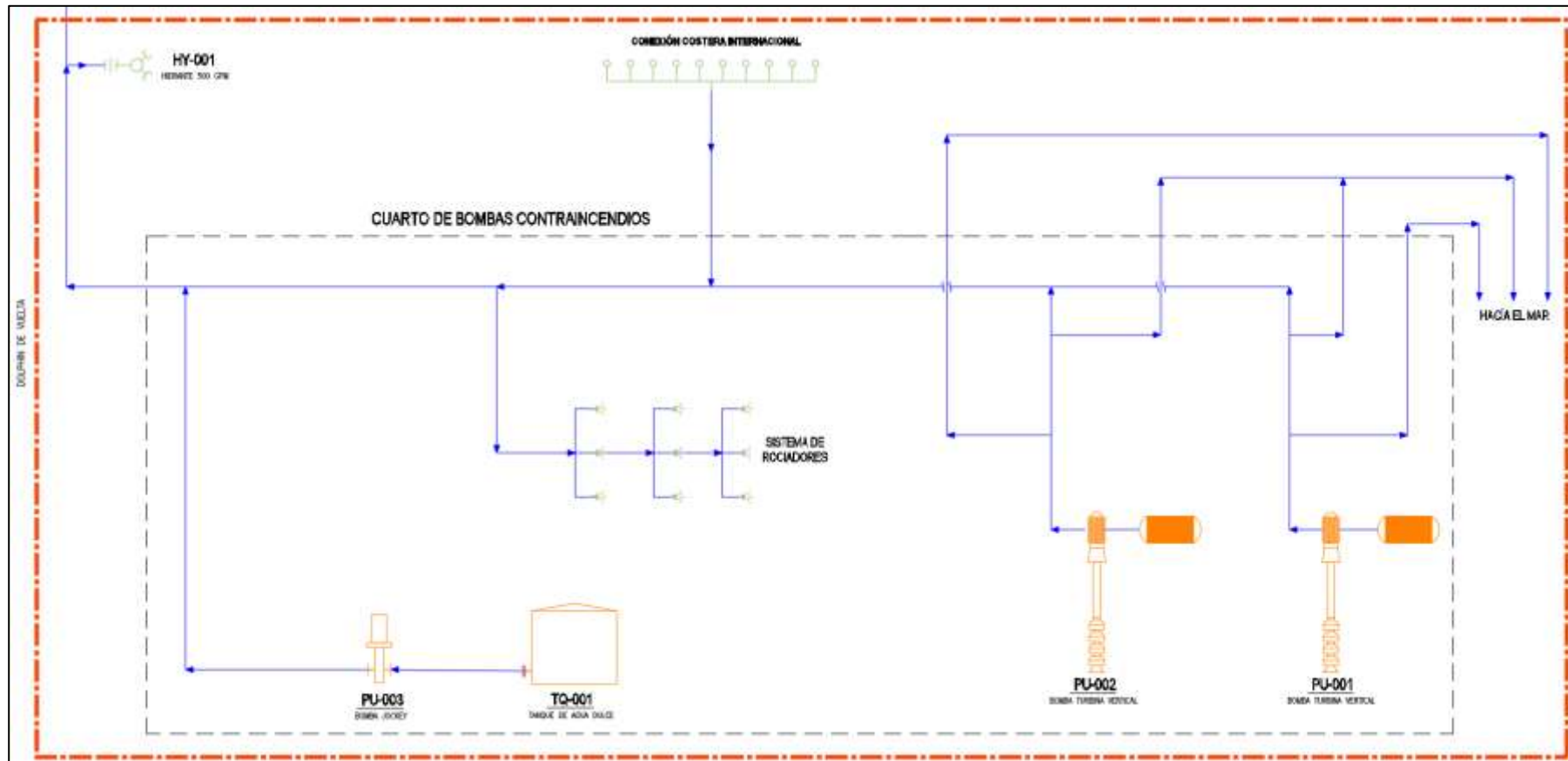
Fuente: Hoja de datos de la bomba SPP Pumps 2000 GPM @170 psi

Tabla 3.29 – Puntos de operación de la bomba

Caudal (GPM)	Presión (PSI)
0	220
500	208
2000	175
3000	130
3500	100

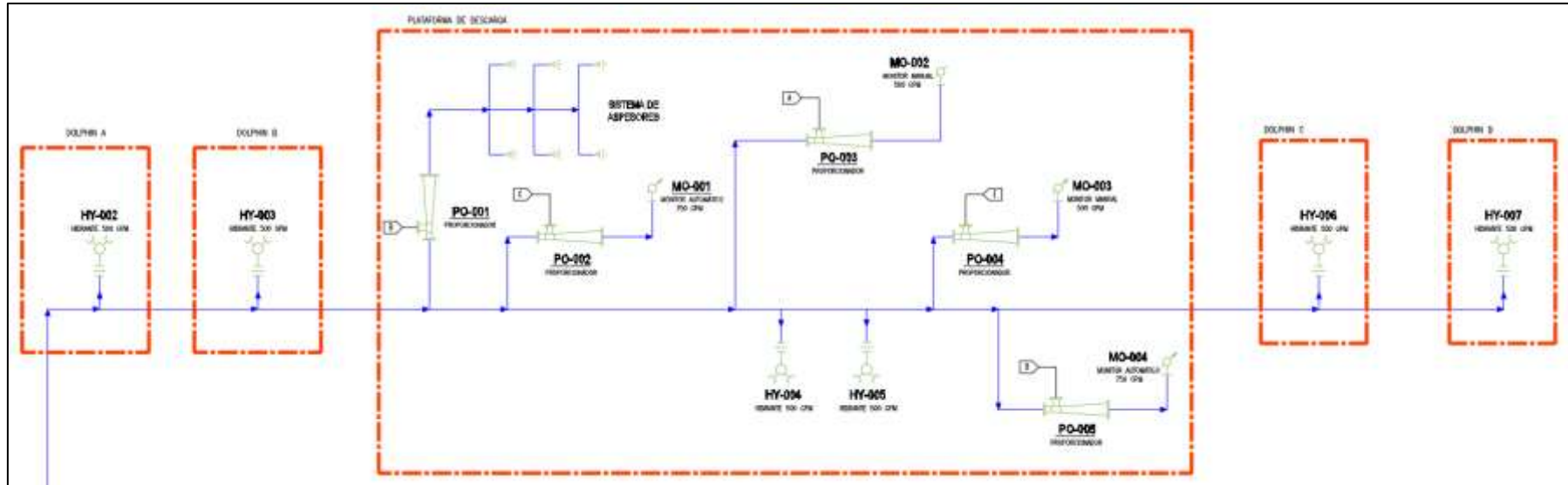
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio de agua en el dolphin de vuelta del muelle 7



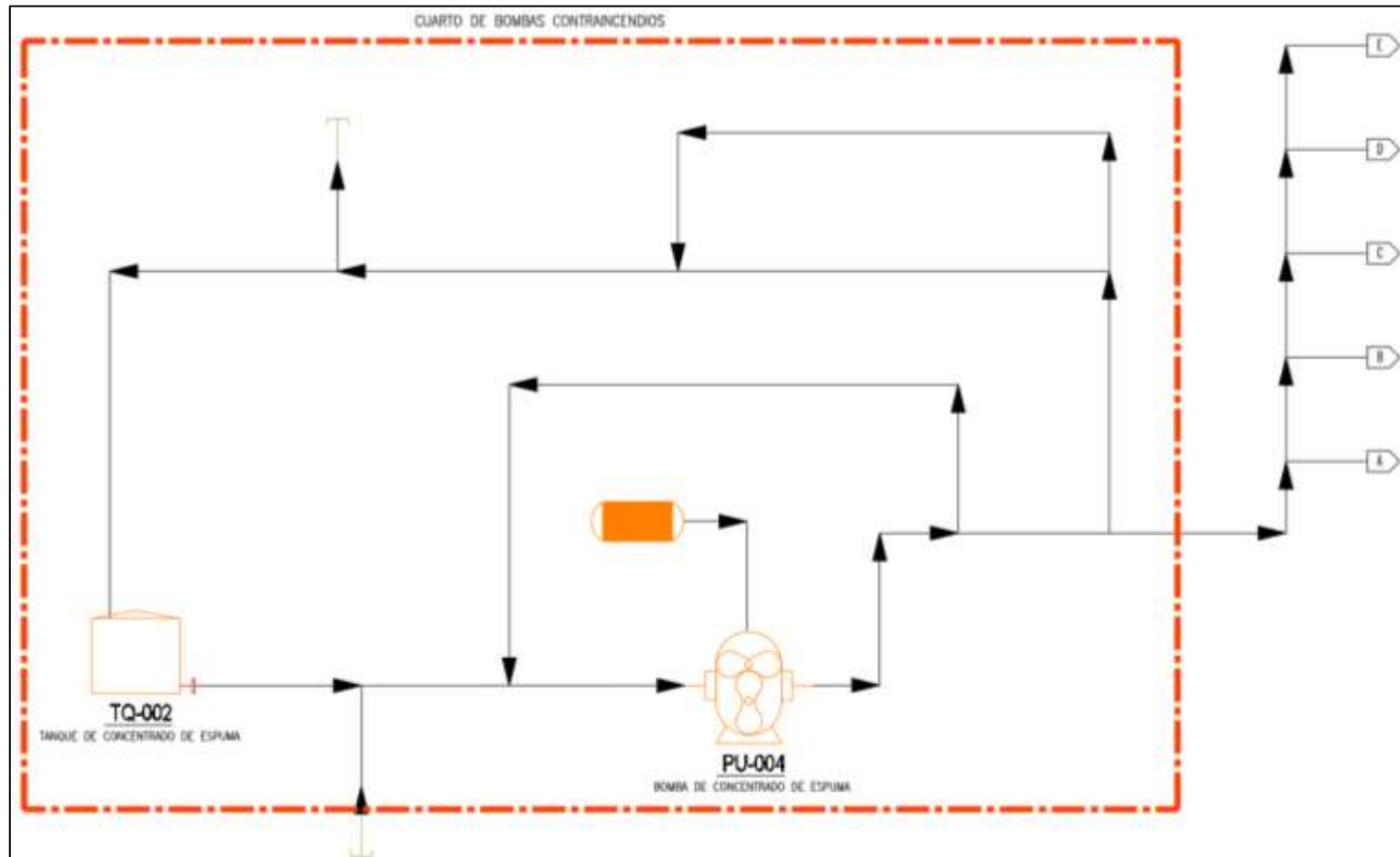
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio en los dolphin A, B, C, D y la plataforma de descarga del muelle 7



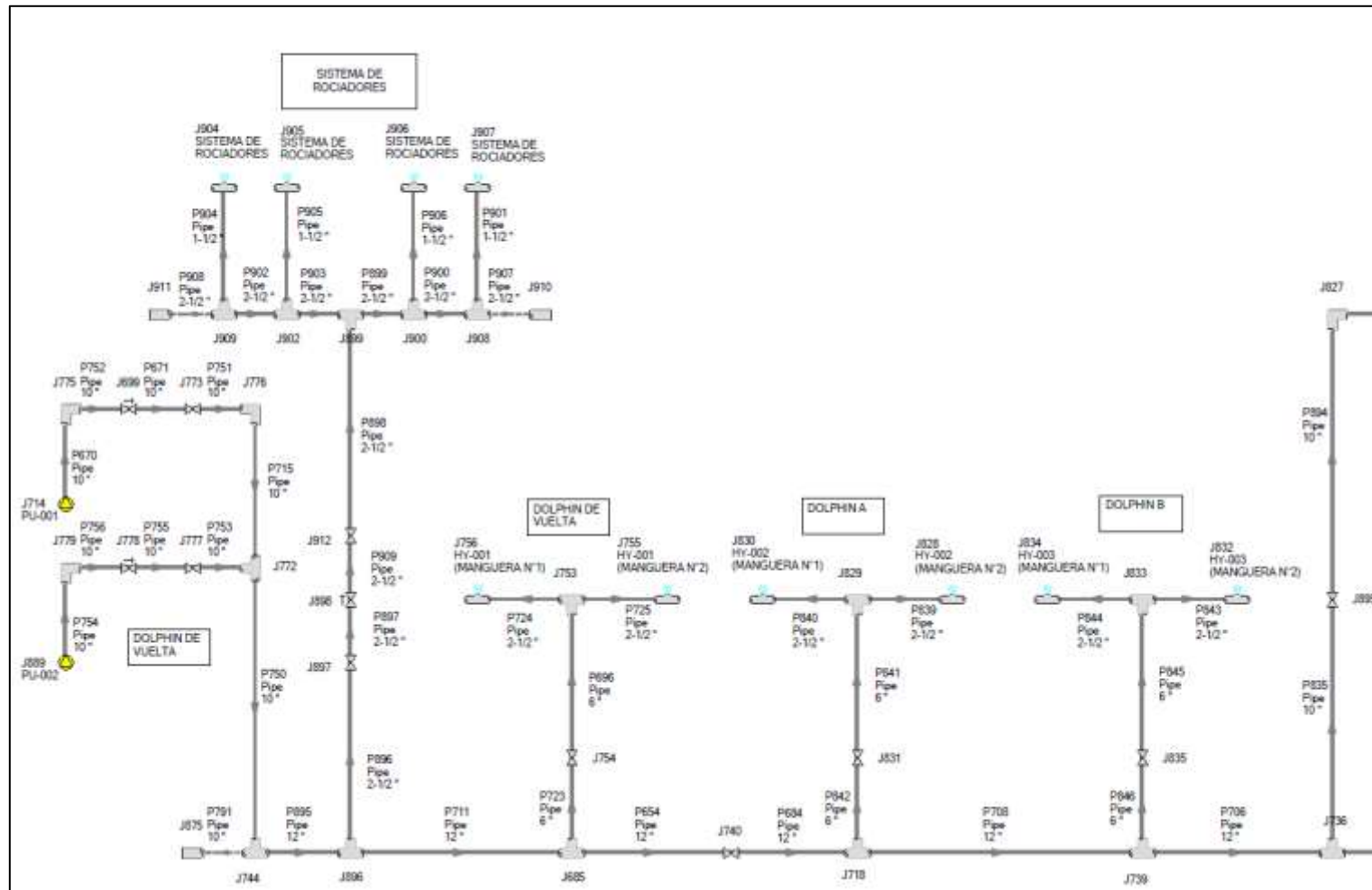
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13 - Diagrama de flujo de procesos del sistema contra incendio de espuma en el dolphin de vuelta del muelle 7



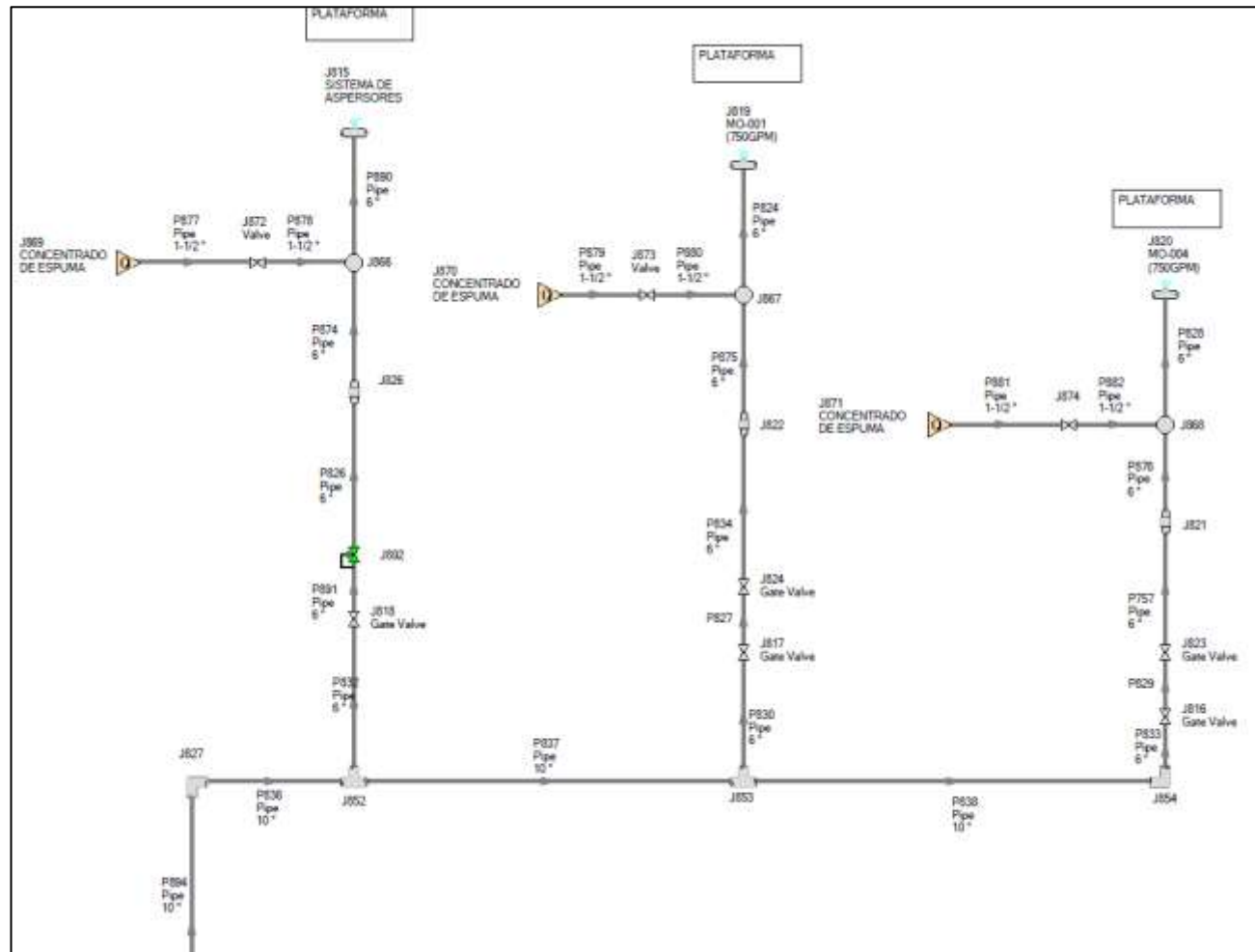
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.14 – Parte A del esquema de simulación en el software AFT Fathom



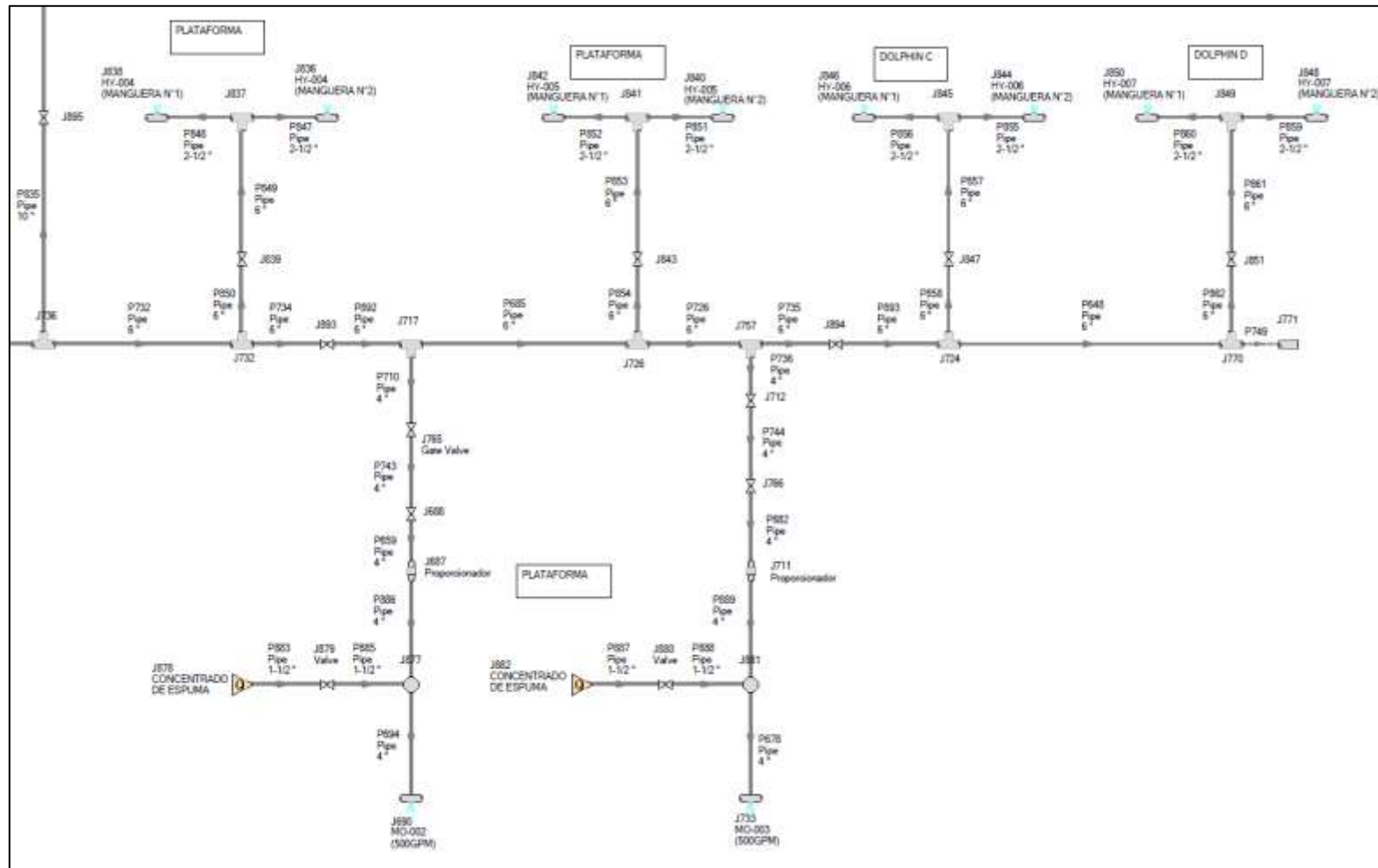
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15 – Parte B del esquema de simulación en el software AFT Fathom



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.16 – Parte C del esquema de simulación en software (AFT Fathom)



Fuente: Elaboración propia

Resultado de la simulación en el software AFT Fathom

Tabla 3.30 – Red de monitores y conexiones de manguera

Escenarios de diseño	Dispositivos requeridos	Dia. Ø Conexión (Pulg)	Caudal Teórico requerido (GPM)	Caudal resultante por simulación (GPM)	Presión Teórica requerida (PSI)	Presión resultante por la simulación (PSI)	Check
M7-L16"-4 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en la plataforma)	Monitor MO-001	Ø 2 ½	694.30	711.80	100	102.42	✓
	Monitor MO-004	Ø 2 ½	694.30	709.10	100	101.72	✓
M7-L16"-6 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en el mar)	Monitor MO-001	Ø 2 ½	708.27	711.50	100	102.34	✓
	Monitor MO-004	Ø 2 ½	591.41	710.20	100	191.99	✓
M7-L16"-7 JET FIRE (Incendio tipo jet fire en la plataforma)	Conexión de manguera	Ø 2 ½	250.00	318.10	100	166.10	✓
	Conexión de manguera	Ø 2 ½	250.00	318.10	100	166.10	✓

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- En los escenarios de diseño se observa que el caudal es superior al caudal requerido por el sistema.
- En los escenarios de diseño se observa que la presión es superior a la presión mínima requerida por el sistema de 100 PSI.

Tabla 3.31 – Sistema de Aspersores

Escenarios de diseño	Diámetro Ø montante (Pulg)	Caudal mín. requerido (GPM)	Caudal resultante por simulación (GPM)	Presión de ingreso válv. diluvio (PSI)	Presión de salida válv. Diluvio (PSI)	Presión al ingreso del sistema de aspersores (PSI)	Presión requerida por normativa (PSI)	Check
M7-L16"-4 POOL FIRE	Ø 4	840	1139	122.90	91.06	61.54	20	✓
M7-L16"-6 POOL FIRE	Ø 4	840	1137	122.60	91.10	61.34	20	✓
M7-L16"-7 JET FIRE	Ø 4	840	1137	167.10	91.10	61.34	20	✓

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- En los escenarios de diseño se observa que el caudal de ingreso al sistema de aspersores es superior al caudal requerido de 840 GPM.
- En los escenarios de diseño se observa que la presión de ingreso del aspersor hidráulicamente más desfavorable es superior a la presión mínima requerida de 20 PSI según la NFPA 15 (2022).
- La relación presión de ingreso y salida de la válvula de diluvio, como máximo será de 3 a 1. Por lo tanto, el sistema de aspersores no deberá activarse como único medio de mitigación o enfriamiento, cuando se active el sistema de diluvio, deberá activarse con dos conexiones de manguera como mínimo

Tabla 3.32 – Resultados de bomba contra incendios

Escenario de diseño	Parámetros de operación reales			
	PU-001		PU-002	
	Q	TDH	Q	TDH
	GPM	PSI	GPM	PSI
M7-L16"-4 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en la plataforma)	-	-	2534	153.70
M7-L16"-6 POOL FIRE (Incendio tipo pool fire en el mar)	-	-	2535	153.60
M7-L16"-7 JET FIRE (Incendio tipo jet fire en la plataforma)	-	-	1772	183.60

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- El caudal mínimo requerido (2535 GPM) para cubrir la mayor demanda de agua contra incendio está determinado por el escenario M7-L16"-6 – Pool Fire.
- De la simulación realizada se determinó que la bomba contra incendios requerida debe contar con un caudal mínimo de 2535 GPM.@ 153.60 PSI.

Sistema de rociadores

El sistema de extinción de incendios en el cuarto de bombas está conformado por rociadores automáticos montados en una red de tuberías en la parte superior del cuarto de bombas.

- De acuerdo con la NFPA 20 (2019) el cuarto de bombas contra incendios debe ser protegido con un sistema de rociadores automáticos instalados de acuerdo con la NFPA 13 (2019).
- De acuerdo con la NFPA 20 (2019) todo el cuarto de bombas será considerado como un espacio de Riesgo Extra-Grupo 2.
- Los espacios de Riesgo Extra-Grupo 2 son ocupaciones con moderada o gran cantidad de líquidos combustibles o

inflamables u ocupaciones donde la protección de los combustibles es rigurosa.

- El área de protección y la separación de rociadores de espacios de Riesgos Extra-Grupo 2 es definida por la tabla.

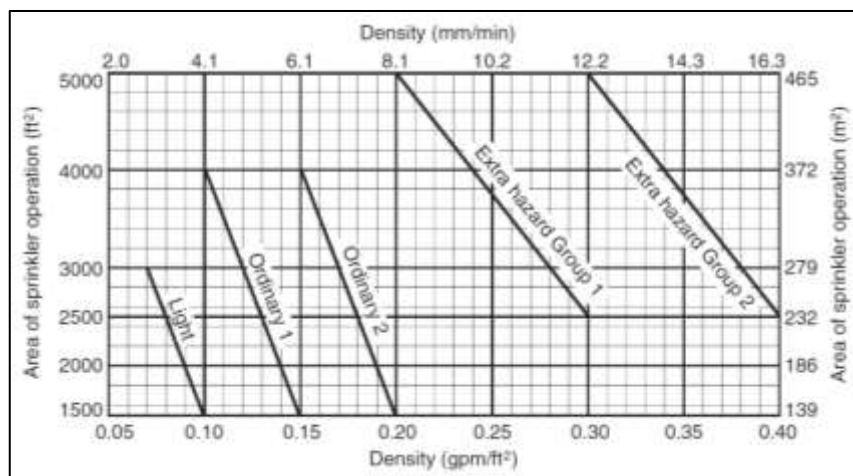
Tabla 3.33 – Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores automáticos montantes y colgantes para riesgos extra

Tipo de Construcción	Tipo de Sistema	Área de protección		Espaciamiento Máximo	
		Pie ²	m ²	Pie	m
Todas	Cálculo por Cédula de Tubería	90	8.4	12	3.7
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad \geq 0.25 GPM/pie ²	100	9.3	12	3.7
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad $<$ 0.25 GPM/pie ²	130	12.1	15	4.6

Fuente: NFPA 13, 2019

De acuerdo con la NFPA 13 (2019) para realizar cálculos hidráulicos la demanda de agua se determina en función al área de operación del sistema de rociadores y está definida por la figura.

Figura 3.17 – Curva densidad vs área



Fuente: NFPA 13, 2019

De acuerdo con la NFPA 13 (2019) los requisitos mínimos de demanda de agua para un sistema de rociadores deben determinarse mediante el agregado de la asignación de chorros de mangueras a la demanda de agua de los rociadores.

De acuerdo con la NFPA 13 (2019) asignación adicional de chorros de agua y su duración.

Tabla 3.34 – Requisitos para la asignación de chorros de manguera y de duración del suministro de agua para sistemas calculados hidráulicamente

Ocupación	Mangueras interiores		Total combinado de las Mangueras interiores y exteriores		Duración
	GPM	LPM	GPM	LPM	min
Riesgo Ligero	0 ó 50 ó 100	0 ó 189 ó 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0 ó 50 ó 100	0 ó 189 ó 379	250	946	60 – 90
Riesgo Extra	0 ó 50 ó 100	0 ó 189 ó 379	500	1893	90 - 120

Fuente: NFPA 13, 2019

El cálculo de los caudales mínimos requeridos (Teórico) del sistema de extinción del cuarto de bombas, conformado por un sistema de rociadores y chorros de manguera están expresados a continuación:

- Las dimensiones del cuarto de bombas con un área a proteger de 53.20 m² (572.64 Pie²).
- Se considerará una densidad de aplicación de 0.4 GPM/pie², puesto que el área es 572.64 Pie².
- Puesto que la ocupación del cuarto de bombas es considerada como Riesgo Extra-Grupo 2 se aplicará 500 GPM de chorro de agua desde el exterior por un tiempo de 120 minutos.

Tabla 3.35 – Sistema de rociadores

Sistema de rociadores		
Área para proteger (A):	572.64	Pie ²
Régimen de aplicación (R):	0.40	GPM/pie ²
Caudal mínimo del sistema de rociadores (Q=AxR):	229.06	GPM
Área para proteger sin traslape por rociador (As):	50.00	Pie ²
Número mínimo de Rociadores (N=A/As):	12.00	unidades
Caudal mínimo por rociador (Q _r =Q/N):	19.09	GPM
Presión mínima de un rociador (P):	7.00	Psi
K Factor de descarga Teórico (K _t):	7.21	GPM/psi ^{0.5}
K Factor de descargar comercial (K _c):	5.60	GPM/psi ^{0.5}
Presión mínima de un rociador (P _r =Q _r ² /K ²):	11.60	psi

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.36 – Configuración del sistema contra incendios

Sistema	Dia. Ø de Tub (Pulg)	Factor "K" de Descarga (GPM/PSI ^{1/2})	# Asp/Roc	Dia. Ø de V. Diluvio (Pulg)	Dia. Ø de V. Compuerta (Pulg)	Reg. de Presión (PSI)
Monitor MO-001	6	50	--	6	6	--
Monitor MO-002	4	75	--	4	4	--
Monitor MO-003	4	75	--	4	4	--
Monitor MO-004	6	50	--	6	6	--
Conexiones de manguera (Hidrantes)	2.5	25	--	--	--	--
Sistema de aspersores	4	3	49	6	6	90
Sistema de rociadores	2 1/2	5.6	12	--	2 1/2	--

Fuente: Elaboración propia

Expediente de ingeniería del sistema contra incendio

El sistema contraincendios del Muelle 7

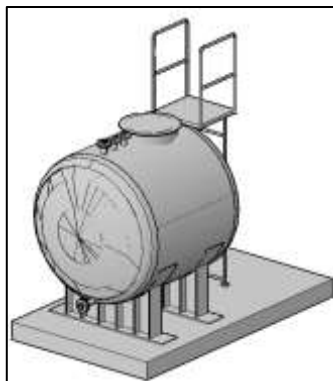
El sistema contra incendio que protegerá el Muelle 07 será un sistema semi automático compuesto por una red que alimentará a los sistemas de monitores controlados a distancia, monitores manuales, hidrantes y sistema de diluvio para proteger los equipos sobre la plataforma y para la extinción de incendios a nivel del mar causados por derrames en la plataforma de descarga de acuerdo con las recomendaciones dadas por la normativa.

Fuente de suministro de agua

El sistema será abastecido por un nuevo sistema de bombeo dual que empleará agua de mar y agua dulce.

El sistema para su activación automática se mantendrá presurizado con agua dulce por lo que se contará con una reserva mínima de 5 m³, en un tanque horizontal atmosférico de un diámetro de 1.80 m y un largo de 2.00 m, el cual estará ubicado en el segundo piso del futuro edificio del dolphin de vuelta.

Figura 3.18 – Tanque de almacenamiento de agua dulce

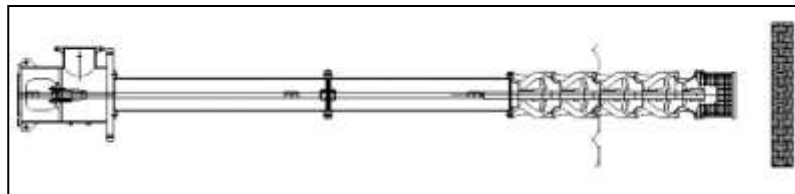


Fuente: Elaboración propia

Sistema de bombeo contra incendios

La bomba contra incendio a seleccionar será tipo turbina vertical, tiene un caudal nominal de 2000 gpm y una presión de 170 psi, para operar con agua de mar, el material es de aleación de Aluminio-Niquel-Bronce, cuentan con una columna de succión de diámetro de Ø 17" del mismo material, serán accionadas por un motor diésel de 4 tiempos con una potencia de 345 HP a 1760 RPM, el cual contará con un tanque diario de combustible de 425 gal de capacidad, listado y fabricado bajo UL 142.

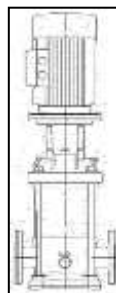
Figura 3.19 – Bomba Contra Incendio Turbina Vertical



Fuente - Catalogo SPP PUMP

La electrobomba jockey con motor eléctrico de 5.5 HP, tendrá una caudal de 20 gpm y una presión de 180 psi, que mantendrá la presión en la red contra incendios, compensando pequeños decrementos de presión y evitando arranques innecesarios de la motobomba principal. (suministro eléctrico aun en condiciones de incendio)

Figura 3.20 – Bomba Jockey -



Fuente: Catalogo Grundfos

El sistema de bombeo se instalará en el cuarto de bombas futuro, ubicado en el dolphin de vuelta del muelle 7, éste contará con un sistema de rociadores para la protección del cuarto, cuando ocurran eventos de incendio dentro del cuarto, tiene una estructura de concreto y accesos.

Figura 3.21 - Rociadores



Fuente: Catalogo Globe

Red de agua contra incendios

La red de agua contra incendios será presurizada por la bomba jockey con agua dulce, sin embargo, cuando se active el sistema de bombeo, este tomará agua de mar, por ello la tubería será de acero galvanizada. La red principal del sistema contra incendios será acero al carbono ASTM A53 Gr B Galvanizada de diámetros de Ø 6, Ø 10" y Ø 12", tendrá el mismo recorrido de la tubería existente deshabilitada actualmente, por lo que deberá desmontarse tal línea para la instalación de la nueva.

Hidrantes

A lo largo del muelle desde el dolphin de Vuelta hasta dolphin D se ubicarán 7 hidrantes listados con conexiones de diámetro de Ø 2 ½" para mangueras que serán almacenadas en casetas de ataque rápido, ubicadas en el dolphin de vuelta, en la plataforma y en los Dolphin A, B, C y D.

Figura 3.22 - Hidrante



Fuente: Catalogo WEFLO

Monitores

Los sistemas de protección contra incendios para el muelle contarán con cuatro (04) monitores con los que se podrá aplicar agua para enfriamiento o espuma para la extinción del incendio, con la finalidad que tengan un alcance capaz de cubrir cualquier punto al interior de la superficie de la embarcación, se considera que dos (02) equipos se ubiquen en torres a 16 m de altura desde la base de la plataforma, con un caudal nominal de 750 gpm y a una presión de 100 PSI, serán tele comandados, es decir podrán ser comandados a distancia, para cubrir además las líneas de descarga sobre la embarcación; se considera también dos (02) monitores manuales ubicados a 4 m de altura, con un caudal nominal de 500 gpm y a una presión de 100 PSI, serán activados manualmente y estarán ubicados en la plataforma de descarga al igual que los monitores altos, para cubrir un derrame debajo del rack de tuberías y las zonas que no logre cubrir los monitores ubicados en torres.

Figura 3.23 - Monitor



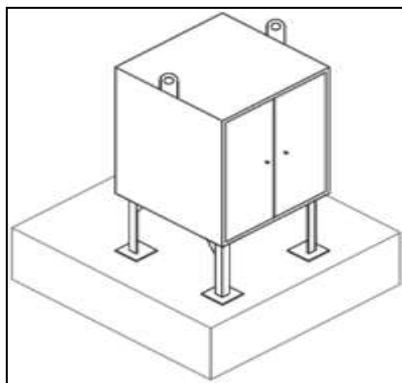
Fuente: Catalogo Akron brass company

Casetas de mangueras contra incendios

Las casetas de mangueras contra incendios, próximas a las conexiones de manguera, contienen:

- 2 mangueras de diámetro de $\text{Ø } 2 \frac{1}{2}$ " x 30 m.
- 2 pitones chorro sólido y niebla de caudal variable de diámetro de $\text{Ø } 2 \frac{1}{2}$ ".
- Llaves de manguera de diámetro de $\text{Ø } 2 \frac{1}{2}$ ".
- 2 empaquetaduras de acople de manguera de diámetro de $\text{Ø } 2 \frac{1}{2}$ "

Figura 3.24 - Caseta de mangueras



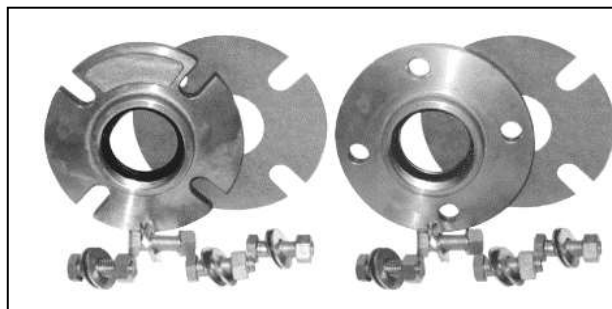
Fuente: Elaboración propia

Conexión internacional costera

El sistema de agua contraincendios considera una nueva conexión internacional costera de 10 ingresos de diámetro de \varnothing 2 ½", serán ubicadas en un manifold alimentado de tubería de diámetro de \varnothing 6", el cual estará unida a una tubería aérea de diámetro de \varnothing 10".

Esta conexión internacional costera permite la conexión entre las embarcaciones y la costa. Las conexiones se instalarán en el lado oeste del cuarto de bombas.

Figura 3.25 - Conexión costera internacional



Fuente: Catalogo Accord

Sistema de aspersores

El sistema de aspersores estará conformado por 49 boquillas aspersores ubicadas estratégicamente en la plataforma (según NFPA 15), con las que se podrá aplicar agua de enfriamiento o solución agua espuma al 3%, contará con una válvula de diluvio de diámetro de \varnothing 6" con trim de regulación de presión con la finalidad de controlar el flujo requerido, la aplicación de agua o espuma dependerá del escenario de incendio. La activación del sistema de aspersores será automática mediante un sistema "fire and gas".

Figura 3.26 – Aspersores



Fuente: Catalogo tyco

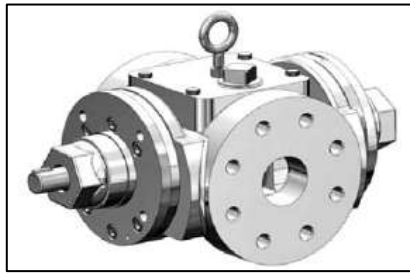
Tabla 3.37 – Configuración de Sistema de aspersores

N° de asp.	Factor k comercial	Diámetro de tubería	Diá. válv. compuerta	Diá. válv. diluvio
49	3	6"	6"	6"

Sistema de bombeo de concentrado de espuma

El sistema de bombeo de espuma estará conformado por una bomba de desplazamiento positivo de un caudal nominal de 54 GPM y una presión nominal de 250 PSI, con alivio de presión de 275 PSI, será accionado por un motor diésel de 39 HP de potencia el cual será alimentado desde un tanque diario de combustible de doble pared con una capacidad de 50 gal, se contará con un tanque atmosférico de concentrado de espuma AR-AFFF de 2250 galones de capacidad, ubicado al lado oeste del cuarto de bombas en el dolphin de vuelta. El sistema de bombeo de concentrado de espuma deberá cumplir los lineamientos de la NFPA 20 (2019). Contará con un tablero controlador para la bomba y estará ubicado en el cuarto de bombas.

Figura 3.27- Bomba de espuma de desplazamiento Positivo



Fuente: - Catalogo Chemguard

Red de espuma contraincendios

La red de tubería de concentrado espuma será de acero inoxidable AISI 316 con diámetros de \varnothing 1/2" hasta \varnothing 3". Asimismo, las tuberías de solución espuma serán de acero al carbono ASTM A53 Gr B Galvanizada, además se implementará un sistema de presión balanceada en línea (ILBP por sus siglas en inglés), que permite dosificar la cantidad de concentrado de acuerdo con el requerimiento de los dispositivos contraincendios, por medio de una bomba dosificadora de concentrado de espuma del tipo AR-AFFF. El sistema emplea 2 proporcionadores de diámetros de \varnothing 4" (rango de caudal de descarga entre 200 gpm hasta 1600 GPM) y 3 proporcionadores de diámetros de \varnothing 6" (rango de caudal de descarga entre 300 gpm hasta 3400 gpm), los cuales están listados para su uso con el tipo de espuma seleccionado.

Figura 3.28 - Proporcionador



Fuente: Catalogo ANSUL

El tiempo de aplicación de espuma será de 30 minutos para combustible derramado sobre plataforma, por tener la posibilidad de tener un combustible con presencia de alcohol se considera espuma AR-AFFF al 3% listado y aprobado para trabajar con agua de mar.

Tabla 3.38 – Caudal de solución espuma teórica de los diferentes equipos

Equipos	Caudal de sol. de espuma teórica (GPM) (Q)	Caudal de concentrado teórico al 3% (GPM) ($Q_c=0.03 \times Q$)	Caudal de agua teórico al 97% (GPM) ($Q_a=0.97 \times Q$)
Monitores bajos	500.00	15.00	485.00
Monitores elevados	750.00	22.50	727.50
Sistema de aspersores	840.00	25.20	814.80

Fuente: Elaboración propia

La descarga del concentrado será por medio de una válvula de control tipo hidráulica para el concentrado de espuma con diámetro de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", la cual será activada mediante una señal por presión de agua controlada por una válvula solenoide, ésta a su vez, activada por un pulsador manual, de esta manera la válvula hidráulica abrirá la línea de concentrado hacia el proporcionador y dará paso al encendido de la motobomba de concentrado de espuma en el sistema de presión balanceada en línea.

3.1.3 Etapa III: Supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7

Se superviso la adquisición de componentes del sistema contra incendios del muelle 7, mediante la verificación técnica de la fase de ingeniería con la información proporcionada por los proveedores.

Figura 3.29 - Supervisión adquisición de componentes



Fuente: Elaboración propia

Se verifico la demolición de las instalaciones deterioradas del sistema contra incendio del muelle 7, mediante la identificación de instalaciones a demoler, la demolición de las edificaciones del muelle y la comprobación del retiro del sistema contra incendio deteriorado.

Figura 3.30 - Revisión de la demolición



Fuente: R y M Proyectos S.A.C.

Se verifico la eliminación de escombros del deteriorado sistema contra incendios del muelle 7 mediante la planificación y gestión del almacenamiento temporal, transporte y disposición final de los residuos.

Figura 3.31 - Revisión de la eliminación de escombros



Fuente: Elaboración propia

Se supervisó la fabricación de componentes del sistema contra incendio del muelle 7, mediante el registro de construcción, constitución de grupos de trabajos, traslado y fabricación. La fabricación se realizó en tierra y en la plataforma del muelle.

Figura 3.32 - Supervisión de la fabricación de componentes



Fuente: Elaboración propia

Se supervisó la instalación de los componentes del sistema contra incendios del muelle 7, mediante el registro de la constitución de los grupos de trabajos, movilización a obra, delimitación de zona de trabajo, ejecución de trabajos civiles y ejecución de trabajos mecánicos.

Figura 3.33 - Supervisión de la instalación de componentes



Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Etapa IV: Supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7

Se realizó un plan de mantenimiento del sistema contra incendio del muelle 7 mediante la revisión de la normativa aplicable, la evaluación de las instalaciones del muelle, la evaluación del sistema contra incendio del muelle y la elaboración del informe de mantenimiento.

Figura 3.34 - Elaboración del plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Se realizó un manual de operaciones del sistema contra incendio del muelle 7 mediante la revisión de la normativa aplicable, la evaluación de las instalaciones del muelle, la evaluación del sistema contra incendio del muelle, la elaboración del informe de operaciones y capacitación a operarios y bomberos.

Figura 3.35 - Elaboración del manual de operaciones



Fuente: Elaboración propia

Se supervisaron las pruebas de aceptación del sistema contra incendio del muelle 7 mediante la realización de los procedimientos de pruebas de aceptación, la supervisión de la adquisición de equipos, la supervisión de las pruebas de aceptación, la elaboración de informes de pruebas de aceptación.

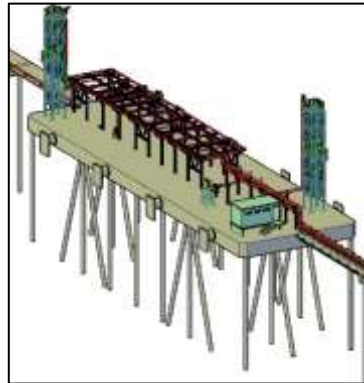
Figura 3.36 - Supervisión de las pruebas de aceptación



Fuente: Elaboración propia

Se realizó el informe ASBUILT del sistema contra incendios del muelle 7 mediante el relevamiento, procesamiento, comparación de la información, realización de la maqueta y elaboración del informe ASBUILT.

Figura 3.37 – Realización del expediente ASBUILT



Fuente: Elaboración propia

Se supervisó la puesta en marcha del sistema del sistema contra incendio del muelle 7, mediante la revisión de las especificaciones técnicas de los equipos, revisión de las condiciones preliminares del sistema, identificación de los parámetros de operación, activación de los sistemas y verificación de los parámetros de operación.

Figura 3.38 – Supervisión de la puesta en marcha



Fuente: Elaboración propia

3.2. Evaluación técnica – económico

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la evaluación técnico-económica

Tabla 3.39 - Evaluación - económica

Actividades	Monto (\$)
Etapa I: Análisis de riesgos de incendio en el muelle 7	5,000
Informe de riesgos de incendio en el muelle 7	
Etapa II: Diseño del sistema contra incendio del muelle 7	15,000
Ingeniería básica del sistema contra incendio del muelle 7	
Ingeniería de detalle del sistema contra incendio del muelle 7	
Etapa III: Supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7	10,000
Plan de trabajo de implementación del sistema contra incendio del muelle 7	
Etapa IV: Supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7	20,000
Plan de mantenimiento del sistema contra incendio del muelle 7	
Manual de operaciones del sistema contra incendio del muelle 7	
Informe técnico de registro de pruebas del sistema contra incendio del muelle 7	
Informe asbuilt del sistema contra incendio del muelle 7	
Informe de puesta en marcha del sistema contra incendio del muelle 7	
Total	50,000

Fuente: Elaboración propia

3.3. Análisis de resultados.

Análisis de resultados de los riesgos de incendio en el muelle 7

Tabla 3.40 – Escenarios de riesgos de incendio del muelle 7

Cód. Escenario	Escenario posible de incendio	Nivel de riesgo previo	Medidas de mitigación a implementar	Nivel de riesgo residual
M7-L12"-1 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", en la plataforma de recepción del muelle 7.	Moderado	Mejorar el sistema contra incendio con nueva tecnología y según las normativas nacionales e internacionales	Bajo
M7-L12"-2 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", sobre el mar.			
M7-L16"-3 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.			
M7-L16"-4 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.			
M7-L16"-5 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Gasolina a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.			
M7-L16"-6 POOL FIRE	Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.			
M7-L16"-7 JET FIRE	Incendio tipo Jet fire a partir de una fuga de GLP a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.			

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los resultados del diseño del sistema contra incendio del muelle 7

Tabla 3.41 – Equipos principales del sistema contra incendio del muelle 7

Ítem	Descripción
1	2 motobombas de turbina vertical para agua contra incendio de 2000 gpm @ 170 psi
2	1 bomba Jockey vertical multietapas de 20 gpm @ 180 psi
3	1 motobomba de desplazamiento positivo para el concentrado de espuma de 54 gpm @ 250 PSI
4	1 tanque vertical atmosférico de almacenamiento de agua dulce de 5 m3 con Ø 1800 x 2000 mm
5	1 tanque vertical atmosférico de almacenamiento de concentrado de espuma de 2250 gal con Ø 2438 x 2369 mm
6	2 tanques horizontal diario de combustible de 425 gal
7	1 tanque horizontal diario de combustible
8	2 tableros controlador de Motobomba de ACI de 2000 gpm, Nema 4X
9	1 tablero controlador de Electrobomba Jockey de 20 gpm, Nema 4X
10	1 tablero controlador de Motobomba de concentrado espuma de 54 gpm, Nema 4X
11	7 casetas contra incendios con dimensiones de 800 x 1200 x 1700 mm
12	7 hidrantes columna húmeda de 500 gpm con Ø 6"
13	2 monitores remotos de columna húmeda 750 gpm con Ø 4"
14	2 monitores manuales de columna húmeda de 500 con Ø 4"
15	12 rociadores automáticos montantes k=5.6
16	49 aspersores direccionables k=3, 95° con Ø 1"
17	5 Proporcionador de espuma con Ø 4"
18	10 conexión costera internacional con Ø 2 1/2"

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados de la supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7

Tabla 3.42 – Resumen del plan de trabajo de implementación

Item	Actividades verificadas	Se verifico Si / No
1	Adquisición de componentes del sistema contra incendios.	
1.1	Revisión de la información técnica	Si
1.2	Selección de proveedores	Si
1.3	Solicitud de cotizaciones a los proveedores	Si
1.4	Evaluación de cotización de los proveedores	Si
1.5	Adquisición de materiales de locales e importación	Si
2	Demolición de instalaciones deterioradas.	
2.1	Identificación de instalaciones a demoler	Si
2.2	Selección de equipos de demolición	Si
2.3	Demolición del cuarto de bombas	Si
2.4	Demolición del ambiente ubicado en plataforma	Si
2.5	Retiro del sistema contra incendio deteriorado	Si
3	Eliminación de escombros.	
3.1	Planificación y gestión de los residuos	Si
3.2	Valoración y funcionalidad de los residuos	Si
3.3	Almacenamiento temporal de los residuos	Si
3.4	Transporte de los residuos	Si
3.5	Disposición final de los residuos	Si
4	Fabricación de estructuras	
4.1	Identificación de estructuras a construir	Si
4.2	Adquisición de equipos de fabricación	Si
4.3	Gestionar grupos de trabajos	Si
4.4	Traslado de equipos y materiales al taller y al muelle	Si
4.5	Fabricación en el taller y en el muelle	Si
5	Instalación de los componentes del sistema contra incendios.	
5.1	Gestionar grupos de trabajos	Si
5.2	Movilización a obra	Si
5.3	Delimitación de zona de trabajo	Si
5.4	Ejecución de trabajos civiles	Si
5.5	Ejecución de trabajos mecánicos	Si

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados de la supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7

Tabla 3.43 - Resultado del registro de la puesta en marcha

	Actividades verificadas	Se verifico Si / No
1	Plan de mantenimiento.	
1.1	Revisión de la normativa aplicable	Si
1.2	Evaluación de las instalaciones del muelle	Si
1.3	Evaluación del sistema contra incendio del muelle	Si
1.4	Elaboración del informe de mantenimiento	Si
1.5	Aprobación del plan de mantenimiento	Si
2	Manual de operaciones.	
2.1	Revisión de la normativa aplicable	Si
2.2	Evaluación de las instalaciones del muelle	Si
2.3	Evaluación del sistema contra incendio del muelle	Si
2.4	Elaboración del informe de operaciones	Si
2.5	Aprobación del manual de operaciones	Si
3	Informe técnico de registro de pruebas	
3.1	Procedimientos de pruebas de aceptación	Si
3.2	Adquisición de equipos de prueba	Si
3.3	Ejecución de prueba de aceptación del sistema contra incendio del muelle	Si
3.4	Elaboración de informes de pruebas de aceptación	Si
3.5	Aprobación del expediente de pruebas de aceptación.	Si
4	Informe ASBUILT	
4.1	Relevamiento del sistema contra incendio del muelle	Si
4.2	Procesamiento de la información	Si
4.3	Comparación con la normativa aplicable	Si
4.4	Elaboración del informe ASBUILT	Si
4.5	Aprobación de los planos ASBUILT	Si
5	Informe de puesta en marcha	
5.1	Revisar las especificaciones técnicas de los equipos	Si
5.2	Revisar las condiciones preliminares del sistema	Si
5.3	Identificar los parámetros de operación de los sistemas	Si
5.4	Activación de los sistemas	Si
5.5	Verificar los parámetros de operación	Si

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Discusión del análisis de riesgos de incendio en el muelle 7

Se desarrollo el análisis de riesgos de incendio en el muelle 7 siendo sus características las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.1 – Comparativo de escenarios de incendios

Item	Cód. Escenario de incendio	Tipo de incendio	Frecuencia de ocurrencia del accidente (año ⁻¹)	Distancias (m) vs Niveles de Radiación Térmica (kW/m ²) ⁽¹⁾		
				5.1 kW/m ²	22.7 kW/m ²	37.5 kW/m ²
1	M7-L12"-1 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	37.90	16.02	10.71
2	M7-L12"-2 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	-	-	-
3	M7-L16"-3 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	36.94	15.57	10.38
4	M7-L16"-4 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	38.55	16.86	11.83
5	M7-L16"-5 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	-	-	-
6	M7-L16"-6 POOL FIRE	POOL FIRE	8.64x10 ⁻⁵	32.73	13.42	8.54
7	M7-L16"-7 JET FIRE	JET FIRE	8.64E-05	16.06	7.64	5.86

Fuente: Elaboración propia

Discusión del diseño del sistema contra incendio del muelle 7

Se desarrollo el diseño del nuevo sistema contra incendio el cual tiene un nuevo sistema de activación, entre otros cambios que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.2 – Comparativo de sistema contra incendio

Ítem	Diseño del sistema contra incendio corroído	Diseño del Sistema contra incendio nuevo	Cambios
1	Sistema manual	Sistema semi automático	Activación del sistema
2	1 tanque vertical atmosférico de almacenamiento de concentrado de espuma de 3500 gal fuera del cuarto de bombas	1 tanque vertical atmosférico de almacenamiento de concentrado de espuma de 2250 gal dentro del cuarto de bombas	Reducción de la capacidad y ubicación del tanque de concentrado de espuma
3	6 rociadores en el cuarto de bombas	12 rociadores en el nuevo cuarto de bombas	Aumento de la cantidad de rociadores debido al aumento de área del cuarto de bombas
4	6 hidrantes (1 en el Dolphin B, 1 en el dolphin C y 4 en la plataforma)	7 hidrantes (1 en cada dolphin y 2 en la plataforma de descarga)	Aumento y mejor distribución de los hidrantes
5	2 monitores accionados a distancia con accionamiento hidráulico de 1000 gpm	2 monitores accionados a distancia accionados eléctrico de 750 gpm	Cambio de la activación de los monitores elevados y reducción del caudal

Fuente: Elaboración propia

Discusión de la supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7

Se desarrollo la supervisión de la implementación del sistema contra incendio del muelle 7 en el tiempo programado de los trabajos en campo y en oficina, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.4 – Comparativo del tiempo de duración de la implementación del sistema contra incendio.

Ítem	Nombre de la tarea	Tiempo programado		Tiempo realizado
		Trabajo de implementación en campo	Trabajo de implementación en oficina	
1	Supervisión de la implementación del sistema contra incendios del muelle 7	120 días (4 meses)	180 días (6 meses)	Trabajos en campo y oficina 300 días (10 meses)

Fuente: Elaboración propia

Discusión de la supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7

Se desarrollo la supervisión de la puesta en marcha del sistema contra incendio del muelle 7 cumpliéndose con la norma NFPA 20 (2019) de proporcionar un flujo del 150% a la presión nominal y superan los parámetros de operación requeridos para la máxima demanda de flujo del sistema contra incendio tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 4.5 – Comparativo de la puesta en marcha del sistema contra incendios del muelle 7

Caudal (GPM)	Presión de diseño (PSI)	Presión de la puesta en marcha (PSI)	Check
0	220.00	227.17	√
2000	175.00	179.59	√
2535	153.60	167.78	√
3000	130.00	141.47	√

Fuente: Elaboración propia

4.2. Conclusiones

- Se evaluaron 7 posibles escenarios de incendio categorizados con un nivel de riesgo moderado, teniéndose 6 incendios tipo pool fire y 1 tipo de incendio jet fire, identificándose como el mayor riesgo el escenario M7-L16"-6 POOL FIRE Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de diésel a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", sobre el mar, el cual no podría ser mitigado por el actual sistema contra incendio debido a que se encuentra corroído por las condiciones ambientales y por la antigüedad de la instalación.
- Se diseñó un nuevo sistema contra incendio semiautomático con un caudal de 4000 gpm, con dos bombas con un caudal de 2000 gpm a una presión de 170 psi cada una, se construyó un nuevo cuarto de bombas que contara con 12 rociadores, se optimizó el sistema de control de los monitores con un caudal de 750 gpm con accionamiento eléctrico, se mejoró la capacidad del tanque de concentrado de espuma de 2250 galones y se instalaron 7 hidrantes, en lugares estratégicos, uno en cada dolphin y 2 en la plataforma de descarga.
- Se supervisó la implementación cumpliéndose el cronograma de actividades (10 meses) sin alterar ni perjudicar las actividades propias APM Terminals. Por lo tanto, no hubo pérdidas por lucro cesante.
- Se realizó la puesta en marcha del sistema a plena capacidad (caudal de 2535 GPM a 167.78 psi), sin problema alguno, se tuvo la participación de los involucrados como son los bomberos, personal y autoridades, a los que se les dio charlas para correcta operación y mantenimiento del sistema.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis permanente cumpliendo el protocolo de seguridad y prevención de riesgos del muelle 7 con el objetivo de identificar los posibles nuevos escenarios de riesgos que pudieran ocurrir.
- Proponer de manera permanente mejoras tecnológicas para el sistema contra incendio del muelle 7 con el objetivo de estar actualizados en las mejoras en la interacción de los componentes del sistema para así reducir el tiempo de respuesta ante un posible escenario de incendio.
- Cumplir el plan de mantenimiento del sistema contra incendio del muelle 7 con el objetivo de garantizar el buen estado de operatividad de los componentes del sistema contra incendio y evitar deterioro o fallas prematuras.
- Cumplir con el protocolo de pruebas del sistema contra incendio del muelle 7 con el objetivo de garantizar la operatividad del sistema por el personal brindándoles conocimientos técnicos, teóricos y prácticos, y poder combatir con eficacia posibles incidentes de incendio que puedan suceder.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- API, AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. API 2510A: Fire-Protection Considerations for the Design and Operation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Storage Facilities, 1996.
- EIGA, EUROPEAN INDUSTRIAL GASES ASSOCIATION. Methodology for determination of safety and separation distances. DOC 75/01. 2001.
- GAP, Global Asset Protection Services. GAP 9.2.1.2 Handling flammable and combustible liquids on docks, piers and wharves. Estados Unidos, 2015.
- GARZA AYALA, Sergio. Análisis de riesgos y peligros en los procesos. México, 2015.
- IOGP, INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS IOGP 434-14.1 Risk Assessment Data Directory – Vulnerability of Humans. 2019.
- ISGINTT, International safety guide for inland navigation tank-barges and terminals. Chapter 19 safety and fire protection. Estados Unidos, 2010.
- MENDOZA BRUNO, Lesly Edith. Diseño Hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento diésel - Unidad Toquepala. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2014.
- MINEM, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Decreto Supremo N° 026-1994-EM Reglamento de seguridad para el transporte de hidrocarburos. Lima, 1994.
- MINEM, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Decreto Supremo N° 032-2002-EM Glosario, Siglas y Abreviaciones del Subsector Hidrocarburos. Lima, 2002.
- MINEM, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Decreto Supremo N° 081-2007-EM Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos. Lima, 2007.
- MINEM, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Decreto Supremo N° 043-2007-EM Reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos y modificaciones de diversas disposiciones. Lima, 2007.
- MOP, Ministerio de obras publicas. Guía de diseño, construcción, operación y conservación de obras marítimas y costeras. Chile, 2011.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 1: Fire Code . 2021.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 11: Standard for low, medium, and high-expansion foam. 2021.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 13: Standard for the installation of sprinkler systems. 2019.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 14: Standard for the installation of standpipe and hose systems. 2019.

- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 15: Standard for water spray fixed systems for fire protection. 2022.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 16: Standard for the installation of foam-water sprinkler and foam water spray systems. 2019.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. 2019.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 24: Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances. 2019.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 25: Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection System. 2020.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 30: Flammable and combustible liquids code. 2021.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 58: Liquefied petroleum gas code. 2020.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 307: Standard for the Construction and Fire Protection of Marine Terminals, Piers, and Wharves. 2021.
- NFPA, NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 704: Standard system for the identification of the hazards of materials for emergency response. 2022.
- PABLO LEÓN, Maynor Osmel. Mejoramiento del sistema de enfriamiento de protección contra incendio de 4000 gpm para la planta de almacenamiento de hidrocarburos. Terminal Supe - Petróleos del Perú S.A. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2017.
- PEREZ PEREZ, Carlos Enrique. Diseño Hidráulico de un sistema contra incendio de 2000 GPM para proporcionar seguridad en el patio de tanques de almacenamiento de OPDH del dique B de la planta Santo Domingo S.A.C. - Lima. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2017.
- RAE, Real Academia Española Diccionario de la lengua española. España, 2020.
- RIVM, NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT. Manual Bevi Risk Assessments. 2009.
- VIVIENDA, MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA Reglamento Nacional de Edificación - RNE E. 030 Diseño sismorresistente. Lima, 2016.
- VIVIENDA, MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Decreto Supremo N° 017-2012- Decreto Supremo N° 017-2012-VIVENDA Reglamento Nacional de Edificación - RNE A. 130 Requisitos de seguridad. Lima, 2012.
- WB, WORLD BANK Manual of industrial Hazard assessment techniques. 1985.

VII. ANEXOS

- Anexo 1: Reportes de simulaciones de escenarios de incendios en el muelle 7.
- Anexo 2: Reportes de simulación del software AFT Fathom.
- Anexo 3: Planos del sistema contra incendio del muelle 7
- Anexo 4: Hojas de datos (Data sheet) de los componentes del sistema contra incendio del muelle 7.
- Anexo 5: Resumen del plan de mantenimiento
- Anexo 6: Formatos de registros de pruebas

Anexo 1:

Reportes de simulaciones de escenarios de incendios en el muelle 7.



Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE) Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO

M7-L12-1 PF

DESCRIPCIÓN

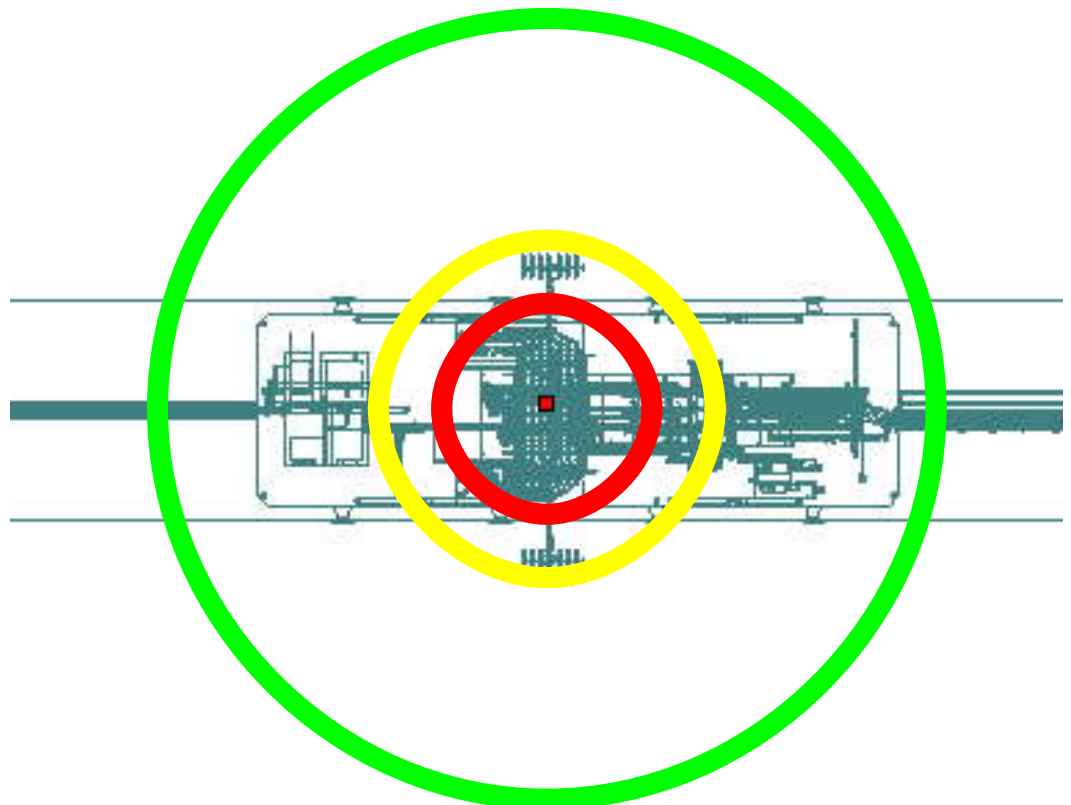
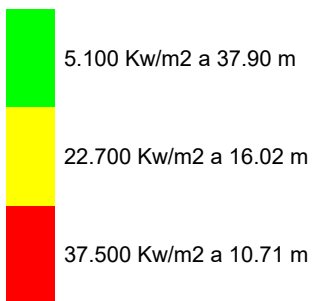
Incendio tipo pool fire a partir de una fuga de Turbo Jet A1 a través de un agujero de 25.40 mm, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø12", en la plataforma de recepción del muelle 7.

Instalación: Manguera de Ø10"

Producto: Turbo Jet A1

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
--------	-------------------------	---------	------------



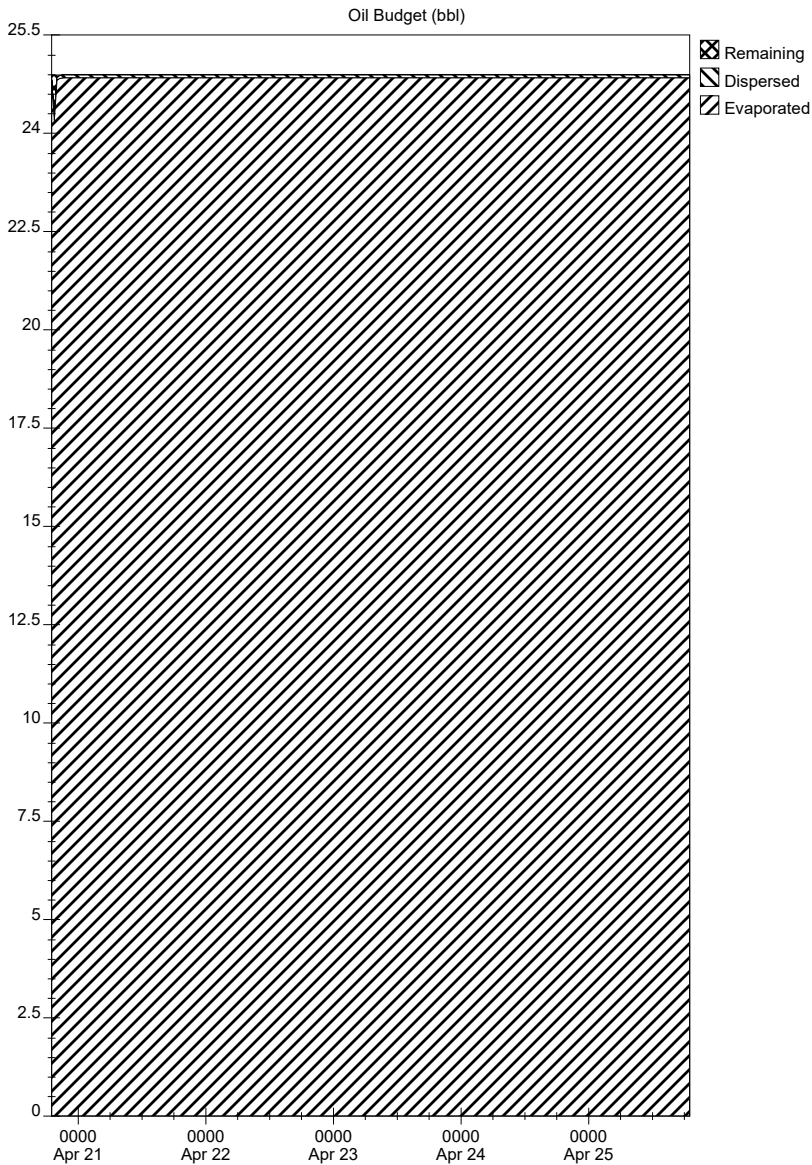
X mínima = -51.20
X máxima = 49.09
Y máxima = 53.32
Y mínima = -46.98

M7-L12-2 Spill Scenario - ICS 209-OS Box 3

Oil Name = TURBO JET A1
 API = -- Pour Point = unknown
 Wind Speed = constant at 4 m/s Wave Height = computed from winds
 Water temperature = 20 deg C
 Time of Initial Release = April 20, 1900 hours

3. Spill Status (Estimated, in Barrels)

	This Operational Period (Since Last Report)	Total
Volume Spilled	24.6	24.6
Mass Balance / Oil Budget		
Recovered Oil	0.0	0.0
Evaporation	24.6	24.6
Natural Dispersion	0.1	0.1
Chemical Dispersion	0.0	0.0
Burned	0.0	0.0
Floating, Contained	not estimated	not estimated
Floating, Uncontained	0.0	0.0
Onshore	0.0	0.0
Total spilled product accounted for:		





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE) Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO

M7-L16-3 PF

DESCRIPCIÓN

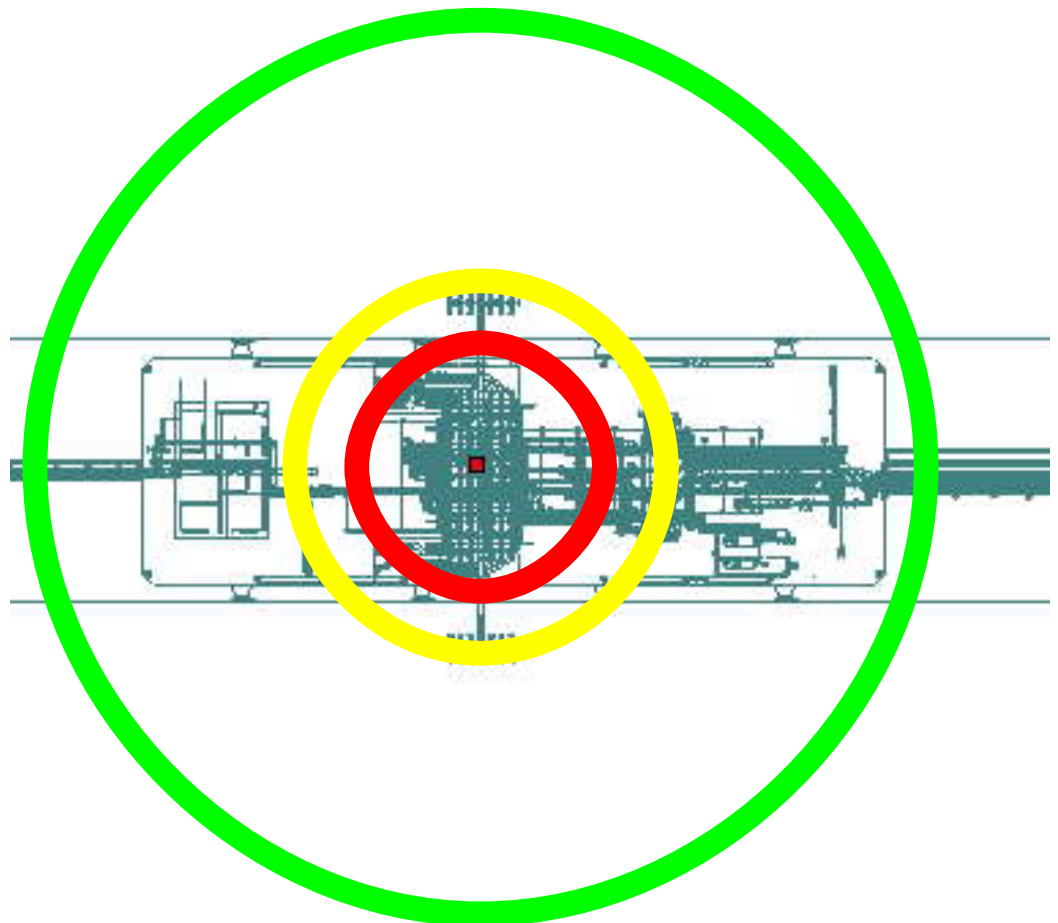
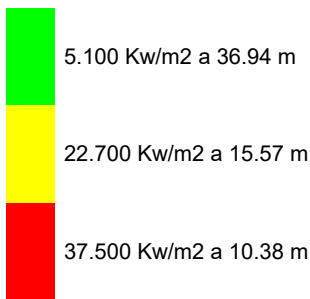
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Gasolina, a través de un agujero de 25.40 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.

Instalación: Manguera de Ø10"

Producto: Gasolina 97

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	Gasolina	No. CAS	
--------	----------	---------	--



X mínima = -38.66
X máxima = 46.97
Y máxima = 39.11
Y mínima = -46.52



Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE) Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO

M7-L16-4 PF

DESCRIPCIÓN

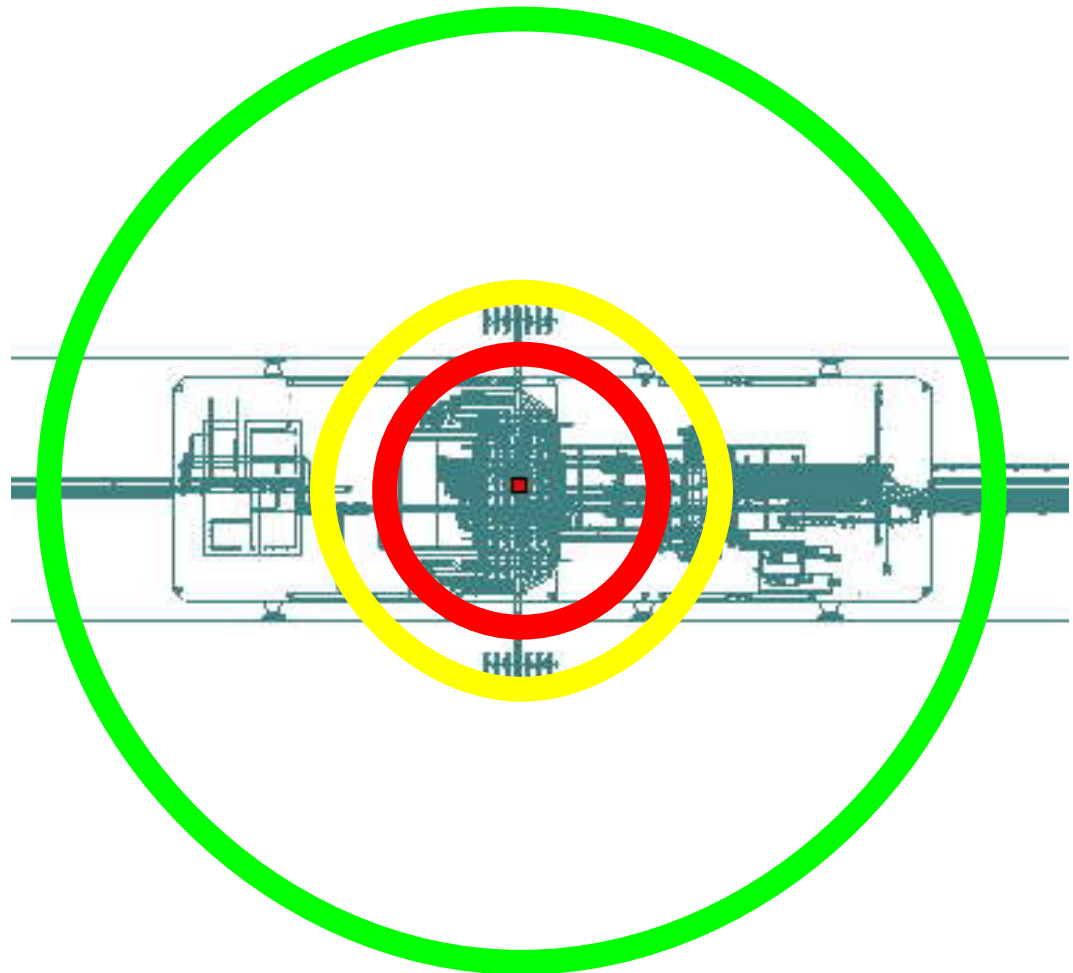
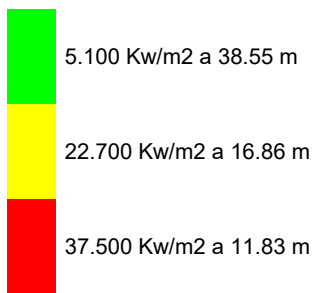
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Diésel, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.

Instalación: Manguera de Ø10"

Producto: Diésel

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	Diesel B5	No. CAS	
--------	-----------	---------	--



X mínima = -41.06
X máxima = 44.12
Y máxima = 43.20
Y mínima = -41.98

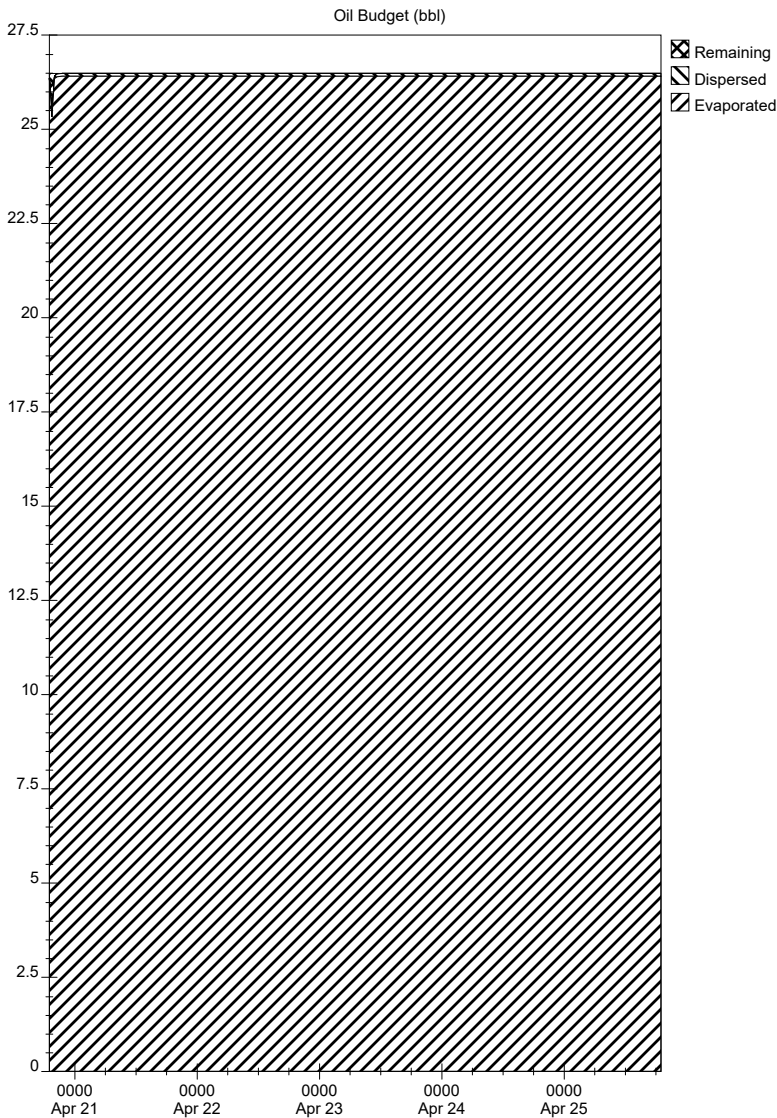
M7-L12-5 Spill Scenario - ICS 209-OS Box 3

Oil Name = GASOLINE (UNLEADED), SHELL
 API = -- Pour Point = unknown
 Wind Speed = constant at 4 m/s Wave Height = computed from winds
 Water temperature = 20 deg C
 Time of Initial Release = April 20, 1900 hours

3. Spill Status (Estimated, in Barrels)

	This Operational Period (Since Last Report)	Total
Volume Spilled	26.5	26.5
Mass Balance / Oil Budget		
Recovered Oil	0.0	0.0
Evaporation	26.4	26.4
Natural Dispersion	0.1	0.1
Chemical Dispersion	0.0	0.0
Burned	0.0	0.0
Floating, Contained	not estimated	not estimated
Floating, Uncontained	0.0	0.0
Onshore	0.0	0.0

Total spilled product accounted for:

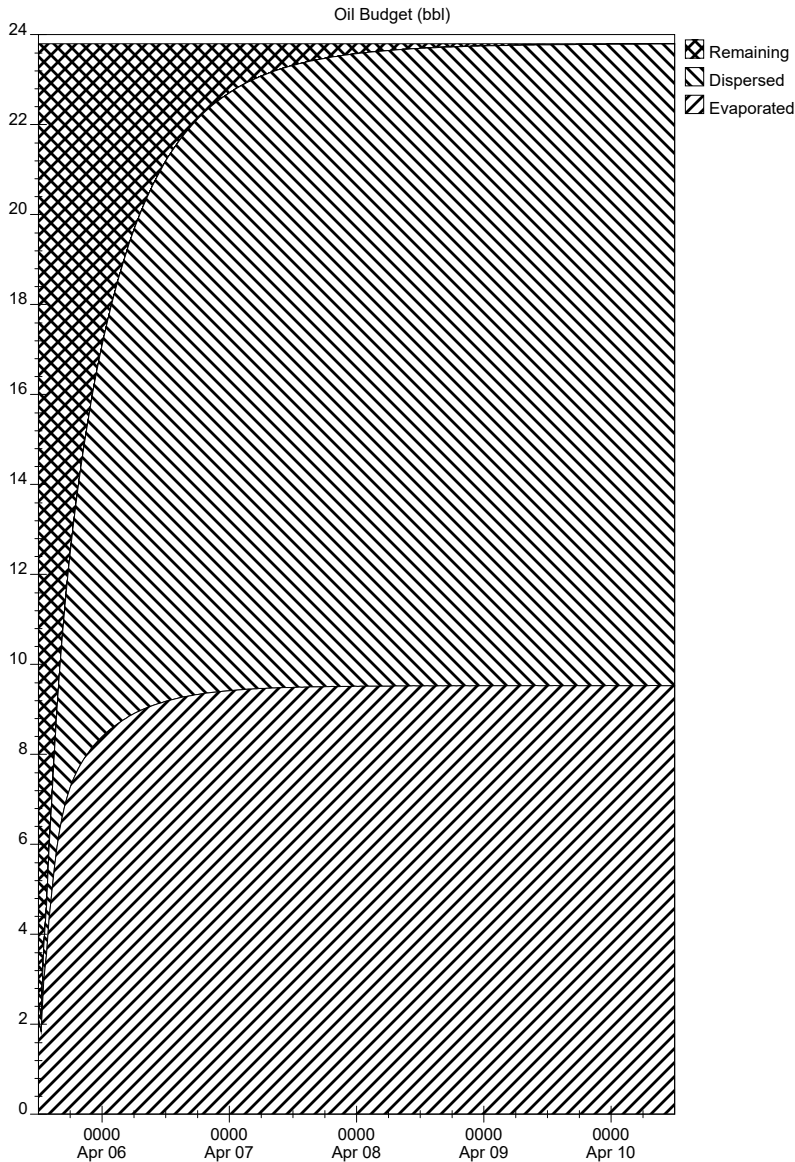


M7-L12-6 Spill Scenario - ICS 209-OS Box 3

Oil Name = DIESEL FUEL OIL (SOUTHERN USA 1994)
 API = 37.2 Pour Point = -7 deg C
 Wind Speed = constant at 4 m/s Wave Height = computed from winds
 Water temperature = 20 deg C
 Time of Initial Release = April 05, 1200 hours

3. Spill Status (Estimated, in Barrels)

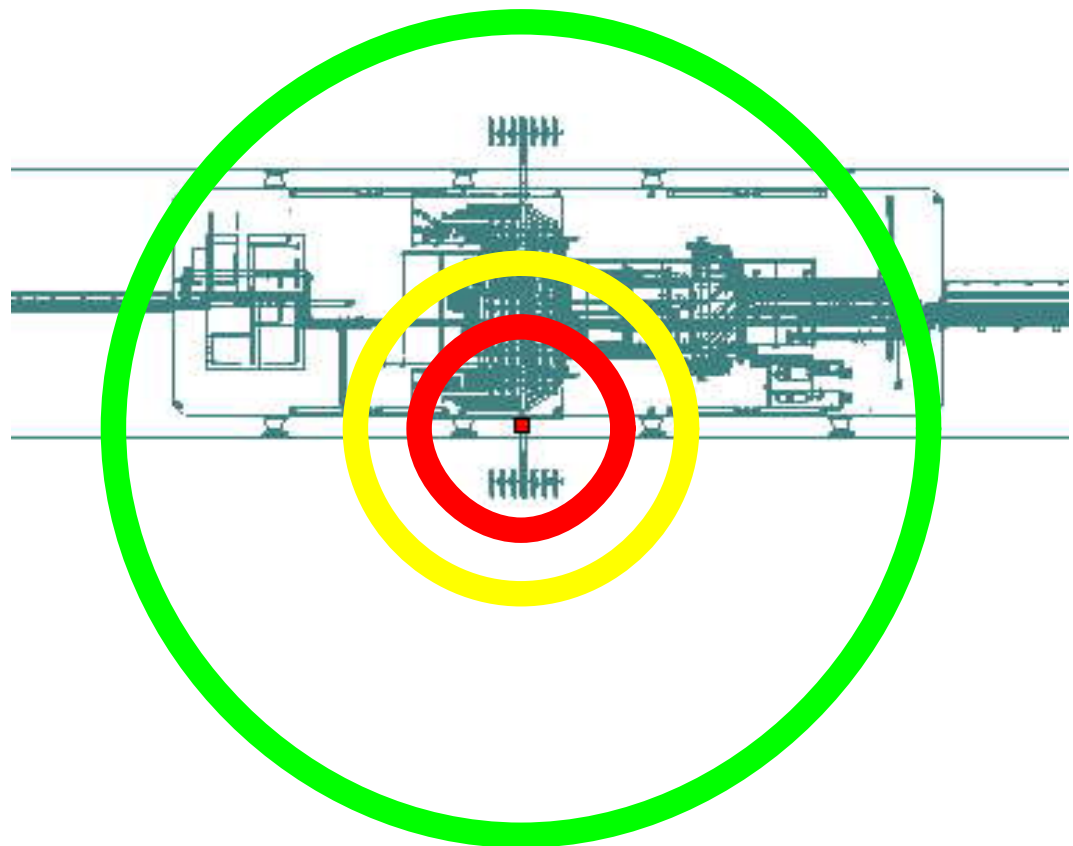
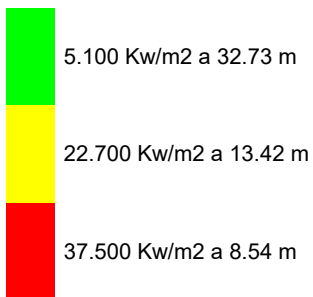
	This Operational Period (Since Last Report)	Total
Volume Spilled	23.8	23.8
Mass Balance / Oil Budget		
Recovered Oil	0.0	0.0
Evaporation	1.8	1.8
Natural Dispersion	0.3	0.3
Chemical Dispersion	0.0	0.0
Burned	0.0	0.0
Floating, Contained	not estimated	not estimated
Floating, Uncontained	21.6	21.6
Onshore	0.0	0.0
Total spilled product accounted for:		





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE) Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO		
M7-L16-6 PF		
DESCRIPCIÓN		
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Diésel, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", sobre el mar.		
Instalación: Manguera de Ø10"		
Producto: Diésel		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	Diesel B5	No. CAS

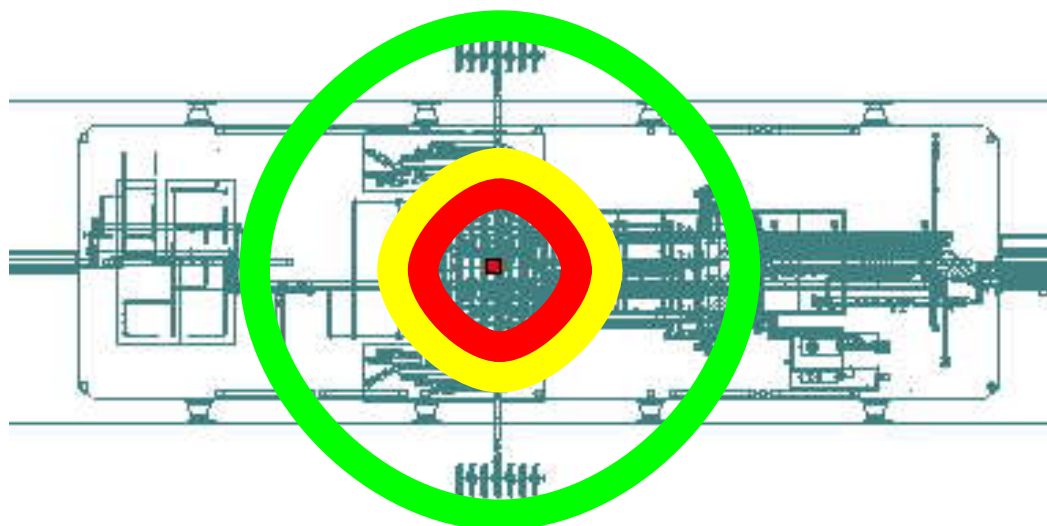
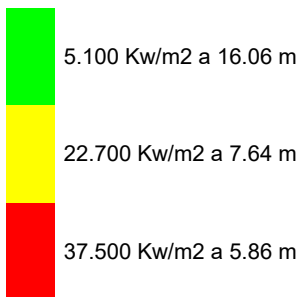


X mínima = -40.59
X máxima = 43.22
Y máxima = 50.87
Y mínima = -32.94



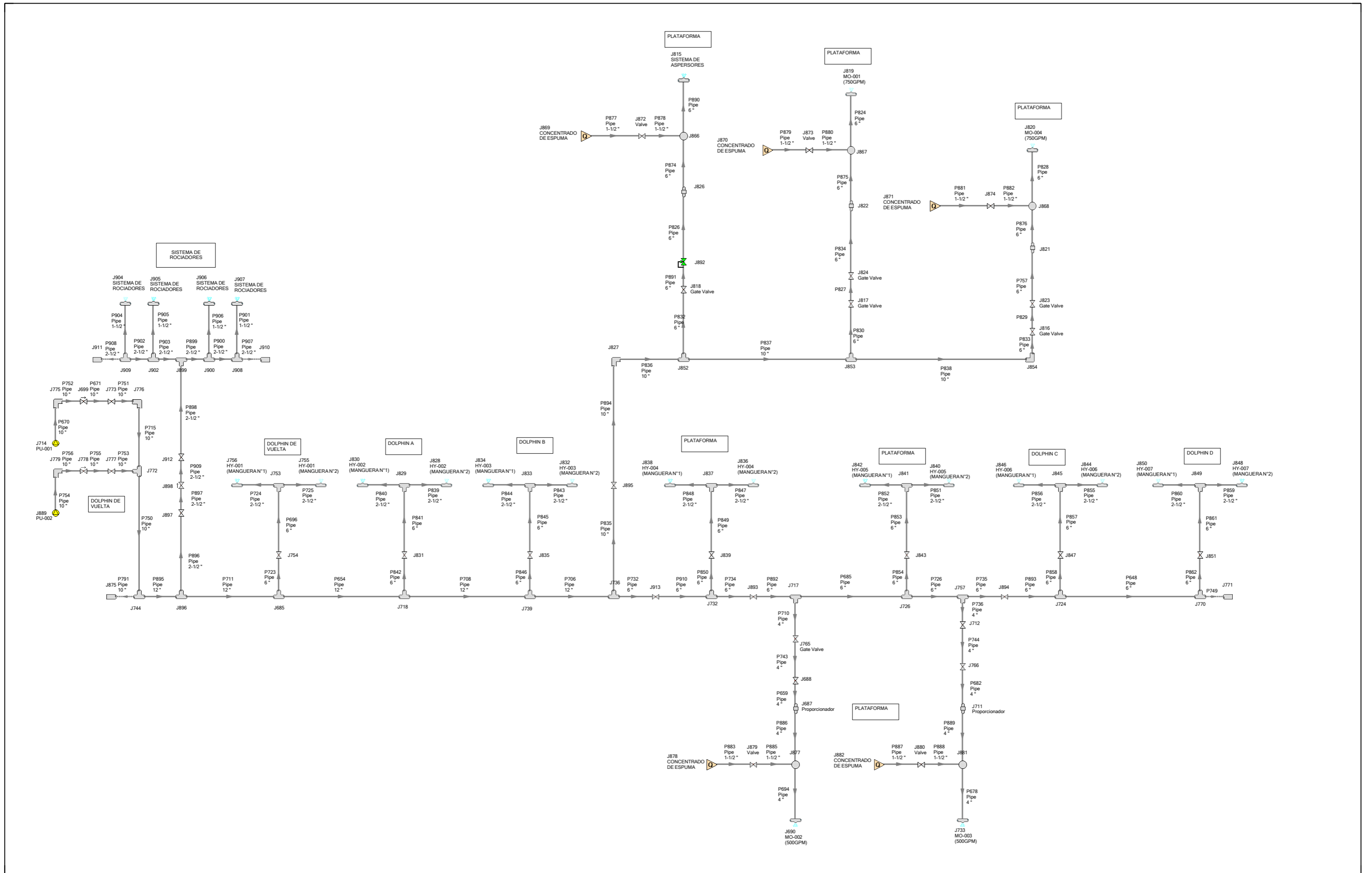
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) Proyección en el área

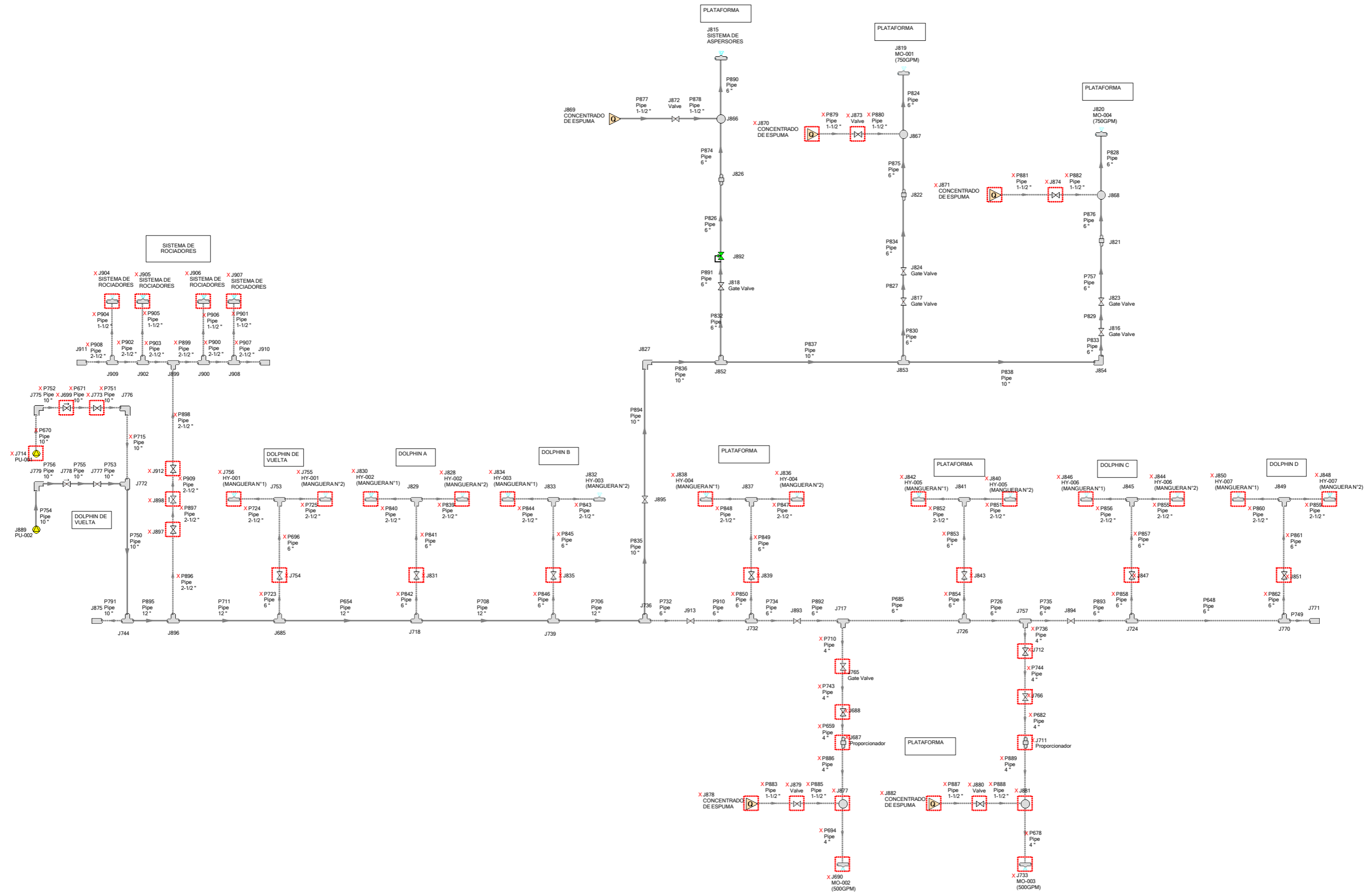
TÍTULO DEL MODELO			
M7-L16-07-JF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de GLP, a través de un agujero de 25.4 mm de diámetro, en la manguera de Ø10", correspondiente al ducto de Ø16", en la plataforma de recepción del muelle 7.			
Instalación: Manguera de Ø10"			
Producto: GLP			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO	No. CAS	68476-85-7



X mínima = -32.28
X máxima = 36.81
Y máxima = 34.45
Y mínima = -34.63

Anexo 2:
Reportes de simulación del software AFT Fathom.





Model Reference Information

General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 9/01/2019 09:21:25

Application version: AFT Fathom Version 9 (2015.09.01)

Input File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV).fth

Scenario: Base Scenario/ESCENARIO 1 (INCENDIO PLATAFORMA)

Output File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV)_1.out

Execution Time= 0.40 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 617

Total Number Of Flow Iterations= 43

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 108

Number Of Junctions= 109

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: AGUA DE MAR

Max Fluid Temperature Data= 25 deg. C

Min Fluid Temperature Data= 5 deg. C

Temperature= 19 deg. C

Density= 1025.07 kg/m³

Viscosity= 1.103 centipoise

Vapor Pressure= 0.31231 psia

Viscosity Model= Newtonian

Apply laminar and non-Newtonian correction to: Pipe Fittings & Losses, Junction K factors, Junction Special Losses, Junction Polynomials

Corrections applied to the following junctions: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Control Valve, Spray Discharge, Relief Valve

Ambient Pressure (constant)= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 2,560 gal/min

Total Outflow= 2,560 gal/min

Maximum Static Pressure is 167.7 psia at Pipe 754 Inlet

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Minimum Static Pressure is 14.70 psia at Pipe 843 Outlet

Warnings

No Warnings

Pump Summary

Jct	Results Diagram	Name	Vol. Flow (gal/min)	dP (psid)	P Stag. Suction (psig)	P Stag. Disc. (psig)
X714	Show ...	PU-001	0	N/A	N/A	N/A
889	Show ...	PU-002	2,534	151.6	2.610	153.7

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (meters)	Cv	K	Valve State
X688	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X712	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X754	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X765	Gate Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X766	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X773	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
777	Valve	REGULAR	2,533.88	361.273	1.10105	0.755181	2,445.9	1.5000	Open
816	Gate Valve	REGULAR	709.13	101.105	0.38546	0.264379	1,156.9	0.9000	Open
817	Gate Valve	REGULAR	711.84	101.492	0.38842	0.266404	1,156.9	0.9000	Open
818	Gate Valve	REGULAR	1,113.54	158.766	0.95049	0.651918	1,156.9	0.9000	Open
823	Gate Valve	REGULAR	709.13	101.105	1.84357	1.264457	529.0	4.3045	Open
824	Gate Valve	REGULAR	711.84	101.492	1.85769	1.274143	529.0	4.3045	Open
X831	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X835	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X839	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X843	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X847	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X851	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (meters)	Cv	K	Valve State
872	Valve	REGULAR	25.00	3.564	0.01072	0.007353	244.6	0.1000	Open
X873	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X874	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X879	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X880	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
893	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Open
894	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Open
895	Valve	REGULAR	2,533.88	361.273	1.10105	0.755181	2,445.9	1.5000	Open
X897	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X912	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
913	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Open
892	Control Valve	PRV	1,113.54	158.766	31.83857	21.837272	199.9	30.1472	Open
X699	Check Valve	CHECK	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
778	Check Valve	CHECK	2,533.88	361.273	12.33174	8.458030	730.9	16.8000	Open
X898	Check Valve	CHECK	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Pipe Output Table

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dH (meters)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
648	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
654	Pipe	2,533.88	2.1909	0.2600	0.2600	1.875273	1.875273	1.286203	136.84	134.96
X659	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X670	Pipe	0.00	0.0000	0.3650	0.6000	0.342628	0.342628	0.000000	No Solution	No Solution
X671	Pipe	0.00	0.0000	0.7000	2.0000	1.895390	1.895390	0.000000	No Solution	No Solution
X678	Pipe	0.00	0.0000	2.0792	4.0000	2.800441	2.800441	0.000000	No Solution	No Solution
X682	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
685	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
X694	Pipe	0.00	0.0000	2.0792	4.0000	2.800441	2.800441	0.000000	No Solution	No Solution
X696	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
706	Pipe	2,533.88	2.1909	0.2600	0.2600	0.601300	0.601300	0.412417	133.73	133.13
708	Pipe	2,533.88	2.1909	0.2600	0.2600	1.235765	1.235765	0.847580	134.96	133.73

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dH (meters)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
X710	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	2.0000	2.536907	2.536907	0.000000	133.13	No Solution
711	Pipe	2,533.88	2.1909	0.2600	0.2600	0.966615	0.966615	0.662977	137.80	136.84
X715	Pipe	0.00	0.0000	2.5000	2.6000	0.145799	0.145799	0.000000	No Solution	136.66
X723	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	136.84	No Solution
X724	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X725	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
726	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
732	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
734	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
735	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
X736	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	2.0000	2.536907	2.536907	0.000000	133.13	No Solution
X743	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X744	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
749	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
750	Pipe	2,533.88	3.1424	2.6000	0.4000	-1.755630	-1.755630	0.995858	136.66	138.41
X751	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.5000	0.728996	0.728996	0.000000	No Solution	No Solution
X752	Pipe	0.00	0.0000	0.6000	0.7000	0.145799	0.145799	0.000000	No Solution	No Solution
753	Pipe	2,533.88	3.1424	2.0000	2.6000	0.909478	0.909478	0.023788	137.57	136.66
754	Pipe	2,533.88	3.1424	0.3650	0.6000	0.406214	0.406214	0.043612	153.69	153.28
755	Pipe	2,533.88	3.1424	0.7000	2.0000	1.987878	1.987878	0.063435	140.66	138.67
756	Pipe	2,533.88	3.1424	0.6000	0.7000	0.151580	0.151580	0.003965	153.14	152.99
757	Pipe	709.13	2.4003	1.1500	0.4000	-0.943431	-0.943431	0.102925	123.30	124.25
791	Pipe	0.00	0.0000	0.4000	0.4000	0.000000	0.000000	0.000000	138.41	138.41
824	Pipe	711.84	2.4095	0.4792	16.0000	28.439974	28.439974	3.985506	120.86	92.42
826	Pipe	1,113.54	3.7692	1.2000	0.4000	-0.820289	-0.820289	0.237384	91.06	91.88
827	Pipe	711.84	2.4095	1.6500	1.1500	-0.577869	-0.577869	0.103655	124.57	125.15
828	Pipe	709.13	2.4003	0.4792	16.0000	29.175972	29.175972	4.490309	120.89	91.72
829	Pipe	709.13	2.4003	1.6500	1.1500	-0.578933	-0.578933	0.102925	124.57	125.15
830	Pipe	711.84	2.4095	2.4000	1.6500	0.077054	0.077054	0.802850	125.04	124.96
832	Pipe	1,113.54	3.7692	2.4000	1.6500	1.765708	1.765708	1.961054	125.06	123.29
833	Pipe	709.13	2.4003	2.4000	1.6500	0.068203	0.068203	0.796779	125.02	124.95
834	Pipe	711.84	2.4095	1.1500	0.4000	-0.942367	-0.942367	0.103655	123.29	124.23

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dH (meters)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
835	Pipe	2,533.88	3.1424	0.2600	1.0000	2.885052	2.885052	1.238784	133.13	130.24
836	Pipe	2,533.88	3.1424	2.4000	2.4000	0.059397	0.059397	0.040739	125.12	125.06
837	Pipe	1,420.93	1.7622	2.4000	2.4000	0.019793	0.019793	0.013575	125.06	125.04
838	Pipe	709.13	0.8794	2.4000	2.4000	0.005467	0.005467	0.003750	125.04	125.03
X839	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X840	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X841	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X842	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	134.96	No Solution
X843	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	0.00
X844	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X845	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X846	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.73	No Solution
X847	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X848	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X849	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X850	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	No Solution
X851	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X852	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X853	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X854	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	No Solution
X855	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X856	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X857	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X858	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	No Solution
X859	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X860	Pipe	0.00	0.0000	1.2000	1.2000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X861	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2000	1.370513	1.370513	0.000000	No Solution	No Solution
X862	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	No Solution
874	Pipe	1,113.54	3.7692	0.4000	0.4792	0.130999	0.130999	0.010601	84.45	84.32
875	Pipe	711.84	2.4095	0.4000	0.4792	0.121893	0.121893	0.004355	120.98	120.86
876	Pipe	709.13	2.4003	0.4000	0.4792	0.121848	0.121848	0.004325	121.01	120.89
877	Pipe	25.00	1.2009	1.0000	1.0000	0.008217	0.008217	0.005636	83.66	83.65

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dH (meters)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
878	Pipe	25.00	1.2009	1.0000	0.4792	-0.677082	-0.677082	0.056359	83.64	84.32
X879	Pipe	0.00	0.0000	1.0000	1.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X880	Pipe	0.00	0.0000	1.0000	0.4792	-0.759252	-0.759252	0.000000	No Solution	120.97
X881	Pipe	0.00	0.0000	1.0000	1.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X882	Pipe	0.00	0.0000	1.0000	0.4792	-0.759252	-0.759252	0.000000	No Solution	121.01
X883	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X885	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0792	0.115543	0.115543	0.000000	No Solution	No Solution
X886	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0792	0.115543	0.115543	0.000000	No Solution	No Solution
X887	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X888	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0792	0.115543	0.115543	0.000000	No Solution	No Solution
X889	Pipe	0.00	0.0000	2.0000	2.0792	0.115543	0.115543	0.000000	No Solution	No Solution
890	Pipe	1,138.54	3.8538	0.4000	3.0000	22.892162	22.892162	13.101156	84.44	61.54
891	Pipe	1,113.54	3.7692	1.6500	1.2000	-0.554300	-0.554300	0.069819	122.34	122.89
892	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
893	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13
894	Pipe	2,533.88	3.1424	1.0000	2.4000	3.879698	3.879698	1.260987	129.14	125.26
895	Pipe	2,533.88	2.1909	0.4000	0.2600	0.608824	0.608824	0.557577	138.41	137.80
X896	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	1.2600	1.457992	1.457992	0.000000	137.80	No Solution
X897	Pipe	0.00	0.0000	1.2600	1.4600	0.291598	0.291598	0.000000	No Solution	No Solution
X898	Pipe	0.00	0.0000	1.6600	4.0000	3.411702	3.411702	0.000000	No Solution	No Solution
X899	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X900	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X901	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X902	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X903	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X904	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X905	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X906	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X907	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X908	Pipe	0.00	0.0000	4.0000	4.0000	0.000000	0.000000	0.000000	No Solution	No Solution
X909	Pipe	0.00	0.0000	1.4600	1.6600	0.291598	0.291598	0.000000	No Solution	No Solution
910	Pipe	0.00	0.0000	0.2600	0.2600	0.000000	0.000000	0.000000	133.13	133.13

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

All Junction Table

Jct	Name	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
685	Tee or Wye	136.838	136.84	N/A	N/A	0.0000
X687	Proporcionador	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X688	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X690	MO-002 (500GPM)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X699	Check Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X711	Proporcionador	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X712	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X714	PU-001	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
717	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
718	Tee or Wye	134.963	134.96	N/A	N/A	0.0000
724	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
726	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
732	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
X733	MO-003 (500GPM)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
736	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
739	Tee or Wye	133.727	133.73	N/A	N/A	0.0000
744	Tee or Wye	138.413	138.41	N/A	N/A	0.0000
753	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X754	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X755	HY-001 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X756	HY-001 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
757	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
X765	Gate Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X766	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
770	Tee or Wye	133.126	133.13	N/A	N/A	0.0000
771	Dead End	133.126	133.13	0.00	0.000	0.0000
772	Tee or Wye	136.658	136.66	N/A	N/A	0.0000
X773	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
775	Bend	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
776	Bend	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Jct	Name	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
777	Valve	138.668	137.57	2,533.88	361.273	1.5000
778	Check Valve	152.988	140.66	2,533.88	361.273	16.8000
779	Bend	153.283	153.14	2,533.88	361.273	0.1959
815	SISTEMA DE ASPERSORES	61.544	0.00	1,138.54	162.330	55.7438
816	Gate Valve	124.952	124.57	709.13	101.105	0.9000
817	Gate Valve	124.960	124.57	711.84	101.492	0.9000
818	Gate Valve	123.291	122.34	1,113.54	158.766	0.9000
819	MO-001 (750GPM)	92.419	0.00	711.84	101.492	214.1454
820	MO-004 (750GPM)	91.717	0.00	709.13	101.105	214.1454
821	General Component	124.245	121.01	709.13	101.105	7.5433
822	General Component	124.234	120.98	711.84	101.492	7.5370
823	Gate Valve	125.145	123.30	709.13	101.105	4.3045
824	Gate Valve	125.149	123.29	711.84	101.492	4.3045
826	General Component	91.876	84.45	1,113.54	158.766	7.0303
827	Bend	125.260	125.12	2,533.88	361.273	0.1959
X828	HY-002 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
829	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X830	HY-002 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X831	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
832	HY-003 (MANGUERA N°2)	0.000	0.00	0.00	0.000	0.0000
833	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X834	HY-003 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X835	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X836	HY-004 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
837	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X838	HY-004 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X839	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X840	HY-005 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
841	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X842	HY-005 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X843	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X844	HY-006 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Jct	Name	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
845	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X846	HY-006 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X847	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X848	HY-007 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
849	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X850	HY-007 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X851	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
852	Tee or Wye	125.057	125.06	N/A	N/A	0.0000
853	Tee or Wye	125.037	125.04	N/A	N/A	0.0000
854	Bend	125.031	125.02	709.13	101.105	0.1959
866	Branch	84.436	84.44	N/A	N/A	0.0000
867	Branch	120.975	120.97	N/A	N/A	0.0000
868	Branch	121.008	121.01	N/A	N/A	0.0000
869	CONCENTRADO DE ESPUMA	83.663	83.66	25.00	3.564	0.0000
X870	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X871	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
872	Valve	83.654	83.64	25.00	3.564	0.1000
X873	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X874	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
875	Dead End	138.413	138.41	0.00	0.000	0.0000
X877	Branch	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X878	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X879	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X880	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X881	Branch	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X882	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
889	PU-002	2.610	153.69	2,533.88	361.273	0.0000
892	Control Valve	122.895	91.06	1,113.54	158.766	30.1472
893	Valve	133.126	133.13	0.00	0.000	0.0000
894	Valve	133.126	133.13	0.00	0.000	0.0000
895	Valve	130.240	129.14	2,533.88	361.273	1.5000
896	Tee or Wye	137.804	137.80	N/A	N/A	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

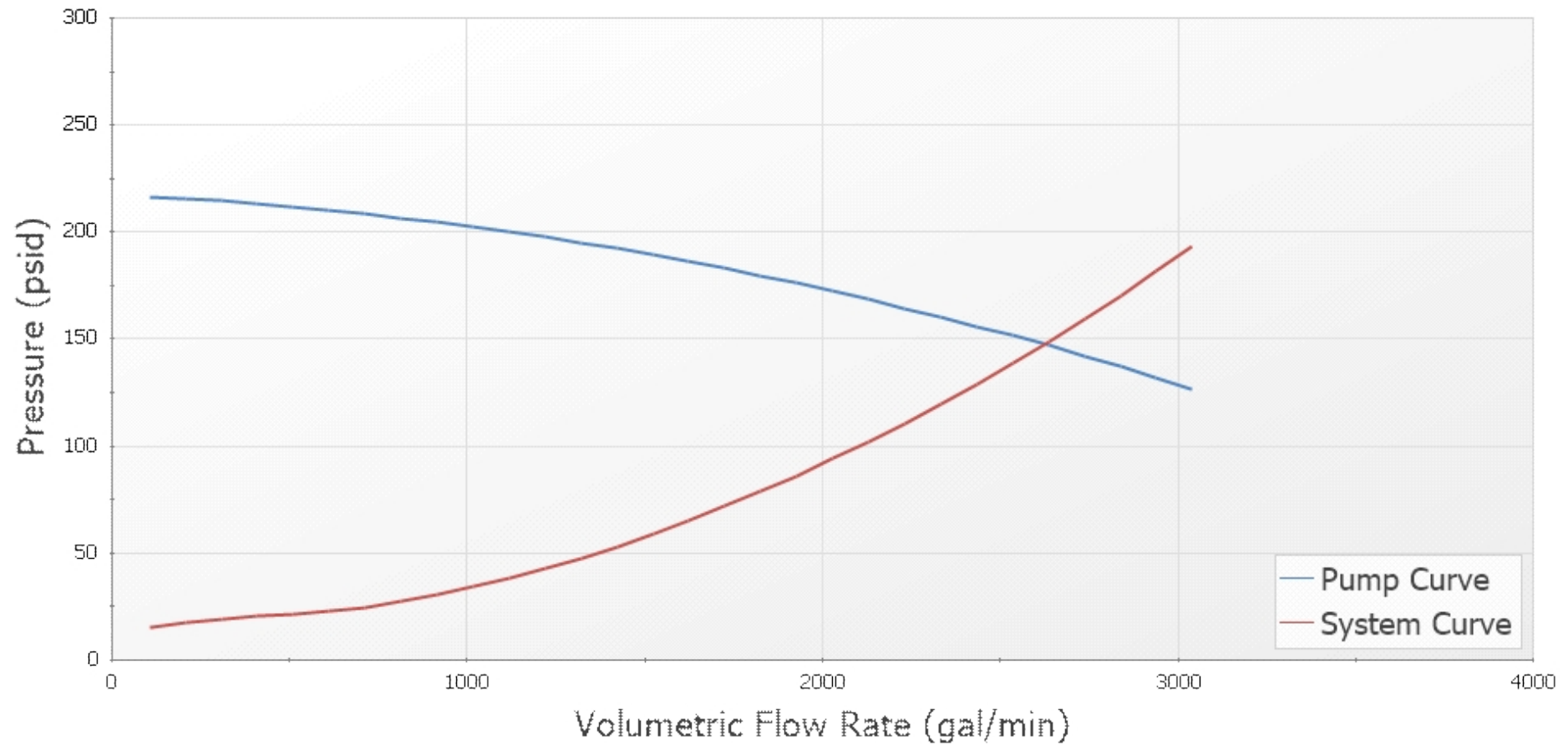
INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Jct	Name	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
X897	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X898	Check Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
899	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
900	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
902	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X904	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X905	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X906	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X907	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
908	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
909	Tee or Wye	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
910	Dead End	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
911	Dead End	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X912	Valve	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
913	Valve	133.126	133.13	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

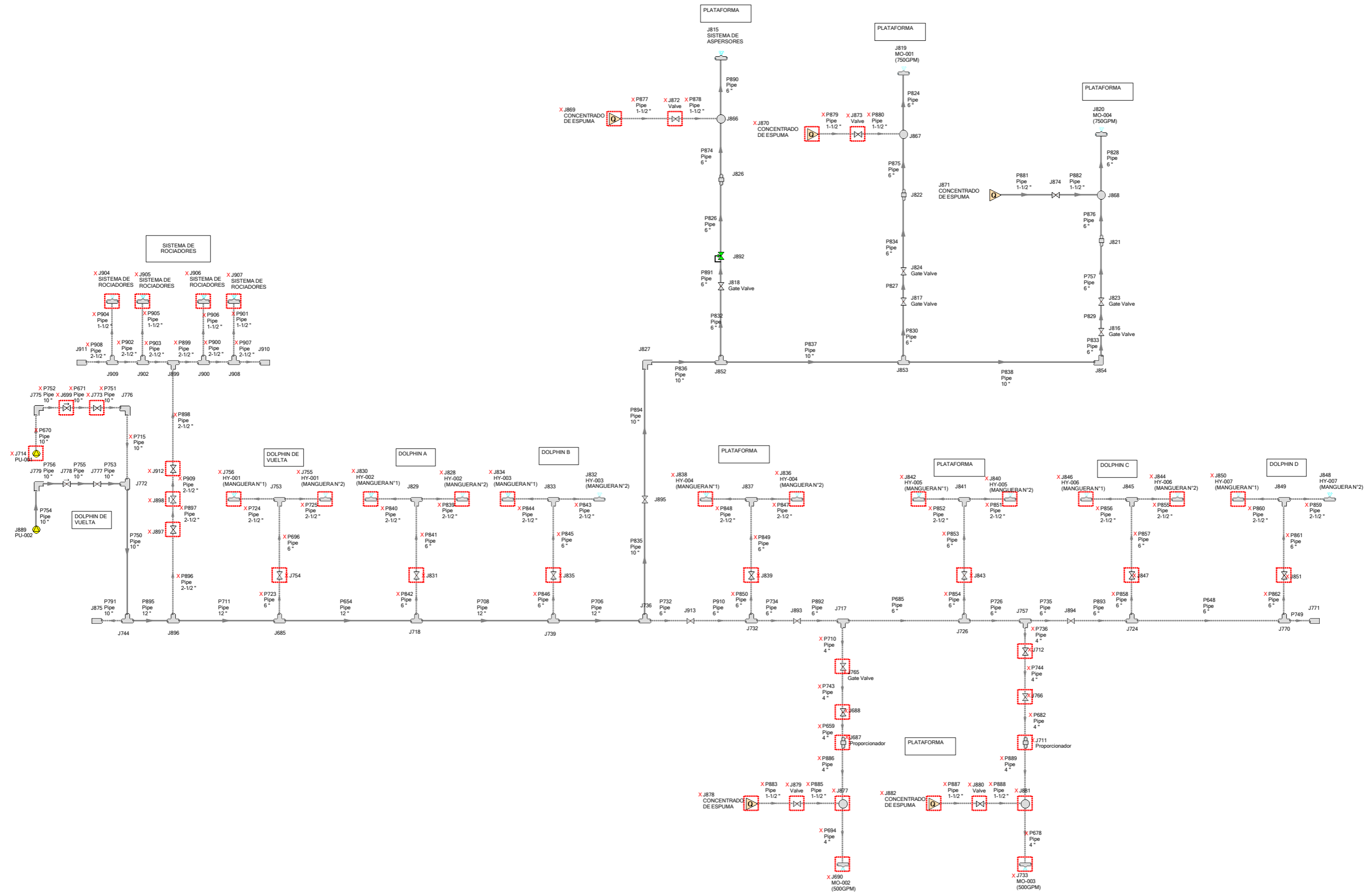
INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 1: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN
PLATAFORMA

Pump Curve vs. System Curve for Pump 889



Fathom 9 (Graph)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
CURVA BOMBA VS SISTEMA - ESCENARIO N° 1 INCENDIO
EN PLATAFORMA



Model Reference Information

General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 9/01/2019 09:36:25

Application version: AFT Fathom Version 9 (2015.09.01)

Input File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV).fth

Scenario: Base Scenario/ESCENARIO 2: INCENDIO MAR

Output File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV)_2.out

Execution Time= 1.00 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 617

Total Number Of Flow Iterations= 43

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 108

Number Of Junctions= 109

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: AGUA DE MAR

Max Fluid Temperature Data= 25 deg. C

Min Fluid Temperature Data= 5 deg. C

Temperature= 19 deg. C

Density= 1025.07 kg/m³

Viscosity= 1.103 centipoise

Vapor Pressure= 0.31231 psia

Viscosity Model= Newtonian

Apply laminar and non-Newtonian correction to: Pipe Fittings & Losses, Junction K factors, Junction Special Losses, Junction Polynomials

Corrections applied to the following junctions: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Control Valve, Spray Discharge, Relief Valve

Ambient Pressure (constant)= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 2,558 gal/min

Total Outflow= 2,558 gal/min

Maximum Static Pressure is 167.6 psia at Pipe 754 Inlet

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRÁULICO INCENDIO EN EL
MAR

Minimum Static Pressure is 14.70 psia at Pipe 859 Outlet

Warnings

No Warnings

Pump Summary

Jct	Results Diagram	Name	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP (psid)	dH (feet)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
X714	Show ...	PU-001	0	0.0	N/A	N/A	N/A	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
889	Show ...	PU-002	2,535	361.5	151.5	341.0	N/A	100.0	224.1	N/A	N/A	38.24	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (feet)	P Static In (psia)	Cv	K	Valve State
X688	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X712	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X754	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X765	Gate Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X766	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X773	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
777	Valve	REGULAR	2,535.26	361.470	1.102245	2.48032	152.6	2,445.9	1.5000	Open
816	Gate Valve	REGULAR	687.72	98.054	0.362544	0.81581	139.2	1,156.9	0.9000	Open
817	Gate Valve	REGULAR	711.54	101.449	0.388091	0.87330	139.1	1,156.9	0.9000	Open
818	Gate Valve	REGULAR	1,136.64	162.059	0.990330	2.22849	136.7	1,156.9	0.9000	Open
823	Gate Valve	REGULAR	687.72	98.054	1.733956	3.90183	139.5	529.0	4.3045	Open
824	Gate Valve	REGULAR	711.54	101.449	1.856140	4.17677	139.3	529.0	4.3045	Open
X831	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X835	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X839	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X843	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X847	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X851	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (feet)	P Static In (psia)	Cv	K	Valve State
X872	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X873	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
874	Valve	REGULAR	22.50	3.208	0.008683	0.01954	135.1	244.6	0.1000	Open
X879	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X880	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
893	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	147.7	N/A	N/A	Open
894	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	147.7	N/A	N/A	Open
895	Valve	REGULAR	2,535.26	361.470	1.102245	2.48032	144.1	2,445.9	1.5000	Open
X897	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X912	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
913	Valve	REGULAR	0.00	0.000	N/A	N/A	147.7	N/A	N/A	Open
892	Control Valve	PRV	1,136.64	162.059	31.541710	70.97658	136.2	205.0	28.6647	Open
X699	Check Valve	CHECK	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
778	Check Valve	CHECK	2,535.26	361.470	12.345147	27.77961	166.9	730.9	16.8000	Open
X898	Check Valve	CHECK	0.00	0.000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Pipe Output Table

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
648	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
654	Pipe	2,535.26	2.1921	136.40	134.52	0.8530	0.8530	1.8772087	1.8772087	0.0000	4.224180	136.40	134.52	136.76	134.88
X659	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X670	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	1.1975	1.9685	0.3426282	0.3426282	0.3426	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X671	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	2.2966	6.5617	1.8953900	1.8953900	1.8954	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X678	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.8217	13.1234	2.8004413	2.8004413	2.8004	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X682	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
685	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
X694	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.8217	13.1234	2.8004413	2.8004413	2.8004	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X696	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
706	Pipe	2,535.26	2.1921	133.29	132.68	0.8530	0.8530	0.6019527	0.6019527	0.0000	1.354541	133.29	132.68	133.64	133.04
708	Pipe	2,535.26	2.1921	134.52	133.29	0.8530	0.8530	1.2370082	1.2370082	0.0000	2.783572	134.52	133.29	134.88	133.64

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
X710	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	6.5617	2.5369067	2.5369067	2.5369	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
711	Pipe	2,535.26	2.1921	137.37	136.40	0.8530	0.8530	0.9676502	0.9676502	0.0000	2.177450	137.37	136.40	137.73	136.76
X715	Pipe	0.00	0.0000	151.28	151.28	8.2021	8.5302	0.1457992	0.1457992	0.1458	0.000000	No Solution	136.58	No Solution	136.58
X723	Pipe	0.00	0.0000	151.45	151.45	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	136.76	No Solution	136.76	No Solution
X724	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X725	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
726	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
732	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
734	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
735	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
X736	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	6.5617	2.5369067	2.5369067	2.5369	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
X743	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X744	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
749	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
750	Pipe	2,535.26	3.1441	137.60	135.85	8.5302	1.3123	-1.7540696	-1.7540696	-3.2076	3.270761	135.85	137.60	136.58	138.33
X751	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	8.2021	0.7289962	0.7289962	0.7290	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X752	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	1.9685	2.2966	0.1457992	0.1457992	0.1458	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
753	Pipe	2,535.26	3.1441	136.76	135.85	6.5617	8.5302	0.9095134	0.9095134	0.8748	0.078124	136.76	135.85	137.49	136.58
754	Pipe	2,535.26	3.1441	152.89	152.49	1.1975	1.9685	0.4062778	0.4062778	0.3426	0.143227	152.89	152.49	153.63	153.22
755	Pipe	2,535.26	3.1441	139.85	137.86	2.2966	6.5617	1.9879713	1.9879713	1.8954	0.208330	139.85	137.86	140.58	138.59
756	Pipe	2,535.26	3.1441	152.34	152.19	1.9685	2.2966	0.1515855	0.1515855	0.1458	0.013021	152.34	152.19	153.08	152.93
757	Pipe	687.72	2.3279	123.97	123.02	3.7730	1.3123	-0.9517105	-0.9517105	-1.0935	0.319048	123.02	123.97	123.42	124.37
791	Pipe	0.00	0.0000	138.33	138.33	1.3123	1.3123	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	138.33	138.33	138.33	138.33
824	Pipe	711.54	2.4085	120.34	91.91	1.5723	52.4934	28.4335594	28.4335594	22.6291	13.061371	120.34	91.91	120.78	92.34
826	Pipe	1,136.64	3.8474	90.81	90.00	3.9370	1.3123	-0.8068782	-0.8068782	-1.1664	0.808999	90.00	90.81	91.10	91.91
827	Pipe	711.54	2.4085	124.63	124.05	5.4134	3.7730	-0.5779853	-0.5779853	-0.7290	0.339811	124.05	124.63	124.48	125.06
828	Pipe	710.17	2.4038	120.77	91.56	1.5723	52.4934	29.2124062	29.2124062	22.6291	14.813970	120.77	91.56	121.20	91.99
829	Pipe	687.72	2.3279	124.75	124.17	5.4134	3.7730	-0.5872125	-0.5872125	-0.7290	0.319048	124.17	124.75	124.57	125.16
830	Pipe	711.54	2.4085	124.52	124.44	7.8740	5.4134	0.0760822	0.0760822	-1.0935	2.631834	124.52	124.44	124.95	124.87
832	Pipe	1,136.64	3.8474	123.87	121.98	7.8740	5.4134	1.8849020	1.8849020	-1.0935	6.702122	123.87	121.98	124.97	123.08
833	Pipe	687.72	2.3279	124.53	124.53	7.8740	5.4134	-0.0005044	-0.0005044	-1.0935	2.459495	124.53	124.53	124.93	124.93
834	Pipe	711.54	2.4085	123.72	122.77	3.7730	1.3123	-0.9424833	-0.9424833	-1.0935	0.339811	122.77	123.72	123.21	124.15

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
835	Pipe	2,535.26	3.1441	132.31	129.42	0.8530	3.2808	2.8870091	2.8870091	1.0789	4.068656	132.31	129.42	133.04	130.15
836	Pipe	2,535.26	3.1441	124.29	124.23	7.8740	7.8740	0.0595046	0.0595046	0.0000	0.133900	124.29	124.23	125.03	124.97
837	Pipe	1,399.23	1.7352	124.74	124.72	7.8740	7.8740	0.0192361	0.0192361	0.0000	0.043286	124.74	124.72	124.97	124.95
838	Pipe	687.72	0.8529	124.89	124.89	7.8740	7.8740	0.0051657	0.0051657	0.0000	0.011624	124.89	124.89	124.95	124.94
X839	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X840	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X841	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X842	Pipe	0.00	0.0000	149.58	149.58	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	134.88	No Solution	134.88	No Solution
X843	Pipe	0.00	0.0000	14.70	14.70	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	0.00	No Solution	0.00
X844	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X845	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X846	Pipe	0.00	0.0000	148.34	148.34	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.64	No Solution	133.64	No Solution
X847	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X848	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X849	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X850	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
X851	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X852	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X853	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X854	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
X855	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X856	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X857	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X858	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
X859	Pipe	0.00	0.0000	14.70	14.70	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	0.00	No Solution	0.00
X860	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X861	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.3705128	1.3705128	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X862	Pipe	0.00	0.0000	147.74	147.74	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	No Solution	133.04	No Solution
874	Pipe	1,136.64	3.8474	83.09	82.96	1.3123	1.5723	0.1306487	0.1306487	0.1155	0.033992	83.09	82.96	84.19	84.06
875	Pipe	711.54	2.4085	120.47	120.34	1.3123	1.5723	0.1218880	0.1218880	0.1155	0.014278	120.47	120.34	120.90	120.78
876	Pipe	687.72	2.3279	120.91	120.80	1.3123	1.5723	0.1166086	0.1166086	0.1155	0.002398	120.91	120.80	121.32	121.20
X877	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.2808	3.2808	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
X878	Pipe	0.00	0.0000	98.87	98.87	3.2808	1.5723	-0.7592524	-0.7592524	-0.7593	0.000000	No Solution	84.17	No Solution	84.17
X879	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	3.2808	3.2808	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X880	Pipe	0.00	0.0000	135.59	135.59	3.2808	1.5723	-0.7592524	-0.7592524	-0.7593	0.000000	No Solution	120.89	No Solution	120.89
881	Pipe	22.50	1.0808	120.44	120.43	3.2808	3.2808	0.0067605	0.0067605	0.0000	0.015213	120.44	120.43	120.52	120.52
882	Pipe	22.50	1.0808	121.11	120.42	3.2808	1.5723	-0.6916474	-0.6916474	-0.7593	0.152128	120.42	121.11	120.51	121.20
X883	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X885	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.1155433	0.1155433	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X886	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.1155433	0.1155433	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X887	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X888	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.1155433	0.1155433	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X889	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.1155433	0.1155433	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
890	Pipe	1,136.64	3.8474	83.07	60.24	1.3123	9.8425	22.8341331	22.8341331	3.7908	42.852210	83.07	60.24	84.17	61.34
891	Pipe	1,136.64	3.8474	121.54	120.99	5.4134	3.9370	-0.5503557	-0.5503557	-0.6561	0.237942	120.99	121.54	122.09	122.64
892	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
893	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04
894	Pipe	2,535.26	3.1441	128.32	124.44	3.2808	7.8740	3.8816876	3.8816876	2.0412	4.141572	128.32	124.44	129.05	125.17
895	Pipe	2,535.26	2.1921	137.98	137.37	1.3123	0.8530	0.6097046	0.6097046	-0.2041	1.831302	137.98	137.37	138.33	137.73
X896	Pipe	0.00	0.0000	152.42	152.42	0.8530	4.1339	1.4579923	1.4579923	1.4580	0.000000	137.73	No Solution	137.73	No Solution
X897	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	4.1339	4.7900	0.2915985	0.2915985	0.2916	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X898	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	5.4462	13.1234	3.4117019	3.4117019	3.4117	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X899	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X900	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X901	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X902	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X903	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X904	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X905	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X906	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X907	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X908	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X909	Pipe	0.00	0.0000	No Solution	No Solution	4.7900	5.4462	0.2915985	0.2915985	0.2916	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
910	Pipe	0.00	0.0000	133.04	133.04	0.8530	0.8530	0.0000000	0.0000000	0.0000	0.000000	133.04	133.04	133.04	133.04

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
685	Tee or Wye	136.599	136.60	136.757	136.76	N/A	N/A	0.0000
X687	Proporcionador	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X688	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X690	MO-002 (500GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X699	Check Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X711	Proporcionador	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X712	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X714	PU-001	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
717	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
718	Tee or Wye	134.722	134.72	134.880	134.88	N/A	N/A	0.0000
724	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
726	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
732	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
X733	MO-003 (500GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
736	Tee or Wye	132.806	132.81	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
739	Tee or Wye	133.485	133.48	133.643	133.64	N/A	N/A	0.0000
744	Tee or Wye	138.100	138.10	138.335	138.33	N/A	N/A	0.0000
753	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X754	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X755	HY-001 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X756	HY-001 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
757	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
X765	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X766	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
770	Tee or Wye	133.041	133.04	133.041	133.04	N/A	N/A	0.0000
771	Dead End	133.041	133.04	133.041	133.04	0.00	0.000	0.0000
772	Tee or Wye	136.254	136.25	136.581	136.58	N/A	N/A	0.0000
X773	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
775	Bend	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
776	Bend	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
777	Valve	137.858	136.76	138.593	137.49	2,535.26	361.470	1.5000
778	Check Valve	152.191	139.85	152.926	140.58	2,535.26	361.470	16.8000
779	Bend	152.486	152.34	153.221	153.08	2,535.26	361.470	0.1959
815	SISTEMA DE ASPERSORES	60.238	0.00	61.339	0.00	1,136.64	162.059	55.7438
816	Gate Valve	124.530	124.17	124.932	124.57	687.72	98.054	0.9000
817	Gate Valve	124.440	124.05	124.872	124.48	711.54	101.449	0.9000
818	Gate Valve	121.982	120.99	123.082	122.09	1,136.64	162.059	0.9000
819	MO-001 (750GPM)	91.911	0.00	92.342	0.00	711.54	101.449	214.1454
820	MO-004 (750GPM)	91.557	0.00	91.986	0.00	710.17	101.254	214.1454
821	General Component	123.972	120.91	124.375	121.32	687.72	98.054	7.5955
822	General Component	123.717	120.47	124.148	120.90	711.54	101.449	7.5377
823	Gate Valve	124.754	123.02	125.157	123.42	687.72	98.054	4.3045
824	Gate Valve	124.630	122.77	125.062	123.21	711.54	101.449	4.3045
826	General Component	90.807	83.09	91.907	84.19	1,136.64	162.059	7.0153
827	Bend	124.436	124.29	125.170	125.03	2,535.26	361.470	0.1959
X828	HY-002 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
829	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X830	HY-002 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X831	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
832	HY-003 (MANGUERA N°2)	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.0000
833	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X834	HY-003 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X835	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X836	HY-004 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
837	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X838	HY-004 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X839	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X840	HY-005 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
841	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X842	HY-005 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X843	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X844	HY-006 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
845	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X846	HY-006 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X847	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
848	HY-007 (MANGUERA N°2)	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.0000
849	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X850	HY-007 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X851	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
852	Tee or Wye	124.338	124.34	124.967	124.97	N/A	N/A	0.0000
853	Tee or Wye	124.742	124.74	124.948	124.95	N/A	N/A	0.0000
854	Bend	124.888	124.53	124.943	124.93	687.72	98.054	0.1959
866	Branch	83.684	83.68	84.173	84.17	N/A	N/A	0.0000
867	Branch	120.700	120.70	120.891	120.89	N/A	N/A	0.0000
868	Branch	121.035	121.04	121.314	121.31	N/A	N/A	0.0000
X869	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X870	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
871	CONCENTRADO DE ESPUMA	120.436	120.44	120.522	120.52	22.50	3.208	0.0000
X872	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X873	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
874	Valve	120.429	120.42	120.516	120.51	22.50	3.208	0.1000
875	Dead End	138.335	138.33	138.335	138.33	0.00	0.000	0.0000
X877	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X878	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X879	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X880	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X881	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X882	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
889	PU-002	1.875	152.89	2.610	153.63	2,535.26	361.470	0.0000
892	Control Valve	121.542	90.00	122.642	91.10	1,136.64	162.059	28.6647
893	Valve	133.041	133.04	133.041	133.04	0.00	0.000	0.0000
894	Valve	133.041	133.04	133.041	133.04	0.00	0.000	0.0000
895	Valve	129.419	128.32	130.154	129.05	2,535.26	361.470	1.5000
896	Tee or Wye	137.566	137.57	137.725	137.73	N/A	N/A	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

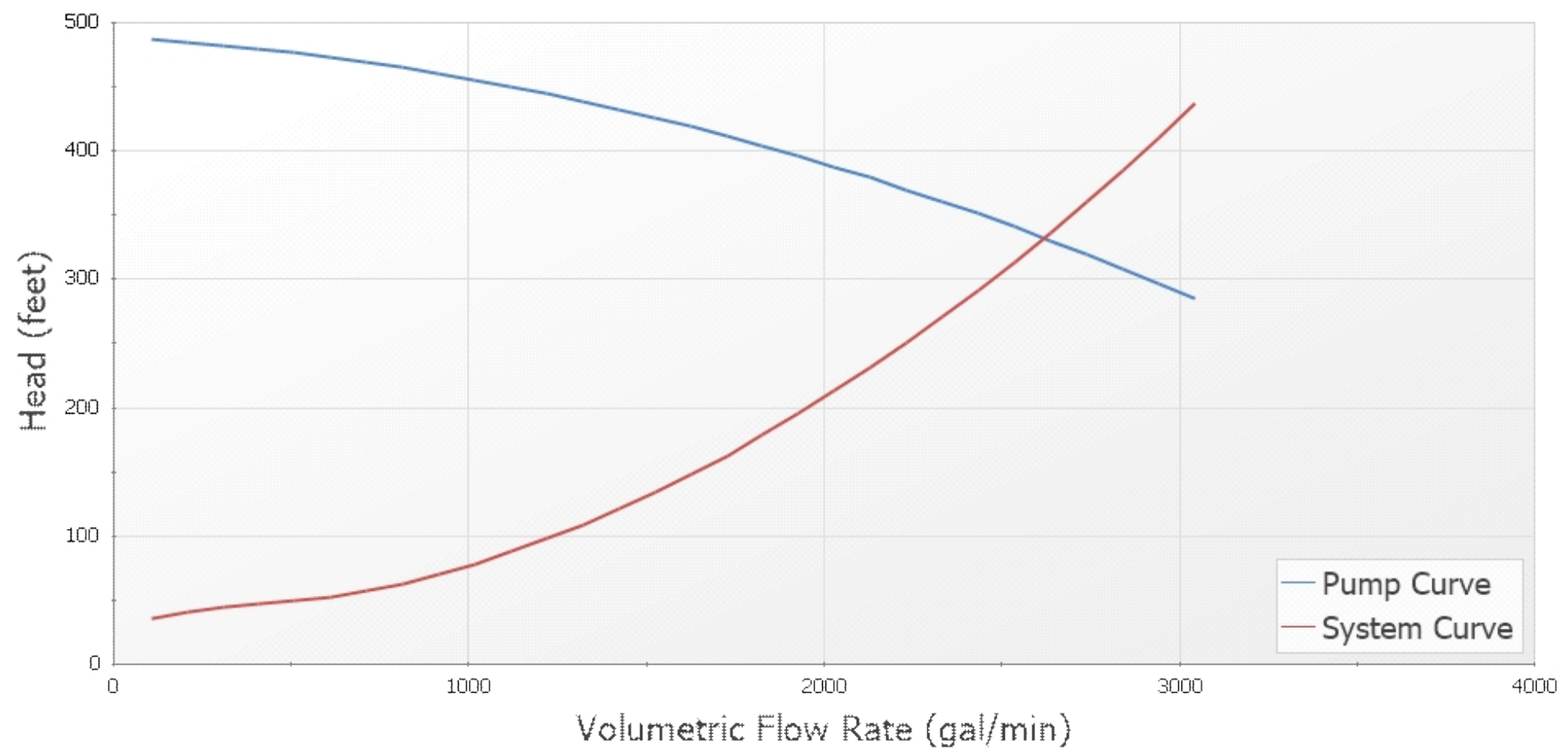
INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
X897	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X898	Check Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
899	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
900	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
902	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X904	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X905	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X906	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X907	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
908	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
909	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
910	Dead End	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
911	Dead End	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
X912	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.00	0.000	0.0000
913	Valve	133.041	133.04	133.041	133.04	0.00	0.000	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

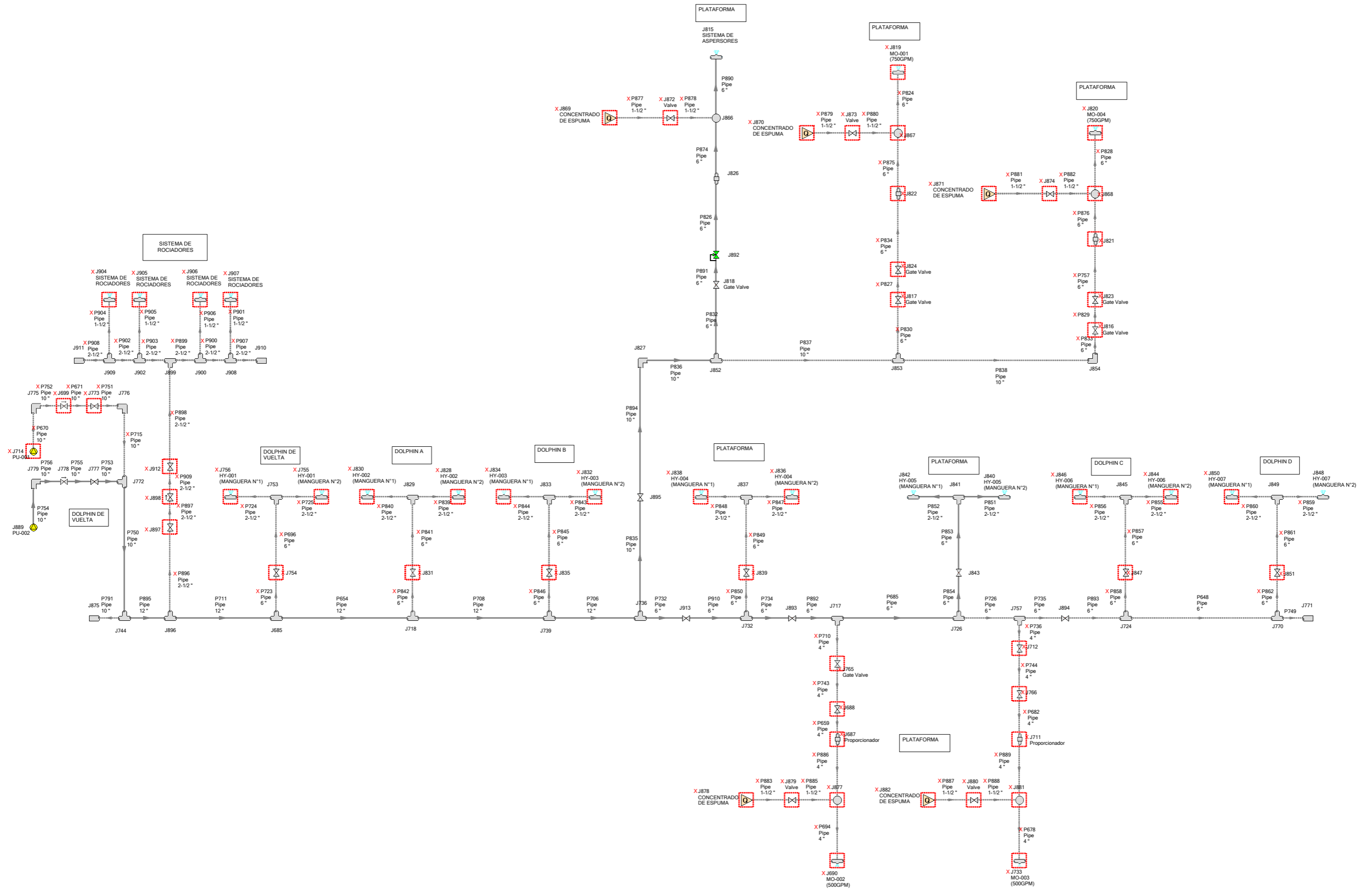
INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 2: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO EN EL
MAR

Pump Curve vs. System Curve for Pump 889



Fathom 9 (Graph)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
CURVA BOMBA VS SISTEMA - ESCENARIO N° 2 INCENDIO
EN EL MAR



Fathom 9 (Workspace)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO - CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N°3: INCENDIO TIPO JET FIRE EN PLATAFORMA

Model Reference Information

General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 9/01/2019 09:40:42

Application version: AFT Fathom Version 9 (2015.09.01)

Input File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV).fth

Scenario: Base Scenario/ESCENARIO 3: INCENDIO JET

Output File: U:\SEGURIDAD Y PCI\PROYECTOS EN EJECUCIÓN\2018\172018-MAGGIOLO(APM)\03. Ingeniería\05. TUB\DOCUMENTOS\6.- Rev 1\MC-172018-05-003\MC-172018-05-003_1_3 \SIMULACION (2000gpm@170psi) (Con PRV)_3.out

Execution Time= 0.37 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 575

Total Number Of Flow Iterations= 41

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 108

Number Of Junctions= 109

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: AGUA DE MAR

Max Fluid Temperature Data= 25 deg. C

Min Fluid Temperature Data= 5 deg. C

Temperature= 19 deg. C

Density= 1025.07 kg/m³

Viscosity= 1.103 centipoise

Vapor Pressure= 0.31231 psia

Viscosity Model= Newtonian

Apply laminar and non-Newtonian correction to: Pipe Fittings & Losses, Junction K factors, Junction Special Losses, Junction Polynomials

Corrections applied to the following junctions: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Control Valve, Spray Discharge, Relief Valve

Ambient Pressure (constant)= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 1,773 gal/min

Total Outflow= 1,773 gal/min

Maximum Static Pressure is 197.9 psia at Pipe 754 Inlet

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRÁULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Minimum Static Pressure is 14.70 psia at Pipe 859 Outlet

Warnings

No Warnings

Pump Summary

Jct	Results Diagram	Name	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP (psid)	dH (feet)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
X714	Show ...	PU-001	0	0.0	N/A	N/A	N/A	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
889	Show ...	PU-002	1,772	252.6	181.5	408.5	N/A	100.0	187.6	N/A	N/A	38.24	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (feet)	P Static In (psia)	Cv	K	Valve State
X688	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X712	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X754	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X765	Gate Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X766	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X773	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
777	Valve	REGULAR	1,771.9	252.64	0.5384	1.2116	189.4	2,445.9	1.5000	Open
X816	Gate Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X817	Gate Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
818	Gate Valve	REGULAR	1,136.6	162.05	0.9903	2.2283	181.1	1,156.9	0.9000	Open
X823	Gate Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X824	Gate Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X831	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X835	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X839	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
843	Valve	REGULAR	636.2	90.70	0.3102	0.6981	182.2	1,156.9	0.9000	Open
X847	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X851	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRÁULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	dP Stag. (psid)	dH (feet)	P Static In (psia)	Cv	K	Valve State
X872	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X873	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X874	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X879	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X880	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
893	Valve	REGULAR	636.2	90.70	0.3102	0.6981	185.1	1,156.9	0.9000	Open
894	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	182.6	N/A	N/A	Open
895	Valve	REGULAR	1,136.6	162.05	0.2215	0.4985	186.6	2,445.9	1.5000	Open
X897	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
X912	Valve	REGULAR	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
913	Valve	REGULAR	636.2	90.70	0.3102	0.6981	186.9	1,156.9	0.9000	Open
892	Control Valve	PRV	1,136.6	162.05	75.9909	170.9981	180.7	132.1	69.0640	Open
X699	Check Valve	CHECK	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User
778	Check Valve	CHECK	1,771.9	252.64	6.0304	13.5698	197.3	730.9	16.8000	Open
X898	Check Valve	CHECK	0.0	0.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Closed By User

Pipe Output Table

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
648	Pipe	0.0	0.000	167.90	167.90	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	167.90	167.90	167.90
654	Pipe	1,771.9	1.532	175.25	174.30	0.8530	0.8530	0.951036	0.951036	0.0000	2.140063	175.25	174.30	175.42	174.47
X659	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X670	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.1975	1.9685	0.342628	0.342628	0.3426	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X671	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	2.2966	6.5617	1.895390	1.895390	1.8954	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X678	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.8217	13.1234	2.800441	2.800441	2.8004	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X682	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
685	Pipe	636.2	2.153	169.87	167.56	0.8530	0.8530	2.310156	2.310156	0.0000	5.198417	169.87	167.56	170.21	167.90
X694	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.8217	13.1234	2.800441	2.800441	2.8004	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X696	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
706	Pipe	1,771.9	1.532	173.66	173.36	0.8530	0.8530	0.296497	0.296497	0.0000	0.667192	173.66	173.36	173.83	173.54
708	Pipe	1,771.9	1.532	174.30	173.66	0.8530	0.8530	0.637190	0.637190	0.0000	1.433833	174.30	173.66	174.47	173.83

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
X710	Pipe	0.0	0.000	184.91	184.91	0.8530	6.5617	2.536907	2.536907	2.5369	0.000000	170.21	No Solution	170.21	No Solution
711	Pipe	1,771.9	1.532	175.73	175.25	0.8530	0.8530	0.477670	0.477670	0.0000	1.074876	175.73	175.25	175.90	175.42
X715	Pipe	0.0	0.000	188.30	188.30	8.2021	8.5302	0.145799	0.145799	0.1458	0.000000	No Solution	173.60	No Solution	173.60
X723	Pipe	0.0	0.000	190.12	190.12	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	175.42	No Solution	175.42	No Solution
X724	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X725	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
726	Pipe	0.0	0.000	167.90	167.90	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	167.90	167.90	167.90
732	Pipe	636.2	2.153	173.19	172.16	0.8530	0.8530	1.031320	1.031320	0.0000	2.320722	173.19	172.16	173.54	172.51
734	Pipe	636.2	2.153	170.51	170.36	0.8530	0.8530	0.154698	0.154698	0.0000	0.348108	170.51	170.36	170.86	170.70
735	Pipe	0.0	0.000	167.90	167.90	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	167.90	167.90	167.90
X736	Pipe	0.0	0.000	182.60	182.60	0.8530	6.5617	2.536907	2.536907	2.5369	0.000000	167.90	No Solution	167.90	No Solution
X743	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X744	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
749	Pipe	0.0	0.000	167.90	167.90	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	167.90	167.90	167.90
750	Pipe	1,771.9	2.197	175.74	173.24	8.5302	1.3123	-2.491715	-2.491715	-3.2076	1.610878	173.24	175.74	173.60	176.09
X751	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	8.2021	0.728996	0.728996	0.7290	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X752	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.9685	2.2966	0.145799	0.145799	0.1458	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
753	Pipe	1,771.9	2.197	174.14	173.24	6.5617	8.5302	0.892679	0.892679	0.8748	0.040242	174.14	173.24	174.50	173.60
754	Pipe	1,771.9	2.197	183.24	182.87	1.1975	1.9685	0.375414	0.375414	0.3426	0.073777	183.24	182.87	183.60	183.23
755	Pipe	1,771.9	2.197	176.62	174.67	2.2966	6.5617	1.943079	1.943079	1.8954	0.107312	176.62	174.67	176.98	175.03
756	Pipe	1,771.9	2.197	182.80	182.65	1.9685	2.2966	0.148780	0.148780	0.1458	0.006707	182.80	182.65	183.16	183.01
X757	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.7730	1.3123	-1.093494	-1.093494	-1.0935	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
791	Pipe	0.0	0.000	176.09	176.09	1.3123	1.3123	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	176.09	176.09	176.09	176.09
X824	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.5723	52.4934	22.629137	22.629137	22.6291	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
826	Pipe	1,136.6	3.847	90.81	90.00	3.9370	1.3123	-0.806899	-0.806899	-1.1664	0.808951	90.00	90.81	91.10	91.91
X827	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	5.4134	3.7730	-0.728996	-0.728996	-0.7290	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X828	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.5723	52.4934	22.629137	22.629137	22.6291	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X829	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	5.4134	3.7730	-0.728996	-0.728996	-0.7290	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X830	Pipe	0.0	0.000	184.11	184.11	7.8740	5.4134	-1.093494	-1.093494	-1.0935	0.000000	169.42	No Solution	169.42	No Solution
832	Pipe	1,136.6	3.847	168.32	166.43	7.8740	5.4134	1.884713	1.884713	-1.0935	6.701696	168.32	166.43	169.42	167.53
X833	Pipe	0.0	0.000	184.11	184.11	7.8740	5.4134	-1.093494	-1.093494	-1.0935	0.000000	169.42	No Solution	169.42	No Solution
X834	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.7730	1.3123	-1.093494	-1.093494	-1.0935	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
835	Pipe	1,136.6	1.410	173.39	171.95	0.8530	3.2808	1.444379	1.444379	1.0789	0.822384	173.39	171.95	173.54	172.09
836	Pipe	1,136.6	1.410	169.28	169.27	7.8740	7.8740	0.013098	0.013098	0.0000	0.029473	169.28	169.27	169.43	169.42
837	Pipe	0.0	0.000	169.42	169.42	7.8740	7.8740	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	169.42	169.42	169.42	169.42
838	Pipe	0.0	0.000	169.42	169.42	7.8740	7.8740	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	169.42	169.42	169.42	169.42
X839	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X840	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X841	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X842	Pipe	0.0	0.000	189.17	189.17	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	174.47	No Solution	174.47	No Solution
X843	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X844	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X845	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X846	Pipe	0.0	0.000	188.53	188.53	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	173.83	No Solution	173.83	No Solution
X847	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X848	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X849	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X850	Pipe	0.0	0.000	185.55	185.55	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	170.86	No Solution	170.86	No Solution
851	Pipe	318.1	6.496	163.01	162.92	3.9370	3.9370	0.083149	0.083149	0.0000	0.187106	163.01	162.92	166.14	166.06
852	Pipe	318.1	6.496	163.01	162.92	3.9370	3.9370	0.083149	0.083149	0.0000	0.187106	163.01	162.92	166.14	166.06
853	Pipe	636.2	2.153	167.24	165.80	0.8530	3.9370	1.439288	1.439288	1.3705	0.154762	167.24	165.80	167.58	166.14
854	Pipe	636.2	2.153	167.56	167.55	0.8530	0.8530	0.007219	0.007219	0.0000	0.016245	167.56	167.55	167.90	167.89
X855	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X856	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X857	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X858	Pipe	0.0	0.000	182.60	182.60	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	No Solution	167.90	No Solution
X859	Pipe	0.0	0.000	14.70	14.70	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	0.00	No Solution	0.00
X860	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.9370	3.9370	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X861	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	0.8530	3.9370	1.370513	1.370513	1.3705	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X862	Pipe	0.0	0.000	182.60	182.60	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	No Solution	167.90	No Solution
874	Pipe	1,136.6	3.847	83.09	82.96	1.3123	1.5723	0.130648	0.130648	0.1155	0.033990	83.09	82.96	84.19	84.06
X875	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.3123	1.5723	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X876	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	1.3123	1.5723	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X877	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.2808	3.2808	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRÁULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (psig)	P Static Min (psig)	Elevation Inlet (feet)	Elevation Outlet (feet)	dP Stag. Total (psid)	dP Static Total (psid)	dP Gravity (psid)	dH (feet)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
X878	Pipe	0.0	0.000	98.87	98.87	3.2808	1.5723	-0.759252	-0.759252	-0.7593	0.000000	No Solution	84.17	No Solution	84.17
X879	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.2808	3.2808	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X880	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.2808	1.5723	-0.759252	-0.759252	-0.7593	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X881	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.2808	3.2808	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X882	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	3.2808	1.5723	-0.759252	-0.759252	-0.7593	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X883	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X885	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X886	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X887	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.5617	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X888	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X889	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	6.5617	6.8217	0.115543	0.115543	0.1155	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
890	Pipe	1,136.6	3.847	83.07	60.23	1.3123	9.8425	22.838474	22.838474	3.7908	42.861978	83.07	60.23	84.17	61.33
891	Pipe	1,136.6	3.847	165.99	165.44	5.4134	3.9370	-0.550362	-0.550362	-0.6561	0.237929	165.44	165.99	166.54	167.09
892	Pipe	636.2	2.153	170.05	169.87	0.8530	0.8530	0.180481	0.180481	0.0000	0.406126	170.05	169.87	170.39	170.21
893	Pipe	0.0	0.000	167.90	167.90	0.8530	0.8530	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	167.90	167.90	167.90	167.90
894	Pipe	1,136.6	1.410	171.72	169.31	3.2808	7.8740	2.413989	2.413989	2.0412	0.838889	171.72	169.31	171.87	169.46
895	Pipe	1,771.9	1.532	175.92	175.73	1.3123	0.8530	0.194315	0.194315	-0.2041	0.896573	175.92	175.73	176.09	175.90
X896	Pipe	0.0	0.000	190.60	190.60	0.8530	4.1339	1.457992	1.457992	1.4580	0.000000	175.90	No Solution	175.90	No Solution
X897	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	4.1339	4.7900	0.291598	0.291598	0.2916	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X898	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	5.4462	13.1234	3.411702	3.411702	3.4117	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X899	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X900	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X901	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X902	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X903	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X904	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X905	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X906	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X907	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X908	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	13.1234	13.1234	0.000000	0.000000	0.0000	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
X909	Pipe	0.0	0.000	No Solution	No Solution	4.7900	5.4462	0.291598	0.291598	0.2916	0.000000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
910	Pipe	636.2	2.153	171.85	170.51	0.8530	0.8530	1.340716	1.340716	0.0000	3.016939	171.85	170.51	172.20	170.86

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
685	Tee or Wye	175.345	175.34	175.422	175.42	N/A	N/A	0.0000
X687	Proporcionador	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X688	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X690	MO-002 (500GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X699	Check Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X711	Proporcionador	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X712	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X714	PU-001	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
717	Tee or Wye	170.057	170.06	170.210	170.21	N/A	N/A	0.0000
718	Tee or Wye	174.394	174.39	174.471	174.47	N/A	N/A	0.0000
724	Tee or Wye	167.900	167.90	167.900	167.90	N/A	N/A	0.0000
726	Tee or Wye	167.747	167.75	167.900	167.90	N/A	N/A	0.0000
732	Tee or Wye	170.702	170.70	170.855	170.86	N/A	N/A	0.0000
X733	MO-003 (500GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
736	Tee or Wye	173.323	173.32	173.538	173.54	N/A	N/A	0.0000
739	Tee or Wye	173.757	173.76	173.834	173.83	N/A	N/A	0.0000
744	Tee or Wye	175.980	175.98	176.094	176.09	N/A	N/A	0.0000
753	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X754	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X755	HY-001 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X756	HY-001 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
757	Tee or Wye	167.900	167.90	167.900	167.90	N/A	N/A	0.0000
X765	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X766	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
770	Tee or Wye	167.900	167.90	167.900	167.90	N/A	N/A	0.0000
771	Dead End	167.900	167.90	167.900	167.90	0.0	0.00	0.0000
772	Tee or Wye	173.443	173.44	173.603	173.60	N/A	N/A	0.0000
X773	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
775	Bend	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
776	Bend	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAÚLICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
777	Valve	174.675	174.14	175.034	174.50	1,771.9	252.64	1.5000
778	Check Valve	182.648	176.62	183.007	176.98	1,771.9	252.64	16.8000
779	Bend	182.867	182.80	183.226	183.16	1,771.9	252.64	0.1959
815	SISTEMA DE ASPERSORES	60.234	0.00	61.335	0.00	1,136.6	162.05	55.7438
X816	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X817	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
818	Gate Valve	166.431	165.44	167.531	166.54	1,136.6	162.05	0.9000
X819	MO-001 (750GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X820	MO-004 (750GPM)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X821	General Component	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X822	General Component	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X823	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X824	Gate Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
826	General Component	90.807	83.09	91.907	84.19	1,136.6	162.05	7.0153
827	Bend	169.310	169.28	169.458	169.43	1,136.6	162.05	0.1959
X828	HY-002 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
829	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X830	HY-002 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X831	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X832	HY-003 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
833	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X834	HY-003 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X835	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X836	HY-004 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
837	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X838	HY-004 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X839	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
840	HY-005 (MANGUERA N°2)	162.923	0.00	166.060	0.00	318.1	45.35	52.9313
841	Tee or Wye	164.248	164.25	166.143	166.14	N/A	N/A	0.0000
842	HY-005 (MANGUERA N°1)	162.923	0.00	166.060	0.00	318.1	45.35	52.9313
843	Valve	167.548	167.24	167.893	167.58	636.2	90.70	0.9000
X844	HY-006 (MANGUERA N°2)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRÁULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
845	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X846	HY-006 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X847	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
848	HY-007 (MANGUERA N°2)	0.000	0.00	0.000	0.00	0.0	0.00	0.0000
849	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X850	HY-007 (MANGUERA N°1)	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X851	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
852	Tee or Wye	169.188	169.19	169.416	169.42	N/A	N/A	0.0000
853	Tee or Wye	169.416	169.42	169.416	169.42	N/A	N/A	0.0000
854	Bend	169.416	169.42	169.416	169.42	0.0	0.00	0.0000
866	Branch	83.684	83.68	84.173	84.17	N/A	N/A	0.0000
X867	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X868	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X869	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X870	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X871	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X872	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X873	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X874	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
875	Dead End	176.094	176.09	176.094	176.09	0.0	0.00	0.0000
X877	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X878	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X879	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X880	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X881	Branch	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X882	CONCENTRADO DE ESPUMA	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
889	PU-002	2.251	183.24	2.610	183.60	1,771.9	252.64	0.0000
892	Control Valve	165.991	90.00	167.091	91.10	1,136.6	162.05	69.0640
893	Valve	170.356	170.05	170.701	170.39	636.2	90.70	0.9000
894	Valve	167.900	167.90	167.900	167.90	0.0	0.00	0.0000
895	Valve	171.946	171.72	172.093	171.87	1,136.6	162.05	1.5000
896	Tee or Wye	175.823	175.82	175.900	175.90	N/A	N/A	0.0000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

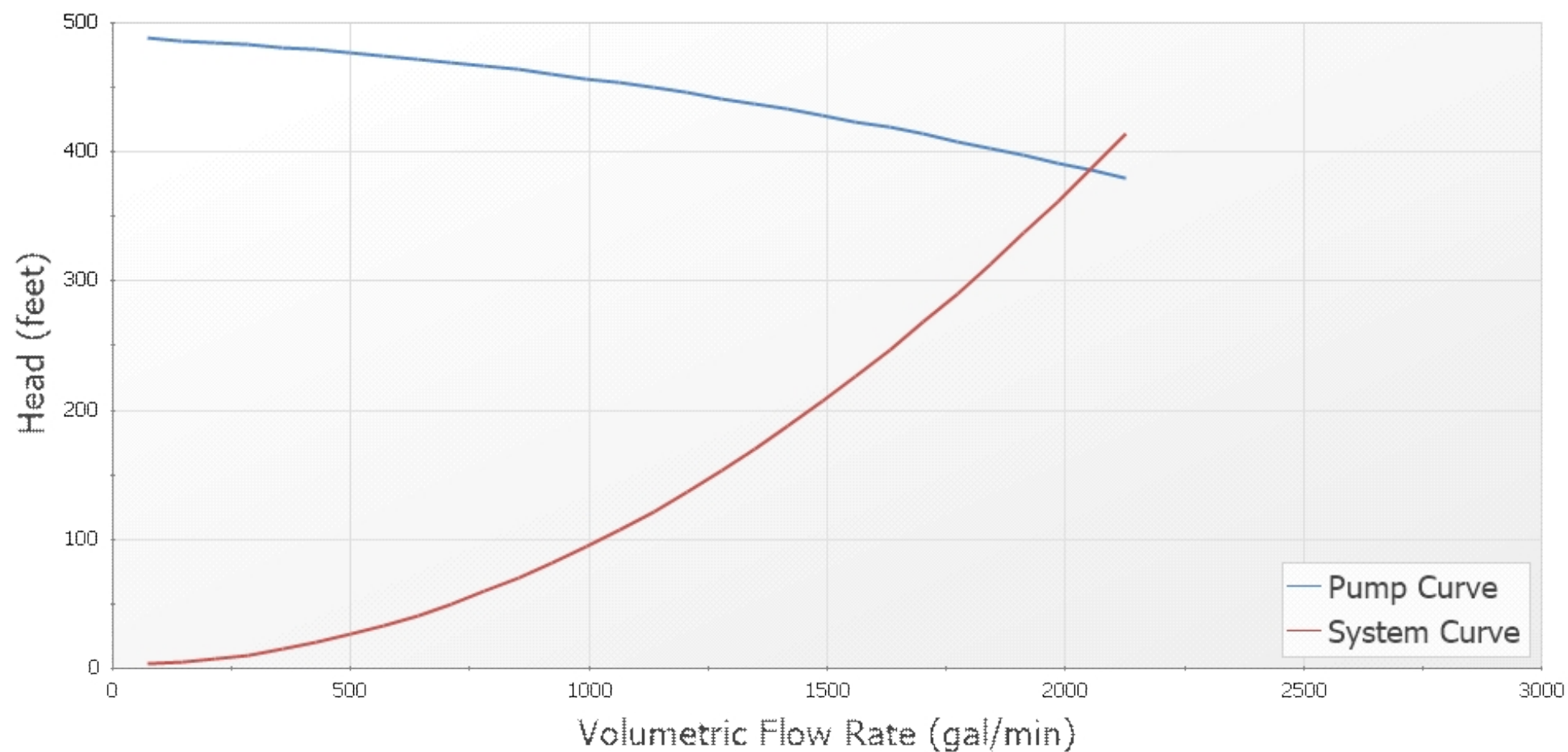
INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)	Vol. Flow Rate Thru Jct (gal/min)	Mass Flow Rate Thru Jct (lbm/sec)	Loss Factor (K)
X897	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X898	Check Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
899	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
900	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
902	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
X904	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X905	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X906	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X907	SISTEMA DE ROCIADORES	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
908	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
909	Tee or Wye	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	N/A	N/A	0.0000
910	Dead End	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
911	Dead End	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
X912	Valve	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0.0	0.00	0.0000
913	Valve	172.162	171.85	172.506	172.20	636.2	90.70	0.9000

Fathom 9 (Output)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCION Y REPARACION MUELLE 7
ESCENARIO N° 3: REPORTE HIDRAULICO INCENDIO TIPO
JET FIRE EN PLATAFORMA

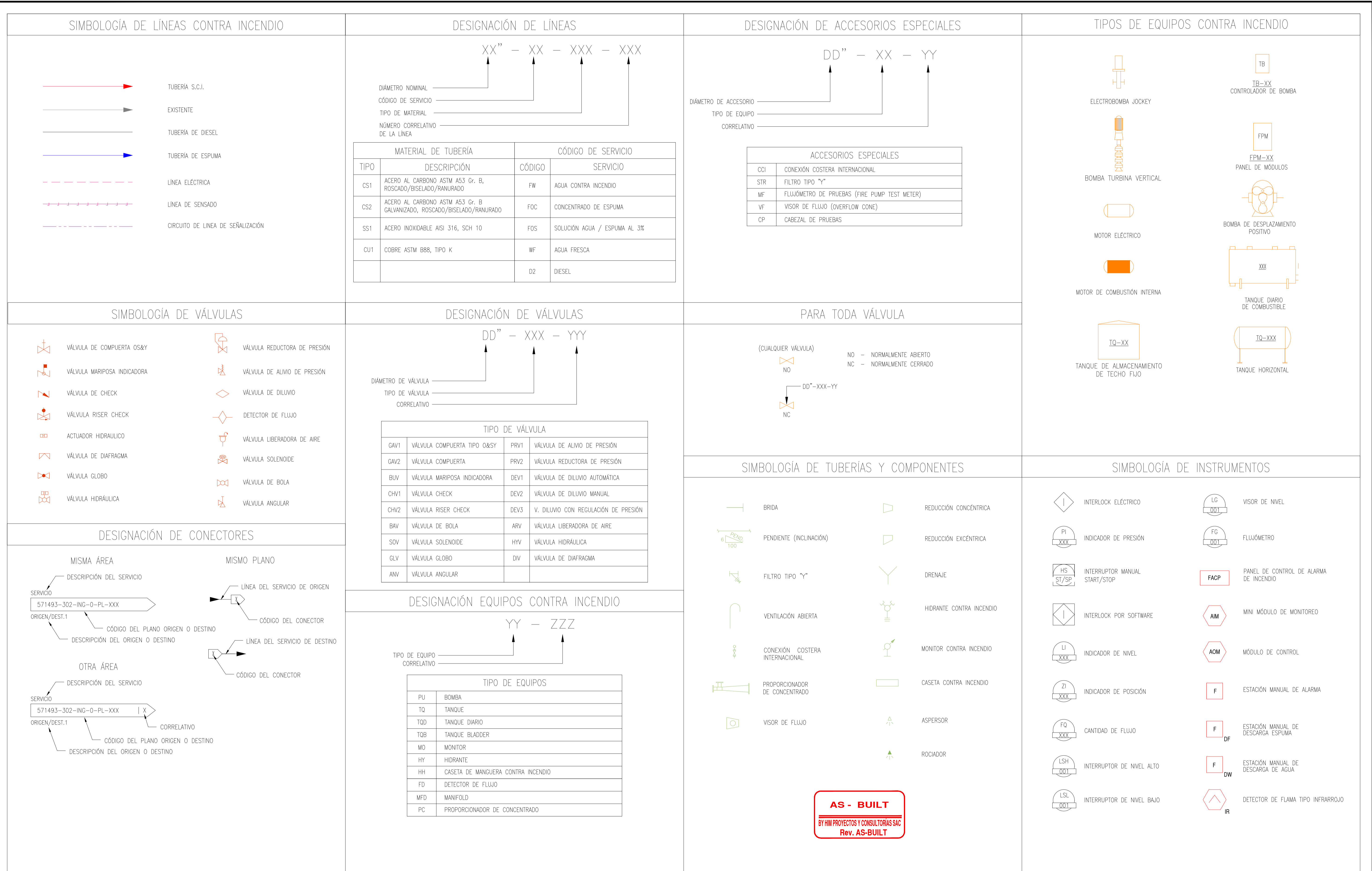
Pump Curve vs. System Curve for Pump 889



Fathom 9 (Graph)
9/01/2019

INGENIERIA DE DETALLE DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
- CONTRUCCIÓN Y REPARACIÓN MUELLE 7
CURVA BOMBA VS SISTEMA - ESCENARIO N° 3 INCENDIO
TIPO JET FIRE EN PLATAFORMA

Anexo 3:
Planos del sistema contra incendio del muelle 7



INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE DIRECCIÓN LEGAL: AV. CONTRALMIRANTE RAYGADA NRO. 111 CALLAO, PROV. CONST. DEL CALLAO COORDINADOR: Z. SOTO N° DE CONTRATO: 172018	NOTAS: 	REVISIONES <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>PROYECTISTA</th> <th>APROBADO</th> <th>CIP</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>C. CARAZAS</td> <td>C. MASCARO</td> <td>84784</td> <td>09/01/19</td> <td>EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA</td> </tr> <tr> <td>AS-BUILT</td> <td>C. CARAZAS</td> <td>C. MASCARO</td> <td>84784</td> <td>18/09/19</td> <td>EMITIDO PARA AS-BUILT</td> </tr> </tbody> </table>	REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN	1	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	09/01/19	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	AS-BUILT	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	18/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT	PLANOS DE REFERENCIA <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CODIGO DE PLANO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN							DIBUJADO POR: L. ARIAS DISEÑADO POR: L. MENDOZA REVISADO POR: J. MEZA APROBADO POR: C. MASCARO	 	INSTALACIÓN: APM TERMINALS MUELLE 7 PROYECTO: INGENIERIA BASICA-SISTEMA CONTRA INCENDIO REHABILITACIÓN DEL MUELLE 7 PLANO: TUBERIAS SIMBOLOGIA, DESIGNACIÓN DE LINEAS, EQUIPOS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS ESPECIALES ESCALA: S/E COD. PLANO: PL-172018-05-001 Fecha: 18/09/19 REV: AS-B
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN																											
1	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	09/01/19	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA																											
AS-BUILT	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	18/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT																											
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN																															

PU-001@002
MOTOBOMBA CONTRA INCENDIO
TIPO: BOMBA TURBINA VERTICAL
CAUDAL: 2000 GPM
PRESIÓN: 170 PSI
MOTOR: DIESEL
POTENCIA: 345HP@1760RPM

TQD-001@002
TANQUE DIBOIO HORIZONTAL
TIPO: DOBLE PARED
CAPACIDAD: 425 GAL
DIÁMETRO: 48 PULG
LONGITUD: 55 PULG

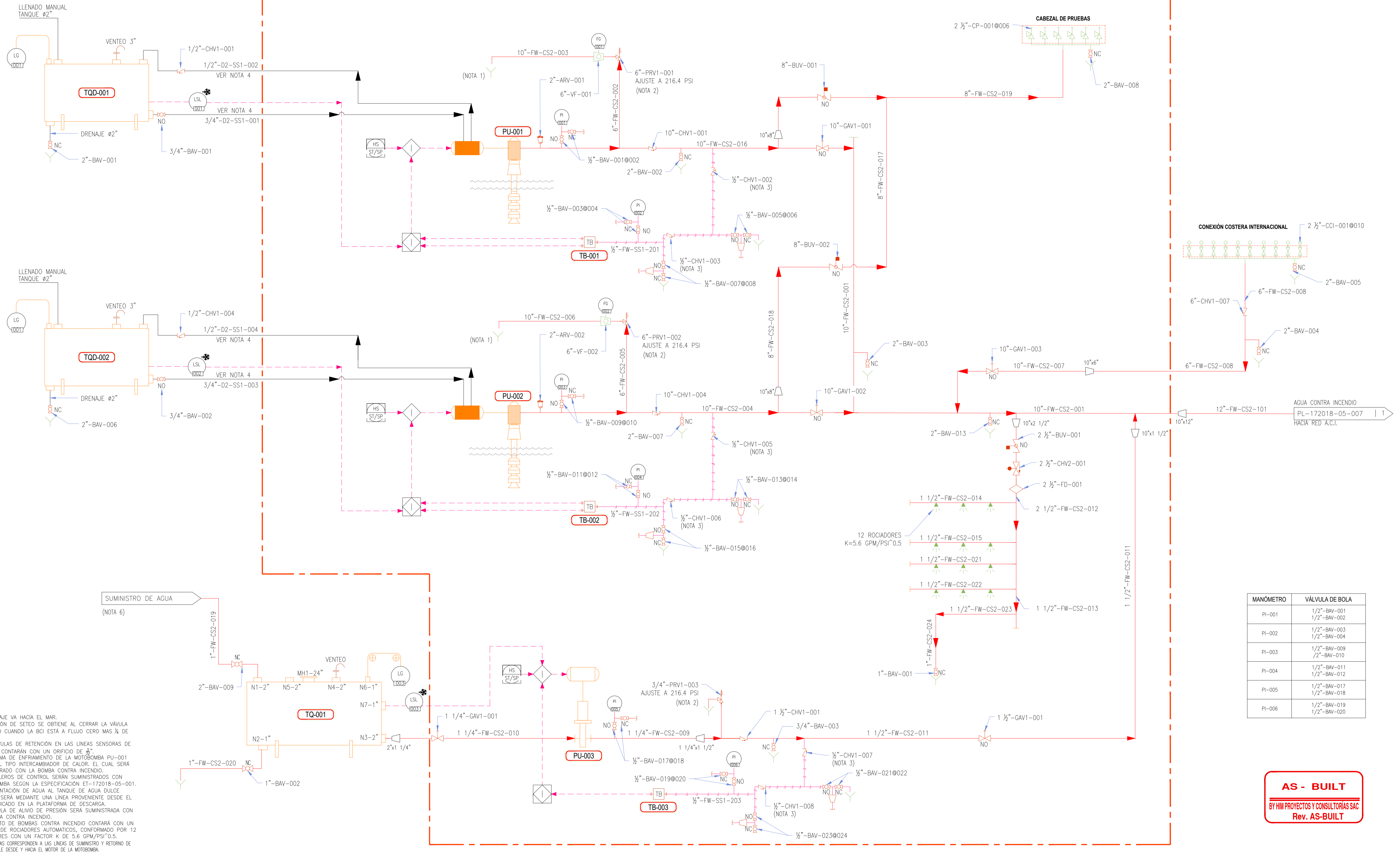
TQ-001
TANQUE DE AGUA DULCE
TIPO: ATMOSFERICO HORIZONTAL
CAPACIDAD: 5 m³
DIÁMETRO: 48 PULG
LONGITUD: 2000 mm

PU-003
BOMBA JOCKEY
TIPO: VERTICAL MULTITAPAS
CAUDAL: 30.38 GPM
PRESIÓN MÁXIMA: 363 PSI
MODELO MOTOR: ELÉCTRICO
POTENCIA: 5HP@3500RPM

TB-001@002
TABLERO CONTROLADOR DE MOTOBOMBA

TB-003
TABLERO CONTROLADOR ELECTROBOMBA JOCKEY

CUARTO DE BOMBAS



- NOTAS:**
- EL DRENAJE VA HACIA EL MAR.
 - LA PRESIÓN DE SETEO SE OBTIENE AL CERRAR LA VÁLVULA DE ALIVIO CUANDO LA BCI ESTÁ A FLUJO CERO MAS ¼ DE VUELTA.
 - LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN EN LAS LINEAS SENSORAS DE PRESIÓN CONTARÁN CON UN ORIFICIO DE 1/8".
 - EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA MOTOBOMBA PU-001 SERÁ DEL TIPO INTERCAMBIADOR DE CALOR EL CUAL SERÁ SUMINISTRADO CON LA BOMBA CONTRA INCENDIO.
 - LOS TABLEROS DE CONTROL SERÁN SUMINISTRADOS CON CADA BOMBA SEGÚN LA ESPECIFICACIÓN ET-172018-05-001.
 - LA ALIMENTACIÓN DE AGUA AL TANQUE DE AGUA DULCE TQ-001 SERÁ MEDIANTE UNA LÍNEA PROVENIENTE DESDE EL POZO UBICADO EN LA PLATAFORMA DE DESCARGA.
 - LA VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN SERÁ SUMINISTRADA CON LA BOMBA CONTRA INCENDIO.
 - EL CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO CONTARÁ CON UN SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS, CONFORMADO POR 12 ROCIADORES CON UN FACTOR K DE 5.6 GPM/PSI^{0.5}.
 - LAS TUBERÍAS CORRESPONDEN A LAS LÍNEAS DE SUMINISTRO Y RETORNO DE COMBUSTIBLE DESDE Y HACIA EL MOTOR DE LA MOTOBOMBA.

MANÓMETRO	VÁLVULA DE BOLA
PI-001	1/2"-BAV-001 1/2"-BAV-002
PI-002	1/2"-BAV-003 1/2"-BAV-004
PI-003	1/2"-BAV-009 1/2"-BAV-010
PI-004	1/2"-BAV-011 1/2"-BAV-012
PI-005	1/2"-BAV-017 1/2"-BAV-018
PI-006	1/2"-BAV-019 1/2"-BAV-020

AS - BUILT
BY HIM PROYECTOS Y CONSULTORÍAS SAC
Rev. AS-BUILT

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE

APM TERMINALS

DIRECCIÓN LEGAL: AV. CONTRALMIRANTE RAYGADA NRO. 111
CALLAO, PROV. CONST. DEL CALLAO

COORDINADOR: Z. SOTO N° DE CONTRATO: 172018

NOTAS:

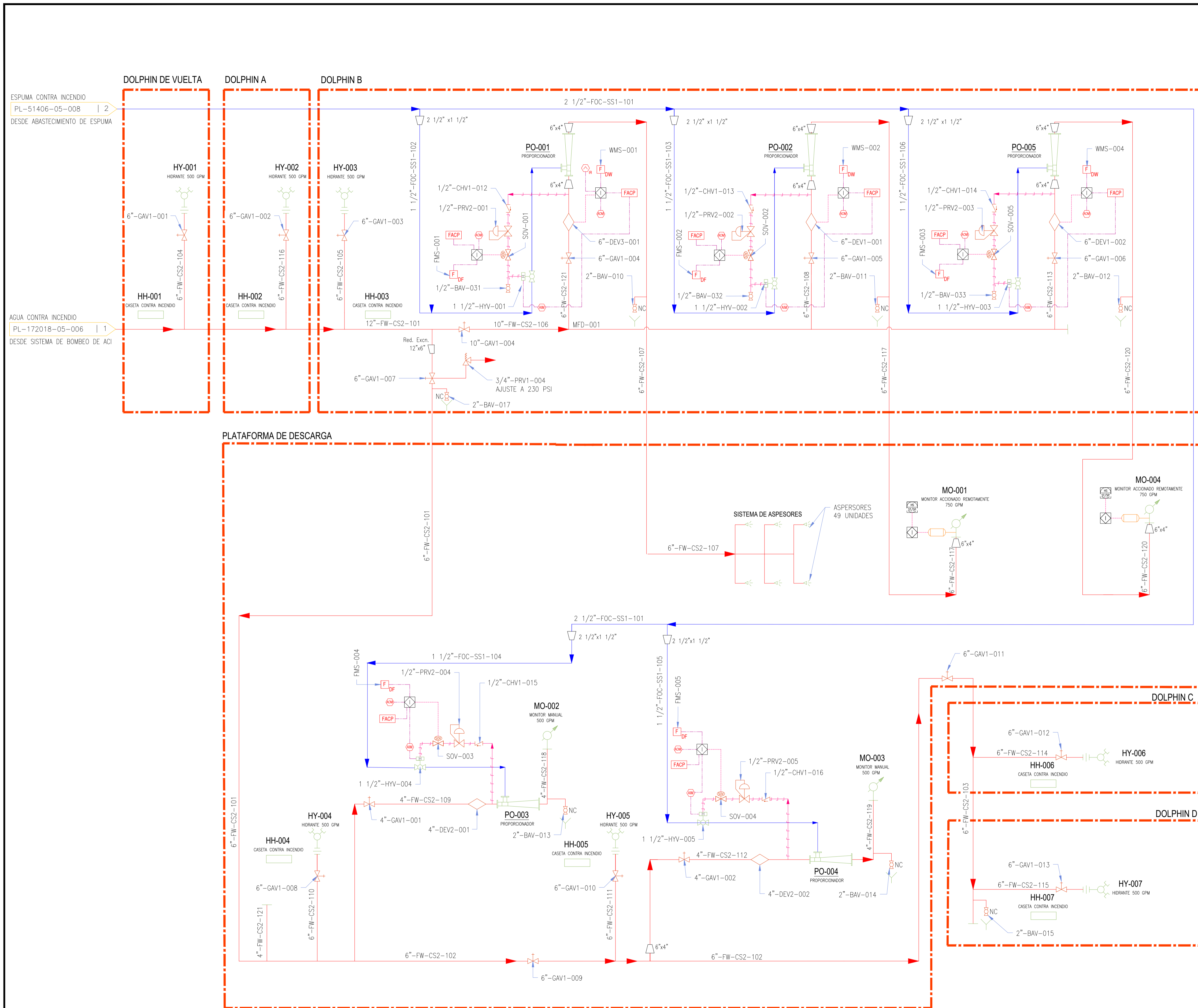
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
3	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	18/02/19	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN
AS-BUILT	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	18/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-172018-05-001	SIMBOLOGIA, DESIGNACIÓN DE LINEAS, EQUIPOS, VALVULAS Y ACCESORIOS ESPECIALES
PL-172018-05-002	PPD - SISTEMA CONTRA INCENDIOS

DIBUJADO POR: L. MENDOZA
DISEÑADO POR: L. MENDOZA
REVISADO POR: J. MEZA
APROBADO POR: C. MASCARO



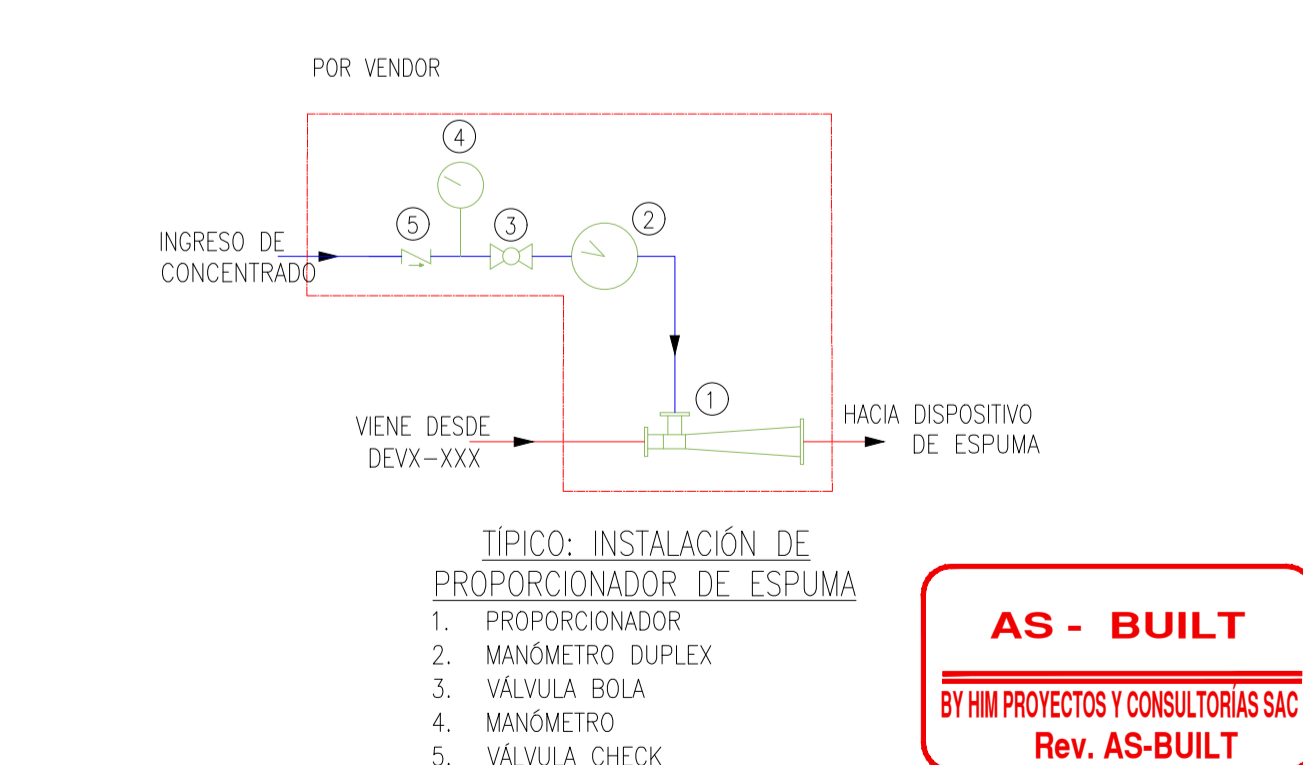
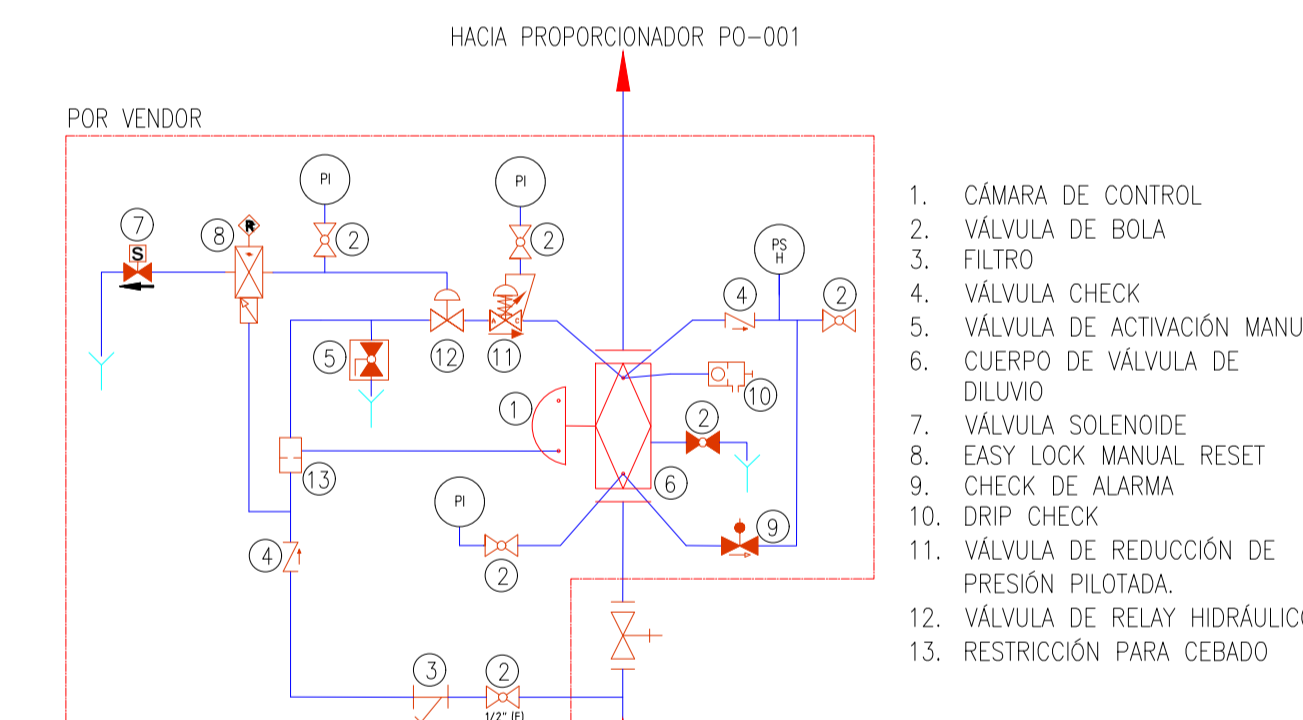
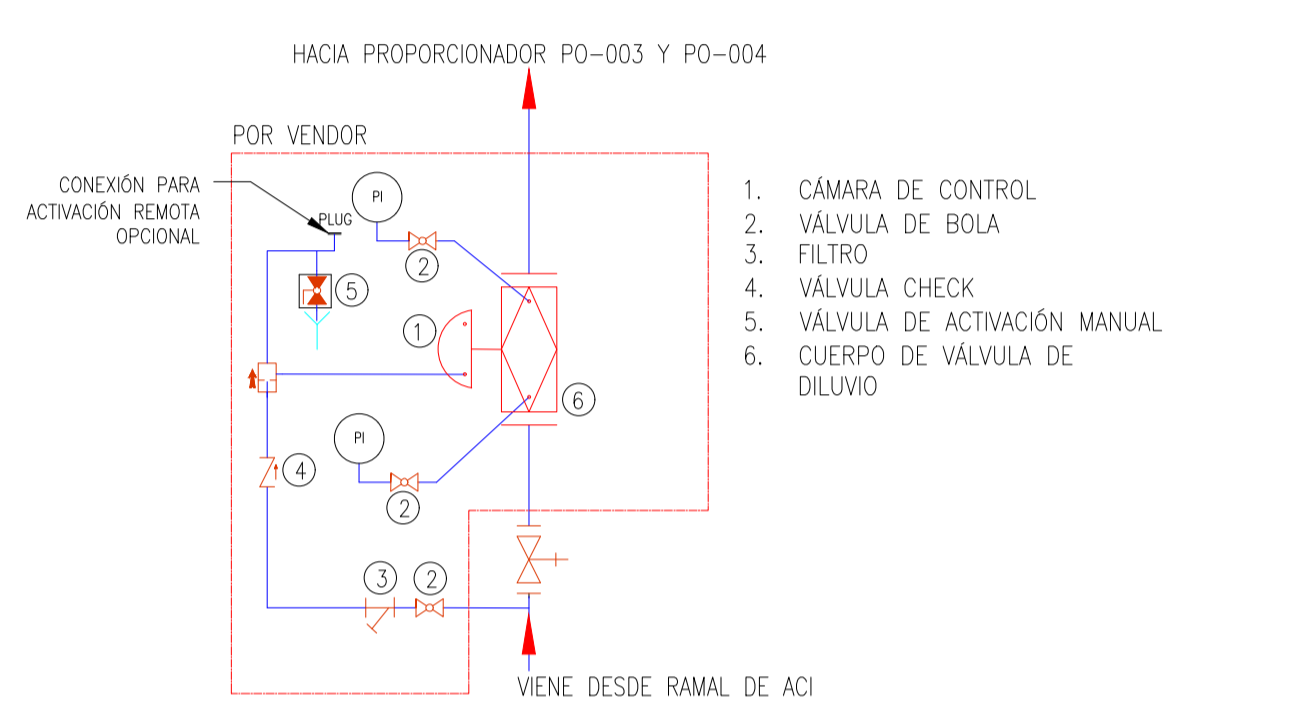
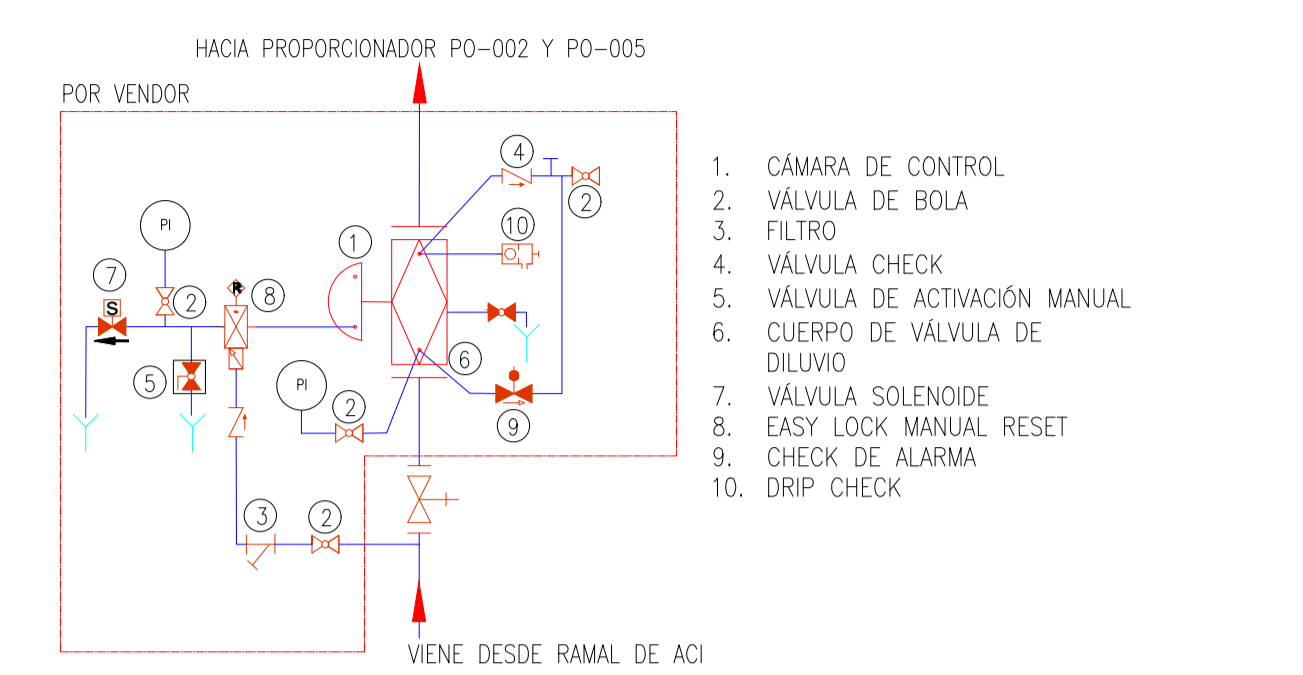
APM TERMINALS MUELLE 7	
INSTALACIÓN:	INGENIERIA DE DETALLE - SISTEMA CONTRA INCENDIO CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DEL MUELLE 7
PROYECTO:	TUBERIAS P&ID - SISTEMA DE BOMBEO DE ACI
PLANO:	
ESCALA: S/E	COD. PLANO: PL-172018-05-006 Fecha: 18/09/19



PO-001@005
 PROPORCIONADOR DE ESPUMA
 CAPACIDAD: 414-1369 GPM
 DIÁMETRO: 4"

MO-001/004
 MONITOR ACCIONADO REMOTAMENTE
 CAPACIDAD: 750 GPM @ 100 PSI
 DIÁMETRO: 4"

MO-002/003
 MONITOR MANUAL
 CAPACIDAD: 500 GPM @ 100 PSI
 DIÁMETRO: 4"



AS - BUILT
 BY HIM PROYECTOS Y CONSULTORÍAS SAC
 Rev. AS-BUILT

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE	
DIRECCIÓN LEGAL:	AV. CONTRALMIRANTE RAYGADA NRO. 111 CALLAO, PROV. CONST. DEL CALLAO
COORDINADOR:	Z. SOTO
Nº DE CONTRATO:	172018

NOTAS:

- LOS MONITORES ACCIONADOS REMOTAMENTE (MO-001 Y MO-004) CONTARÁN CON PULSADORES QUE ESTÁN INTEGRADOS EN EL PANEL DE OPERADOR LOCAL (LOP-001) UBICADO EN LA SALA DE CONTROL. ESTOS PULSADORES PERMITIRÁN LA ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE ESPUMA Y AGUA.
- SE UTILIZARÁN ESTACIONES MANUALES PARA LA DESCARGA DE ESPUMA Y TAMBIÉN EN EL SISTEMA DE DILUIÓN.

REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
3	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	30/01/19	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN
4	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	19/02/19	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN
AS-BUILT	K. CABRERA	C. MASCARO	84784	18/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-172018-05-001	SIMBOLOGIA, DESIGNACIÓN DE LÍNEAS, EQUIPOS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS ESPECIALES
PL-172018-05-002	PFD - SISTEMA CONTRAINCENDIOS
PL-172018-05-006	PAID - SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
PL-172018-05-008	PAID - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADO DE ESPUMA

DIBUJADO POR:	L. MENDOZA
DISERADO POR:	L. MENDOZA
REVISADO POR:	J. MEZA
APROBADO POR:	C. MASCARO



INSTALACIÓN:	APM TERMINALS MUELLE 7		
PROYECTO:	INGENIERIA DE DETALLE - SISTEMA CONTRA INCENDIO CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DEL MUELLE 7		
PLANO:	TUBERIAS P&ID - RED DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO		
ESCALA:	S/E	COD. PLANO:	PL-172018-05-007
FECHA:	18/09/19	REV.:	AS-B

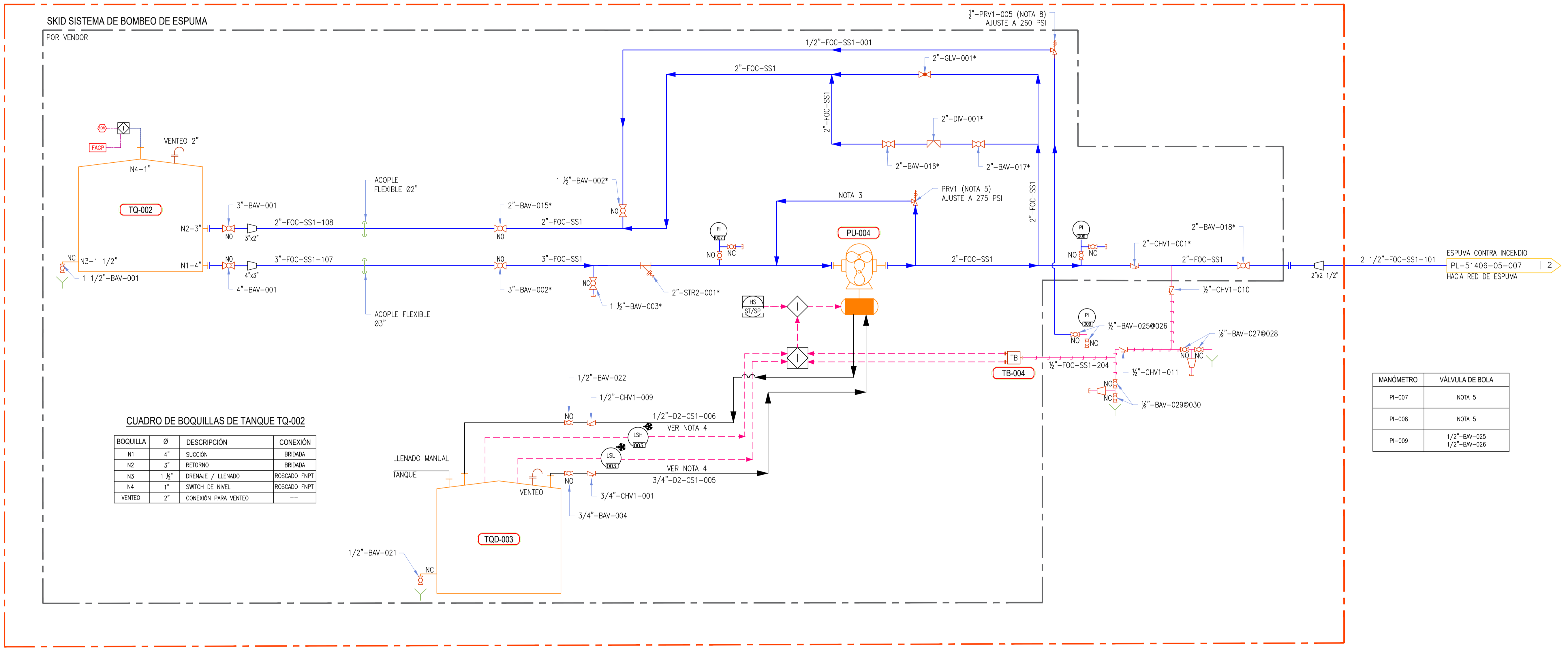
TQ-002
 TANQUE DE CONCENTRADO DE ESPUMA
 TIPO: ATMOSFÉRICO VERTICAL
 CAPACIDAD: 2250 GAL
 DIÁMETRO: (96") 2438 mm
 ALTURA: (93.25") 2369 mm

TQD-003
 TANQUE DIARIO
 TIPO: ATMOSFÉRICO VERTICAL
 DOBLE PARED
 CAPACIDAD: 50 GAL

PU-004
 BOMBA DE CONCENTRADO DE ESPUMA
 TIPO: DESPLAZAMIENTO POSITIVO
 CAUDAL: 60 GPM
 PRESIÓN: 240 PSI
 MOTOR: DIESEL
 POTENCIA: 33HP@1760RPM

TB-004
 TABLERO CONTROLADOR
 BOMBA DE CONCENTRADO
 NEMA 4X

CUARTO DE BOMBAS



CUADRO DE BOQUILLAS DE TANQUE TQ-002

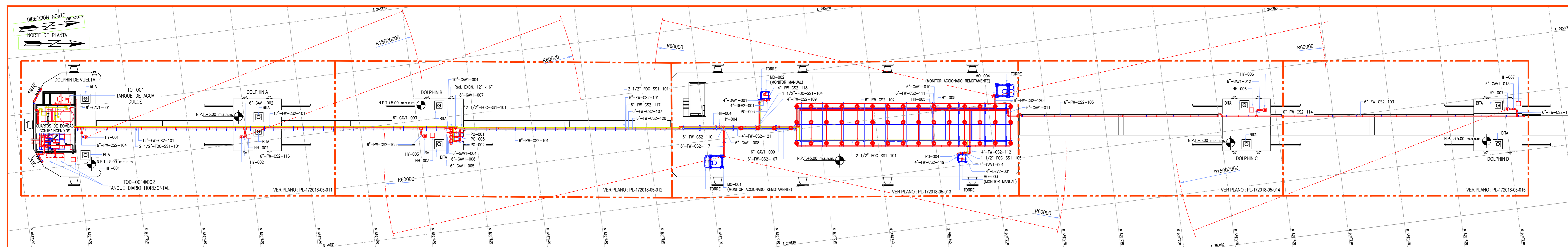
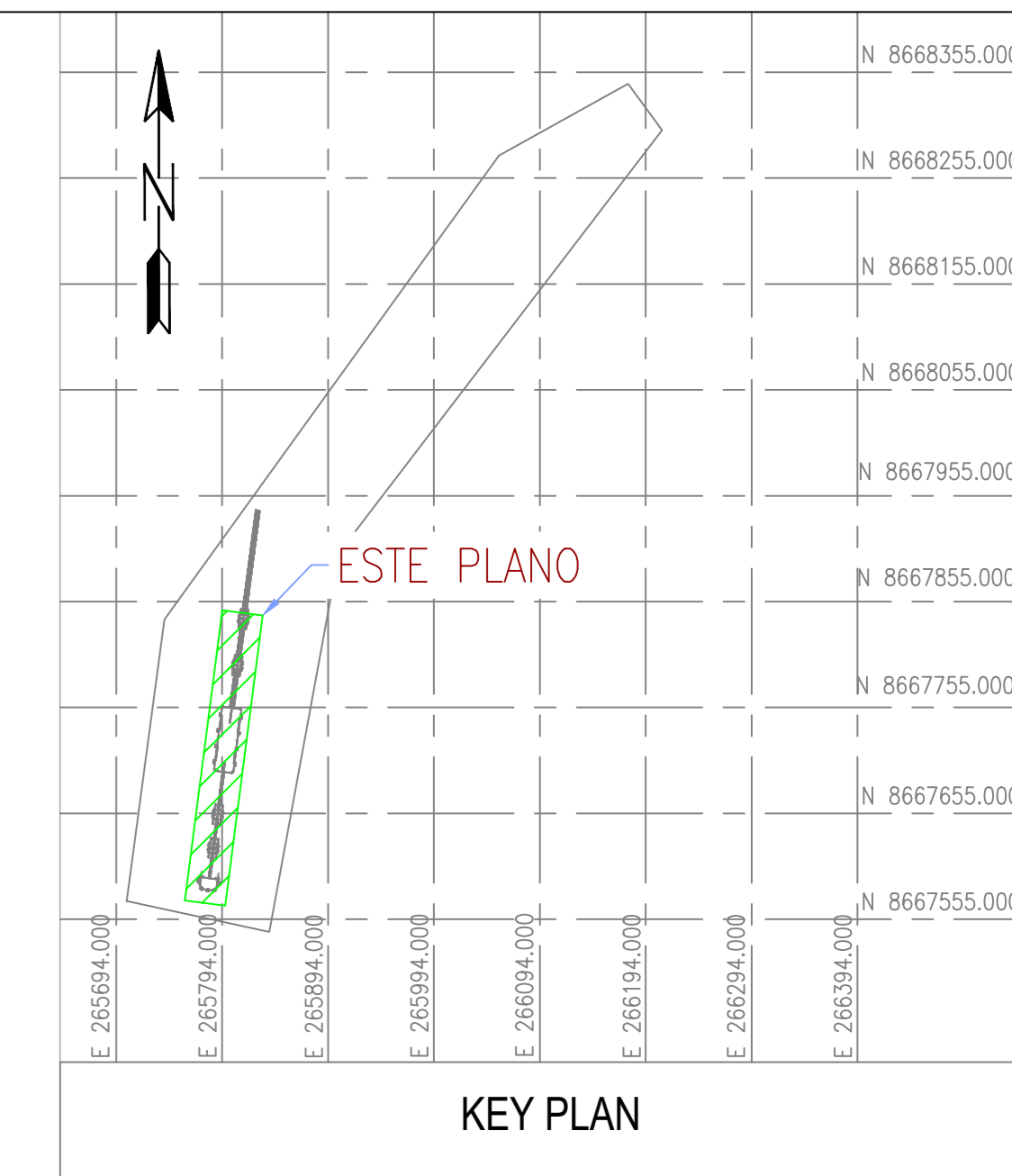
BOQUILLA	Ø	DESCRIPCIÓN	CONEXIÓN
N1	4"	SUCCIÓN	BRIDADA
N2	3"	RETORNO	BRIDADA
N3	1 1/2"	DRENAJE / LLENADO	ROSCADO FNPT
N4	1"	SWITCH DE NIVEL	ROSCADO FNPT
VENTEO	2"	CONEXIÓN PARA VENTEO	--

MANÓMETRO	VÁLVULA DE BOLA
PI-007	NOTA 5
PI-008	NOTA 5
PI-009	1/2"-BAV-025 1/2"-BAV-026

- NOTAS
- DEFINIDO POR EL VENDOR.
 - LA BASE DEL SKID DE BOMBEO ES DE ACERO AL CARBONO CON PROTECCIÓN PARA AMBIENTE MARINO.
 - LAS VÁLVULAS Y ACCESORIOS DEL SKID SISTEMA DE BOMBEO DE ESPUMA NO SERÁN CONSIDERADAS EN EL METRADO. (*)
 - VÁLVULA DE ALIVIO CONECTADA AL DRENAJE DE LA LÍNEA DE RETORNO DEL CONCENTRADO DE ESPUMA.

AS - BUILT
 BY HIM PROYECTOS Y CONSULTORÍAS SAC
 Rev. AS-BUILT

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE		REVISIONES					PLANOS DE REFERENCIA		DIBUJADO POR:		INSTALACIÓN:	
APM TERMINALS Lifting Global Trade. DIRECCIÓN LEGAL: AV. CONTRALMIRANTE RAYGADA NRO 111 CALLAO, PROV. CONST. DEL CALLAO COORDINADOR: Z. SOTO N° DE CONTRATO: 172018		REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	L. MENDOZA	APM TERMINALS MUELLE 7 INGENIERIA DE DETALLE - SISTEMA CONTRA INCENDIO CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN DEL MUELLE 7	
NOTAS: 1. EL TANQUE DE CONCENTRADO SERÁ LLENADO HASTA LA CAPACIDAD REQUERIDA POR EL SISTEMA (1525 GAL) Y SE DEBE CONSIDERAR 10% ADICIONAL DEBIDO A MERMAS EN LA INSTALACIÓN. 2. SE DEBE CONSIDERAR UNA RESERVA DE CONCENTRADO SEGÓN LA NFPA 11, SECCIÓN 4.3.2.5.2.2. 3. EL CONCENTRADO PARA RESERVA SE DEBE ALMACENAR EN LAS CONDICIONES SEGÓN EL VENDOR. 4. PARA LAS PRUEBAS DE COMISIONAMIENTO SE DEBE CONSIDERAR 220 GAL DE CONCENTRADO DE ESPUMA ADICIONAL (FLUJO MÁXIMO PARA 5 MIN DE PRUEBA).		AS-BUILT	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	18/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT	PL-172018-05-001	SIMBOLOGIA, DESIGNACIÓN DE LÍNEAS, EQUIPOS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS ESPECIALES	L. MENDOZA	TUBERIAS P&ID - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE CONCENTRADO DE ESPUMA	
							PL-172018-05-002	PFD - SISTEMA CONTRAINCENDIOS	J. MEZA	ESCALA: S/E COD. PLANO: PL-172018-05-008 Fecha: 18/09/19 REV: AS-B		
							PL-172018-05-006	P&ID - SISTEMA DE BOMBEO DE AG	C. MASCARO			



MUELLE 7 - SISTEMA CONTRA INCENDIO
VISTA DE PLANTA
ESC.: 1/250

LEYENDA	
LÍNEAS	DESCRIPCIÓN
	ARRREGLO DE TUBERÍAS - AÉREO O VISIBLES DE PROYECTO
	EDIFICACIONES CIVILES/ESTRUCTURAS/TUBERÍAS EXISTENTES
	EQUIPOS/ACCESORIOS DEL SCI DEL PROYECTO
	TUBERÍA DE CONCENTRADO DE ESPUMA DEL PROYECTO
	SOPORTERÍA (VER NOTA 3)
	ASPERSOR

AS - BUILT
BY HIM PROYECTOS Y CONSULTORÍAS SAC
Rev. AS-BUILT

INFORMACIÓN DEL CLIENTE FINAL	
 DIRECCIÓN LEGAL: AV CONTRALMIRANTE RAYGADA N°111 CALLAO, PROV. CONST. DEL CALLAO COORDINADOR: Z. SOTO N° DE CONTRATO: 172018	

- NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN REPRESENTADAS EN MILÍMETROS Y NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
 2. LA DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL VIENTO ES DE SUR A NORTE.
 3. PARA DETALLES DE SOPORTES, VER PLANOS: PL-172018-05-024 HH-045.

REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
4	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	30/01/19	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN
AS-BUILT	C. CARAZAS	C. MASCARO	84784	27/09/19	EMITIDO PARA AS-BUILT

PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-172018-05-011	VISTA DE PLANTA - RED DE AGUA Y ESPUMA DEL SCI (1 DE 5)
PL-172048-05-012	VISTA DE PLANTA - RED DE AGUA Y ESPUMA DEL SCI (2 DE 5)
PL-172018-05-013	VISTA DE PLANTA - RED DE AGUA Y ESPUMA DEL SCI (3 DE 5)
PL-172018-05-014	VISTA DE PLANTA - RED DE AGUA Y ESPUMA DEL SCI (4 DE 5)
PL-172018-05-015	VISTA DE PLANTA - RED DE AGUA Y ESPUMA DEL SCI (5 DE 5)

HIM Proyectos y Consultorías S.A.C.	
DIBUJADO POR: M. GUTIERREZ	DISEÑADO POR: L. MENDOZA
REVISADO POR: I. SIRA	APROBADO POR: C. MASCARO



INSTALACIÓN:	APM TERMINALS MUELLE 07		
PROYECTO:	INGENIERIA DE DETALLE - SISTEMA CONTRA INCENDIO REHABILITACIÓN DEL MUELLE 7		
PLANO:	TUBERIAS KEY PLAN - SISTEMA CONTRA INCENDIO		
ESCALA:	S/1	CÓD. PLANO:	PL-172018-05-009
FECHA:	27/09/19	REV.:	AS-B

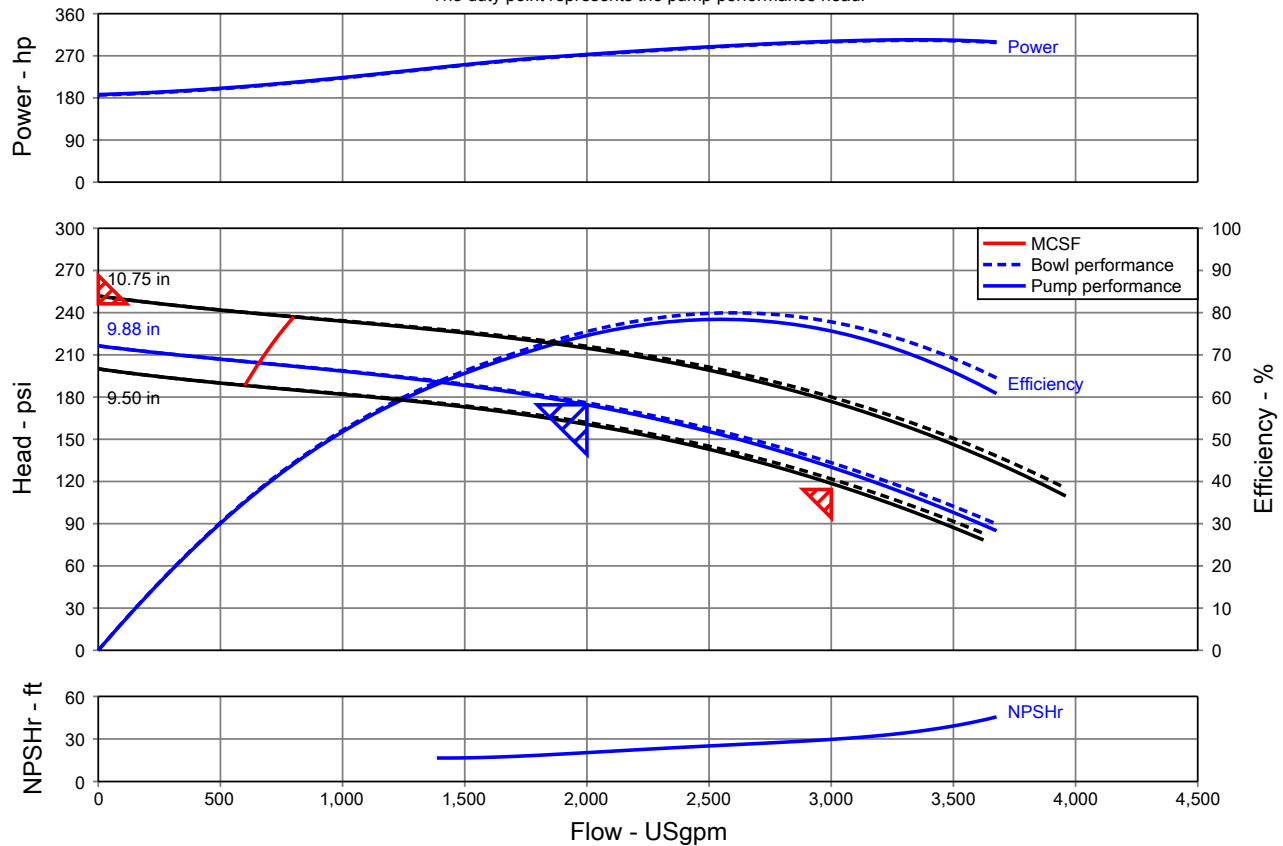
Anexo 4:
Hojas de datos (Data sheet) de los componentes del sistema contra
incendio del muelle 7.

Pump Performance Datasheet

Customer : Fitflow - Peru	Quote number : 760830
Customer reference :	Size : GX15D
Item number : 2000gpm @ 170psi Disch	Stages : 4
Service : NI-AL BRZ - UL Listed Fire Pump	Based on curve number : GX15D 1770 Rev. 0
Quantity : 2	Date last saved : 17 Apr 2018 5:47 PM

Operating Conditions		Liquid	
Flow, rated	: 2,000.0 USgpm	Liquid type	: Sea Water
Differential head / pressure, rated (requested)	: 174.5 psi	Additional liquid description	:
Differential head / pressure, rated (actual)	: 174.9 psi	Solids diameter, max	: 0.00 in
Suction pressure, rated / max	: 0.00 / 0.00 psi.g	Solids concentration, by volume	: 0.00 %
NPSH available, rated	: Ample	Solids concentration, by weight	: 0.00 %
Frequency	: 60 Hz	Temperature, max	: 68.00 deg F
Performance		Fluid density, rated / max	: 1.030 / 1.030 SG
Speed, rated	: 1770 rpm	Viscosity, rated	: 1.00 cP
Impeller diameter, rated	: 9.88 in	Vapor pressure, rated	: 0.00 psi.a
Impeller diameter, maximum	: 10.75 in	Material	
Impeller diameter, minimum	: 9.50 in	Material selected	: Nickel Alum. Bronze/Nickel Alum. Bronze
Efficiency (bowl / pump)	: 75.53 / 74.59 %	Pressure Data	
NPSH required / margin required	: 20.37 / 0.00 ft	Maximum working pressure	: See the Additional Data page
nq (imp. eye flow) / S (imp. eye flow)	: 54 / 150 Metric units	Component pressure limit	: See the Additional Data page
MCSF	: 658.3 USgpm	Maximum allowable suction pressure	: N/A
Head, maximum, rated diameter	: 216.4 psi	Hydrostatic test pressure	: See the Additional Data page
Head rise to shutoff (bowl / pump)	: 23.00 / 24.00 %	Driver & Power Data (@Max density)	
Flow, best eff. point (bowl / pump)	: 2,596.7 / 2,548.3 USgpm	Driver sizing specification	: Max power + 4%
Flow ratio, rated / BEP (bowl / pump)	: 77.02 / 78.48 %	Margin over specification	: 0.00 %
Diameter ratio (rated / max)	: 91.86 %	Service factor	: 1.15 (used)
Head ratio (rated dia / max dia)	: 81.40 %	Power, hydraulic	: 205 hp
Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 9.6.7-2010]	: 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00	Power (bowl / pump)	: 272 / 273 hp
Selection status	: Acceptable	Power, maximum, rated diameter	: 304 hp
		Minimum recommended motor rating	: 300 hp / 224 kW

Pump and bowl (dashed) performance. Bowl adjusted for construction and viscosity.
 Pump further adjusted for friction and power losses of lineshaft and thrust bearings. Pump is not adjusted for any static lift.
 The duty point represents the pump performance head.



PROYECTO: _____	UNIDAD DE ETIQUETA: _____	CANTIDAD: _____
REPRESENTANTE: _____	TIPO DE SERVICIO: _____	FECHA: _____
INGENIERO: _____	ENVIADO POR: _____	FECHA: _____
CONTRATISTA: _____	APROBADO POR: _____	FECHA: _____
	Nº DE PEDIDO: _____	FECHA: _____

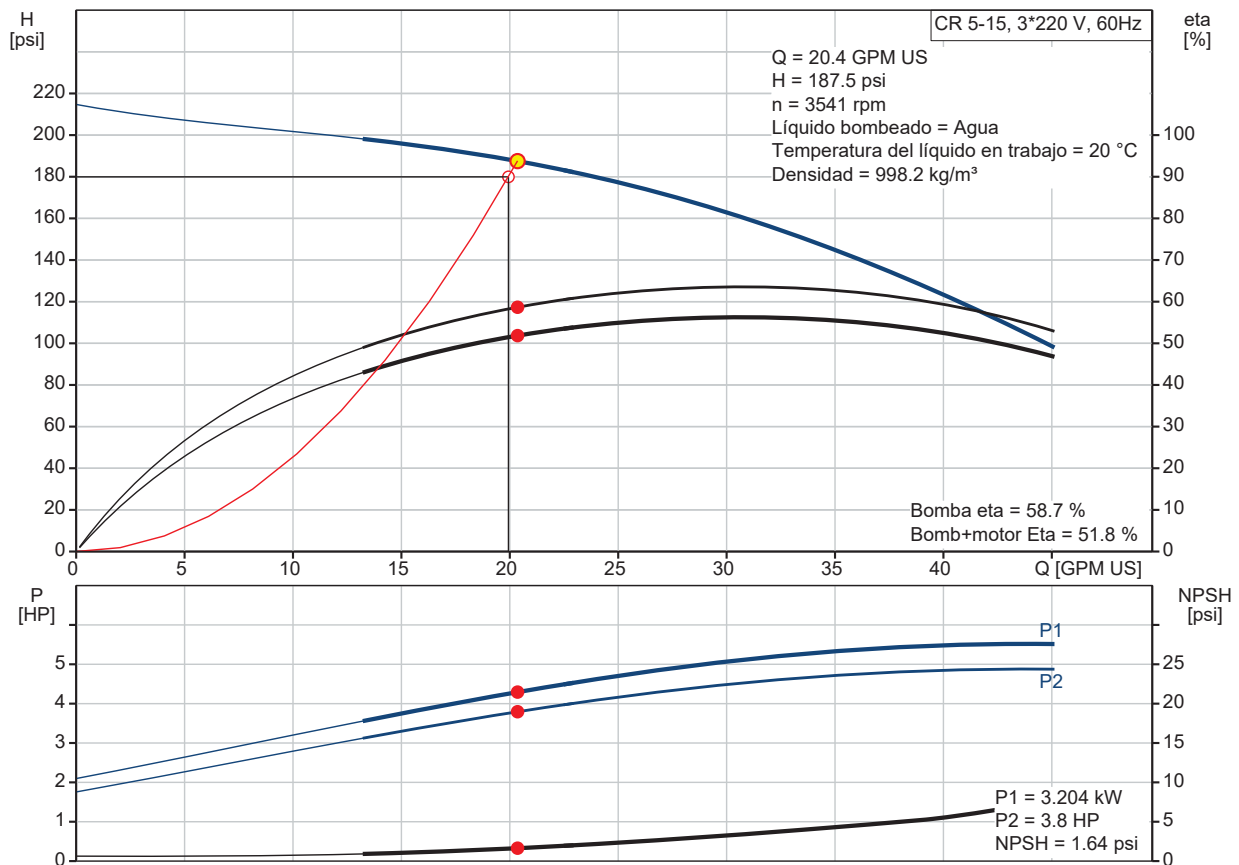


CR 5-15

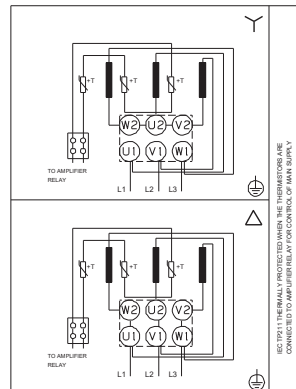
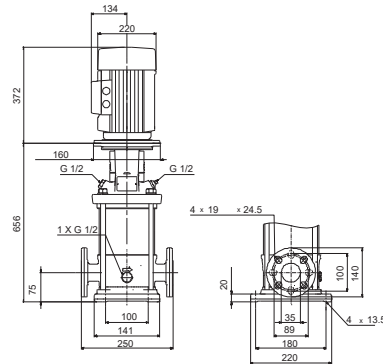
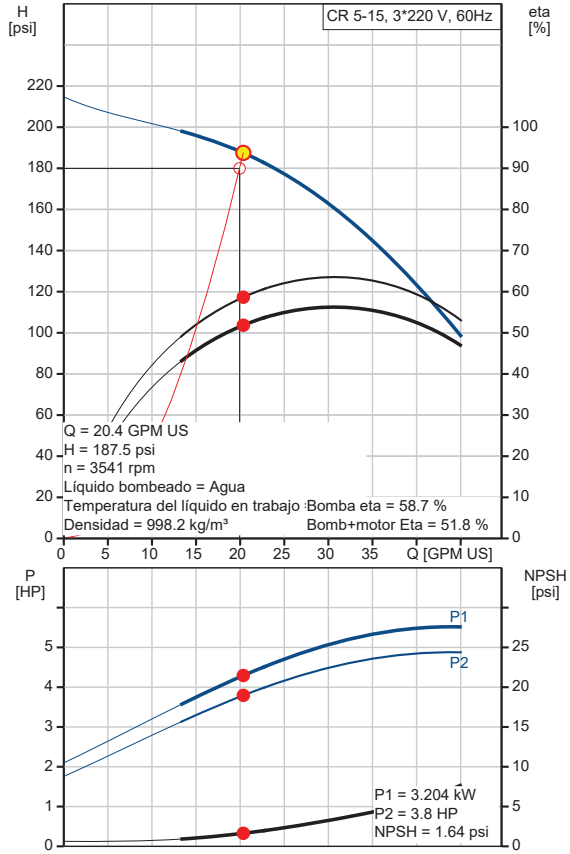
Bombas centrífugas verticales multicelulares

Adverta! la foto puede diferir del actual producto

Condiciones de uso	Datos de la bomba	Datos del motor
Caud: 20.4 GPM US	Presión máxima a la temp. declarada: 25 bar / 120 °C	Potencia nominal - P2: 5.5 HP
Alt.: 187.5 psi	Rango de temperatura del líquido: -20 .. 120 °C	Tensión nominal: 220-277D/380-480Y V
Eficiencia: 51.8 %	Temperatura ambiental máxima: 60 °C	Frecuencia de alimentación: 60 Hz
Líquido: Agua	Approvals: CE, EAC, ACS	Clase aislamien: 55 Dust/Jetting
Temperatura: 20 °C	Shaft seal: HQQE	Clase de aislamiento: F
NPSH requerido: 1.64 psi	Código: Bajo pedido	Protección motor: PTC
Viscosidad: _____		Tipo de motor: 112MC
Gravedad especif: 1.000		Motor_efficiency: 88.5 %



Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	CR 5-15 A-FGJ-A-E-HQQE
Código::	Bajo pedido
Número EAN::	Bajo pedido
Técnico:	
Velocidad para datos de bomba:	3520 rpm
Caudal real calculado:	20.4 GPM US
Caudal nominal:	30.4 GPM US
Altura resultante de la bomba:	187.5 psi
Stages:	15
Impellers:	15
Low NPSH:	N
Pump orientation:	Vertical
Shaft seal arrangement:	Single
Code for shaft seal:	HQQE
Approvals on nameplate:	CE, EAC, ACS
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
Pump version:	A
Model:	A
Materiales:	
Base:	Cast iron EN 1561 EN-GJL-200
Impulsor:	ASTM A48-25B
Impeller:	Stainless steel
Impulsor:	AISI 304
Material code:	A
Code for rubber:	E
Bearing:	SIC
Instalación:	
Temperatura ambiental máxima:	60 °C
Presión de trabajo máxima:	25 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	25 bar / 120 °C
	25 bar / -20 °C
Type of connection:	DIN / ANSI / JIS
Connect code:	FGJ
Size of inlet connection:	DN 25/32
Dimensión aspiración:	1 1/4 inch
Size of outlet connection:	DN 25/32
Dimensión descarga:	1 1/4 inch
Pressure rating for pipe connection:	PN 25
Flange rating inlet:	250 lb
Flange size for motor:	FT130
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m ³
Datos eléctricos:	
Motor standard:	IEC
Tipo de motor:	112MC
Clase eficiencia IE:	NEMA Premium / IE3 60Hz
Potencia nominal - P2:	5.5 HP
Potencia (P2) requerida por la bomba:	5.5 HP
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 220-277D/380-480V V
Corriente nominal:	13,6-11,8/7,80-6,80 A





Empresa: Fitflow Perú S.R.L.
Creado Por: Renzo Justiniano Hueza
Teléfono: +51 977826088
E-m:: firepumps@fitflow.com.pe
Datos: 20GPM@180PSI

Descripción	Valor
Intensidad de arranque:	1000-1470 %
Cos phi - Factor de potencia:	0,91-0,82
Velocidad nominal:	3510-3540 rpm
Eficiencia:	IE3 88,5%
Rendimiento del motor a carga total:	88.5 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	88.6 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	85.2 %
Número de polos:	2
Grado de protección (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección del motor:	PTC
Motor N°:	85U05413
Paneles control:	
Frequency converter:	NONE
Otros:	
Minimum efficiency index, MEI ≥:	0.57
Net weight:	62.1 kg
Gross weight:	65 kg
Shipping volume:	0.13 m3

P80 Series Foam Concentrate Pump

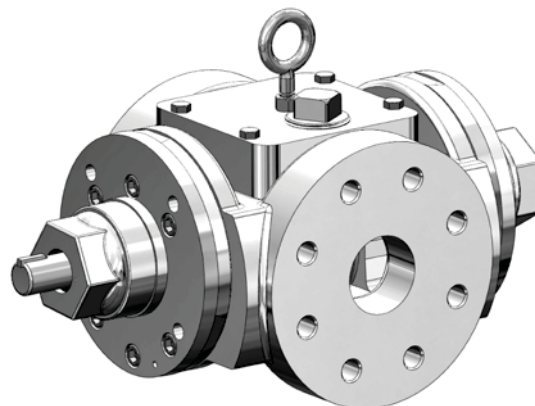
Description

CHEMGUARD foam concentrate pumps are constructed of corrosion resistant brass and stainless steel, and are designed for use with all types of fire fighting foam concentrates.

The pumps are Listed by Underwriters Laboratories as meeting the stringent requirements of "UL 448C, the Standard for Stationary, Rotary-Type, Positive-Displacement Pumps for Fire Protection Service", and Factory Mutual Listed class 1313 and are furnished complete with pressure relief valves which also meet the requirements of these standards.

Features

- Single shaft seal as opposed to dual.
- Internal rotary gear pump
- Fewer moving parts reduces maintenance & wear.
- Integral relief valve port on all pump sizes to simplify installations allowing return to tank operation capability.
- Shaft lip seal is mounted in removable gland for ease of replacement without major pump disassembly.
- Electric motor and diesel engine drives available.
- UL and FM tested for liquids ranging from water up to 4600 cps.
- No special material changes for using fluoroprotein concentrates.
- Pump shafts are supported by multiple Carbon-Graphite and/or Graphaloy bushings eliminating the possibility that failure of one ball bearing will result in complete pump failure.
- To meet UL & FM Listings, pumps must be shipped to include drive motor (electric or diesel), listed controller and PRV along with certificates of flow and pressure testing.



Ordering Information

Model No.	Description
CGP80-60	9 to 54 gpm (34 to 204 L/min)
CGP80-80	14 to 68 gpm (53 to 257 L/min)

Anexo 5:
Resumen del plan de mantenimiento

RESUMEN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	
SISTEMA DE BOMBEO	
CONDICIÓN	FRECUENCIA
Inspección - Cuarto de bombas - Rejilla de ventilación de calefacción - Sistema de bombas de incendio	Semanal Semanal
Prueba - Operación de la bomba Sin flujo: Bombas con motor diésel - Condición de flujo Señales de alarma de la bomba	Semanal Anual
Mantenimiento - Hidráulico - Transmisión mecánica - Sistema eléctrico - Controlador, diferentes componentes - Motor - Sistema de máquina diésel, diferentes componentes	Anual Anual Variable Variable Anual Variable
HIDRANTES / MONITORES	
CONDICIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
Inaccesible	Hacer accesible
Drenaje inadecuado	Reparar el drenaje
Filtraciones en salidas o en el tope del equipo	Reparar o reemplazar las juntas, empaques o partes que sean necesario
Grietas en el equipo	Lubricar si es necesario, apretar si es necesario
Salidas muy ajustadas	Reparar o reemplazar
Roscas de la boquilla gastadas	Reparar o reemplazar
Tuerca de maniobra del hidrante gastada	Reparar o reemplazar

TUBERÍAS EXPUESTAS	
CONDICIÓN	ACCIÓN CORRECTIVA
Filtraciones	Reparar
Daño físico	Reparar o reemplazar
Corrosión	Limpiar o reemplazar y cubrir con revestimiento anticorrosivo
Métodos de sujeción	Repara o reemplazar
SISTEMAS DE ROCIADORES / ASPERSORES	
CONDICIÓN	FRECUENCIA
Inspección Abrazaderas Soportes sísmicos Tubos y conexiones Dispositivos Repuesto Obstrucción Inspección interna de la tubería	Anual
Mantenimiento Válvulas (todos los tipos) Drenajes de punto bajo (sistema de tubería seca) Dispositivo	Anual

Anexo 6:
Formatos de registros de pruebas

BOMBA:					Fecha: __/__/____
1.- DATOS GENERALES					
Razón Social:					
Dirección del establecimiento:					
Distrito		Provincia		Departamento	
2. DATOS DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
BOMBA		MODELO			
MARCA		TIPO DE BOMBA			
N° DE SERIE		PRESIÓN NOMINAL (PSI)			
CAUDAL NOMINAL (GPM)		VELOCIDAD NOMINAL (RPM)			
3. DATOS DEL MOTOR DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
MARCA		MODELO			
N° DE SERIE		TIPO DE MOTOR (diésel, eléctrico, turbina de vapor)			
MOTOR DIESEL					
POTENCIA NOMINAL		VOLTAJE NOMINAL			
4. INSTRUMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS					
Ítem	Código	Rango	Fecha de calibración	Nro. Certificado de la Calibración	
Cabe indicar que la calibración de los manómetros de prueba deberá ser mantenidas a un nivel de exactitud del +/- 1%.					
5. DATOS DE LA PRUEBA					
FLUIDO EMPLEADO					
VALORES DE PLACA Y/O DE LA CURVA DE LA BOMBA			VALORES EXTRAÍDOS DE LA PRUEBA		
Presión de la bomba a 0% (PSI)			Presión de la bomba a 0% (PSI)		
Presión de la bomba a 100% (PSI)			Presión de la bomba a 100% (PSI)		
Presión de la bomba a 150% (PSI)			Presión de la bomba a 150% (PSI)		
El resultado de la prueba será catalogado como satisfactorio cuando la bomba contra incendios iguale o supere el desempeño indicado en la curva característica de la prueba de taller certificada del fabricante dentro de los límites de precisión del equipamiento de prueba.					
6. RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Tiempo de duración de la prueba, min			Resultado de la prueba (Satisfactoria/No satisfactoria):		

7. OBSERVACIONES / COMENTARIOS DE LA INSPECCION VISUAL

8. DOCUMENTOS ADJUNTOS

Certificados de calibración de los instrumentos

Curva característica de la prueba realizada a la bomba

P&ID del sistema contra incendio

Otros (Especificar): _____

9. FIRMAS

REGISTRO DE PRUEBAS

PARAMETROS OBTENIDOS EN LA PRUEBA							
PRUEBA	VELOCIDAD DE LA PRUEBA (N1)	CAUDAL A LA VELOCIDAD (CAUDALIMETRO) (Q1)	PRESIÓN DE DESCARGA A VELOCIDAD DE PRUEBA (H1)	POTENCIA A VELOCIDAD DE PRUEBA (Hp1)	VOLTAJE	CORRIENTE	TEMPERATURA
	RPM	GPM	PSI	KW	V	A	°C
0%							
100%							
150%							

PARAMETROS CORREGIDOS				
PRUEBA	VELOCIDAD NOMINAL (N2)	CAUDAL A LA VELOCIDAD NOMINAL (Q2)	PRESIÓN A VELOCIDAD NOMINAL (H2)	POTENCIA A VELOCIDAD NOMINAL (Hp2)
	RPM	GPM	PSI	KW
0%				
100%				
150%				

RESULTADOS		
PRUEBA	CAUDAL	PRESION
	GPM	PSI
0%		
100%		
150%		

BOMBA:		Fecha: __/__/__			
1.- DATOS GENERALES					
Razón Social:					
Dirección del establecimiento:					
Distrito		Provincia	Departamento		
2. DATOS DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
BOMBA		MODELO			
MARCA		TIPO DE BOMBA	Bomba Turbina vertical		
N° DE SERIE		PRESIÓN NOMINAL (PSI)			
CAUDAL NOMINAL (GPM)		VELOCIDAD NOMINAL (RPM)			
3. DATOS DEL MOTOR DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
MARCA		MODELO			
N° DE SERIE		TIPO DE MOTOR (diésel, eléctrico, turbina de vapor)			
MOTOR DIESEL					
POTENCIA NOMINAL(HP)		VOLTAJE NOMINAL(V)			
4. INSTRUMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS					
Ítem	Código	Rango	Fecha de calibración		
			Nro. Certificado de la Calibración		
Cabe indicar que la calibración de los manómetros de prueba deberá ser mantenidas a un nivel de exactitud del +/- 1%.					
5. DATOS DE LA PRUEBA					
N°	VALORES DE LA PRUEBA CORREGIDOS		VALORES DE LA PLACA DE LA BOMBA		CURVAS COMPARATIVAS DE LA BOMBA P(PSI)
	PRESIÓN	CAUDAL	PRESIÓN	CAUDAL	
	PSI	GPM	PSI	GPM	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
El resultado de la prueba será catalogado como satisfactorio cuando la bomba contra incendios iguale o supere el desempeño indicado en la curva característica de la prueba de taller certificada del fabricante dentro de los límites de precisión del equipamiento de prueba.					
6. RESULTADOS DE LA PRUEBA					

Tiempo de duración de la prueba, min		Resultado de la prueba (Satisfactoria/No satisfactoria):	
7. OBSERVACIONES / COMENTARIOS DE LA INSPECCION VISUAL			
8. DOCUMENTOS ADJUNTOS			
Certificados de calibración de los instrumentos Curva característica de la prueba realizada a la bomba P&ID del sistema contra incendio Otros (Especificar): _ _ _ _ _			
9. FIRMAS			

REGISTRO DE PRUEBAS

PARAMETROS OBTENIDOS EN LA PRUEBA									
N°	VELOCIDAD (N1)	PRESIÓN DE DESCARGA (H1)	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 1	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 2	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 3	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 4	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 5	CAUDAL DE LA BOQUILLA N° 6	CAUDAL TOTAL (Q1)
	RPM	PSI	GPM	GPM	GPM	GPM	GPM	GPM	GPM
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

PARAMETROS OBTENIDOS EN LA PRUEBA			
N°	VOLTAJE	CORRIENTE	TEMPERATURA
	V	A	°C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

PARAMETROS CORREGIDOS			
N°	VELOCIDAD (N2)	CAUDAL (Q2)	PRESIÓN (H2)
	RPM	GPM	PSI
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

BOMBA:					Fecha: __/__/____
1.- DATOS GENERALES					
Razón Social:					
Dirección del establecimiento:					
Distrito		Provincia		Departamento	
2. DATOS DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
BOMBA		MODELO			
MARCA		TIPO DE BOMBA			
N° DE SERIE		PRESIÓN NOMINAL (PSI)			
CAUDAL NOMINAL (GPM)		VELOCIDAD NOMINAL (RPM)			
3. DATOS DEL MOTOR DE LA BOMBA A SER EVALUADA					
MARCA		MODELO			
N° DE SERIE		TIPO DE MOTOR (diésel, eléctrico, turbina de vapor)			
MOTOR DIESEL					
POTENCIA NOMINAL		VOLTAJE NOMINAL			
4. INSTRUMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS					
Ítem	Código	Rango	Fecha de calibración	Nro. Certificado de la Calibración	
5. DATOS DE LA PRUEBA					
FLUIDO EMPLEADO					
VALORES DE PLACA Y/O CURVA DE LA BOMBA			VALORES EXTRAÍDOS DE LA PRUEBA		
Presión máxima de succión de la bomba (PSI)			Presión máxima de succión de la bomba (PSI)		
Presión de descarga nominal de la bomba (PSI)			Presión de descarga nominal de la bomba (PSI)		
Presión máxima de descarga de la bomba (PSI)			Presión máxima de descarga de la bomba (PSI)		
El resultado de la prueba será catalogado como satisfactorio cuando la bomba contra incendios iguale o supere el desempeño indicado en la curva característica de la prueba de taller certificada del fabricante dentro de los límites de precisión del equipamiento de prueba.					
6. RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Tiempo de duración de la prueba, min		Resultado de la prueba (Satisfactoria/No satisfactoria):			

7. OBSERVACIONES / COMENTARIOS DE LA INSPECCION VISUAL

8. DOCUMENTOS ADJUNTOS

Certificados de calibración de los instrumentos

Curva característica de la prueba realizada a la bomba

P&ID del sistema de espuma

Otros (Especificar): _____

9. FIRMAS

REGISTRO DE PRUEBAS

PARAMETROS OBTENIDOS EN LA PRUEBA								
PRUEBA	VELOCIDAD	CAUDAL	PRESIÓN DE SUCCIÓN	PRESIÓN DE DESCARGA	POTENCIA	VOLTAJE	CORRIENTE	TEMPERATURA
	RPM	GPM	PSI	PSI	KW	V	A	°C

RESULTADOS		
PRUEBA	CAUDAL	PRESION
	GPM	PSI