

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



**“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA
REDUCCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS DE LOS TANQUES DE
ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE
ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHÁVEZ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

AUTOR:

JORDAN STEVEN ENCO ZAMORA

ASESOR:

Mg. ESTEBAN ANTONIO GUTIERREZ HERVIAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2024

PERÚ

Document Information

Analyzed document	Informe Final de Tesis-ENCO ZAMORA JORDAN.docx (D182720109)
Submitted	2023-12-28 01:31:00 UTC+01:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	2%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Trabajo de grado completo Yorneis Biangoni Rev. 0 @ 02-10-21.docx Document Trabajo de grado completo Yorneis Biangoni Rev. 0 @ 02-10-21.docx (D134702502)		1
SA	859-TONG CHIOK, MANUEL ROLANDO.pdf Document 859-TONG CHIOK, MANUEL ROLANDO.pdf (D29777426)		3
SA	Tesis Análisis de fallas aplicando las metodologías HAZOP y FMEA en el sistema con tra incendio de una refinería de petróleo.docx Document Tesis Análisis de fallas aplicando las metodologías HAZOP y FMEA en el sistema con tra incendio de una refinería de petróleo.docx (D132395276)		5
SA	16578-Huallanca Marquez, Efrain Alfredo-1.pdf Document 16578-Huallanca Marquez, Efrain Alfredo-1.pdf (D53735367)		3
SA	pardo_rj memoria_.pdf Document pardo_rj memoria_.pdf (D31048547)		3
SA	1600798128_TESIS - Rediseño de sistema contra incendio para empresa de camaron.pdf Document 1600798128_TESIS - Rediseño de sistema contra incendio para empresa de camaron.pdf (D79668451)		1

Entire Document

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

“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHÁVEZ” TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO AUTOR: JORDAN STEVEN ENCO ZAMORA ASESOR:

Mg. GUTIERREZ HERVIAS ESTEBAN ANTONIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Callao, 2023 PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO:

“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHÁVEZ”

AUTOR/ CÓDIGO ORCID / DNI:

Jordan Steven Enco Zamora / <https://orcid.org/0009-0003-8413-235X> / 71523560

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias / <https://orcid.org/0009-0000-7186-1551> / 25669150

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

UNIDADES DE ANÁLISIS:

Sistema de protección contra incendios

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Aplicada / Cuantitativa / No experimental

TEMA OCDE:

Ingeniería Mecánica

**ACTA N°174 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**LIBRO 001, FOLIO N°200, ACTA N°174 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE
TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO.**

A los 13 días del mes de enero del año 2024, siendo las 13:30 horas, se reunieron en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, los miembros del **Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023**, designado con Resolución de Consejo de Facultad N° 302-2023-CF-FIME – Callao, 10 de noviembre de 2023, para la obtención de los **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

- Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI : Presidente
- Mg. JOSÉ MARTÍN CASADO MÁRQUEZ : Secretario
- Mg. GUILLERMO ALONSO GALLARDAY MORALES : Vocal

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **JORDAN STEVEN ENCO ZAMORA**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, sustenta la tesis "**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHÁVEZ**", cumpliendo con la sustentación en acto público de acuerdo al artículo 56° de la Resolución de Consejo Universitario N° 150 -2023-CU.- CALLAO, 15 de junio del 2023.

Con el quórum reglamentario, se dio inicio a la exposición 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 efectuada la deliberación pertinente, acordó por unanimidad. Dar por **APROBADO** en la escala de calificación cualitativa **BUENO**, y con calificación cuantitativa de **15 (QUINCE)**, conforme a lo dispuesto en el Artículo 24° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU- CALLAO, 15 de junio de 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 13.50 horas del día 13 de enero de 2024.


Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Presidente


Mg. José Martín Casado Márquez
Secretario


Mg. Guillermo Alonso Gallarday Morales
Vocal



“Año del Bicentenario, de la Consolidación de nuestra Independencia,
y de la Conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**Dictamen N° 004-2024 - Jurado Evaluador de Sustentación
del II Ciclo Taller de Tesis 2023**

Bellavista, 22 de abril del 2024

EL JURADO EVALUADOR DE SUSTENTACIÓN DEL II CICLO DE TALLER DE TESIS 2023, DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

Visto, el oficio N° 009-2024 – II CTT – FIME, de fecha 15 de abril de 2024, presentado por el coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, el Mg. Ing. JUAN ADOLFO BRAVO FÉLIX, con el cual remite al Decanato de la FIME el levantamiento de las observaciones remitidas según el Dictamen N° 003-2024 – Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023, a las trece (13) tesis de los bachilleres participantes, para su revisión y evaluación.

CONSIDERANDO:

Que, según el art. 36° del Reglamento de Grados y Títulos de UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio de 2023, el trabajo de investigación y la tesis son redactados de acuerdo a la directiva emitida por el Vicerrectorado de Investigación, y es dictaminado por el jurado evaluador de sustentación. El presidente del jurado debe presentar el dictamen al Decano, elaborado de manera colegiada con la opinión favorable o desfavorable.

Que, mediante Resolución del Consejo de Facultad de la FIME N° 303-2023-CF-FIME, de fecha 13 de noviembre de 2023, se designó la conformación del jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

Que, habiendo revisado por cuarta vez las trece (13) tesis luego de su sustentación para determinar si las observaciones realizadas en la tercera revisión fueron levantadas, se verificó que en las trece (13) tesis se levantaron completamente.

Que, mediante la Directiva N° 004-2022-R, aprobada con Resolución Rectoral N° 319-2022-R, de fecha 22 de abril del 2022; Directiva para la Elaboración de Proyecto e Informe Final de Investigación de Pregrado, Posgrado, Equipos, Centros e Instituto de Investigación, el jurado evaluador de sustentación del II Ciclo de Taller de Tesis 2023 de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC.

DICTAMINA:

PRIMERO.- Que, de las trece (13) tesis presentadas por el señor coordinador del II Ciclo de Taller de Tesis 2023, después de la cuarta revisión posterior al proceso de sustentación, las trece (13) tesis levantaron todas las observaciones, cuyos títulos y autores se indican a continuación:



1. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Predictivo en Base al Análisis de Aceite para Mejorar la Disponibilidad Mecánica de la Flota de Cargadores bajo Perfil R1600 en una Unidad Minera – 2023”.

Presentado por los bachilleres: ACUÑA ESPINOZA, ERUNER PRIALE
VALLEJOS HUAMAN, ALEX FAVIO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
ASESOR: Mg. Ing. Arturo Percey Gamarra Chinchay

2. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Mejora de la Disponibilidad de los Equipos del Taller de Fabricación y Mantenimiento de Estructuras y Equipos de Izaje de la Empresa Damol Ingenieros S.A.C. - 2022”.

Presentado por el bachiller: ALBITES AYALA, FABRIZIO RENATO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

3. “Aplicación de la Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO) para Incrementar la Disponibilidad de los Equipos Scooptrams en la Cía. Minera Santa Luisa S.A. – 2022”.

Presentado por los bachilleres: BARRERA BUSTILLOS, JUAN CARLOS
MORE BRAVO, JEFFERSON RODRIGO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Arturo Percey Gamarra Chinchay

4. “Diseño de una Red de Oxígeno Medicinal para Reducir el Consumo de Energía Eléctrica del Área de Hospitalización en el Hospital Policial Augusto Belardino Leguía”.

Presentado por los bachilleres: BEDÓN ESTUPIÑÁN, MIGUEL ÁNGEL
MORÁN REYNAGA, PEDRO MANUEL
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

5. “Diseño de un Puente Grúa Monorriel de 04 Toneladas para Reducir el Tiempo de Traslado de Materiales en el Área de Mecanizado de la Empresa Fabricantes y Constructores S.R.L - 2023”.

Presentado por los bachilleres: DÁVALOS GARCÍA, JOSUÉ DANIEL
TENAZOA FASANANDO, RAFAEL
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

6. Diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico para el Ahorro del Consumo de Energía Eléctrica en las Luminarias de la Planta de Chocolates en una Empresa de Alimentos.

Presentado por el bachiller: DÍAZ SÁNCHEZ, ALEXANDER MARTÍN
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva



7. Diseño de un Sistema contra Incendios para la Reducción de Riesgo de Incendios de los Tanques de Almacenamiento de Combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Presentado por el bachiller: ENCO ZAMORA, JORDAN STEVEN
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías

8. “Implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Reducir Costos de Mantenimiento de las Bombas de Molienda en una Planta Minera”.

Presentado por el bachiller: GALVÁN MENDOZA, CÉSAR CRISTOFER
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

9. “Diseño de un Programa de Lubricación para Aumentar la Disponibilidad de los Bancos de Prueba para Bombas Oleohidráulicas en una Empresa de Servicios”.

Presentado por los bachilleres: RAMOS ARPHI, CRHISTIAN
VENTURA SERVÁN, PABLO CÉSAR
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante

10. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Neumáticos para Mejorar la Disponibilidad en la Flota de Volquetes Actros 4144K en una Unidad Minera del Sur – 2023”

Presentado por el bachiller: ROBLES LEON, ALFREDO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Abel Tapia Díaz

11. “Implementación de un Plan de Mantenimiento Tipo Overhaul para Aumentar la Disponibilidad en el Tractor Oruga D6T CAT de una Empresa Minera”.

Presentado por los bachilleres: ROJAS GOMEZ, VICTOR RODRIGO
MOTTA ROSADA, FRANGHOAR ANGELLO
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante.

12. “Diseño de un Plan de Gestión para Mejorar la Eficiencia Energética en el Área de Producción de una Empresa de Plásticos, Lima 2023”.

Presentado por las bachilleres: ROÑA PUMAHUANCA, MARLEMP JHOMIRA
YANAC HUAMÁN, SILVIA GABINA
Especialidad: Ingeniería en Energía
Asesor: Mg. Carlos Alfredo Bailón Bustamante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador de Sustentación del II Ciclo Taller de Tesis 2023



13. "Diseño de un Sistema de Transporte de Caldos de Anchoqueta para Aumentar el Rendimiento de Producción de Aceite en una Planta de Harina de Pescado de 250 TM/H en Puerto Chicama – La Libertad, 2022".

Presentado por el bachiller: VALENCIA PACHECO, JORGE LUIS
Especialidad: Ingeniería Mecánica
Asesor: Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva

TERCERO.- Se adjunta al presente dictamen los archivos de las trece (13) tesis revisadas.

CUARTO.- Elevar el presente dictamen al señor Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC para los fines de Ley y trámite siguiente.

Mg. Ing. **José Martín Casado Márquez**
Secretario

Mg. Econ. **Guillermo Alonso Gallarday Morales**
Vocal

Mg. Ing. **Alfonso Santiago Caldas Basauri**
Presidente

DEDICATORIA

A quienes son mi motivación más grande, mis padres.

AGRADECIMIENTO

A todos mis cercanos, quienes fueron fuente de consultas y apoyo constante.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción de la realidad problemática	12
1.2 Formulación del problema	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problema específico	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación	14
1.4.1 Justificación práctica	14
1.4.2 Justificación tecnológica	14
1.4.3 Justificación legal	15
1.5 Delimitantes de la investigación	15
1.5.1 Teórica	15
1.5.2 Temporal	15
1.5.3 Espacial	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes	17

2.1.1	Antecedentes internacionales.....	17
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	19
2.2	Bases teóricas	21
2.2.1	Sistema Contra Incendios.....	21
2.2.2	Sistema de enfriamiento:.....	21
2.2.3	Sistema de extinción:.....	21
2.2.4	Análisis de riesgo.....	21
2.3	Marco conceptual.....	22
2.3.1	Análisis de riesgo.....	22
2.3.2	Planta de Abastecimiento Aeropuerto	22
2.3.3	Tanque de almacenamiento de combustible	22
2.3.4	Umbral de radiación.....	24
2.3.5	Sistema de enfriamiento por aspersores	25
2.3.6	Sistema de extinción.....	26
2.3.7	Fórmulas de aplicación para el cálculo hidráulico.....	26
2.3.8	Criterios de diseño normativo	33
2.4	Definición de términos básicos	37
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES	39
3.1	Hipótesis	39
3.1.1	Hipótesis general.....	39
3.1.2	Hipótesis específica.....	39
3.2	Operacionalización de variable.....	39
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	41
4.1	Diseño metodológico	41
4.2	Método de investigación	43
4.3	Población y muestra.	44
4.4	Lugar de estudio.	45

4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	45
4.6	Análisis y procesamiento de datos	46
4.7	Aspectos éticos en investigación	76
V.	RESULTADOS.....	77
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	81
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	82
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	84
VII.	CONCLUSIONES.....	85
VIII.	RECOMENDACIONES	86
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA	92
	ANEXO II: ÁRBOL DE FALLAS	94
	ANEXO III: HOJA DE DATOS DEL TURBO A1	95
	ANEXO IV: CÁLCULO AGUA-ESPUMA.....	100
	ANEXO V: PLANO RADIACIÓN A INSTALACIONES	101
	ANEXO VI: PLANO RADIACIÓN A PERSONAS	102
	ANEXO VII: SIMULACIÓN EN AFT FATHOM 12	103
	ANEXO VIII: HOJA DE DATOS DE EQUIPOS	132
	ANEXO IX: PLOT PLAN PAA AIJC.....	169
	ANEXO X: PLANOS SCI.....	170
	ANEXO XI: AUTORIZACIÓN USO DE DATOS	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Umbrales de radiación de interés.....	25
Tabla 2.2 Valores del coeficiente Hazen-Williams	28
Tabla 2.3 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías	29
Tabla 2.4 Número de salidas fijas de descarga de espuma en tanques de almacenamiento de techo fijo.....	35
Tabla 2.5 Tiempos mínimos de descarga de aplicación para salidas fijas de descarga de espuma en tanques de almacenamiento de techo fijo.....	35
Tabla 2.6 Relación diámetro de tanque y cantidad de mangueras contra incendios.....	36
Tabla 2.7 Relación diámetro del tanque y tiempo de operación de manguera	36
Tabla 4.8 Técnica de análisis documental	46
Tabla 4.9 Información general de los tanques	47
Tabla 4.10 Equipos afectados por radiación térmica	48
Tabla 4.11 Filosofía de operación del Sistema de Contra Incendios	49
Tabla 4.12 Caudal de enfriamiento de toroide	52
Tabla 4.13 Características del toroide de enfriamiento	52
Tabla 4.14 Parámetros operativos del toroide.....	53
Tabla 4.15 Características del aspensor seleccionado.....	54
Tabla 4.16 Parámetros de operación del aspensor	54
Tabla 4.17 Parámetros operativos del toroide.....	55
Tabla 4.18 Parámetros operativos de aspersores del toroide.....	57
Tabla 4.19 Parámetros operativos del toroide.....	58
Tabla 4.20 Pérdidas de longitud equivalente de toroide a manifold de enfriamiento	59
Tabla 4.21 Cálculos de pérdidas por elevaciones de toroide a manifold	59
Tabla 4.22 Datos iniciales para diseño de enfriamiento de techo	61
Tabla 4.23 Características técnicas de la boquilla Aquastream 4450	61
Tabla 4.24 Principales características del Monitor Copperhead 8593-02	62
Tabla 4.25 Condiciones climatológicas de la PAA AIJC	63
Tabla 4.26 Principales características del Hidrante Weflo AF1311-250-2H1PM	64
Tabla 4.27 Requerimientos mínimos del sistema de extinción.....	64

Tabla 4.28	Parámetros operativos de la cámara de espuma ANSUL AFC-33065	
Tabla 4.29	Cálculos de pérdidas de longitud equivalente de toroide a manifold	66
Tabla 4.30	Pérdidas por elevaciones de cámara a manifold de espuma	66
Tabla 4.31	Requerimientos mínimos de espuma contra incendios	67
Tabla 4.32	Principales características del tanque bladder	67
Tabla 4.33	Principales características del Proporcionador Flowmax CL	68
Tabla 4.34	Presiones en manifold de enfriamiento y espuma	68
Tabla 4.35	Requerimientos de presión y caudal por sistema	69
Tabla 4.36	Presión y caudal en el sistema de bombas contra incendios	69
Tabla 4.37	Presión y caudal del sistema de bombeo	70
Tabla 4.38	Caudales de bombas contra incendios listadas	70
Tabla 4.39	Principales características de la motobomba contra incendios	72
Tabla 4.40	Caudales de los sistemas	73
Tabla 4.41	Parámetros operativos del escenario de mayor demanda de agua-espuma	73
Tabla 4.42	Matriz de riesgos antes del tratamiento	74
Tabla 4.43	Matriz de riesgos con medidas de mitigación	75
Tabla 5.44	Parámetro operativos del Sistema Contra Incendios	77
Tabla 5.45	Capacidad de tanque de agua	78
Tabla 5.46	Sistema de aspersores en toroide	78
Tabla 5.47	Sistema de enfriamiento por Monitore-Hidrantés	79
Tabla 5.48	Sistema de espuma mediante cámaras	79
Tabla 5.49	Características del Tanque Bladder	79
Tabla 5.50	Sistema de bombeo contra incendios	80
Tabla 5.51	Resumen parámetros operativos simulación vs teóricos	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Tanque atmosférico de techo fijo tipo Domo.....	23
Figura 2.2 Tanque atmosférico de techo fijo tipo cónico	23
Figura 2.3 Tanque atmosférico de techo flotante	24
Figura 2.4 Sistema de enfriamiento por aspersores en tanque.....	25
Figura 2.5 Cámara de espuma instalado en tanque techo fijo	26
Figura 2.6 Traslape de cobertura de aspersores	27
Figura 2.7 Representación de los parámetros operativos.....	32
Figura 4.8 Distribución de tanques de combustible.....	48
Figura 4.9 Diagrama de distancias para aspersores.....	53
Figura 4.10 Distribución de boquillas	54
Figura 4.11 Pérdidas de presión por caudal en Monitor Copperhead 8593-02	62
Figura 4.12 Curvas de rendimiento de la motobomba contra incendios	71
Figura 4.13 Datos técnicos de la motobomba contra incendios.....	72

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AIJC	Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
FM	Factory Mutual Global
NFPA	National Fire Protection Association
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PAA	Planta Abastecimiento Aeropuerto
UL	Underwriters Laboratories
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones

RESUMEN

El propósito de la investigación fue diseñar un sistema contra incendios bajo los lineamientos de normas nacionales e internacionales para reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la nueva Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Toda planta de almacenamiento de combustible, debido a su misma naturaleza, está sometida a riesgo de incendio. Dentro los mayores riesgos se encuentra el incendio en un tanque de almacenamiento de combustible, el cual generaría una reacción en cadena, como un incendio de grandes magnitudes, perjudicando principalmente al entorno humano, natural y socioeconómico. Por tal razón, las normativas nacionales exigen a las plantas de almacenamiento de combustible, contar con un sistema contra incendios aprobado por la autoridad competente (OSINERGMIN).

La investigación se enmarcó en la línea de investigación tipo aplicada no experimental con un enfoque cuantitativo, con un método analítico-sintético, permitiendo diseñar el sistema contra incendios en subsistemas, como un sistema de enfriamiento y un sistema de extinción.

De la investigación realizada se determinó que el diseño de un sistema contra incendios reduce el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la nueva Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Palabras clave: Sistema, Incendios, Extinción, Enfriamiento, Riesgo, Planta de Abastecimiento Aeropuerto.

ABSTRACT

The purpose of the research was to design a fire protection system in accordance with national and international standards to reduce the risk of fire in the fuel storage tanks of the new Jorge Chávez Airport Storage Plant.

Every oil storage plant, due to its inherent nature, is subject to the risk of fire. Among the major risks is a fire in an oil storage tank, which could trigger a chain reaction, such as a large-scale fire, primarily affecting the human, natural, and socioeconomic environment. For this reason, national regulations require oil storage plants to have a fire protection system approved by the competent authority (OSINERGMIN).

The research was framed within the applied non-experimental research type with a quantitative approach, employing an analytical-synthetic method to design the fire protection system in subsystems, such as a cooling system and an extinguishing system.

From the conducted research, it was determined that the design of a fire protection system reduces the risk of fire in the fuel storage tanks of the new Jorge Chávez Airport Storage Plant.

Keywords: System, Fires, Extinguishing, Cooling, Risk, Airport Storage Plant.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de protección contra incendio han demostrado ser una solución para mitigar las consecuencias producto de un siniestro para ello existen normas nacionales e internacionales que brindan un grado de protección razonable al predio (Mahoney, 2021).

Durante el periodo 2007 al 2011 en EE.UU los departamentos de bomberos respondieron en promedio 301 incendios en tanques de almacenamiento exteriores. Estos incendios causan un promedio anual de 1 civil herido y \$3 millones en daños directo a la propiedad (Fires at Outside Storage Tanks, 2014).

Por ello el diseño e implementación de un sistema de protección contra incendio es un factor muy importante (además, de ser exigido normativamente) para tener en cuenta en todos las plantas de abastecimiento en aeropuertos debido a que brindan un importante grado de protección frente a un incendio, el cual protege no solo la integridad de las personas que trabajan en el sino también a los activos de la empresa.

Lo indicado anteriormente está en concordancia a lo indicado por NFPA, “El propósito de esta norma es proveer un grado razonable de protección contra incendios para la vida y las propiedades a través de la normalización, requisitos de instalación y diseño para sistemas de aspersores, entre los que se incluyen las tuberías para servicio privado contra incendios, basados en sólidos principios de ingeniería, datos de pruebas y experiencia de campo” (2021 pág. 9).

A nivel local, la nueva Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, abastecerá de combustible al nuevo terminal de pasajeros del aeropuerto. Este nuevo patio de tanques de combustibles contará con un sistema contra incendios fijo mediante anillos de aspersores y monitores-hidrantes para enfriamiento y un sistema de extinción mediante cámaras de espuma para la protección de la vida humana y reducir el riesgo ante un escenario de incendio.

La investigación tiene como objetivo realizar el diseño de un sistema de protección contra incendio para reducir el riesgo de incendio en los tanques de almacenamiento de combustible, para ello se basa en diversos factores de riesgo propios de la planta de abastecimiento de combustible, así como el uso de

normas internacionales y nacionales. Como planteo del diseño del sistema protección contra incendio se tiene previsto utilizar aspersores, monitores-hidrantes y sistema extinción por espuma, los cuales serán alimentados por un sistema de bombeo contra incendios dedicado netamente a la planta de combustible.

Por lo tanto, se propone diseñar un sistema de protección contra incendio capaz de reducir los riesgos de incendio de los tanques de combustibles de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, y que cumpla los requisitos mínimos para su aprobación por la autoridad competente.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las pérdidas de vidas humanas y activos, producidos por un incendio son un riesgo muy alto que existe en la industria de hidrocarburos.

Las aeronaves consumen un tipo de combustible tipo Turbo Jet A1, el cual debe estar almacenado en tanques destinados para su recepción y despacho. Estos tanques están sujetos a distintos causales, pudiendo producir una ignición, y como efecto, el incendio del tanque de combustible.

Las plantas de abastecimiento aeropuerto a nivel internacional cuentan con un sistema contra incendio capaz de reducir el riesgo de incendio ante un escenario de incendio.

Con la finalidad de abastecer de combustibles líquidos a las aeronaves del nuevo aeropuerto, la nueva Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, implementará 4 tanques de combustibles con una capacidad neta de almacenamiento de 217,600 barriles.

Los 4 tanques de almacenamiento están diseñados bajo la norma API 650-12ª Edición, y destinados para el almacenamiento de líquidos combustibles clase II.

El almacenamiento de líquidos combustibles genera riesgos altamente potenciales de incendio, los cuales pueden originarse desde distintas fuentes.

Ante ello, estos tanques de almacenamiento deben contar con un sistema contra incendios, el cual debe ser diseñado conforme al reglamento nacional y a las NFPA aplicables (Ver anexo II).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo realizar el diseño de un sistema contra incendios para la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?

1.2.2 Problema específico

- ¿Cómo determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios que permita la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?
- ¿Cómo dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios que permita reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?
- ¿Cómo seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permita la reducción de riesgo de incendio de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema contra incendios para la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios que permita la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.
- Dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios que permita reducir el riesgo de incendio de los tanques de

almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

- Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permita la reducción del riesgo de incendios de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

1.4 Justificación

Para el presente trabajo de investigación se ha determinado la justificación práctica y legal.

1.4.1 Justificación práctica

Una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo (Bernal Torres, 2010 pág. 106).

Debido a la construcción de un nuevo terminal de pasajeros para el aeropuerto Jorge Chávez, se demanda el almacenamiento de combustibles líquidos - clase II para abastecimiento de combustible hacia las aeronaves, por tal se decide construir 4 tanques verticales de almacenamiento diseñados bajo el API 650 12ª edición. Sin embargo, al ser combustibles líquidos - clase II, dichos tanques de almacenamiento se encuentran expuestos a cualquier escenario de incendio por parte de los combustibles líquidos. Por tal motivo, se debe contar con un sistema de protección contra incendios, en base a los reglamentos nacionales vigentes y normas reconocidas internacionalmente.

1.4.2 Justificación tecnológica

Se justifica tecnológicamente una investigación cuando se satisface las necesidades sociales. Que pueden ser: Soluciones que permiten mejorar su nivel de vida, Soluciones que mejoran la ecología, Soluciones que permiten mejorar el sistema productivo (Espinoza Montes, 2014 pág. 71).

La presente investigación busca reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, protegiendo la vida humana tanto del personal operativo de la instalación como ajeno.

1.4.3 Justificación legal

“La presente Ley Orgánica norma las actividades de Hidrocarburos en el territorio nacional” (Ley Orgánica que norma las actividades de Hidrocarburos en el territorio nacional - Ley N° 26221, 1993 pág. 1).

Debido a la actividad propia que realiza la planta de almacenamiento aeropuerto Jorge Chávez, ésta se encuentra dentro del alcance de la Ley Orgánica de Hidrocarburos N° 26221. Asimismo, del Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-93-EM y del Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias, los cuales exigen a las instalaciones que almacenan productos derivados de los hidrocarburos a contar con equipos certificados y dedicados exclusivamente a la lucha contra incendios, a fin de mitigar el impacto que pueda ocasionar un escenario de incendio.

1.5 Delimitantes de la investigación

1.5.1 Teórica

La investigación cuenta con delimitación teórica empleando teorías básicas de mecánicas de fluidos y bibliografías específicas de sistemas contra incendios. Asimismo, bases teóricas del análisis de riesgo y valorización de esta.

1.5.2 Temporal

La presente investigación se desarrolla en el contexto de la construcción de la nueva Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, la cual cuenta con fecha de inicio de operación a enero de 2025. Para cumplir con la fecha indicada se debe realizar la ingeniería del sistema contra incendios de los nuevos tanques

de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez en el año 2023.

1.5.3 Espacial

Para la investigación se basa en la parcela destinada para la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, ubicada en Callao-Perú.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Muñoz Marchena (2021) en su investigación nombrada “Diseño de tanques de almacenamiento de combustibles e implantación de la terminal según Instrucción Técnica Complementaria MI-IP02 y protección contra incendios” para optar el grado universitario en Ingeniería Química en la Universidad de Sevilla, Sevilla – España, establece como objetivo el diseño de un terminal portuario en el Puerto de Isla Verde, lo que conlleva también el diseño de un sistema contra incendios.

Como conclusión de la investigación se puede tomar en cuenta otra norma de referencia europeas (UNE), a manera de llegar a ser más conservadores y optar por la más rigurosa en diseño y seguridad.

Navia Ortiz (2018) en su investigación titulada “Comparación técnica en redes de protección contra incendio por medio de sistema convencional de rociadores y sistema de agua nebulizada”, para optar el grado de Magíster en Ingeniería - Recursos Hidráulicos, en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá – Colombia, establece como objetivo presentar la comparación de los sistemas de protección contra incendio por medio de rociadores convencionales y los sistemas a base de agua nebulizada, con base en la elaboración de diversos escenarios de fuego con diferentes componentes combustibles recreando eventos de incendio en un ambiente controlado de laboratorio.

Como conclusión de la investigación permite establecer criterios de selección de equipos contra incendios, entre rociadores convencionales y sistemas de agua nebulizada (aspersores).

Ramírez Fuentes (2018) en su proyecto titulado “Sistema Automático de la Protección Contra Incendios de un Tanque de Trementina”, para optar el grado de Ingeniero de Ejecución en Control E Instrumentación Industrial, en la Universidad Técnica Federico Santa María de Concepción – Chile, establece como objetivo el diseño de un sistema de extinción automática de manera eficiente y adecuada para un estanque de trementina de tal manera que esté en

la capacidad de salvar vidas humanas y permitir la continuidad de las actividades dentro del proceso de producción.

Como conclusión de la investigación nos permite conocer los detalles de los distintos sistema que abarca el sistema contra incendios, específicamente sobre los sistema de extinción, que es donde nos enfocamos específicamente en la presente investigación.

Marcía Manrubia (2016), en su tesis de grado titulada “Estación de bombeo y depósito de almacenamiento de agua contra incendios en instalación de almacenamiento de líquidos inflamables”, para optar el grado de Ingeniera Química Industrial, en la Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. Desarrolla el cálculo a fin de determinar el volumen de agua contra incendios necesario para cubrir su máxima demanda de consumo de agua-espuma ante un escenario de incendio.

De la investigación, se permite consolidar criterios para el cálculo de la reserva de agua contra incendios capaz de abastecer el escenario de mayor demanda de agua-espuma de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Catari Cahyaya (2023) en proyecto de grado titulado “Diseño del sistema de protección contra incendios para los tanques de almacenamiento de Jet Fuel 212 y 214 de la planta de Senkata – YPFB” de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. Realiza el análisis de radiaciones de incendio en los tanques de Jet Fuel, y en base a la simulación realiza el diseño del sistema contra incendios para la protección de los tanques de almacenamiento y la vida humana.

Como conclusión de la investigación citada, permite verificar que el sistema contra incendios cumple con los requisitos exigibles por NFPA, asegurando la protección contra incendios de los tanques de almacenamiento de Jet Fuel 212 y 214.

2.1.2 Antecedentes nacionales

El Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2018), realiza en análisis de riesgo, identificando el escenario de máximo riesgo y mayor consumo de agua y espuma, que resulta un incendio en un tanque Jet Fuel. Y establece los parámetros mínimos de operación del sistema contra incendios.

Como conclusión del Estudio de Riesgos, permite establecer los parámetros mínimos de consumo de agua-espuma para la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

García Lara (2021), en su informe profesional titulado “Cálculo hidráulico y rediseño de un sistema de agua contra incendio para un terminal de almacenamiento de combustible Turbo A1 en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú, el objetivo general desarrolla los cálculos hidráulicos de rediseño del sistema contra incendio para la ampliación de la planta de abastecimiento de combustible A1 en el Aeropuerto internacional Jorge Chávez. Del cual concluye con dos propuestas alternativas para el nuevo rediseño del sistema contra incendios.

La investigación permite realizar la comparación entre alternativas válidas para un rediseño de un sistema contra incendios, considerando la existencia de un sistema ya existente, como es el caso de la presente investigación.

Alcarraz Espinoza (2020), en su tesis “Análisis y diseño hidráulico optimizado de un sistema de protección contra incendio por enfriamiento y sofocación para tanques verticales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos en la planta terminal Juliaca” establece como objetivo analizar y realizar un diseño de la red contra incendios para tanques verticales haciendo uso del software WaterCAD, del cual concluye determinando los diámetros de tuberías, presiones y caudales necesarios para poder instalar un sistema contra incendios.

Como conclusión de la investigación se puede obtener comparar los resultados simulados con los calculados teóricamente y definir la fiabilidad y precisión de los softwares especializados.

Juliano Barra (2019), en su informe profesional titulado “Diseño del sistema contra incendios para los tanques de almacenamiento del nuevo terminal de combustibles líquidos ubicado en la ciudad de Ilo”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa – Perú, establece como objetivo Diseñar un sistema contra incendios seguro para los tanques de almacenamiento del Terminal de combustibles líquidos en la ciudad de Ilo. De donde se determina la adecuada distribución de aspersores para un sistema de enfriamiento adecuado de los tanques de almacenamiento.

Como conclusión de la investigación permite seguir los lineamientos establecidos en las NFPA y buenas prácticas de diseño para desarrollar una correcta distribución de aspersores del sistema contra incendios del tanque de almacenamiento.

Accostupa Quispe (2018), en su informe profesional titulado “Dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería Conchán en base a la norma NFPA”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Nacional Tecnológica del Sur, Lima – Perú, establece como objetivo realizar el dimensionamiento de aspersores y cámaras de espuma contra incendios correspondiente al tanque N° 68 de la refinería Conchán en base a la norma NFPA. De donde se determina la cantidad de aspersores y cámaras de espuma siguiendo los lineamiento y recomendaciones establecidas en las normas NFPA, asimismo se determinó el caudal y presión necesario en el manifold de enfriamiento y extinción.

Como conclusión de la investigación permite comparar criterios de diseño y comparar resultados siguiendo los mismos lineamientos establecidos en las normas internacionales aplicables.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema Contra Incendios

La extinción de incendios en instalaciones para almacenamiento de hidrocarburos, deben ser considerados además del agua de extinción y enfriamiento, los agentes extintores como espumas mecánicas y polvos químicos secos y otros como dióxido de carbono y líquidos vaporizantes que no afecten al ozono, siempre y cuando se encuentren normados de acuerdo al NFPA y sean necesariamente listados y aprobados en su eficiencia y calidad por la UL, FM o USCG y/o específicamente requeridos (Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-93-EM y modificatorias, 1993 pág. 50).

2.2.2 Sistema de enfriamiento:

Sistema de tuberías fijas activado manual o automáticamente, conectado a un suministro de agua y equipado con boquillas de pulverización de agua diseñadas para proveer una descarga y distribución específicas de agua sobre el área o las superficies protegidas (NFPA 15, 2022 pág. 11).

2.2.3 Sistema de extinción:

Parte del sistema fijo contra incendios, el cual tiene como función principal extinguir el incendio, mediante el uso de agentes químicos, como espuma contra incendios. Estos sistemas atacan directamente al fuego, produciendo el enfriamiento de extinción (NFPA 11, 2021 pág. 12).

2.2.4 Análisis de riesgo

El estudio para evaluar los peligros potenciales y sus posibles consecuencias en una instalación existente o en un proyecto, con el objeto de establecer medidas de prevención y protección (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 4).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Análisis de riesgo

El estudio para evaluar los peligros potenciales y sus posibles consecuencias en una instalación existente o en un proyecto, con el objeto de establecer medidas de prevención y protección (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 4).

2.3.2 Planta de Abastecimiento Aeropuerto

Instalación ubicada dentro de los linderos de un aeropuerto, en la cual se lleva a cabo, la recepción, almacenamiento y despacho de combustibles de aviación a aeronaves (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 28).

2.3.3 Tanque de almacenamiento de combustible

Cualquier recipiente con una capacidad para Líquidos que exceda los 277 L (60 Gal US), usado en Instalaciones fijas y que no es usado para procesamiento.

Los cuales se dividen en:

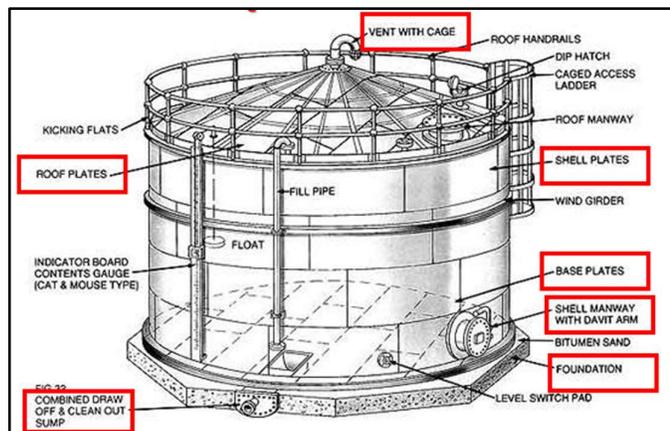
- Tanque atmosférico de techo fijo, los cuales pueden tener forma de domo o cono.

Figura 2.1 Tanque atmosférico de techo fijo tipo Domo



Fuente: (Rejiglass)

Figura 2.2 Tanque atmosférico de techo fijo tipo cónico



Fuente: (J2MECH Ingeniería y Diseño)

- Tanque atmosférico de techo flotante, aquel en que el techo flota sobre la superficie del líquido, eliminándose el espacio para los vapores. (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 35).

Figura 2.3 Tanque atmosférico de techo flotante



Fuente: (J2MECH Ingeniería y Diseño)

La nueva PAA AIJC contará con cuatro tanques atmosféricos de techo fijo tipo domo para el almacenamiento de combustibles líquidos.

2.3.4 Umbrales de radiación

Para la presente investigación, nos basamos en dos valores de umbral que son de interés:

Umbrales de radiación de la instalación:

Según Casal, y otros (1999 pág. 114) , indica que a 12.6 kW/m^2 se genera debilidad estructural en aceros de pared delgada bajo condiciones de aislamiento térmico por la parte no radiada.

Umbrales de radiación en personal:

Según Oil Gas Producers (2010 pág. 3), indica que a 5.1 kW/m^2 se genera un dolor después de 20 segundos y lesiones a más tiempo de exposición.

De lo expuesto se tienen 2 importantes umbrales de estudio:

Tabla 2.1 Umbrales de radiación de interés

Radiación Térmica (kW/m ²)	Efecto observado
12.6	Debilidad estructural en aceros de pared delgada bajo condiciones de aislamiento térmico por la parte no radiada
5.1	Genera un dolor después de 20 segundos y lesiones a más tiempo de exposición.

Fuente: Casal, et al (1999 pág. 114) y Oil Gas Producers (2010 pág. 3)

Según el Estudio de Riesgos de Seguridad, las áreas afectadas por radiación a niveles superiores a 12.6 kW/m² deben ser enfriadas.

2.3.5 Sistema de enfriamiento por aspersores

Sistema de tuberías fijas activado manual o automáticamente, conectado a un suministro de agua y equipado con boquillas de pulverización de agua diseñadas para proveer una descarga y distribución específicas de agua sobre el área o las superficies protegidas. (NFPA 15, 2022 pág. 11).

Figura 2.4 Sistema de enfriamiento por aspersores en tanque



Fuente: (HD Fire Protect)

2.3.6 Sistema de extinción

Parte del sistema fijo contra incendios, el cual tiene como función principal extinguir el incendio, mediante el uso de agentes químicos, como espuma contra incendios. Estos sistemas atacan directamente al fuego, produciendo el enfriamiento de extinción (NFPA 11, 2016 pág 8).

Figura 2.5 Cámara de espuma instalado en tanque techo fijo



Fuente: (Zensitec)

2.3.7 Fórmulas de aplicación para el cálculo hidráulico

Las fórmulas que se listan a continuación, forman parte de los cálculos hidráulicos realizados.

Descarga de boquillas

El cálculo de los parámetros de operación de boquillas (aspersores, hidrantes, monitores, rociadores) se efectuará usando la fórmula general de boquillas conforme al numeral 8.5.1.5 (NFPA 15, 2022 pág. 29):

$$Q = K * \sqrt{P} \quad (2.1)$$

Donde:

Q: Flujo de la boquilla (gpm)

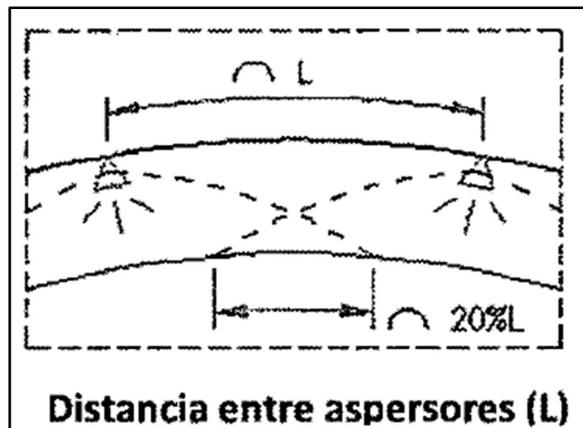
K: Coeficiente K de la boquilla (gpm/psi^{1/2})

P: Presión total para el flujo (psi)

Traslape de protección

Según (Juliano Barra, 2019) y (Mendoza Bruno, 2014) toman como buenas prácticas de diseño, un traslape de enfriamiento de por lo menos el 20% de la separación de aspersores.

Figura 2.6 Traslape de cobertura de aspersores



Fuente: (Mendoza Bruno, 2014)

Factor “C” (Hazen-Williams)

El coeficiente Hazen-Williams depende de la rugosidad de las tuberías., de acuerdo a la tabla 8.5.2.3 de la (NFPA 15, 2022 pág. 30)

Para el diseño del presente sistema contra incendio utilizaremos tubería de acero al carbono Sch 40, ASTM A53, Gr. B para las líneas aéreas (el cual será galvanizado solo en líneas secas) y tubería HDPE PE417 CL 200 para líneas enterradas.

Tabla 2.2 Valores del coeficiente Hazen-Williams

MATERIAL	VALOR "C"	FACTOR MULTIPLICATIVO POR CAMBIO DE MATERIAL (F _{MAT})
Tubería de acero al carbono Sch 40, ASTM A53, Gr. B	120	1
HDPE (Listado)	150	1.51

Fuente: (NFPA 15, 2022)

Pérdidas de carga por fricción

Las pérdidas de carga por fricción en las tuberías deben determinarse por la fórmula de Hazen-Williams, de acuerdo con el numeral 8.5.1.1 de la (NFPA 15, 2022 pág. 28).

$$J = \frac{4.52 * Q_t^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} \quad (2.2)$$

Donde:

J: Resistencia friccional (psi / pie de tubería)

Q_t: Caudal de flujo total (gpm)

C: Coeficiente de pérdida de fricción

d: Diámetro interno de la tubería (pulg)

En el anexo VIII se muestran los diámetros internos de las tuberías.

Longitud equivalente total

Las longitudes equivalentes por pérdidas de fricción deben ser consideradas unificadas y consideradas en el cálculo hidráulico, en ese sentido, se realiza la suma de las longitudes equivalente por pérdidas de fricción en tuberías y accesorios, acuerdo con el numeral 8.5.3.3 de la (NFPA 15, 2022 pág. 30):

$$L_t = L_{tub} + \sum L_e \quad (2.3)$$

Donde:

L_t : Longitud equivalente total (m)

L_{tub} : Longitud de tubería (m)

L_e : Longitud equivalente (m)

Finalmente, de acuerdo con el numeral 8.5.1.1 y 8.5.3.3 de la (NFPA 15, 2022 pág. 30), la pérdida de carga en (psi) está dada por:

$$J_f = J * L_{eq} \quad (2.4)$$

Donde:

J_f : Pérdida de carga (psi)

J : Resistencia friccional (psi / pie de tubería)

L_{eq} : Longitud equivalente total de tuberías y accesorios (pie de tubería)

Pérdidas de longitud equivalente

Carta de longitudes equivalentes de tuberías según numeral 8.5.2.1 de la (NFPA 15, 2022 pág. 29).

Tabla 2.3 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías

ACCESORIOS Y VÁLVULAS EXPRESADOS EN (m) EQUIVALENTES DE TUBERÍA							
	2 1/2"	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

ACCESORIOS Y VÁLVULAS EXPRESADOS EN (m) EQUIVALENTES DE TUBERÍA							
	2 ½"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
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: (NFPA 15, 2022).

Cambio de diámetro de sección interna.

Para diámetros internos de tuberías diferentes de acero de cédula 40, el valor equivalente en pies que se muestra debe ser multiplicado por un factor derivado de la siguiente fórmula, según la tabla 8.5.2.1 de la (NFPA 15, 2022 pág. 29).

$$\left(\frac{D_{int}}{D_{int\ sch40}}\right)^{4.87} = F_{dia} \quad (2.5)$$

Donde:

F_{dia} : Factor multiplicativo por cambio de diámetro

D_{int} : Diámetro interno actual (pulg)

$D_{int\ sch40}$: Diámetro interno de la tubería de acero cédula 40 (pulg)

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, según los numerales 8.5.2.3 y 8.5.3.10 de la (NFPA 15, 2022 pág. 30):

$$L_{acc\ otro\ material} = L_{acc} * f_{mat} * f_{dia} \quad (2.6)$$

Donde:

$L_{acc. \text{ otro material}}$: Longitud equivalente de un accesorio que no tienen diámetro interior de Sch. 40 (m)

L_{acc} : Longitud del accesorio (m)

F_{mat} : Factor multiplicativo por cambio de material

F_{dia} : Factor multiplicativo por cambio de diámetro

Pérdida de presión por elevación

La pérdida de presión por elevación se obtiene de la ecuación (Mendoza Bruno, 2014 pág. 68):

$$P_{elev} = 1.422 * H_0 \quad (2.7)$$

Donde:

P_{elev} =Pérdida de presión por elevación (psi).

H_0 = Altura entre puntos de evaluación (m).

Cálculo de áreas afectadas por radiación

Área lateral de cilindro

Los tanques de la PAA AIJC son cilíndricos verticales con techo fijo tipo domo, cuyas zonas que están expuestas a radiación se pueden determinar mediante las siguientes fórmulas, según (Universidad de Alicante, 2020) específicamente para el cuerpo del tanque.

$$Al = \pi * D * h \quad (2.8)$$

Donde:

Al : Área lateral de cilindro del tanque en (m²).

D : Diámetro del tanque en (m).

H : La altura del cilindro (m).

Área de domo

Los tanques de la PAA AIJC son cilíndricos verticales con techo fijo tipo domo, cuyas zonas que están expuestas a radiación se pueden determinar mediante las siguientes fórmulas, según (Universidad de Alicante, 2020) específicamente y solo para el techo.

$$Ad = \pi * (a^2 + h^2) \quad (2.9)$$

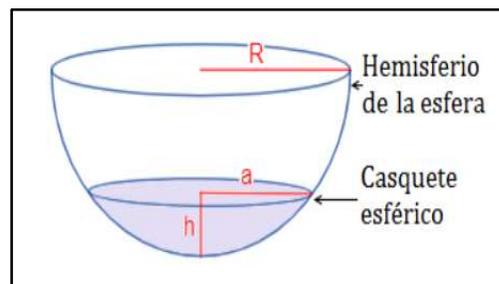
Donde:

Ad: Área del domo (m²)

a: radio a nivel de la sección que se quiere implementar el cálculo (m).

h: altura a nivel de la sección que se requiere que determinar el área (m).

Figura 2.7 Representación de los parámetros operativos



Fuente: (Universidad de Alicante, 2020)

Caudal de enfriamiento

Caudal necesario para enfriar el área afectada por radiación, (Mendoza Bruno, 2014 pág. 48).

$$Q = F * A \quad (2.10)$$

Donde:

Q: Caudal (gpm).

F: Ratio de flujo (gpm/ft²)

A: Área que requiere enfriar (ft²)

Volumen de agua contra incendios

Según el Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2018 pág. 220), en su cálculo de agua-espuma indica que, para determinar el volumen de reserva de agua contra incendios, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vt = T * Qenf + T * Qesp * 0.97 \quad (2.11)$$

Donde:

Vt: Volumen de agua contra incendios total (gal)

T: Tiempo de aplicación (min)

Q_{enf}: Caudal del sistema de enfriamiento (gpm)

Q_{esp}: Caudal del sistema de espuma (gpm)

2.3.8 Criterios de diseño normativo

Según el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-93-EM y modificatorias (1993), el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias (2007) y el código (NFPA 15, 2022).

- El flujo de agua a usar para el enfriamiento un toroide es 0.15 gpm/pie², de acuerdo al artículo 92, inciso (a) del (Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias, 2007 pág. 53).
- Todos los equipos y accesorios deberán ser Listados y aprobados en su eficiencia y calidad por la UL, FM, tal como lo indica el artículo 80.1 del (Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos,

aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias, 2007 pág. 49).

- La presión mínima de operación al ingreso de aspersores será 20 psig, según la sección 8.1.2 de (NFPA 15, 2022 pág. 27).
- Las tuberías aéreas aguas abajo de las válvulas de corte que servirán como válvulas de actuación del sistema de aspersores serán de acero galvanizado interno y externo, según la sección 5.3.6.1 de la (NFPA 15, 2022 pág. 13).
- La evaluación de demanda de agua se realizará en base al escenario de mayor riesgo en la planta, el cual corresponde al incendio en un tanque de Turbo Jet A1 según se menciona en las conclusiones del Estudio de Riesgos de la planta.
- La separación entre aspersores no será mayor a 3.0 m, de acuerdo con el numeral 7.8.1 del código (NFPA 15, 2022 pág. 23).
- Según el Estudio de Riesgos de la planta, para prevenir daño a los equipos y tuberías que podrían verse afectados por las radiaciones térmicas de 12.6 KW/m^2 a nivel de piso, se proveerán mangueras contra incendios con pitones de agua de 250 gpm listados UL y/o aprobados FM.
- El tanque contra incendio contará con una capacidad de al menos 4 horas para el escenario de máxima demanda, según el artículo 91.5 del (Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias, 2007).
- El número de cámaras de espuma a usar en tanques de techo fijo, está determinado por la tabla 5.2.5.2.1 de la norma (NFPA 11, 2021 pág. 22).

Tabla 2.4 Número de salidas fijas de descarga de espuma en tanques de almacenamiento de techo fijo

Tank Diameter (or Equivalent Area)		Minimum Number of Discharge Outlets
ft	m	
Up to 80	Up to 24	1
Over 80 to 120	Over 24 to 37	2
Over 120 to 140	Over 37 to 43	3
Over 140 to 160	Over 43 to 49	4
Over 160 to 180	Over 49 to 55	5
Over 180 to 200	Over 55 to 61	6
Over 200	Over 61	6
		Plus 1 outlet for each additional 5000 ft ² (465 m ²)

Fuente: (NFPA 11, 2021)

- Los tiempos mínimos de descarga y regímenes de aplicación deben estar de acuerdo con lo requerido en la tabla 5.2.5.2.2 de la norma (NFPA 11, 2021 pág. 22).

Tabla 2.5 Tiempos mínimos de descarga de aplicación para salidas fijas de descarga de espuma en tanques de almacenamiento de techo fijo

Hydrocarbon Type	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (minutes)
	gpm/ft ²	mm/min*	
Flash point between 100°F and 140°F (38°C and 60°C)	0.10	4.1	30
Flash point below 100°F (38°C) or liquids heated above their flash points	0.10	4.1	55
Crude petroleum	0.10	4.1	55

Fuente: (NFPA 11, 2021)

- Sebe proveerse equipos de chorros de manguera de espuma, además de las instalaciones en los tanques de espuma, como protección suplementaria para incendio de derrames pequeños según el numeral 5.9.2.1 de (NFPA 11, 2021 pág. 32).

Tabla 2.6 Relación diámetro de tanque y cantidad de mangueras contra incendios

Diameter of Largest Tank		Minimum Number of Hose Streams Required
ft	m	
Up to 65	Up to 20	1
65 to 120	20 to 36	2
Over 120	Over 36	3

Fuente: (NFPA 11, 2021)

- El número mínimo de chorros de manguera fijos o portátiles debe estar disponible para proveer protección del área (NFPA 11, 2021 pág. 32).

Tabla 2.7 Relación diámetro del tanque y tiempo de operación de manguera

Diameter of Largest Tank		Minimum Operating Time* (minutes)
ft	m	
Up to 35	Up to 11	10
35 to 95	11 to 29	20
Over 95	Over 29	30

*Based on simultaneous operation of the required minimum number of hose streams discharging at a rate of 50 gpm (190 L/min).

Fuente: (NFPA 11, 2021)

- El concentrado de espuma utilizado debe estar listado para uso sobre el líquido combustible que se va a proteger, el tipo de concentrado de espuma usado en este caso será del tipo AFFF en proporción al 3% conforme al 4.3.1.1 (NFPA 11, 2021 pág. 15).
- La cantidad de concentrado debe ser por lo menos suficiente para el riesgo mayor protegido, o grupo de riesgos que se debe proteger simultáneamente (Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias, 2007).
- El concentrado de espuma a aplicarse será almacenado en un Tanque Bladder (tanque de vejiga), seleccionado de acuerdo a los volúmenes de

concentrado de espuma necesarios para la máxima dotación del sistema (NFPA 11, 2021 pág. 16).

- Los accesorios que conducen concentrado de espuma no serán de acero galvanizado, numeral 4.7.1.3 (NFPA 11, 2021 pág. 18).

2.4 Definición de términos básicos

- **Aspersor**

Boquillas abiertas (no automáticas) de descarga direccional y se utilizan en sistemas fijos de agua pulverizada destinados a la protección contra incendios. Son boquillas con deflector externo que producen una descarga cónica y uniforme de gotitas de agua a velocidad media (Tyco, 2016).

- **Cámara de espuma**

Consisten en una expansión de cámara de espuma y un generador de espuma integral con acero inoxidable. entrada de aire protegida. Cada cámara incluye una placa de orificio, dos juntas de entrada, conjunto de sello de vapor, junta de tapa y una salida empaquetadura (Ansul, 2020).

- **Proporcionador**

Según Ansul, los proporcionadores y eductores de línea proporcionan una dosificación de concentrado de espuma eficaz y económica para aplicaciones con caudales relativamente fijos y presión de suministro de agua adecuada (2020).

- **Punto de inflamación (Flash point).** La menor temperatura a la que un hidrocarburo líquido con suficiente vapor puede inflamarse en la presencia de una fuente de ignición (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 31)

- **Tanque atmosférico** Un tanque de almacenamiento que ha sido diseñado para operar desde presiones iguales a la atmosférica hasta presiones de 0.035 Kg/cm² (0-0.5 psig), medidas en la parte alta del

tanque (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 35).

- **Tanque Bladder**

Los tanques bladder (tanques de vejiga) son un componente de un sistema dosificador de presión equilibrada que incluye un tanque con clasificación de presión con una vejiga elastomérica interna para el almacenamiento de concentrado de espuma. Tras la activación del sistema, el agua entrante aplica presión al concentrado en la vejiga, que suministra concentrado presurizado al dispositivo dosificador. El dispositivo dosifica el concentrado de espuma en la línea de agua contra incendios, creando una solución de espuma. Luego, la solución se conduce a los dispositivos de descarga que protegen el área de peligro (Johnson Controls, 2017).

- **Techo tipo domo (Dome roof)** Techo con forma de sector esférico que está soportado por estructuras reticuladas, fijas (Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM, 2002 pág. 35).

- **Turbo Jet** El jet fuel (combustible de aviación de tipo jet A-1, también denominado JP-1A) se utiliza en general en los motores de turbina (motores de reacción, turbohélices) en la aviación civil. Se trata de un petróleo ligero y refinado con sumo cuidado. El tipo de combustible es queroseno. El jet A-1 tiene una temperatura de inflamación superior a los 38°C y un punto de congelación de -47°C (Oiltanking, 2015).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

El diseño de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

3.1.2 Hipótesis específica

- Determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.
- Dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios permitirá reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.
- Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de incendios de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

3.2 Operacionalización de variable

Variable Independiente: Sistema contra incendios.

Variable dependiente: Riesgo de incendio.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO Y TÉCNICA
<p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Sistema contra incendios</p>	<p>Cualquier dispositivo o sistema de alarma contra incendios o dispositivo o sistema de extinción de incendios, o combinación de los mismos, que esté diseñado e instalado para detectar, controlar o extinguir un incendio o alertar de otra manera a los ocupantes, o al departamento de bomberos, o a ambos, que ha ocurrido un incendio (NFPA 1, 2021)</p>	<p>Sistema que permite proteger la integridad mecánica de los equipos afectados, y extinguir el foco del incendio, con la finalidad de que no fallen durante un escenario de incendio.</p>	PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE DISEÑO	CAUDAL	$Q=V*A$	
				PRESIÓN	$p=F/A$	
			SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA	PRESIÓN DE OPERACIÓN	$p=F/A$	
				CAUDAL DE OPERACIÓN	$Q=V*A$	
				EFICIENCIA	Eficiencia	
			VALIDACION DE DISEÑO	SIMULACIÓN MEDIANTE SOFTWARE AFT FATHOM 12	Resultados de simulación	Analítico Sintético
<p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Riesgo de incendio</p>	<p>Cualquier situación, proceso, material o condición que, según los datos aplicables, puede causar un incendio o una explosión o que puede proporcionar un suministro de combustible listo para aumentar la propagación o la intensidad de un incendio o exposición, todo lo cual representa una amenaza a la vida o la propiedad (NFPA 1, 2021)</p>	<p>Probabilidad que se materialice el incendio en los equipos por radiación térmica</p>	VALORIZACIÓN DEL RIESGO	MATRIZ DE RIESGO	Valoración del riesgo.	

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1 Diseño metodológico

4.1.1 Tipo de investigación

Aplicada

La investigación aplicada también llamada empírica, activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para poder generar beneficios y bienestar a la sociedad. Se sustenta en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 39).

Por lo tanto, la presente investigación calza con el tipo aplicada, ya que para el desarrollo del diseño del Sistema Contra Incendios en mención nos basaremos en las bases teóricas de la mecánica y dinámica de fluidos, así como en las normas internacionales aplicables como la NFPA, a fin de brindar solución a la problemática.

4.1.2 Enfoque de la Investigación

Cuantitativa

Las variables cuantitativas o numéricas se expresan en cantidades de tener valores numéricos.

Asimismo, las variables continuas se caracterizan porque la realidad que miden varía, adoptando valores continuados (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 158).

Conforme a lo señalado por el autor la investigación cuenta con el enfoque cualitativo recolectando datos para la realización del diseño del sistema contra incendios.

4.1.3 Diseño según su alcance y nivel de profundidad

Descriptivo

El diseño descriptivo tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables de la población (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 142).

El presente trabajo cuenta con un tipo de investigación descriptivo, ya que tiene como objetivo central describir el comportamiento de una o más variables dependientes en una población definida o en una muestra de una población.

4.1.4 Diseño de investigación

Investigación no experimental

La investigación no experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables (Hernández Sampieri, 2014 pág. 152).

La investigación es de tipo no experimental debido a que no manipula deliberadamente ninguna variable y se basa en un diseño de un sistema para la reducción del riesgo que puede ocasionar el incendio por el almacenamiento de líquidos inflamables.

4.1.5 Alcance temporal de la investigación

Investigación transversal

Los diseños de investigación transversal o transeccional recolectan datos en un momento, en su tiempo único (Hernández Sampieri, 2014 pág. 154).

De acuerdo con lo mencionado por el autor, la presente investigación es de diseño transversal ya que se estudian las variables en un momento determinado, en el año 2023.

4.2 Método de investigación

El concepto de método en el campo de la investigación de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean los problemas científicos, y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigados. El método es un elemento necesario en la ciencia, ya que sin él no sería fácil demostrar si un argumento es válido (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 75).

El autor describe una serie de métodos de los cuales los más asociados a la presente investigación resultaron ser el método analítico y el método sintético.

4.2.1 Método analítico

Este método de investigación consiste en la descomposición de un todo en sus partes para observar las relaciones, similitudes, diferencias, naturaleza y efectos (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 98).

La presente investigación se basa en el método analítico ya que, a fin de desarrollar los objetivos planteados, se trabajará en fases, hallando resultados preliminares que nos servirán de input en los resultados finales.

4.2.2 Método sintético

La síntesis es un proceso de razonamiento que busca reconstruir un todo a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata, en consecuencia, de hacer una exposición metódica y breve, en resumen. En otras palabras, debemos decir que la síntesis es un procedimiento

mental que tiene como meta la comprensión cabal de la esencia de lo que ya conocemos en todas sus partes y particularidades (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 98).

Conforme con lo indicado por Valderrama, la presente investigación es del tipo sintético, ya que se investigará cada subsistema del sistema contra incendios y finalmente se es estudiará el sistema integral como uno solo.

4.3 Población y muestra.

La población “Es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tiene atributos o características comunes, susceptibles de ser observados” (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 182).

La muestra se define como “un subconjunto representativo de un universo o población. Es representativo, porque refleja fielmente las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede”. (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 184)

A los efectos de esta investigación, la población es abarcada por los cuatro tanques de almacenamiento de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez. Esto queda delimitado por el problema y los objetivos de la investigación.

Por lo tanto, para la presente investigación la población y la muestra son iguales, debido a que la población es conocida, se puede identificar y es accesible.

4.4 Lugar de estudio.

La ubicación de estudio del presente proyecto de tesis se realizó en la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, ubicada en la ampliación del aeropuerto Jorge Chávez.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

4.5.1 Técnicas

De acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis (si es que se establecieron), la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/análisis o casos (participantes, grupos, fenómenos, procesos, organizaciones, etcétera (Hernández Sampieri, 2014 pág. 198).

La presente investigación empleó la técnica de recolección documental, ya que se obtuvo información desde normas internacionales y nacionales, libros de diseño en mecánica de fluidos.

4.5.2 Instrumentos para la recolección de la información

Los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información". (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 195)

Técnica observación directa:

Permite identificar los procesos actuales sin necesidad de alterar o intervenir el ambiente en que se desenvuelve el objeto.

Se usó una ficha de observación de visita a planta que contiene la información respecto a la forma de almacenaje, disponibilidad de espacio y características arquitectónicas de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Técnica análisis documental:

Permite efectuar un análisis de la información solicitada.

Software de cálculo este instrumento nos permite un cálculo más certero debido a la complejidad que requiere el cálculo a mano de un sistema contra incendio con una distribución de aspersores.

Normas NFPA este instrumento es una fuente confiable de criterios de diseño.

Antecedentes este instrumento este compuesto por artículos y tesis relacionadas al diseño de sistema contra incendio.

Fichas técnicas este instrumento está compuesto las diferentes fichas técnicas de los elementos que forman parte del sistema contra incendio.

Tabla 4.8 Técnica de análisis documental

Técnicas	Instrumentos	Descripción
Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de Especificaciones Técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ficha técnica de equipos, accesorios, etc. Normas NFPA y Reglamentos locales.
Documental	<ul style="list-style-type: none"> Formulación, listas de verificación. 	<ul style="list-style-type: none"> Tabla de parámetros básicos de cálculo. Planos de arquitectura. Herramientas de diseño. Validación con simulador.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Luego de haber obtenido los datos, el siguiente paso es realizar el análisis de estos para dar respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde poder aceptar o rechazar la hipótesis en estudio (Valderrama Mendoza, 2013 pág. 229).

La presente investigación, solo se centrará en la recopilación de datos obtenidos en campo para determinar las características del diseño del

objeto de investigación por lo que no amerita realizar un procesamiento de datos.

El informe final se dividirá en las siguientes etapas para el desarrollo del análisis y procesamiento de datos.

Etapas 1: Diseño y selección de equipos del Sistema Contra Incendios de los tanques de almacenamiento.

Etapas 2: Validación del diseño mediante simulación.

4.6.1 Etapa 1: Diseño y selección de equipos del Sistema Contra Incendios de los tanques de almacenamiento

Información general de los tanques

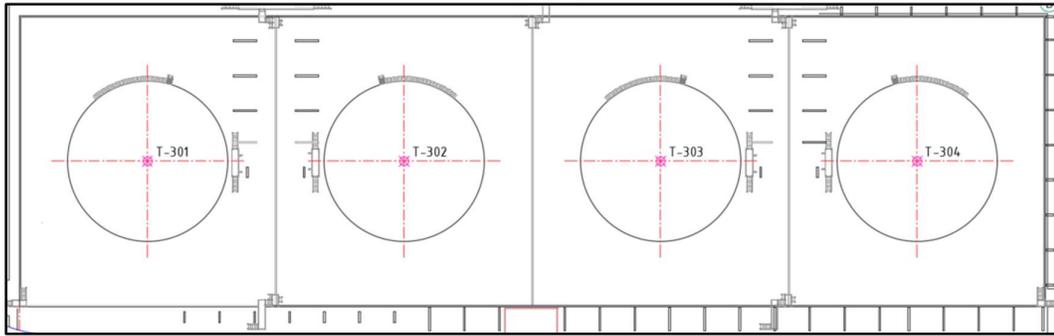
Partimos de la data general de los tanques de almacenamiento.

Tabla 4.9 Información general de los tanques

Tanque	Producto	Clase de Líquido	Tipo de techo	Altura (m)	Diámetro (m)	Altura de domo (m)	Capacidad (Barriles)
T-301	Turbo A1	Clase II	Techo Fijo Domo	14.63	27.43	4.61	54,400
T-302	Turbo A1	Clase II	Techo Fijo Domo	14.63	27.43	4.61	54,400
T-303	Turbo A1	Clase II	Techo Fijo Domo	14.63	27.43	4.61	54,400
T-304	Turbo A1	Clase II	Techo Fijo Domo	14.63	27.43	4.61	54,400

Fuente: Informe Técnico Favorable N° 159-2023-OS-GSE/DSHL (2023)

Figura 4.8 Distribución de tanques de combustible



Fuente: Plot Plan PAA AIJC

De acuerdo al plano de afectación por radiación a los equipos (Ver Anexo V), del Estudio de Riesgos de Seguridad de la PAA AIJC, se tiene la siguiente tabla resumen, donde se listan los equipos afectados por radiación ante un escenario de incendio.

Tabla 4.10 Equipos afectados por radiación térmica

Escenario	Tanque incendiado	Superficie a lateral por radiación	Superficie en techo afectada por radiación
TM-01	Incendio en tanque T-301	- 50% del área lateral del tanque adyacente T-302	- 50% del área en techo del tanque adyacente T-302
TM-02	Incendio en tanque T-302	- 50% del área lateral del tanque adyacente T-301. - 50% del área lateral del tanque adyacente T-303	- 50% del área en techo del tanque adyacente T-301 - 50% del área en techo del tanque adyacente T-303
TM-03	Incendio en tanque T-303	- 50% del área lateral del tanque adyacente T-302. - 50% del área lateral del tanque adyacente T-304.	- 50% del área en techo del tanque adyacente T-302 - 50% del área en techo del tanque adyacente T-304
TM-04	Incendio en tanque T-304	- 50% del área lateral del tanque adyacente T-303	- 50% del área en techo del tanque adyacente T-303

Filosofía de operación del Sistema Contra Incendios

De acuerdo a la filosofía de operación que indica el Estudio de Riesgos de Seguridad de la PAA AIJC, establece que se enfriarán los tanques que se encuentren afectados bajo el umbral de radiación de 12.6 kW/m², mediante un sistema de enfriamiento.

La extinción del tanque incendiado, se realizará mediante un sistema de espuma.

A continuación, se presenta el plan de ataque ante un escenario de incendio.

Tabla 4.11 Filosofía de operación del Sistema de Contra Incendios

Escenario	Tanque incendiado	Sistema de enfriamiento de tanque	Sistema de extinción	Sistema de enfriamiento complementario
TM-01	Incendio en tanque T-301	<ul style="list-style-type: none"> - 50% del área lateral del tanque adyacente T-302, mediante aspersores. - 50% del área en techo del tanque adyacente T-302, mediante monitor-hidrante. 	Extinción mediante cámaras de espuma.	Enfriamiento de tuberías y zonas aledañas mediante una manguera a 250 gpm.
TM-02	Incendio en tanque T-302	<ul style="list-style-type: none"> - 50% del área lateral del tanque adyacente T-301, mediante aspersores. - 50% del área lateral del tanque adyacente T-303, mediante aspersores. - 50% del área en techo del tanque adyacente T-301, mediante monitor-hidrante. - 50% del área en techo del tanque adyacente T-303, mediante monitor-hidrante. 	Extinción mediante cámaras de espuma.	Enfriamiento de tuberías y zonas aledañas mediante una manguera a 250 gpm.
TM-03	Incendio en tanque T-303	<ul style="list-style-type: none"> - 50% del área lateral del tanque adyacente T-302, mediante aspersores. - 50% del área lateral del tanque adyacente T-304, mediante aspersores. - 50% del área en techo del tanque adyacente T-302, mediante monitor-hidrante. - 50% del área en techo del tanque adyacente T-304 	Extinción mediante cámaras de espuma.	Enfriamiento de tuberías y zonas aledañas mediante una manguera a 250 gpm.
TM-04	Incendio en tanque T-304	<ul style="list-style-type: none"> - 50% del área lateral del tanque adyacente T-303, mediante aspersores. 	Extinción mediante cámaras de espuma.	Enfriamiento de tuberías y zonas aledañas mediante una

Escenario	Tanque incendiado	Sistema de enfriamiento de tanque	Sistema de extinción	Sistema de enfriamiento complementario
		- 50% del área en techo del tanque adyacente T-303, mediante monitor-hidrante.		manguera a 250 gpm.

Diseño del Sistema Contra Incendios de los Tanques de Almacenamiento de la PAA AIJC

Se subdividirá el diseño del sistema contra incendios en dos subsistemas: Sistema de enfriamiento y sistema de extinción.

El sistema de enfriamiento cumplirá la función de refrigerar los equipos afectados bajo el umbral de radiación de 12.6 kW/m².

El sistema de extinción cumplirá la función de extinguir el incendio del tanque.

Sistema de enfriamiento.

El sistema de enfriamiento estará conformado a su vez por dos subsistemas.

- Sistema de enfriamiento por aspersores.
- Sistema de enfriamiento por monitores-hidrantes.

Ambos sistemas contarán con activación manual, por lo que la ubicación de la activación de ambos sistemas debe estar fuera de los umbrales de radiación con afectación a las personas (Ver Anexo VI).

Sistema de enfriamiento por aspersores

Basándonos en los criterios normativos establecidos en el numeral 2.3.8 de la presente investigación se realiza el diseño del sistema de enfriamiento por

aspersores, el cual protegerá las áreas laterales de los tanques de almacenamiento que se encuentren bajo el umbral de 12.6 kW/m^2 .

Se realizará el diseño del sistema contra incendios, basándonos en el escenario de mayor demanda de agua y caudal, según el cálculo de Agua y Espuma del Estudio de Riesgos de Seguridad de la PAA AIJC (Ver Anexo 4), el escenario de mayor consumo de agua y espuma corresponde a los escenarios TM-02 y TM-03.

Al contar con dos escenarios iguales de mayor consumo de agua-espuma TM-02 y TM-03, y de acuerdo a la distribución general de los tanques (Ver Anexo IX), podemos apreciar que el arreglo del sistema de aspersores y espuma de los tanques T-302 y T-303 serán idénticos.

El arreglo del sistema contra incendios diseñado para los tanques T-302 /303 se replicará en los tanques T-301 y T-304 ya éstos comparten las mismas dimensiones y capacidad de almacenamiento.

Conforme con lo expuesto, se escoge el escenario TM-02 (Incendio en el tanque T-302) como punto de partida para el diseño del sistema de aspersores y extinción de todos los tanques de la PAA AIJC.

En ese sentido, y, conforme a la filosofía de operación indicada en la tabla 11 de la presente investigación:

Ante un escenario de incendio en el tanque T-302, los tanques afectados por radiación son los T-301 y T-303, los cuales tendrán la misma configuración del sistema de enfriamiento.

Cálculo de toroide de aspersores del tanque T-301 y T-303

Se toma como referencia un tanque a fin de realizar el cálculo del sistema de aspersores.

De la tabla 9 tenemos los datos para reemplazarlos en la fórmula 2.8 y hallar el área lateral del tanque afectado.

$$Al = \pi * 27.43m * 14.63m$$

$$Al = 1,260.72 m^2$$

Se aplican la conversión a ft²:

$$Al = 13,571 ft^2$$

De acuerdo con los criterios de diseño normativos, en el numeral 2.3.8 de la presente investigación tenemos el ratio de enfriamiento equivalente a 0.15 gpm/ft². El cálculo del caudal de enfriamiento para el área afectada en el tanque, de la fórmula 2.10 se tiene:

$$Q = 0.15 \frac{gpm}{ft^2} * 13,571 ft^2$$

$$Q = 2,035.61 gpm$$

Tabla 4.12 Caudal de enfriamiento de toroide

Altura de tanque (Cilindro)	14.63	m			
Diámetro de Tanque	27.43	m			
Área Expuesta*	1,260.72	m ²	<>	13,571	pie ²
Régimen de Aplicación de Agua Efectivo	0.15	gpm/pie ²			
Caudal de Enfriamiento Total	2,035.61	gpm			

(*) El área expuesta corresponde al área afectada, 50% del área lateral del tanque T-301 y T-303

Tabla 4.13 Características del toroide de enfriamiento

Perímetro del área afectada	86.17	m
Separación anillo-casco	0.8	m
Longitud de circunferencia del semi anillo	91.20	m

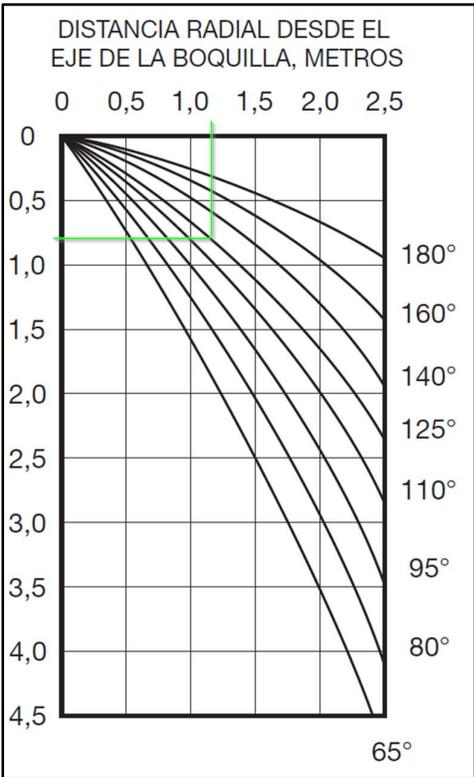
Se realizan los cálculos previos:

Tabla 4.14 Parámetros operativos del toroide

Perímetro del Tanque	86.17	m
Perímetro del Toroide de Enfriamiento	91.20	m
Separación entre aspersores	2.00	m
Cantidad Mínima de Aspersores	46.00	unidades
Número de Aspersores (Buenas Prácticas)	48.00	unidades
Presión Mínima para Exteriores	20.00	psi
Caudal por aspersor	42.41	gpm
Factor K teórico	9.48	gpm/psi ^{0.5}

Con los datos de entrada que se muestran en la tabla anterior, y las características estándar de los aspersores del fabricante, se busca un modelo que cumpla con los parámetros inicialmente obtenidos.

Figura 4.9 Diagrama de distancias para aspersores



Fuente: Aspersores Tyco (2016)

Tabla 4.15 Características del aspersor seleccionado

Número de Aspersores	48	unidades
Separación entre aspersores	1.9	m
Arco de enfriamiento práctico	1.25	m
Factor K	7.20	gpm/psi ^{0.5}
Ángulo de pulverización	125	°

Con los datos finales obtenidos de los aspersores, se valida que la distribución de éstos cubra el 100% del área afectada, se realiza el diagrama siguiente, el cual respeta las dimensiones de separación entre aspersores, traslape, separación de toroide al cuerpo del tanque.

Figura 4.10 Distribución de boquillas

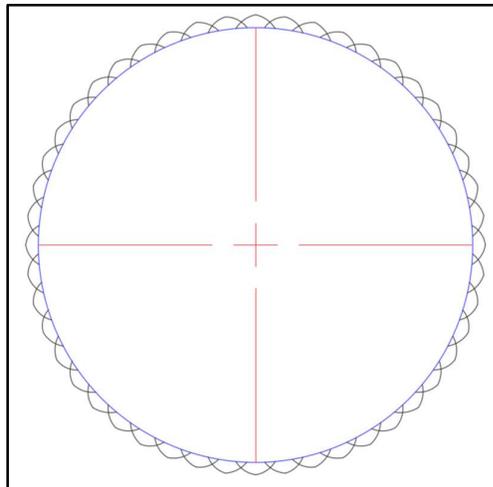


Tabla 4.16 Parámetros de operación del aspersor

Caudal por aspersor	42.41	GMP
Presión de operación*	34.69	psi

(* Presión mínima requerida de acuerdo con (NFPA 15, 2022), 20 psi.

Cálculo de parámetros del anillo de enfriamiento

El anillo de enfriamiento de los tanques (Toroide) T-301 y T-303, a manera de modelo, ya que los tanques comprendidos en el proyecto cuentan con las mismas dimensiones.

Tabla 4.17 Parámetros operativos del toroide

Separación entre aspersores	1.90	m
Factor K	7.20	gpm/psi ^{0.5}
Caudal mínimo por aspersor	42.41	gpm
Presión de operación de un aspersor (Po)	34.69	psi
Cantidad de aspersores (Q)	48	ud

Se realizará el cálculo de la mitad del toroide, ya que la montante distribuye los aspersores equitativamente.

Se realiza el cálculo de pérdidas de presión desde el último aspersor (12) al penúltimo (11) y así consecutivamente hasta llegar al punto 0 (montante).

De la fórmula 2.2 tenemos que la pérdida de carga por fricción:

$$J = \frac{4.52 * Q_t^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}}$$

De la tabla predecesora tenemos que el caudal total “Qt” equivale a 42.41 gpm.

El coeficiente de fricción “C”, se obtiene de la tabla 2 equivalente a 120, ya que se usa tubería de acero al carbono galvanizada.

El diámetro interno de la tubería se determina a partir de la ficha técnica de la tubería de 3” (Ver anexo VIII), equivalente a 3.068 pulg, reemplazando valores se tiene:

$$J = \frac{4.52 * 42.41^{1.85}}{120^{1.85} * 3.068^{4.87}}$$
$$J = 0.0028 \text{ Psi/ft}^2$$

La longitud equivalente total se obtiene de la fórmula 2.3:

$$L_t = L_{tub} + \sum L_e$$

Donde L_{tub} equivale a 1.90 m (distancia de separación entre aspersores).

De la tabla 3 se obtienen las longitudes equivalente de tuberías de los accesorios.

$$L_t = 1.90 \text{ m} + 4.6 \text{ m}$$

La longitud equivalente total para el tramo 12-11 resulta:

$$L_t = 6.5 \text{ m} \langle \rangle 21.33 \text{ ft}$$

Finalmente usamos la pérdida de carga, indicado en la fórmula 2.4:

$$J_f = J * L_{eq}$$

De los cálculos realizados previamente tenemos los siguientes datos:

$$J_f = 0.0028 \text{ Psi/ft}^2 * 21.33 \text{ ft}$$

La pérdida de carga del punto 12-11 resulta:

$$J_f = 0.06 \text{ Psi}$$

Finalmente, la presión en el punto 11 resultaría la suma de la presión en el punto 12 (último aspersor, según la tabla 17 resulta 34.69 psi) más la pérdida de presión por tuberías y accesorios.

$$P_t = P_0 + J_f$$

$$P_t = 34.69 \text{ Psi} + 0.06 \text{ Psi}$$

La presión en el punto 11 equivale a:

$$P_t = 34.75 \text{ Psi}$$

El caudal en el aspersor 11 resulta de aplicar la fórmula N° 2.1.

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Donde P_t equivale a la presión en el aspersor 11.

$$Q = 7.2 * \sqrt{34.75}$$

$$Q = 42.45 \text{ gpm}$$

Por último, sumamos los caudales consumidos por el aspersor 12 y 11:

$$Q_t = Q_{Asp\ 12} + Q_{Asp\ 11}$$

$$Q_t = 84.85 \text{ gpm}$$

Una vez obtenido el caudal total y presión en el punto 11, se realizan los cálculos hasta llegar a la montante (Punto 0).

De los cálculos realizados se tiene a manera de resumen:

Tabla 4.18 Parámetros operativos de aspersores del toroide

Tramo	Tramo cuadrante										
	Q_t gpm	Q gpm	d pulg	J psi/ft	Accesorio de tubería	Le m	L_t m	J_f ft	P_o psi	P_t psi	
12-11	42.41	42.41	3.068	0.0028	1 Tub 1.90	6.50	21.33	0.06	34.69	34.75	
					1 Tee 4.6						
11-10	84.85	42.45	3.068	0.0101	1 Tub 1.90	6.50	21.33	0.22	34.75	34.97	
					1 Tee 4.6						
10-9	127.43	42.58	3.068	0.0215	1 Tub 1.90	6.50	21.33	0.46	34.97	35.43	
					1 Tee 4.6						
9-8	170.29	42.86	3.068	0.0368	1 Tub 1.90	6.50	21.33	0.78	35.43	36.21	
					1 Tee 4.6						
8-7	213.61	43.33	3.068	0.0559	1 Tub 1.90	6.50	21.33	1.19	36.21	37.40	
					1 Tee 4.6						
7-6	257.65	44.03	3.068	0.0791	1 Tub 1.90	6.50	21.33	1.69	37.40	39.09	
					1 Tee 4.6						
6-5	302.66	45.02	3.068	0.1065	1 Tub 1.90	6.50	21.33	2.27	39.09	41.36	
					1 Tee 4.6						
5-4	348.97	46.31	3.068	0.1386	1 Tub 1.90	6.50	21.33	2.96	41.36	44.32	
					1 Tee 4.6						
4-3	396.90	47.93	3.068	0.1759	1 Tub 1.90	6.50	21.33	3.75	44.32	48.07	
					1 Tee 4.6						

Tramo cuadrante											
Tramo	Q _t	Q	d	J	Accesorio de tubería	Le	L _t	J _f	P _o	P _t	
	gpm	gpm	pulg	psi/ft		m	m	ft	psi	psi	psi
3-2	446.82	49.92	3.068	0.2190	1	Tub 1.90	6.50	21.33	4.67	48.07	52.74
					1	Tee 4.6					
2-1	499.11	52.29	3.068	0.2687	1	Tub 1.90	6.50	21.33	5.73	52.74	58.47
					1	Tee 4.6					
1-0	554.16	55.06	3.068	0.3261	1	Tub 1.90	6.50	21.33	6.95	58.47	65.42
					1	Tee 4.6					

De acuerdo con la distribución de los aspersores, los calculados representan la mitad de caudal de la montante. Por lo que, a fin de determinar el caudal total de la montante, se duplicará el valor obtenido en el punto 0 (Montante).

Tabla 4.19 Parámetros operativos del toroide

Caudal del anillo de enfriamiento (Correspondiente al 50% del anillo)	1,108.32	gpm
Presión a la entrada del anillo	65.42	psi

De los datos calculados tenemos los valores de presión y caudal la montante (a nivel del toroide), se procede a realizar el cálculo de presión y caudal en el manifold de enfriamiento.

De la misma manera que se realizaron los cálculos de pérdida de presión para el sistema de aspersores, se calcula las pérdidas de presión por longitud equivalente de tuberías y accesorios.

Tabla 4.20 Pérdidas de longitud equivalente de toroide a manifold de enfriamiento

TOROIDE A MANIFOLD DE ENFRIAMIENTO										
Tramos Indicados (Tubería aérea)										
Tramo	Q _t	d	J	Accesorios de tubería	L _e	L _t		J _f	P _o	P _t
	gpm	pulg	psi/ft		m	m	ft	psi	psi	psi
T-301 ↓ Manifold	1,108.32	6.07	0.042	1 Tub.	157	232.80	763.78	32.50	65.42	97.92
				12 C90	4.30					
				1 Diluvio	15.00					
				1 Tee	9.20					

Se calculan las pérdidas por elevaciones, mediante la fórmula 2.7:

$$P_{elev} = 1.422 * H_0$$

Donde H₀, equivale a la altura de los aspersores, se considera la altura del cilindro del tanque (14.63 m).

$$P_{elev} = 1.422 * 14.63 \text{ m}$$

Obtenemos una pérdida de presión por diferencia de niveles de:

$$P_{elev} = 20.80 \text{ psi}$$

Tabla 4.21 Cálculos de pérdidas por elevaciones de toroide a manifold

Desde:	Hasta:	Caudal (gpm)	Presión calculada (psi)	Diferencia de niveles (m)	Presión elevación (psi)	Presión requerida (psi)
Toroide	Manifold de enfriamiento	1,108.32	97.920	14.63	20.80	118.73

Sistema de Monitores-Hidrantes

Basándonos en los criterios normativos establecidos en el numeral 2.3.8 de la presente investigación se realiza el diseño del sistema de enfriamiento por Monitores-Hidrante, el cual protegerá el techo de los tanques de almacenamiento que se encuentren bajo el umbral de 12.6 kW/m².

Del plano de radiaciones con afectación a personas (Ver anexo VI), se identifican el umbral de 5.1 kW/m², al cuales las personas se verían afectadas por quemaduras en primer grado, por lo tanto, los equipos de activación (Monitores-Hidrante, inclusive los manifolds de enfriamiento y espuma) quedarán estar fuera del umbral de 5.1 kW/m².

De acuerdo con el plano de radiaciones a equipos (Ver Anexo V), los techos afectados están comprometidos en un 50%.

Cálculo de área de techo afectada por radiación

De la fórmula 2.9, de la presente investigación se realiza el cálculo de área comprometida por radiación ante un escenario de incendios.

$$Ad = \pi * (a^2 + h^2)$$

Donde “a” equivale al radio del tanque y h a la altura del domo, de la tabla 9 se obtienen los valores de “a” y “h”.

$$Ad = \pi * (13.715^2 + 4.61^2)$$

$$Ad = 612.09 \text{ m}^2 <> 6,588.48 \text{ ft}^2$$

Aplicamos el 50% y finalmente resulta que el área afectada por radiación es:

$$Ad = 3,294.24 \text{ ft}^2$$

Se realizará el cálculo para el enfriamiento de un techo afectado, y se replicará el mismo criterio para los demás techos comprometidos. Se dispondrá de un Monitor-Hidrante para el enfriamiento de un techo. Cuando se requiera enfriar dos techos en simultáneo, como es el caso del escenario TM-02 y TM-03, se activará un monitor para enfriar cada techo de los tanques afectados.

En la siguiente tabla se indica el área afectada, el ratio de enfriamiento y el caudal necesario para refrigerar el techo del tanque afectado (tomamos como base el techo del tanque T-301, el cual cuenta con las mismas dimensiones que el T-303).

Tabla 4.22 Datos iniciales para diseño de enfriamiento de techo

Tanque incendiado	Área de techo afectado		Ratio de enfriamiento	Caudal de enfriamiento
T-302	50% T301	3,294.24 ft ²	0.2 gpm/ft ²	658.8 gpm

Conforme a la marca Akron Brass, se identificó la boquilla Aquastream 4450, las cuales presenta las siguientes características.

Tabla 4.23 Características técnicas de la boquilla Aquastream 4450

Aquastream™ & Mercury Master Stream Nozzles										
Style	Nozzle Pressure		Flow Setting		Actual Flow		Straight Stream Reach*			
	PSI	BAR	GPM	LPM	GPM	LPM	Effective		Overall	
							FEET	METERS	FEET	METERS
4450	75	5	300	1140	260	984	155	47	165	50
			500	1900	435	1646	180	55	190	58
			700	2660	605	2290	180	55	190	58
*4445 *4447	100	7	300	1140	300	1140	175	53	185	56
			500	1900	500	1900	210	64	220	67
* 500 gpm MAX	125	8.5	700	2660	700	2660	205	62	215	66
			300	1140	335	1268	200	61	220	64
			500	1900	560	2120	230	70	240	73
			700	2660	785	2971	210	64	222	68

Fuente: (Akron Brass)

De la hoja de datos se extrae que la boquilla Aquastream 4450 es capaz de suministrar un caudal de 700 gpm a 100 psi, hasta una distancia de 62 m.

La boquilla Aquastream estará montada sobre un Monitor el cual cumple la función de direccionar el chorro de agua, haciendo uso de sus grados de libertad tanto en el eje vertical como horizontal.

Se debe tener en consideración que según, (Akron Brass), la boquilla Aquastream 4450, cuenta con una entrada de 2.5" NH (Ver Anexo VIII).

Bajo esa premisa se selecciona dentro del catálogo de fabricantes, un monitor que cuente con una salida de 2.5" NH y una entrada de 4" Flang (A fin de conectar con el hidrante).

Del cual se selecciona al Monitor Copperhead 8593-02, dentro de sus principales características tenemos:

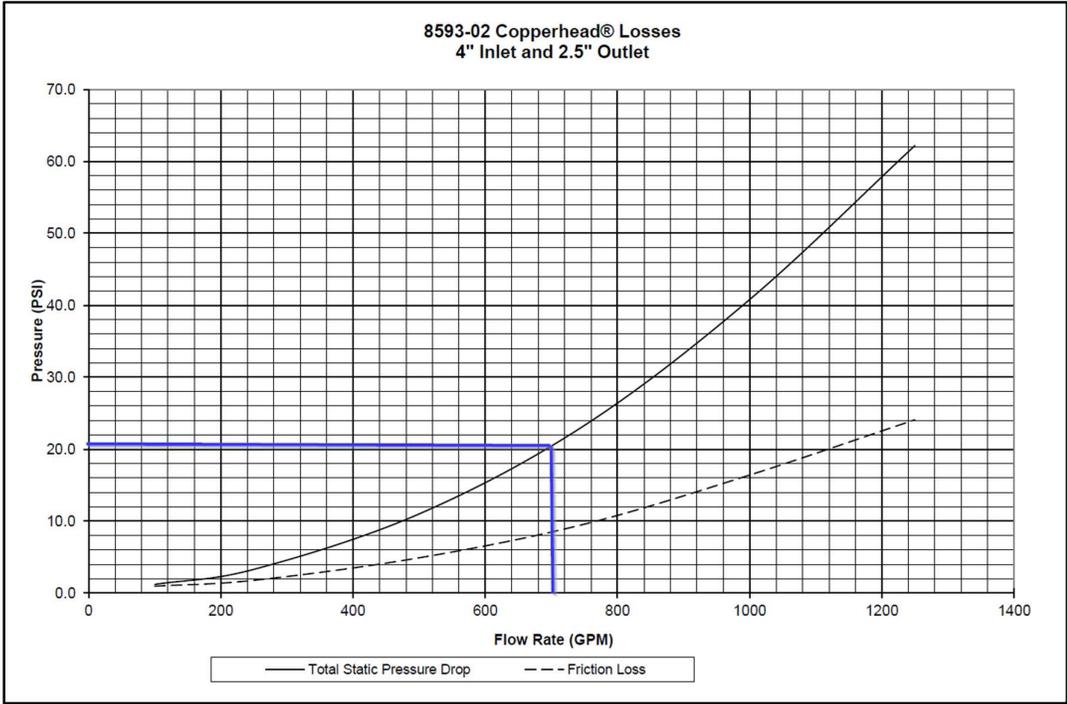
Tabla 4.24 Principales características del Monitor Copperhead 8593-02

Equipo	Marca	Modelo	Capacidad	Presión Máxima	Rango vertical	Rango Horizontal	Certificación
Monitor	Copperhead	8593-02	1250 gpm máx	200 psi Máx	-45° a +90°	360°	UL/FM

Fuente: (Elkhart Brass)

De acuerdo a la hoja técnica del fabricante del monitor, éste indica que el equipo representa una pérdida de presión de 21 psi por 700 gpm, según se muestra la figura a continuación.

Figura 4.11 Pérdidas de presión por caudal en Monitor Copperhead 8593-02



Fuente: (Elkhart Brass)

En ese sentido, considerando la pérdida de presión en el monitor se tiene que se debe asegurar una presión de 121 psi para obtener un caudal de 700 gpm en la boquilla Aquastream 4450.

Los monitores contra incendios, van instalados sobre hidrantes, de acuerdo con la (Norma A.130, 2009) del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) establece en su artículo 139° el uso de hidrantes de barril húmedo en regiones donde la temperatura no exista riesgo de congelamiento.

De acuerdo con la tabla 2.1 del Estudio de Riesgos de Seguridad de la PAA AIJC, establece las condiciones climatológicas:

Tabla 4.25 Condiciones climatológicas de la PAA AIJC

Tabla 2.1 Condiciones climatológicas.

Característica	Descripción	
Altitud	35 m.s.n.m.	
Temperatura	Mínima	17.5 °C
	Máxima	28.5 °C
	Promedio	20.0 °C
Humedad Relativa	Mínima	79.0 %
	Máxima	93.6 %
	Promedio	83.8 %
Lluvias	Desierto subtropical árido o desierto desecado subtropical (dd-S) Clasificación Thornthwaite: <ul style="list-style-type: none"> • Precipitación promedio anual: 21.57mm • Desviación Standard: 12.76mm • Coeficiente de variación: 0.005 	
Vientos	Dirección Predominante	Sur Oeste
	Velocidad Mínima	4.0 km/h
	Velocidad Promedio	11.0 km/h
	Velocidad Máxima	18.0 km/h
Sismicidad	Zona 4 – Norma E-030-RNE	

Fuente: (Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, 2018)

De la tabla 25 se desprende que la temperatura no llega al punto de congelamiento; por lo tanto, se usarán hidrantes de barril húmedo.

De acuerdo a los modelos existentes por los fabricantes, tenemos el hidrante:

Tabla 4.26 Principales características del Hidrante Weflo AF1311-250-2H1PM

Equipo	Marca	Modelo	Inlet	Oulet	Presión Máxima	Certificación
Hidrante Contra Incendios	Weflo	AF1311- 250-2H1PM	6" Flange	4" Flange	250 psi	UL/FM

Fuente: (Weflo)

Sistema de extinción.

Basándonos en los criterios normativos establecidos en el numeral 2.3.6 de la presente investigación se realiza el diseño del sistema de extinción.

Continuando la línea del diseño, nos basaremos en el escenario TM-02 el cual establece un incendio en el tanque T-302.

El sistema de extinción estará conformado por cámaras de espuma y tanque de bladder con proporcionadores de espuma, que suministrarán solución de agua-espuma al 3%.

El sistema contará con activación manual, por lo que la ubicación de la activación de ambos sistemas debe estar fuera del umbral de radiación con afectación a las personas (Ver Anexo VI).

Partiendo del requerimiento mínimo de caudal de solución agua-espuma necesario para extinguir el incendio del tanque, según el Cálculo de Agua-Espuma, adjunto en el Anexo IV.

Tabla 4.27 Requerimientos mínimos del sistema de extinción

Solución de espuma al tanque			Solución de espuma suplementaria			Cantidad de concentrado de espuma
Caudal mínimo de aplicación para TM-02	Tiempo de aplicación	%	Caudal de espuma suplementaria	Tiempo de aplicación	%	
636 gpm	30 min	3%	100	20 min	3%	633 gal

De acuerdo a la tabla 4 y de las dimensiones generales de los tanques de almacenamiento de la PAA AIJC, se obtiene que el tanque T-302 debe contar con dos cámaras de espuma, las cuales deben suministrar un caudal de por lo menos 636 gpm en conjunto.

Bajo la premisa descrita, se utilizarán dos cámaras de espuma, cada una suministrará un caudal de 318 gpm, que en conjunto sumarán los 636 gpm que requiere el tanque incendiado.

La cámara de la marca Ansul, modelo AFC-330 cumple las características solicitadas. Según la hoja de datos de la cámara, corresponde un $K=55.3$ para el plato de orificio más pequeño de la cámara.

Parámetros operativos de la cámara de espuma

Usando la fórmula 2.1:

Tabla 4.28 Parámetros operativos de la cámara de espuma ANSUL AFC-330

Caudal	K	Presión mínima
318 gpm	55.3	33 psi

De acuerdo con los datos del fabricante, la cámara de espuma cuenta con un Inlet Flange (Diámetro de brida de conexión) de 6 pulgadas.

Se conectará una tubería de 6" desde la conexión de la cámara de espuma hasta el manifold de espuma.

De los datos calculados tenemos los valores de presión y caudal la cámara de espuma, se procede a realizar el cálculo de presión y caudal en el manifold de espuma.

Se calcula las pérdidas por longitud equivalente de tuberías y accesorios.

Tabla 4.29 Cálculos de pérdidas de longitud equivalente de toroide a manifold

CÁMARA A MANIFOLD DE ESPUMA											
Tramos Indicados (Tubería aérea)											
Tramo	Qt gpm	d pulg	J psi/ft	Accesorios de tubería		Le m	Lt m	ft	Jf psi	Po psi	Pt psi
Cámara				1	Tub.	115					
↓	318.00	4.03	0.0311	12	C90	3.10	161.20	528.87	16.43	33.00	49.43
Manifold				1	Diluvio	9.00					

Se calculan las pérdidas por elevaciones:

Tabla 4.30 Pérdidas por elevaciones de cámara a manifold de espuma

Desde:	Hasta:	Caudal (gpm)	Presión calculada (psi)	Diferencia de niveles (m)	Presión elevación (psi)	Presión requerida (psi)
Cámara de espuma	Manifold de espuma	318	49.43	14.63	20.80	70.24

Los equipos del sistema de espuma se encuentran comprendido por el agente espumógeno, el tanque bladder, el proporcionador de espuma y finalmente las cámaras de espuma.

Tanque Bladder

La capacidad del tanque bladder se encuentra en función de la capacidad de escenario de máximo consumo de agua-espuma.

Según los cálculos obtenidos, se estima un caudal del sistema de espuma de 636 gpm.

Se realiza el cálculo de concentrado de espuma necesario para el sistema de extinción:

Tabla 4.31 Requerimientos mínimos de espuma contra incendios

Solución de espuma al tanque			Solución de espuma suplementaria			Cantidad de concentrado de espuma
Caudal mínimo de aplicación para TM-02	Tiempo de aplicación	%	Caudal de espuma suplementaria	Tiempo de aplicación	%	
636 gpm	30 min	3%	100	20 min	3%	672 gal

De la tabla predecesora, se aprecia que se requiere por lo menos un tanque bladder de 700 galones.

De acuerdo con la hoja de datos del fabricante ANSUL, se tiene el siguiente equipo.

Tabla 4.32 Principales características del tanque bladder

Equipo	Marca	Modelo	Capacidad	Diámetro	Máxima Presión	Listado
Horizontal Bladder Tank	ANSUL	444051	700 gal	48 in	175 psi	UL/FM

Agente espumógeno

Según el Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2018 pág. 95), para la extinción de un incendio generado por un combustible líquido clase II (Turbo A1), se requiere un agente espumógeno AFFF 3%.

Según la tabla 31 de la presente investigación, se obtiene la cantidad de agente espumógeno necesario para mitigar un escenario de incendio.

Según Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias (2007), en su artículo 86, indica que se requiere un almacenamiento del doble de espuma necesaria para extinguir el riesgo mayor.

Por lo tanto, resulta que la PAA AIJC debe contar por lo menos con 1,344 galones de agente espumógeno AFFF 3%.

Proporcionador

La capacidad del proporcionador se encuentra en función de la demanda de la cámara de espuma del tanque incendiado.

En el presente proyecto, los cuatro tanques (T-301, T-302, T-303 y T-304) tienen las mismas características, por lo cual se escoge un proporcionador que cubra con la demanda de solución de agua-espuma.

Según los cálculos obtenidos anteriormente, se estima un caudal del sistema de espuma de 636 gpm.

De acuerdo con la hoja de datos del fabricante ANSUL, se tiene el siguiente equipo.

Tabla 4.33 Principales características del Proporcionador Flowmax CL

Equipo	Marca	Modelo	Rango de caudal listado	Diámetro	Agente
Proporcionador	ANSUL	Flowmax CL	49-3122 gpm	6 in	3% AFFF

Se realiza la comparativa de presiones en el manifold.

Según las tablas 20 y 29, tenemos las presiones en los manifolds de enfriamiento y espuma:

Tabla 4.34 Presiones en manifold de enfriamiento y espuma

Manifold	Presión requerida
Enfriamiento	118.73 psi
Extinción	70.24 psi

De la tabla 34 se verifica que la presión del sistema de enfriamiento es mayor que del sistema de espuma, por lo que se requiere instalar una válvula de diluvio con reguladora de presión para cada montante del sistema de espuma.

Requerimiento de bombeo

El diseño del sistema contra incendios de la PAA AIJC se basa en el diseño del sistema de enfriamiento y sistema de extinción.

Para la cual se obtienen los siguientes parámetros de operación en el manifold de cada sistema.

Tabla 4.35 Requerimientos de presión y caudal por sistema

Sistema		Presión	Caudal
Sistema de aspersores	T-301	118.73 psi	1,108.32 gpm
	T-303	118.73 psi	1,108.32 gpm
Sistema de extinción	T-302	70.24 psi	636.17 gpm
Sistema de enfriamiento por	HM-09	121 psi	700 gpm
Monitores - Hidrantes	HM-03	121 psi	700 gpm
Mangueras contra incendios	HM-04	100 psi	250 gpm

A partir de los sistemas de la tabla 35 se realiza el cálculo que demanda el sistema de bombeo.

Tabla 4.36 Presión y caudal en el sistema de bombas contra incendios

TRONCAL A CUARTO DE BOMBAS										
Tramos Indicados (Tubería aérea)										
Tramo	Q	d	J	Accesorios de tubería	Le	Lt	Jf	Po	Pt	
	gpm	pulg	psi/ft		m	m	ft	psi	psi	psi
Manifold a cuarto BCI	3,552.6 4	10.4 3	0.017 3	1 Tub.	145.0 0	178.5 3	585.7 4	10.1 5	118.7 3	128.8 8
				3 C90	8.20					
				1 Tee	18.30					
Monitores a BCI	950	8.79	0.005 3	1 Tub.	220.0 0	251.1 9	824.1 2	4.33	121.0 0	125.3 3
				2 C90	6.70					
				3 C45	3.40					
				1 Tee	15.30					

De la tabla 36, se evidencia que la presión en el punto de descarga del sistema de bombeo contra incendios resulta 128.08 psi.

Sistema de bombas contra incendios

La capacidad del sistema de bombeo contra incendios, se encuentra en función del escenario con mayor demanda de agua, tanto en presiones y caudales.

Del cálculo realizado, se estima un sistema de bombeo conforme se muestra a continuación.

Tabla 4.37 Presión y caudal del sistema de bombeo

Sistema bombeo	Caudal	Presión neta
Sistema de bombas contra incendios	4,502.64 gpm	128.08 psi

Debido a la demanda del sistema se plantea utilizar dos bombas contra incendios de la misma capacidad para cubrir la demanda del sistema.

Conforme al numeral 4.10.2 de (NFPA 20, 2022 pág. 19), establece los caudales estándar para bombas contra incendios listadas, las cuales se muestran en la figura a continuación:

Tabla 4.38 Caudales de bombas contra incendios listadas

gpm	L./min	gpm	L./min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

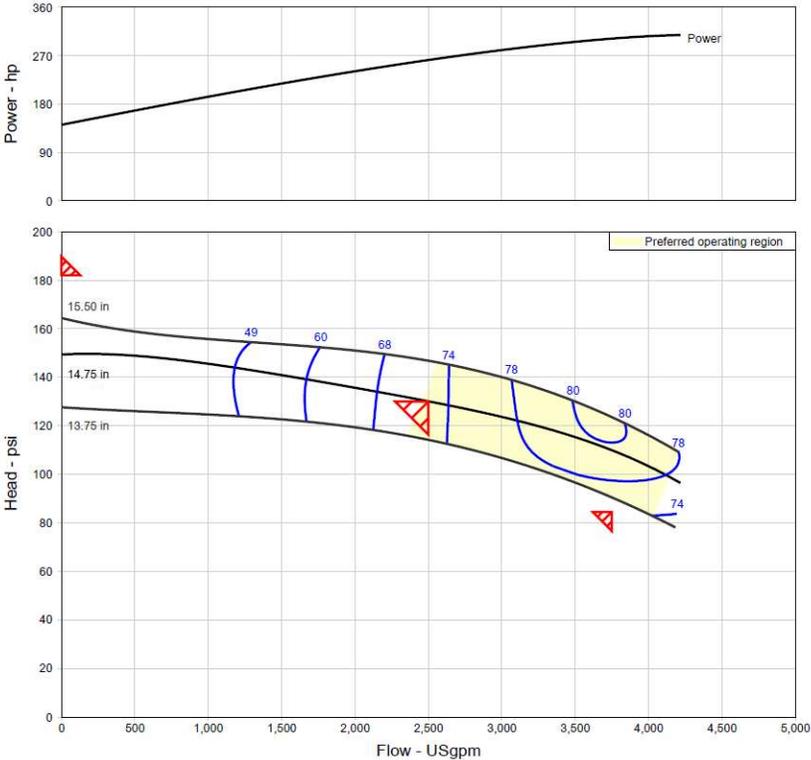
Fuente: (NFPA 20, 2022)

De la figura anterior se determina que se utilizarán dos bombas contra incendios con capacidad de 2,500 gpm.

Sin embargo, teniendo en cuenta que conforme al requerimiento del AIJC, opera las 24 horas del día, por lo tanto, la PAA no puede quedar desprotegida ante la intervención de una bomba contra incendios. En ese sentido, se implementa una bomba contra incendios como back up, la cual contará con las mismas características.

Con los valores que se muestran en la tabla 38, se escoge el siguiente equipo de bombeo.

Figura 4.12 Curvas de rendimiento de la motobomba contra incendios



Fuente: (Pentair, 2023)

De acuerdo con las hoja de datos del fabricante se obtiene los siguientes parámetros de diseño de la motobomba contra incendios:

Figura 4.13 Datos técnicos de la motobomba contra incendios

Item Number / Tags	: 005	Size	: 8-481-17B
Service	:	Stages	: 1
Quantity	: 1	Driver type	: Engine
Quote number	:	Frequency	: 0 Hz
Date last saved	: 09 Nov 2023 5:54 PM	Speed, rated	: 2100 rpm
Flow, rated	: 2,500.0 USgpm	Based on curve number	: 184-8X10X17B-2100
Differential head / pressure, rated	: 130.0 psi	Efficiency	: 72.50 %
Flange rating (suction / discharge)	: 125/125	Max working pressure, allowable	: 175.0 psi.g
Secondary Point (150% of rated flow)	: 3,750.0 USgpm	Max Shutoff Head (Calculated)	: 152.0 psi
Secondary Point (65% of rated head)	: 84.50 psi	Max suction pressure, allowable	: 23.00 psi.g
Max Shutoff per NFPA	: 182.0 psi	Suction pressure, max (user specified)	: 0.00 psi.g
		Pump shutoff w/ suction pressure	: 152.0 psi.g
		Power driver, minimum	: 293 hp

Fuente: (Pentair, 2023)

De los datos obtenidos por el fabricante se tiene las siguientes principales características:

Tabla 4.39 Principales características de la motobomba contra incendios

Equipo	Bomba				Motor		
	Tipo	Caudal	Presión neta	RPM	Dimensión	Potencia Motor	
Motobomba MB-01	Horizontal – Carcasa partida	2,500 gpm	130 psi	2100	8 in	Motor a combustión interna	293 HP
Motobomba MB-02	Horizontal – Carcasa partida	2,500 gpm	130 psi	2100	8 in	Motor a combustión interna	293 HP
Motobomba MB-03 (Back Up)	Horizontal – Carcasa partida	2,500 gpm	130 psi	2100	8 in	Motor a combustión interna	293 HP

Capacidad de reserva de agua contra incendios

De las tabla 35 se obtienen los siguientes caudales.

Tabla 4.40 Caudales de los sistemas

Sistema	Caudal
Sistema de enfriamiento	3,866.64 gpm
Sistema de extinción	636.17 gpm

De la fórmula 2.11 se tiene:

$$Vt = T * Qenf + T * Qesp * 0.97$$

$$Vt = 240 \text{ min} * Qenf + 30 \text{ min} * Qesp * 0.97$$

$$Vt = 240 \text{ min} * 3,866.64 \text{ gpm} + 30 \text{ min} * 636.17 \text{ gpm} * 0.97$$

$$Vt = 946,506.15 \text{ galones} \langle \rangle 22,535.86 \text{ Barriles} \langle \rangle 3,582.91 \text{ m}^3$$

Del cálculo para la reserva de agua contra incendios, se tiene finalmente una capacidad mínima de 3,582.91m³.

Etapa 2: Simulación de resultados mediante software AFT Fathom 12

Con la finalidad de validar los resultados obtenidos teóricamente para el sistema contra incendios, se realiza la simulación en software especializado para cálculos hidráulicos (Ver Anexo VII), para la presente investigación se utiliza el AFT Fathom v12.0.

De la simulación se obtienen los principales resultados que se muestran a continuación:

Tabla 4.41 Parámetros operativos del escenario de mayor demanda de agua-espuma

Sistema	Simulación		
	Presión	Caudal	
Sistema de aspersores	Último Aspersor T-301	44.11 psi	47.80 gpm
	Último Aspersor	47.14 psi	49.92 gpm

Sistema	Simulación		
	Presión	Caudal	
	T-303		
Sistema de extinción	Cámara de espuma	33.31 psi	319 gpm
	T-302		
Sistema de enfriamiento por Monitores - Hidrantes	HM-09	121.86 psi	706.23 gpm
	HM-03	121.74 psi	705.90 gpm
Sistema de bombeo contra incendios	MB-01	130 psi	2,344 gpm
	MB-02	130 psi	2,352 gpm

Etapa 2: Evaluación del riesgo

Conforme el Estudio de Riesgos de Seguridad de la PAA AIJC, establece que el escenario TM-02 inicialmente contaba con un nivel de riesgo 5, según la siguiente matriz de riesgos:

Tabla 4.42 Matriz de riesgos antes del tratamiento

		SEVERIDAD				
		1	2	3	4	5
FRECUENCIA	5	Yellow		Orange	Red	
	4	Yellow			Orange	Red
	3	Green		Yellow		Orange
	2	Green		Yellow		
	1	Green				Yellow
						TM-02

Fuente: (Estudio de Riesgos de Seguridad de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, 2023)

Con la implementación del sistema contra incendios a los tanques de almacenamiento de combustibles de la PAA AIJC, el Estudio de Riesgos de Seguridad vuelve a evaluar el riesgo de incendio del tanque, obteniendo una calificación del nivel de riesgo de 4, según la matriz de riesgos:

Tabla 4.43 Matriz de riesgos con medidas de mitigación

		SEVERIDAD				
		1	2	3	4	5
FRECUENCIA	5	Yellow	Orange	Red		
	4	Yellow		Orange	Red	
	3	Green	Yellow		Orange	Red
	2	Green	Yellow			Orange
	1	Green			Yellow		TM-02

Fuente: (Estudio de Riesgos de Seguridad de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, 2023)

4.7 Aspectos éticos en investigación

La tesis por su naturaleza de investigación no utiliza seres vivos como sujetos de investigación, tampoco afecta a las comunidades, ni va en contra de sus derechos.

Se recalca que los datos obtenidos no serán adulterados o manipulados, de forma que no se considere como plagio de otro proyecto, para que de esa manera le den un adecuado uso para posteriores investigaciones.

Veracidad: la información será veraz, velando por la propiedad intelectual de los autores e instituciones.

Confidencialidad: Así se asegura la protección de la identidad de la empresa y de las personas que participen como informantes de la investigación.

Originalidad: Se tiene en consideración las fuentes bibliográficas de la información mostrada, sin embargo, esta investigación es precursora en el sistema nacional por su operacionalización de variable.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

En esta etapa de la investigación se muestran los resultados de los cálculos obtenidos en el punto de análisis y procesamiento de datos, los cuales van de acuerdo a los objetivos planteados en el capítulo I de la presente investigación.

Parámetros operativos del sistema contra incendios que permita la reducción de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

El diseño del sistema contra incendios se realizó en el numeral 4.6 de la presente investigación, en la cual se obtuvieron los parámetros operativos teóricos del sistema contra incendios.

Tabla 5.44 Parámetro operativos del Sistema Contra Incendios

Sistema		Teórico	
		Presión	Caudal
Sistema de aspersores	Último Aspersor T-301	34.69 psi	42.41 gpm
	Último Aspersor T-303	34.69 psi	42.41 gpm
Sistema de extinción	Cámara de espuma T-302 A	33.00 psi	318 gpm
	Cámara de espuma T-302 B	33.00 psi	318 gpm
Sistema de enfriamiento por Monitores - Hidrantes	HM-09	121 psi	700 gpm
	HM-03	121 psi	700 gpm
Sistema de bombeo contra incendios	MB-01	130 psi	2,301 gpm
	MB-02	130 psi	2,301 gpm

Dimensionar la capacidad de reserva de agua que permita abastecer el sistema contra incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

De acuerdo con los cálculos realizados en el numeral 4.6 de la presente investigación se tiene la capacidad de agua que permite abastecer el sistema contra incendios.

Tabla 5.45 Capacidad de tanque de agua

Equipo	Capacidad
Tanque de agua	3,582.91 m ³

Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permitan la reducción del riesgo de incendios de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Conforme se realizan los cálculos para el sistema contra incendios, se van eligiendo los equipos que se utilizarán a fin de usar las características técnicas propias de los equipos e incluirlos en los cálculos.

Se obtuvieron los siguientes equipos:

Sistema de enfriamiento por aspersores

Tabla 5.46 Sistema de aspersores en toroide.

Tanque	Ubicación	Cantidad de Aspersores	K de aspersor	Ángulo de Aspersor
T-301	Toroide	48	7.20	125
T-302	Toroide	48	7.20	125
T-303	Toroide	48	7.20	125
T-304	Toroide	48	7.20	125

Sistema de enfriamiento por Monitor-Hidrante

Tabla 5.47 Sistema de enfriamiento por Monitore-Hidrantes

TAG	Hidrante	Monitor	Boquilla
MH-03/09	Conexión entrada 6"	Conexión entrada 4"	Aquastream Conexión 2 ½" NH hembra. 700gpm@100psi
	Brida ANSI B16.5	ANSI B16.5, clase	
	Conexión salida 4"	150 FF	
	Brida ANSI B16.5	Conexión salida 2 ½"	
	Clase 150, FF	conexión NH macho.	

Sistema de extinción

Tabla 5.48 Sistema de espuma mediante cámaras

Tanque	Cantidad de cámaras de espuma	Modelo referencial
T-301	2	Ansul AFC-330
T-302	2	Ansul AFC-330
T-303	2	Ansul AFC-330
T-304	2	Ansul AFC-330

Tabla 5.49 Características del Tanque Bladder

Equipo	Parámetros de operación			
	Capacidad Nominal	Presión Máximo de trabajo	Listado	Proporcionador
Tanque Bladder	700 gal	175 psi	UL/FM	49 – 3,122 gpm

Tabla 5.50 Sistema de bombeo contra incendios

Equipo	Caudal nominal	Presión nominal
MB-01	2500 gpm	130 psi
MB-02	2500 gpm	130 psi
MB-03 (Back Up)	2500 gpm	130 psi

Finalmente, se realizó la simulación del cálculo del escenario de mayor consumo de agua-espuma, mediante el software AFT Fathom 12, los cuales se comparan y validan los resultados calculados teóricamente, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 5.51 Resumen parámetros operativos simulación vs teóricos

Sistema		Simulación		Teórico	
		Presión	Caudal	Presión	Caudal
Sistema de aspersores	Último				
	Aspersor T-301	44.11 psi	47.80 gpm	34.69 psi	42.41 gpm
	Último				
	Aspersor T-303	47.14 psi	49.92 gpm	34.69 psi	42.41 gpm
Sistema de extinción	Cámara de espuma T-302	33.31 psi	319 gpm	33.00 psi	318 gpm
Sistema de enfriamiento por Monitores - Hidrantes	HM-09	121.86 psi	706.23 gpm	121 psi	700 gpm
	HM-03	121.74 psi	705.90 gpm	121 psi	700 gpm
Sistema de bombeo contra incendios	MB-01	130 psi	2,387 gpm	130 psi	2,301 gpm
	MB-02	130 psi	2,394 gpm	130 psi	2,301 gpm

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1 Con referencia a la hipótesis general

Se planteó que: “El diseño de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez”.

El diseño del sistema contra incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, fue desarrollado bajo los criterios y fórmulas de los distintos códigos NFPA aplicables, asimismo, el diseño fue validado mediante software AFT Fathom 12.

De acuerdo con el Estudio de Riesgos de Seguridad de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2023), el diseño de un sistema contra incendios para los tanques de almacenamiento reduce el nivel de riesgo de incendios en los tanques de un nivel 5 a un nivel 4.

6.1.2 Con referencia a las hipótesis específicas

H1: Determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Se realizaron los cálculos y hallaron los parámetros operativos requeridos por el sistema, los cuales permiten realizar el diseño del sistema contra incendios, y así, la reducción del riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

H2: Dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios permitirá reducir el riesgo de incendio de los tanques de

almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Del desarrollo de los cálculos se determinó la capacidad de la reserva de agua del sistema contra incendios, que se requiere para cubrir el escenario de mayor demanda de agua-espuma, resultando una capacidad de 3,582.91 m³, permitiendo reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

H3: Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

De los parámetros operativos calculados del sistema contra incendios, se permite la selección de equipos destinados a la lucha contra incendios, los cuales se encuentran destinados la reducción del riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

6.2.1 En el área internacional

Según Catari Cahyaya (2023), en su proyecto de grado titulado “Diseño del sistema de protección contra incendios para los tanques de almacenamiento de Jet Fuel 212 y 214 de la planta de Senkata – YPFB”, establece los criterios de protección del sistema contra incendios según los códigos NFPA aplicables, los mismos en los que el autor de la presente investigación utilizó para el desarrollo de los cálculos del sistema contra incendios para los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

Según Ramírez Fuentes (2018), en su proyecto titulado “Sistema Automático de la Protección Contra Incendios de un Tanque de Trementina” desarrolla los

criterios de diseño para el desarrollo de un sistema de extinción para el tanque de Trementina. Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los criterios de diseño aplicables para los tanques de almacenamiento de Turbo A1.

Según Marcía Manrubia (2016), en su tesis de grado titulada “Estación de bombeo y depósito de almacenamiento de agua contra incendios en instalación de almacenamiento de líquidos inflamables”, desarrolla el cálculo a fin de determinar el volumen de agua contra incendios necesario para cubrir su máxima demanda de consumo de agua-espuma ante un escenario de incendio.

De la investigación, se permite consolidar criterios para el cálculo de la reserva de agua contra incendios capaz de abastecer el escenario de mayor demanda de agua-espuma de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

6.2.2 En el área nacional

El Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2018), realiza en análisis de riesgo, identificando el escenario de máximo riesgo y mayor consumo de agua y espuma, de donde establecen los mismos criterios para la filosofía de operación ante un escenario de incendio en la nueva Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, siguiendo la filosofía de operación se diseña el plan de ataque y el sistema contra incendios.

Según Accostupa Quispe (2018), en su informe profesional titulado “Dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería Conchán en base a la norma NFPA”, desarrolla la ingeniería para el dimensionamiento de los aspersores y cámaras de espuma, bajo la normativa local y códigos internacionales como NFPA. Para la presente investigación nos basamos en la misma normativa y códigos NFPA aplicables ya que los objetos de estudio en ambas investigaciones son tanques para almacenar hidrocarburos.

Según García Lara (2021), en su informe profesional titulado “Cálculo hidráulico y rediseño de un sistema de agua contra incendio para un terminal de almacenamiento de combustible Turbo A1 en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez”, nos basamos en la investigación con la finalidad de verificar los criterios

de diseño y tenerla como base para el nuevo diseño del sistema contra incendios de la nueva Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor de la presente investigación se responsabiliza por la información emitida en el informe final de la Tesis titulado “Diseño de un sistema contra incendios para la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez”, y se somete a las normas y reglamentos vigentes de la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que un sistema contra incendios permite la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez, reduciendo el nivel de riesgo de 5 a 4.
- Se determinaron los parámetros operativos del sistema contra incendios, los cuales fueron obtenidos en base a los criterios de diseño de los reglamentos nacionales y códigos normativos internacionales, los mismos que fueron validados mediante el software especializado AFT Fathom 12 (ver tabla 4.41 de la presente investigación). La determinación de los parámetros operativos como base del diseño del sistema contra incendios permite la reducción del riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.
- Se obtuvo la capacidad de la reserva de agua contra incendios equivalente a 3,582.91 m³, el cual permite reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez. La capacidad de la reserva de agua obedece a los criterios normativos legales en el rubro de hidrocarburos, indicado en el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias.
- Los equipos del sistema contra incendios fueron seleccionados conforme a los parámetros operativos calculados (ver apartado 4.6 y anexo VIII de la presente investigación). La selección de equipos listados para la lucha contra incendios permite asegurar que los mismos se encuentran aptos y dimensionados para reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.

VIII. RECOMENDACIONES

- La instalación del sistema contra incendios debe ejecutarse conforme lo establecen los códigos NFPA aplicables, a fin de que se garantice la calidad de la instalación, adecuada operación y cumplimiento normativo.
- Los componentes y equipos contra incendios deben ser listados por Underwriter Laboratories Inc. ® (UL) y/o aprobados por FM GLOBAL para el uso en sistemas contra incendio, conforme se establece en los distintos códigos NFPA.
- Se deben ejecutar las pruebas de comisionamiento del sistema, verificando las presiones mínimas requeridas según el Estudio de Riesgos de Seguridad y los parámetros mínimos de operación según la ingeniería y datos del fabricante de los equipos.
- Realizar el mantenimiento del sistema contra incendios integral conforme se establece en NFPA 25 – Edición 2023.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accostupa Quispe, Raphael Hugo. 2018. *Dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería conchán en base a la norma NFPA.* Lima : s.n., 2018. Trabajo de suficiencia profesional.

Akron Brass. akronbrass.com. [En línea]
https://www.akronbrass.com/aquastreamtm-master-stream-with-teeth?__SID=U.

Alcarraz Espinoza, Luis Alberto. 2020. *Análisis y diseño hidráulico optimizado de un sistema de protección contra incendio por enfriamiento y sofocación para tanques verticales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos en la planta terminal Juliaca.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2020. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Ansul. 2020. Ansul. [En línea] 2020. [Citado el: 07 de Diciembre de 2023.]
https://www.ansul.com/foam-concentrates-and-equipment/ansul-proportioning-systems/line_proportioners_and_eductors_fsp/line-proportioners-eductors#resources.

Bernal Torres, César Augusto. 2010. *Metodología de la investigación.* Tercera. Colombia : Pearson, 2010. pág. 106.

Casal, Joaquim, y otros. 1999. *Análisis del riesgo en instalaciones industriales.* Barcelona : UPC, 1999.

Catari Cahyaya, Marco Antonio. 2023. *Diseño del sistema de protección contra incendios para los tanques de almacenamiento de Jet Fuel 212 y 214 de la planta de Senkata - YPFB.* Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia : s.n., 2023. Proyecto de grado.

Elkhart Brass. elkhartbrass.com. [En línea]
<https://elkhartbrass.com/products/monitors/industrial-monitors/copperhead/>.

Espinoza Montes, Ciro. 2014. *Metodología de investigación tecnológica.* Segunda. Huancayo : Pensando en sistemas, 2014.

Estudio de Riesgos de Seguridad de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez. **Exolum. 2023.** 2023.

Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez. **ExxonMobil. 2018.** 2018.

Fires at Outside Storage Tanks. **Campbell, Richard. 2014.** Agosto de 2014.

García Lara, Edward. 2021. *Cálculo hidráulico y rediseño de un sistema de agua contra incendio para un terminal de almacenamiento de combustible Turbo A1 en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2021. Informe profesional Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos DS 032-2002-EM. **OSINERGMIN. 2002.** 23 de 10 de 2002.

HD Fire Protect. hdfire.com. [En línea] [Citado el: 27 de Noviembre de 2023.] <https://www.hdfire.com/use-of-medium-velocity-water-spray-nozzles-in-protection-of-bulk-fuel-tanks.php>.

Hernández Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación.* Sexta. México : McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

—. **2014.** *Metodología de la investigación.* Sexta. México : McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Informe Técnico N° 159-2023-OS-GSE/DSHL. **OSINERGMIN. 2023.** 2023.

J2MECH Ingeniería y Diseño. J2MECH Ingeniería y Diseño. [En línea] [Citado el: 27 de Noviembre de 2023.] chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.j2mech.com/wp-content/uploads/2019/11/Diseno_de_tanques_API_650_Webinar.pdf.

Johnson Controls. 2017. Johnson Controls. [En línea] 2017. [Citado el: 07 de Diciembre de 2023.] https://www.johnsoncontrols.com/en_middleeast/power-and-utilities/foam-solutions/bladders.

Juliano Barra, Luiggi. 2019. *DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DEL NUEVO TERMINAL DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS UBICADO EN LA CIUDAD DE ILO.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA. Arequipa : s.n., 2019. Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico.

Ley Orgánica que norma las actividades de Hidrocarburos en el territorio nacional - Ley N° 26221. **Congreso Constituyente Democrático. 1993.** 1993.

Mahoney, Shawn. 2021. *Alarmas de humo en incendios de viviendas.* 2021.

Marcía Manrubia, María del Carmen. 2016. *Estación de bombeo y depósito de almacenamiento de agua contra incendios en instalación de almacenamiento de líquidos inflamables.* Cartagena, Colombia : s.n., 2016.

Mendoza Bruno, Lesly Edith. 2014. *Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el aptio de tanques de almacenamiento de Diésel B5 - Unidad Minera Toquepala.* Callao, Perú : s.n., 2014.

Muñoz Marchena, Juan José. 2021. *Diseño de tanques de almacenamiento de combustibles e implantación de la terminal según Instrucción Técnica Complementaria MI-IP02 y protección contra incendios.* Universidad de Sevilla. Sevilla : s.n., 2021. Trabajo Fin de Grado Universitario en Ingeniería Química.

Navia Ortiz, Juan Sebastian. 2018. *COMPARACIÓN TÉCNICA EN REDES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO POR MEDIO DE SISTEMA CONVENCIONAL DE ROCIADORES Y SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA.* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá : s.n., 2018. Trabajo final de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de: Magíster en Ingeniería - Recursos Hidráulicos.

NFPA 1. 2021. NFPA. [En línea] 2021. [Citado el: 28 de 09 de 2023.] <https://link.nfpa.org/free-access/publications/1/2021>.

- NFPA 11. 2021.** nfpa.org. [En línea] 2016, 2021. [Citado el: 28 de 09 de 2023.]
- . **2021.** *Standar for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam.* 2021.
- NFPA 15. 2022.** nfpa.org. *nfpa.org.* [En línea] NFPA, 2022. [Citado el: 28 de 09 de 23.]
- . **2022.** nfpa.org. *nfpa.org.* [En línea] NFPA, 2022. [Citado el: 28 de 09 de 23.]
- . **2022.** nfpa.org. *nfpa.org.* [En línea] NFPA, 2022. [Citado el: 28 de 09 de 23.]
- NFPA 20. 2022.** *Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios.* 2022.
- Norma A.130. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2009.* Lima : s.n., 2009.
- Oil Gas Producers. 2010.** *Risk Assessment Data Directory.* 2010. Report 434-14.1.
- Oiltanking. 2015.** Oiltanking.com. [En línea] Diciembre de 2015. [Citado el: 27 de Noviembre de 2023.]
<https://www.oiltanking.com/es/publicaciones/glosario/combustibles-de-aviacion-jet-fuel-gasolina-de-aviacion-avgas-jet-b-bioqueroseno.html>.
- Pentair. 2023.** *Customer Technical Offer.* 2023.
- Ramírez Fuentes, Javier Alejandro. 2018.** *Sistema Automático de la Protección Contra Incendios de un Tanque de Trementina.* Universidad Técnica Federico Santa María - Sede Concepción "Rey Balduino de Bélgica"-Concepción. Concepción, Chile : s.n., 2018.
- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 052-93-EM y modificatorias. OSINERGMIN. 1993.* 1993.
- . **OSINERGMIN. 1993.** 1993.
- Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificatorias. OSINERGMIN. 2007.* 2007.

Rejiglass. Rejiglass. [En línea] [Citado el: 27 de 11 de 2023.]
<https://rejiglass.com.mx/tanques-de-techo-flotante/>.

Tyco. 2016. *Hoja de datos - Boquillas de pulverización.* 2016.

Universidad de Alicante. 2020. blogs.ua.es. [En línea] 08 de Febrero de 2020.
<https://blogs.ua.es/matesfacil/2020/02/08/area-y-volumen-del-casquete-esferico/>.

Valderrama Mendoza, Santiago. 2013. *Pasos para elaborar proyectos de Investigacion Cientifica.* Segunda. Lima : San Marcos, 2013.

—. 2013. *Pasos para elaborar proyectos de Investigacion Cientifica.* Segunda. Lima : San Marcos, 2013.

Weflo. Weflo.es. [En línea] <https://weflo.es/wet-barrel-fire-hydrant/>.

Zensitec. zensitec.com. [En línea] [Citado el: 28 de Noviembre de 2023.]
<https://zensitec.com/sistemas-contraincendios/supresion-con-espuma/camara-de-espuma-para-tanque-de-techo-fijo>.

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

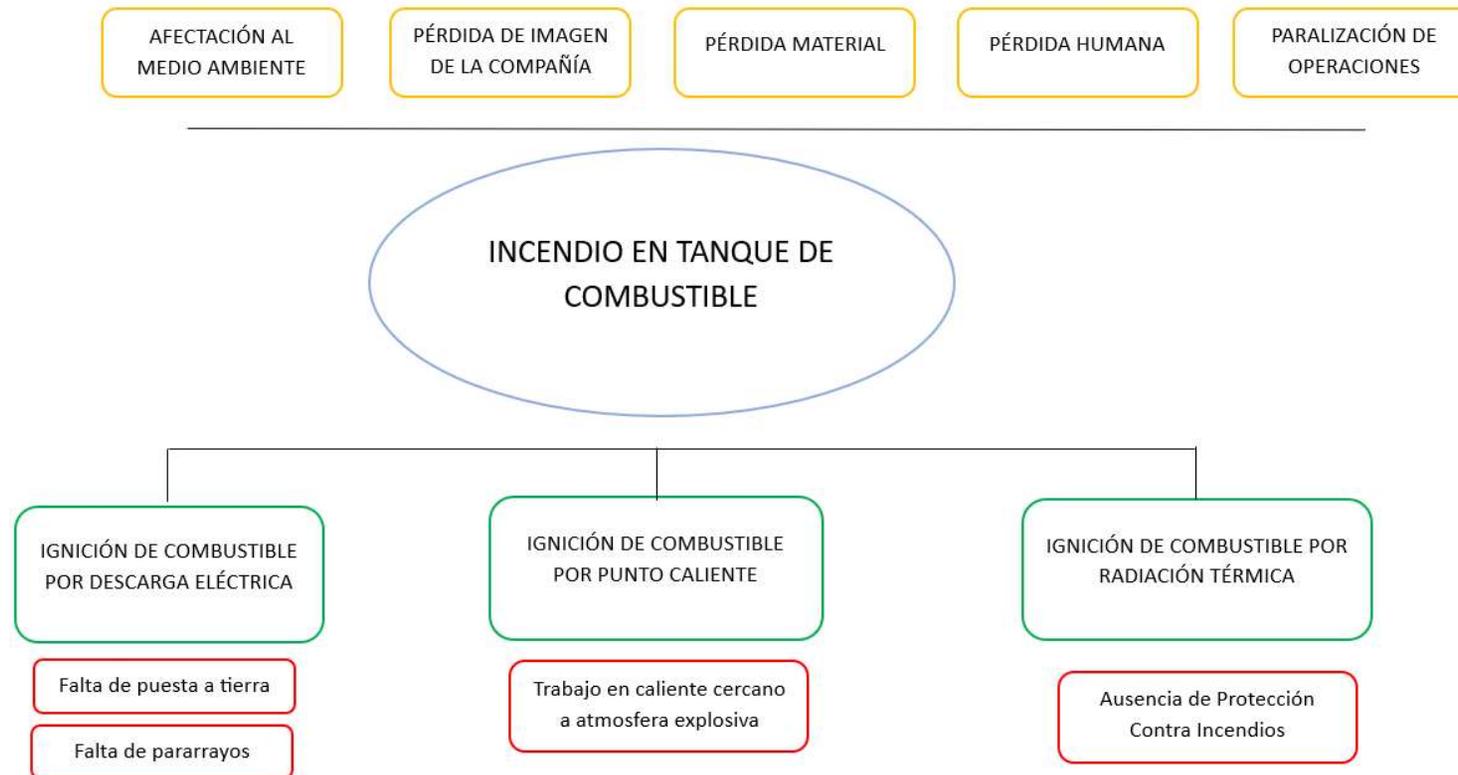
DESEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHÁVEZ

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
¿Cómo realizar el diseño de un sistema contra incendios para la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?	Realizar el diseño de un sistema contra incendio para la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	El diseño de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	<u>Variable Independiente:</u> Sistema Contra Incendio	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativa</p> <p>Alcance: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Alcance: Transversal</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dimensiones Parámetros de operación Selección de equipos Validación del diseño	<p>Método: Analítico - Sintético</p> <p>Población: 4 Tanques de combustible</p> <p>Muestra: 4 Tanques de combustible</p> <p>Técnica de recolección: Análisis documental - Observación directa</p>
¿Cómo determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios que permita la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez??	Determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios que permita la reducción de riesgo de incendios de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	Determinar los parámetros operativos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.		

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cómo dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios que permita reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?	Dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios que permita reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	Dimensionar la capacidad de reserva de agua del sistema contra incendios permitirá reducir el riesgo de incendio de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	Variable Dependiente: Riesgo de incendio	
¿Cómo seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permita la reducción de riesgo de incendio de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez?	Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permita la reducción del riesgo de incendios de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	Seleccionar los equipos de un sistema contra incendios permitirá la reducción de incendios de los de los tanques de almacenamiento de combustible de la Planta de Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez.	Dimensiones Matriz de riesgos	

ANEXO II: ÁRBOL DE FALLAS

De acuerdo al (Estudio de Riesgos Planta Abastecimiento Aeropuerto Jorge Chávez (2018), establece en su análisis What If?, las posibles causas de un escenario de riesgos, las cuales se presentan a continuación:



ANEXO III: HOJA DE DATOS DEL TURBO A1

PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERÚ S.A.



Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

Pág. 1 de 5
Edición: Diciembre 2013

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre Comercial	: TURBO PETROPERÚ A-1
Nombre Alternativo	: TURBO A-1
Empresa	: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.
Dirección	: Av. Enrique Canaval Moreyra 150, Lima 27 - Perú
Teléfonos	: (01) 614-5000; (01) 630-4000
Portal Empresarial	: http://www.petroperu.com.pe
Atención al cliente	: (01) 630-4079 / 0800 77 155 (línea gratuita) : servcliente@petroperu.com.pe

2. COMPOSICIÓN

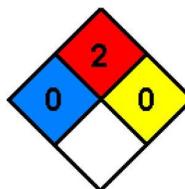
El Turbo A-1 está constituido por una mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo en el rango aprox. C₉ a C₁₆.

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

El producto es una sustancia combustible e inflamable. La presencia de fracciones volátiles puede generar vapores inflamables.

La clasificación de riesgos según la NFPA (National Fire Protection Association) es la siguiente:

- Salud : 0
- Inflamabilidad : 2
- Reactividad : 0



Los peligros también se pueden asociar a los efectos potenciales a la salud:

- CONTACTO
OJOS: El contacto puede causar irritación con sensación de ardor, ocasionando efectos más serios si es por un periodo prolongado.
PIEL: Puede causar irritación, sequedad o desgrase de la piel. En algunos casos el contacto repetitivo ocasiona decoloración e inflamación.
- INHALACIÓN
Causa dolor de cabeza, irritación nasal y respiratoria, náuseas, somnolencia, dificultad para respirar, depresión del sistema nervioso central y pérdida de la conciencia.
- INGESTIÓN
Causa irritación en la garganta y el estómago, diarrea y vómitos. Puede ingresar a los pulmones durante la ingestión o el vómito y causar neumonía química con fatales consecuencias.

Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

Pág. 2 de 5
Edición: Diciembre 2013

4. PRIMEROS AUXILIOS

- CONTACTO
OJOS: Actuar con rapidez. Lavar con abundante agua por 15 minutos y si la irritación continúa obtener atención médica de inmediato.
PIEL: Quitar la ropa contaminada lo antes posible. Lavar el área afectada con jabón y abundante agua. Si la irritación persiste o el contacto ha sido prolongado, obtener atención médica de inmediato.
- INHALACIÓN
Trasladar inmediatamente a la persona afectada hacia un ambiente con aire fresco. Administrar respiración artificial o resucitación cardiopulmonar de ser necesario y obtener atención médica de inmediato.
- INGESTIÓN
No inducir al vómito a fin de evitar que el producto ingrese a los pulmones por aspiración. Mantener en reposo a la persona afectada y obtener atención médica de inmediato.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO

Evacuar al personal del área hacia una zona más segura y a una distancia conveniente si hay un tanque o camión tanque involucrado. Detener la fuga si existe, antes de intentar controlar el fuego. Utilizar medios adecuados para extinguir el fuego y agua en forma de rocío para enfriar los tanques.

AGENTES DE EXTINCIÓN: Polvo químico seco, CO₂ (dióxido de carbono) y espuma.

PRECAUCIONES ESPECIALES: Usar un equipo protector debido a que se pueden producir gases tóxicos e irritantes durante un incendio. La extinción de fuego de grandes proporciones sólo debe ser realizada por personal especializado.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

DERRAMES PEQUEÑOS Y MEDIANOS

Detener la fuga. Absorber el producto con arena, tierra u otro material absorbente y ventilar la zona afectada. Recoger el producto y el material usado como absorbente, colocarlo en un depósito identificado y proceder a la disposición final de acuerdo a un procedimiento implementado.

DERRAMES DE GRAN PROPORCIÓN

Detener la fuga si es posible. Evacuar al personal no necesario y aislar el área. Eliminar toda fuente probable de ignición. Contener el derrame utilizando tierra, arena u otro material apropiado. Utilizar agua en forma de rocío para dispersar los vapores, evitar que el producto entre al desagüe y fuentes de agua; recoger el producto y colocarlo en recipientes identificados para su posterior recuperación. Si es necesario contactar con organismos de socorro y remediación.

El personal que participa en las labores de contención del derrame debe usar un equipo completo de protección personal.

NOTA: En caso de vertimientos en medios acuáticos, los productos que se requieren usar como dispersantes, absorbentes y/o aglutinantes deberán contar con la autorización vigente de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.

Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

Pág. 3 de 5
Edición: Diciembre 2013

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

No comer, beber, o fumar durante la manipulación del producto y usar un equipo de protección personal; posteriormente proceder a la higiene personal. No aspirar o absorber con la boca.

Antes de realizar el procedimiento de carga y/o descarga del producto, conectar a tierra los tanques y cisternas.

Usar sistemas a prueba de chispas y explosión. Evitar las salpicaduras.

Almacenar a temperatura ambiente, en recipientes cerrados claramente etiquetados y en áreas ventiladas; alejado de materiales que no sean compatibles y en áreas protegidas del fuego abierto, calor u otra fuente de ignición. El producto no debe ser almacenado en instalaciones ocupadas permanentemente por personas.

Eventualmente, se pueden utilizar recipientes de HPDE (Polietileno de alta densidad) para tomar muestras del producto.

NOTA: Los trabajos de limpieza, inspección y mantenimiento de los tanques de almacenamiento deben ser realizados siguiendo estrictamente un procedimiento implementado y considerando las medidas de seguridad pertinentes.

Nº CAS: 64742-81-0

8. CONTROL A LA EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

- CONTROL DE INGENIERÍA
Usar campanas extractoras y sistemas de ventilación en locales cerrados; identificar las salidas de emergencia y además, contar con duchas y lavajos cerca del lugar de trabajo.
- PROTECCIÓN RESPIRATORIA
No es necesaria cuando existan condiciones de ventilación adecuadas. Si existe una alta concentración del producto en el aire se requiere un respirador APR (Respirador purificador de aire) con cartucho para vapores orgánicos.
- OJOS
Gafas de seguridad contra salpicaduras de productos químicos.
- PIEL
Guantes de neopreno, nitrilo o PVA (alcohol polivinílico); zapatos de seguridad y ropa de protección.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA, COLOR, OLOR	: Líquido claro y brillante, color visual ligeramente amarillo muy pálido y olor característico.
GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C	: 0.775 – 0.840
PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C	: 38 mín.
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % vol. en aire	: De 0.7 a 5.0 aprox.
PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C	: 228 aprox.
SOLUBILIDAD EN AGUA	: Insoluble.

Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD: Estable en condiciones normales de presión y temperatura durante el almacenamiento.

COMPATIBILIDAD DEL MATERIAL: Es incompatible con agentes oxidantes fuertes como cloro, hipoclorito de sodio, peróxidos, ácidos fuertes, etc.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

La toxicidad del producto está asociada al contacto y a los niveles de exposición.

EFFECTOS

Se pueden considerar los efectos agudos y crónicos indicados en el ítem 3 (CONTACTO/INHALACIÓN/INGESTIÓN).

CARCINOGENICIDAD

Clasificación IARC: Grupo 3, La evidencia indica que no es posible clasificarlo como un agente cancerígeno basado en la información científica disponible.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El producto al ser liberado al medio ambiente presenta la evaporación de sus fracciones volátiles, sin embargo la fracción mas pesada al entrar en contacto con el suelo ocasiona un impacto en la composición y propiedades del terreno.

Al entrar en contacto con el agua forma una capa superficial que flota ocasionando una disminución de la concentración de oxígeno gaseoso. Presenta una lenta biodegradabilidad y además puede ser tóxico para la vida acuática.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final del producto se realiza de acuerdo a la reglamentación vigente.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Se realiza generalmente en embarcaciones y en camiones cisterna debidamente identificados. El transporte se realiza de acuerdo a las normas de seguridad vigentes.

- Código Naciones Unidas : UN 1863
- Señalización pictórica según NTP 399.015.2001 :



Hoja de Datos de Seguridad de MaterialesPág. 5 de 5
Edición: Diciembre 2013

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Se puede utilizar la siguiente clasificación:

Frases R: R10 (Inflamable), R52 (Nocivo para los organismos acuáticos), R53 (Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático), R65 (Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar) y R66 (La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel).

Frases S: S36 (Úsese indumentaria protectora adecuada), S37 (Úsese guantes adecuados), S61 (Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad) y S62 (En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrela la etiqueta o el envase).

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En el Perú, el producto Turbo A-1 está reglamentado por normas dictadas por el Ministerio de Energía y Minas:

- Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 026-94-EM (10/05/94), y modificaciones.
- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 052-1993-EM (18/11/1993), y modificaciones.
- Reglamento de medio ambiente para las actividades de hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 015-2006-EM (02/03/2006), y modificaciones.
- Reglamentos para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos aprobados por los Decretos Supremos N° 030-1998-EM (03/08/1998) y N° 045-2001-EM (26/07/2001) y modificaciones.
- Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos aprobado por el Decreto Supremo N° 043-2007-EM y modificaciones.

El uso del producto fuera del territorio peruano está sujeto a la reglamentación vigente de cada país.

EMERGENCIAS a nivel nacional : 116
Dirección General de Capitanías y Guardacostas : (511) 209-9300

Nota: El presente documento constituye información básica para que el usuario tome los cuidados necesarios a fin de prevenir accidentes. PETROPERÚ no se responsabiliza por actividades fuera de su control.

ANEXO IV: CÁLCULO AGUA-ESPUMA

CÁLCULO DE AGUA Y ESPUMA - PLANTA DE ABASTECIMIENTO AEROPUERTO JORGE CHAVEZ																		
BASES DE CÁLCULO				APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DE ESPUMA				APLICACIÓN DE ESPUMA SUPLEMENTARIA		APLICACIÓN DE AGUA DE ENFRIAMIENTO				AGUA CONTRA INCENDIO				
Caso	Escenario	Producto	Tipo de Techo ⁶⁾	Dimensiones de Tanques		Área Incendiada	Caudal de Aplicación ⁹⁾	Cantidad de Espuma	Caudal de Aplicación	Espuma Suplementaria	Superficies expuestas a la radiación térmica (12.6 kW/m ²) que deben ser enfriadas	Área Lateral expuesta ¹⁰⁾	Área de Techo ⁹⁾	Caudal de Aplicación de Agua de Enfriamiento	Caudal de enfriamiento para tuberías ³⁾	Caudal de Agua Contra Incendio	Cantidad de Agua Contra Incendio	
				Diámetro	Altura	Ratio (GPM/Plg ²)=	0.10	30		10		Ratio (GPM/Plg ²)=	Ratio (GPM/Plg ²)=					Ratio (GPM/Plg ²)=
				Plg'	Plg'	Plg ²	GPM	Galones	GPM	Galones			Plg ²	Plg ²	GPM	GPM	GPM	Galones
1	Incendio Tipo Pool Fire en Tanque T-301	Turbo A1	TFD	90.00	48.00	6361.73	636.17	573	100	60	50% (T-302)	6785.84	3180.86	1654.05	250	2640	479,057	
2	Incendio Tipo Pool Fire en Tanque T-302	Turbo A1	TFD	90.00	48.00	6361.73	636.17	573	100	60	50% (T-301)+50% (T-303)	13571.68	6361.73	3308.10	250	4294	875,366	
3	Incendio Tipo Pool Fire en Tanque T-303	Turbo A1	TFD	90.00	48.00	6361.73	636.17	573	100	60	50% (T-302)+50% (T-304)	13571.68	6361.73	3308.10	250	4294	876,028	
4	Incendio Tipo Pool Fire en Tanque T-304	Turbo A1	TFD	90.00	48.00	6361.73	636.17	573	100	60	50% (T-303)	6785.84	3180.86	1654.05	250	2640	479,057	

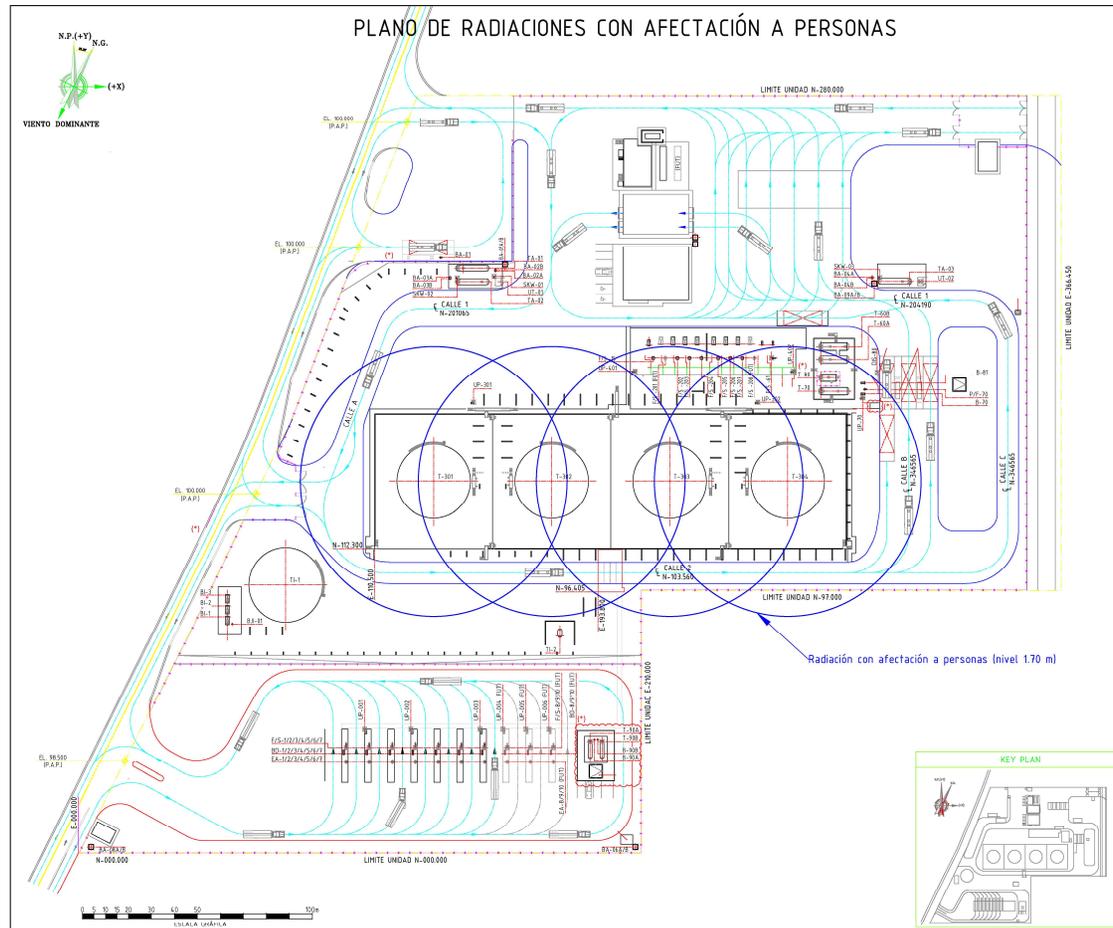
REQUERIMIENTO DE MÁXIMA DEMANDA DE ESPUMA		
Concentrado de Espuma (AR-AFFF - 3%)	573	Galones
Espuma Suplementaria (AR-AFFF - 3% para Hidrocarburos) 02 chorros de manguera de Ø1 - 1/2" @ 50 GPM por 30 min ⁷⁾	60	Galones
Cantidad Total de Concentrado de Espuma Instalado	633	Galones
TOTAL DE CONCENTRADO DE ESPUMA (Incl. Reserva⁸⁾)	1265	Galones

REQUERIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO AL MAYOR RIESGO	
Caudal de agua Contra Incendio (GPM)	4,294
Cantidad de Agua Contra Incendio (Galones)	876,028
Cantidad de Agua Contra Incendio (Barriles)	20,858
Cantidad de Agua Contra Incendio (m³)	3,316

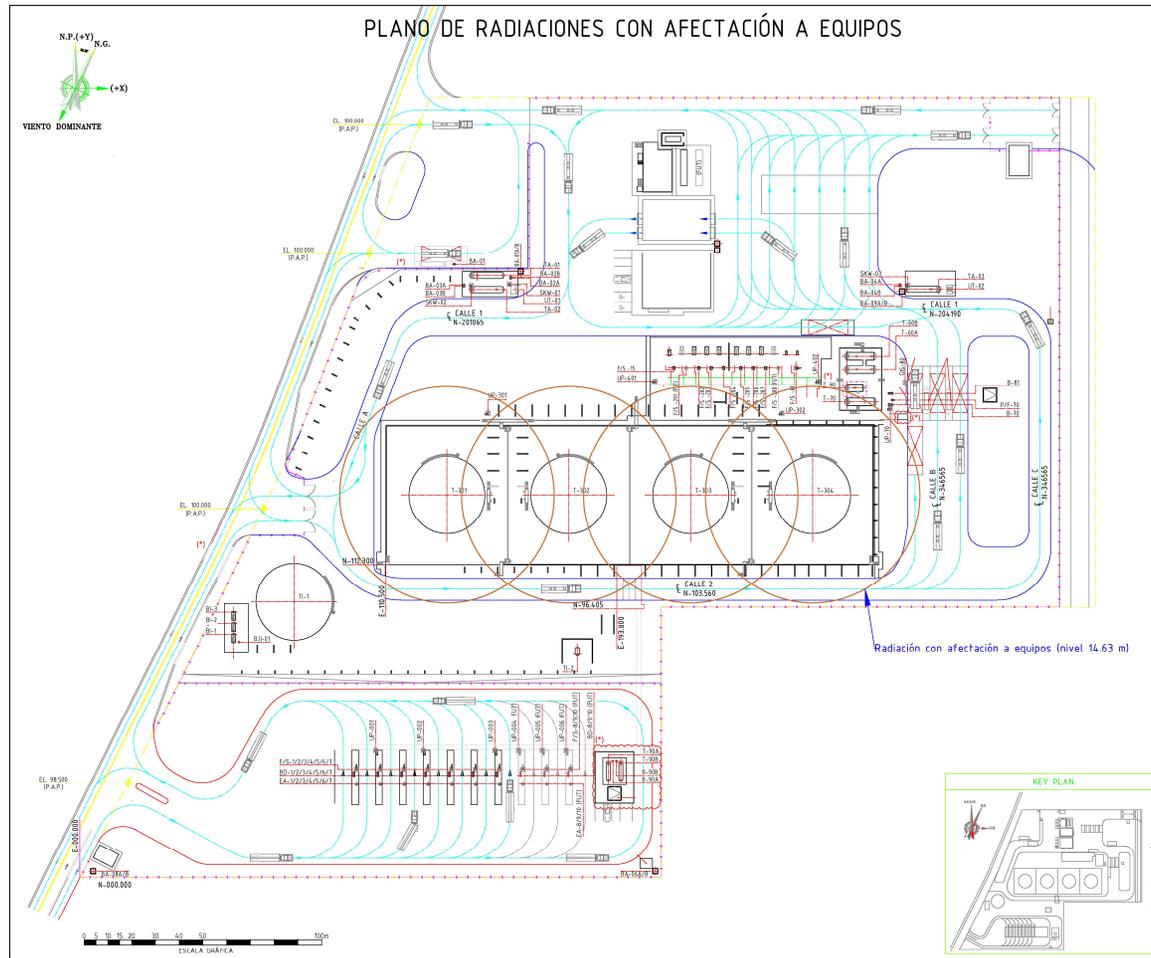
Notas:

- 1) El enfriamiento de las superficies laterales de los tanques que sean afectados por radiación térmica de 12.6 kW/m² se realizará a través de anillos de enfriamiento dotados de aspersores. El régimen de flujo cuando se utiliza anillos de enfriamiento es de 0.15 GPM/Plg², de acuerdo a lo indicado en el Artículo 92, del Capítulo II, del Título III, del D.S. N° 043-2007-EM.
- 2) El enfriamiento de las superficies de los techos que sean afectados por radiación térmica de 12.6 kW/m² se realizará a través de medios externos (monitores). El régimen de flujo utilizado para estos casos es de 0.20 GPM/Plg², de acuerdo a lo indicado en el Artículo 92, del Capítulo II, del Título III, del D.S. N° 043-2007-EM.
- 3) El enfriamiento de las superficies de las tuberías que sean afectadas por radiación térmica de 12.6 kW/m² se realizará a través de medios externos (monitores, mangueras).
- 4) Se considera una capacidad de espuma requerida igual al doble de la necesaria para extinguir el riesgo mayor, según D.S. 043-2007-EM, art. 66. El tipo de espuma utilizada es AR-AFFF - 3% para Hidrocarburos.
- 5) La aplicación de espuma contra incendio para los tanques de almacenamiento se realiza a regímenes de 0.10 gpm/plg² y con tiempos de aplicación de 30 de acuerdo a lo indicado en el Artículo 92, del Capítulo II, del Título III, del D.S. N° 043-2007-EM.
- 6) TFD: Tanque con Techo Fijo Tipo Domo.
- 7) Se considerará protección suplementaria de espuma para incendios menores en dique estanco, el cual equivale a dos (02) chorros de manguera de Ø1 - 1/2" de 50 GPM por 30 minutos (AR-AFFF - 3% para Hidrocarburos), de acuerdo a lo indicado en la Sección 5.9, Norma NEPA 11.

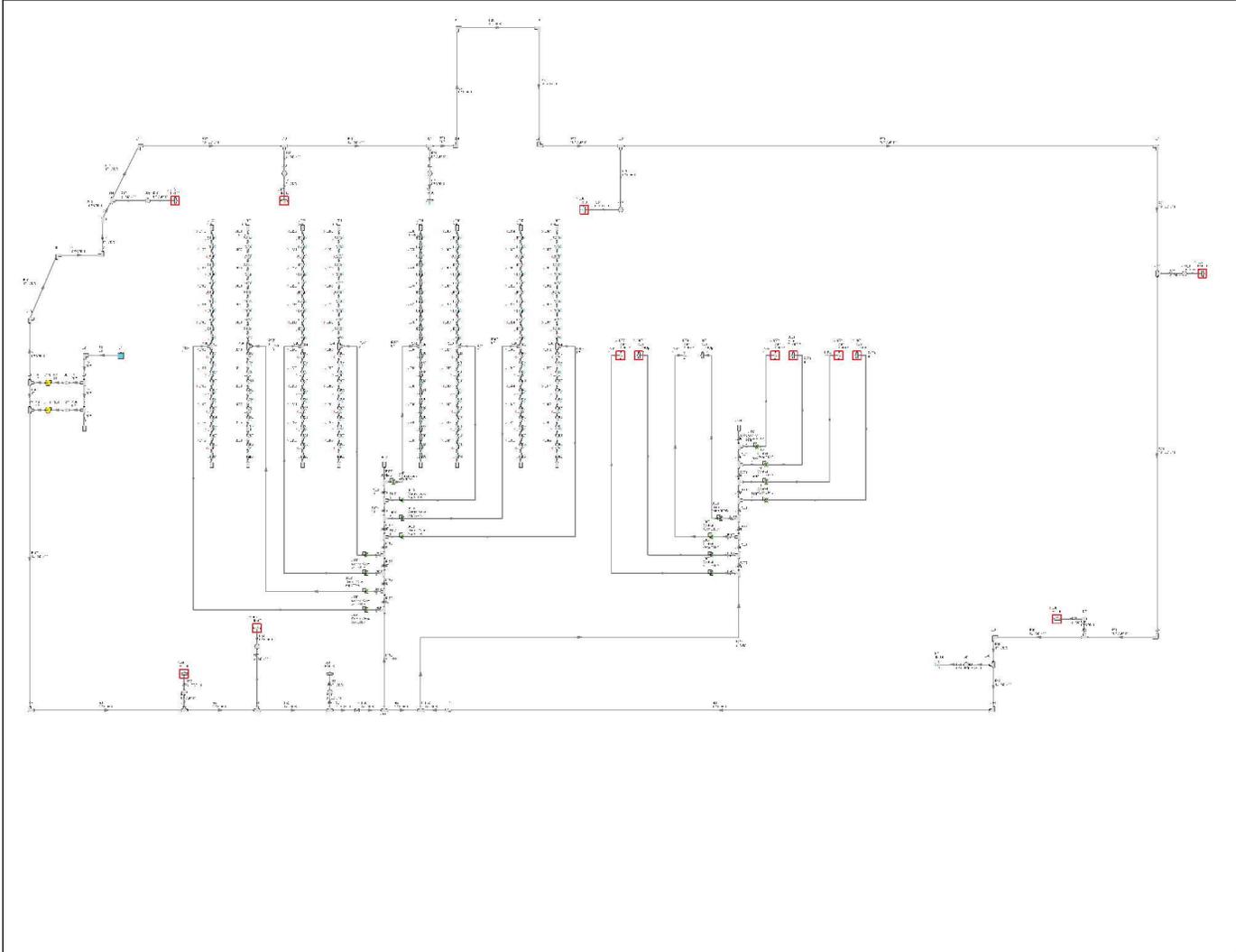
ANEXO V: PLANO RADIACIÓN A INSTALACIONES



ANEXO VI: PLANO RADIACIÓN A PERSONAS



ANEXO VII: SIMULACIÓN EN AFT FATHOM 12



AFT Fathom 12 (Output) 11/12/2023 Page 1	AFT Fathom Model Incendio TK-302	
<p><u>General</u></p> <p>Title: AFT Fathom Model Analysis run on: 11/12/2023 21:55:46 Application version: AFT Fathom Version 12 (2021.11.05) Input File: D:\INF TESIS\FATHOM MODELO\PAA AIJC.fth Scenario: Base Scenario/PAA AIJC T-302 Output File: D:\INF TESIS\FATHOM MODELO\PAA AIJC_F1.out</p> <p>Execution Time= 1.66 seconds Total Number Of Head/Pressure Iterations= 525 Total Number Of Flow Iterations= 48 Total Number Of Temperature Iterations= 0 Number Of Pipes= 314 Number Of Junctions= 313 Matrix Method= Gaussian Elimination</p> <p>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)</p> <p>Constant Fluid Property Model Fluid Library: AFT Standard Fluid: Water (liquid) Max Fluid Temperature Data= 485 deg. K Min Fluid Temperature Data= 273.15 deg. K Temperature= 15 deg. C Density= 62.41923 lbm/ft3 Viscosity= 2.76071 lbm/hr-ft Vapor Pressure= 0.24741 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, Spray Discharge, Relief Valve</p> <p>Ambient Pressure (constant)= 1 atm Gravitational Acceleration= 1 g Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300 Total Inflow= 4,697 gal/min</p>		

AFT Fathom 12 (Output) 11/12/2023 Page 2	AFT Fathom Model Incendio TK-302	
<p>Total Outflow= 4,697 gal/min Maximum Static Pressure is 145.9 psia at Pipe 59 Inlet Minimum Static Pressure is 14.52 psia at Pipe 1 Inlet</p>		

Warnings

TreeList

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)
110	Show	Pump	2,344	325.9	130.0	299.9	100.0	N/A	177.7	N/A	N/A	36.29	N/A
111	Show	Pump	2,352	327.1	130.0	299.9	100.0	N/A	178.4	N/A	N/A	36.27	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
47	Valve	REGULAR	2,689.3	374.01	0.1449	0.3342	138.0	7,068.06	0.2000	Open
X396	Control Valve 301-A	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.8	N/A	N/A	Closed By User
X397	Control Valve 301-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.8	N/A	N/A	Closed By User
398	Control Valve 302-A	PRV	319.1	44.37	56.4891	130.3192	136.2	42.47	129.6932	Open
399	Control Valve 302-B	PRV	319.1	44.37	56.4810	130.3006	136.2	42.47	129.6746	Open
X400	Control Valve 304-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
X401	Control Valve 304-A	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
X402	Control Valve 303-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
X403	Control Valve 303-A	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
X404	Control Valve Asp 301-A	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
405	Control Valve Asp 301-B	PRV	1,177.5	163.76	25.6951	59.2781	135.4	232.38	22.3066	Open
X406	Control Valve Asp 302-A	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.7	N/A	N/A	Closed By User
X407	Control Valve Asp 302-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.6	N/A	N/A	Closed By User
X408	Control Valve Asp 304-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.6	N/A	N/A	Closed By User
X409	Control Valve Asp 304-A	PSV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.6	N/A	N/A	Closed By User
X410	Control Valve Asp 303-B	PRV	0.0	0.00	N/A	N/A	136.6	N/A	N/A	Closed By User
411	Control Valve Asp 303-A	PRV	1,217.2	169.27	25.5386	58.9171	135.2	240.94	20.7494	Open

Reservoir Summary

Jct	Name	Type	Liq. Height (feet)	Liq. Elevation (feet)	Surface Pressure (psia)	Liquid Volume (feet3)	Liquid Mass (lbm)	Net Vol. Flow (gal/min)	Net Mass Flow (lbm/sec)
1	Reservoir	Infinite	N/A	3.281	14.70	N/A	N/A	-4,696	-653.1

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
1	Pipe	20 inch	3.5000	4,695.82	1.5778	1.0000	-0.1805	1.216	0.000	1.396
2	Pipe	20 inch	3.0000	4,695.82	1.5778	0.0000	1.1856	1.164	1.366	1.344
3	Pipe	20 inch	4.0000	2,352.30	0.7904	0.0000	1.2987	1.291	1.344	1.336
5	Pipe	20 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	1.3358	1.336	1.336	1.336
6	Pipe	20 inch	0.5000	2,343.63	0.7875	0.0000	1.2991	1.298	1.344	1.343
7	Pipe	14 inch	0.8000	2,343.63	1.6621	0.0000	1.0900	1.080	1.290	1.280
8	Pipe	12 inch	3.0000	2,343.63	2.0264	0.0000	130.9825	130.922	131.280	131.219
9	Pipe	10 inch	4.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	130.8842	130.797	131.219	131.132
10	Pipe	10 inch	22.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	130.7042	130.224	131.039	130.559
11	Pipe	10 inch	12.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	130.1468	129.885	130.482	130.220
12	Pipe	10 inch	24.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	129.8190	129.295	130.154	129.630
13	Pipe	10 inch	5.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	129.2000	129.091	129.535	129.426
14	Pipe	10 inch	45.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	129.0907	128.108	129.426	128.443
15	Pipe	6 inch	15.0000	0.00	0.0000	0.0000	129.4259	128.715	129.426	128.715
16	Pipe	6 inch	1.5000	0.00	0.0000	0.5000	128.7149	127.293	128.715	127.293
17	Pipe	10 inch	48.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	128.0330	126.984	128.368	127.320
18	Pipe	10 inch	50.0000	1,300.54	2.1502	0.0000	126.9844	125.891	127.320	126.226
19	Pipe	6 inch	15.0000	0.00	0.0000	0.0000	127.3196	126.609	127.320	126.609
20	Pipe	6 inch	15.0000	0.00	0.0000	0.5000	126.6085	125.186	126.609	125.186
21	Pipe	6 inch	15.0000	706.23	3.0743	0.0000	125.5408	123.712	126.226	124.397
22	Pipe	6 inch	15.0000	706.23	3.0743	0.5000	123.7122	121.170	124.397	121.856
23	Pipe	10 inch	2.0000	594.31	0.9826	0.0000	126.1561	126.146	126.226	126.216
24	Pipe	10 inch	77.0000	594.31	0.9826	0.0000	126.1321	125.738	126.202	125.808
25	Pipe	10 inch	40.0000	594.31	0.9826	0.0000	125.7239	125.519	125.794	125.589
26	Pipe	10 inch	77.0000	594.31	0.9826	0.0000	125.5052	122.978	125.575	123.048
27	Pipe	10 inch	37.0000	594.31	0.9826	1.5000	122.9638	124.907	123.034	124.977
28	Pipe	10 inch	24.0000	594.31	0.9826	0.0000	124.9075	124.785	124.977	124.855

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
29	Pipe	6 inch	22.0000	0.00	0.0000	0.0000	124.9775	124.266	124.977	124.266
30	Pipe	6 inch	18.0000	0.00	0.0000	0.5000	124.2664	122.844	124.266	122.844
31	Pipe	10 inch	60.0000	594.31	0.9826	0.0000	124.7708	124.463	124.841	124.533
32	Pipe	6 inch	2.0000	0.00	0.0000	0.0000	124.5334	123.822	124.533	123.822
33	Pipe	6 inch	1.5000	0.00	0.0000	0.5000	123.8223	122.400	123.822	122.400
34	Pipe	10 inch	40.0000	594.31	0.9826	0.0000	124.4634	124.258	124.533	124.328
35	Pipe	10 inch	40.0000	594.31	0.9826	0.0000	124.2448	124.040	124.315	124.110
36	Pipe	6 inch	2.0000	0.00	0.0000	0.0000	124.1098	123.399	124.110	123.399
37	Pipe	6 inch	1.5000	0.00	0.0000	0.5000	123.3988	121.977	123.399	121.977
38	Pipe	10 inch	50.0000	594.31	0.9826	0.0000	124.0398	123.784	124.110	123.854
39	Pipe	10 inch	4.0000	594.31	0.9826	0.0000	123.7699	123.748	123.840	123.818
40	Pipe	6 inch	2.0000	251.60	1.0952	0.0000	123.7313	122.998	123.818	123.085
41	Pipe	6 inch	1.5000	251.60	1.0952	0.5000	122.9982	121.563	123.085	121.650
42	Pipe	10 inch	19.0000	342.71	0.5666	0.0000	123.7950	123.760	123.818	123.783
43	Pipe	10 inch	22.0000	342.71	0.5666	0.0000	123.7553	123.715	123.779	123.738
44	Pipe	12 inch	3.0000	342.71	0.4028	0.0000	123.7242	123.722	123.736	123.734
45	Pipe	12 inch	3.0000	295.37	0.3471	0.0000	123.7266	123.725	123.735	123.734
48	Pipe	12 inch	3.0000	2,689.34	3.1607	0.0000	123.1208	123.011	123.845	123.735
49	Pipe	12 inch	4.0000	2,689.34	3.1607	0.0000	123.4118	123.266	124.136	123.990
50	Pipe	6 inch	2.0000	705.90	3.0728	0.0000	123.4515	122.592	124.136	123.276
51	Pipe	6 inch	1.5000	705.90	3.0728	0.5000	122.5916	121.057	123.276	121.741
52	Pipe	12 inch	17.0000	3,395.23	3.9904	0.0000	123.9408	122.982	125.095	124.136
53	Pipe	6 inch	25.0000	0.00	0.0000	0.0000	125.0953	124.384	125.095	124.384
54	Pipe	6 inch	1.5000	0.00	0.0000	0.5000	124.3843	122.962	124.384	122.962
55	Pipe	12 inch	58.0000	3,395.23	3.9904	0.0000	127.2041	123.941	128.359	125.095
56	Pipe	6 inch	2.0000	0.00	0.0000	0.0000	128.3586	127.648	128.359	127.648
57	Pipe	6 inch	1.5000	0.00	0.0000	0.5000	127.6475	126.225	127.648	126.225
58	Pipe	12 inch	37.0000	3,395.23	3.9904	0.0000	129.2858	127.204	130.440	128.359
59	Pipe	12 inch	2.0000	1,043.05	0.9019	0.0000	131.1604	131.151	131.219	131.210

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
105	Pipe	20 inch	0.5000	2,352.30	0.7904	0.0000	1.2905	1.290	1.336	1.335
106	Pipe	14 inch	0.8000	2,352.30	1.6683	0.0000	1.0799	1.070	1.282	1.272
107	Pipe	12 inch	3.0000	2,352.30	2.0339	0.0000	130.9717	130.910	131.272	131.210
108	Pipe	12 inch	8.0000	3,395.23	3.9904	0.0000	130.0558	129.606	131.210	130.760
152	Pipe	10 inch	6.0000	2,394.00	2.9689	0.0000	123.0962	122.792	123.735	123.431
154	Pipe	6 inch	140.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
155	Pipe	10 inch	0.8000	2,394.00	2.9689	0.0000	122.7917	122.751	123.431	123.390
156	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.2248	123.213	123.390	123.378
159	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.2132	123.202	123.378	123.367
160	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.2016	123.190	123.367	123.355
163	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.1900	123.178	123.355	123.344
164	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.1784	123.167	123.344	123.332
167	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
168	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
169	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
170	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
171	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
172	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
173	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
174	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
175	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
176	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
177	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
178	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
179	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
180	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
181	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
182	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
183	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
184	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
185	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
186	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
187	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
188	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
189	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
190	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
191	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
192	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
193	Pipe	3 inch	1.9000	536.66	7.0990	14.6700	48.7442	46.816	52.398	50.470
194	Pipe	3 inch	1.9000	588.76	7.7881	14.6000	50.3885	48.000	54.786	52.398
195	Pipe	3 inch	1.9000	485.53	6.4226	14.6700	47.4795	45.878	50.470	48.869
196	Pipe	3 inch	1.9000	435.22	5.7571	14.6700	46.4657	45.158	48.869	47.561
197	Pipe	3 inch	1.9000	385.58	5.1005	14.6700	45.6747	44.630	47.561	46.516
198	Pipe	3 inch	1.9000	336.50	4.4512	14.6700	45.0793	44.267	46.516	45.704
199	Pipe	3 inch	1.9000	287.84	3.8076	14.6700	44.6526	44.044	45.704	45.096
200	Pipe	3 inch	1.9000	239.51	3.1682	14.6700	44.3677	43.935	45.096	44.663
201	Pipe	3 inch	1.9000	191.41	2.5320	14.6700	44.1980	43.912	44.663	44.377
202	Pipe	3 inch	1.9000	143.47	1.8978	14.6700	44.1160	43.948	44.377	44.210
203	Pipe	3 inch	1.9000	95.61	1.2648	14.6700	44.0936	44.015	44.210	44.131
204	Pipe	3 inch	1.9000	47.80	0.6323	14.6700	44.1016	44.082	44.131	44.111
206	Pipe	3 inch	1.9000	47.80	0.6323	14.6700	44.1016	44.082	44.131	44.111
208	Pipe	3 inch	1.9000	95.61	1.2648	14.6700	44.0936	44.015	44.210	44.131
209	Pipe	3 inch	1.9000	143.47	1.8978	14.6700	44.1160	43.948	44.377	44.210
210	Pipe	3 inch	1.9000	191.41	2.5320	14.6700	44.1980	43.912	44.663	44.377
211	Pipe	3 inch	1.9000	239.51	3.1682	14.6700	44.3677	43.935	45.096	44.663
212	Pipe	3 inch	1.9000	287.84	3.8076	14.6700	44.6526	44.044	45.704	45.096
213	Pipe	3 inch	1.9000	336.50	4.4512	14.6700	45.0793	44.267	46.516	45.704
214	Pipe	3 inch	1.9000	385.58	5.1005	14.6700	45.6747	44.630	47.561	46.516

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
215	Pipe	3 inch	1.9000	435.22	5.7571	14.6700	46.4657	45.158	48.869	47.561
216	Pipe	3 inch	1.9000	485.53	6.4226	14.6700	47.4795	45.878	50.470	48.869
217	Pipe	3 inch	1.9000	536.66	7.0990	14.6700	48.7442	46.816	52.398	50.470
218	Pipe	3 inch	1.9000	588.76	7.7881	14.6000	50.3885	48.000	54.786	52.398
219	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
220	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
221	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
222	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
223	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
224	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
225	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
226	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
227	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
228	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
229	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
230	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
231	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
232	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
233	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
234	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
235	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
236	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
237	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
238	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
239	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
240	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
241	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
242	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
243	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
244	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
245	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
246	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
247	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
248	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
249	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
250	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
251	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
252	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
253	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
254	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
255	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
256	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
257	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
258	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
259	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
260	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
261	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
262	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
263	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
264	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
265	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
266	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
267	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
268	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
269	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
270	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
271	Pipe	3 inch	1.9000	554.75	7.3383	14.6700	52.0524	50.003	55.957	53.907
272	Pipe	3 inch	1.9000	608.59	8.0504	14.6000	53.7908	51.258	58.490	55.957

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
273	Pipe	3 inch	1.9000	501.91	6.6393	14.6700	50.7110	49.008	53.907	52.204
274	Pipe	3 inch	1.9000	449.91	5.9514	14.6700	49.6359	48.245	52.204	50.813
275	Pipe	3 inch	1.9000	398.61	5.2728	14.6700	48.7975	47.686	50.813	49.702
276	Pipe	3 inch	1.9000	347.87	4.6016	14.6700	48.1666	47.303	49.702	48.838
277	Pipe	3 inch	1.9000	297.57	3.9362	14.6700	47.7148	47.068	48.838	48.191
278	Pipe	3 inch	1.9000	247.61	3.2753	14.6700	47.4135	46.953	48.191	47.731
279	Pipe	3 inch	1.9000	197.88	2.6176	14.6700	47.2344	46.931	47.731	47.427
280	Pipe	3 inch	1.9000	148.32	1.9620	14.6700	47.1482	46.970	47.427	47.249
281	Pipe	3 inch	1.9000	98.85	1.3075	14.6700	47.1252	47.041	47.249	47.165
282	Pipe	3 inch	1.9000	49.42	0.6537	14.6700	47.1342	47.113	47.165	47.144
284	Pipe	3 inch	1.9000	49.42	0.6537	14.6700	47.1342	47.113	47.165	47.144
286	Pipe	3 inch	1.9000	98.85	1.3075	14.6700	47.1252	47.041	47.249	47.165
287	Pipe	3 inch	1.9000	148.32	1.9620	14.6700	47.1482	46.970	47.427	47.249
288	Pipe	3 inch	1.9000	197.88	2.6176	14.6700	47.2344	46.931	47.731	47.427
289	Pipe	3 inch	1.9000	247.61	3.2753	14.6700	47.4135	46.953	48.191	47.731
290	Pipe	3 inch	1.9000	297.57	3.9362	14.6700	47.7148	47.068	48.838	48.191
291	Pipe	3 inch	1.9000	347.87	4.6016	14.6700	48.1666	47.303	49.702	48.838
292	Pipe	3 inch	1.9000	398.61	5.2728	14.6700	48.7975	47.686	50.813	49.702
293	Pipe	3 inch	1.9000	449.91	5.9514	14.6700	49.6359	48.245	52.204	50.813
294	Pipe	3 inch	1.9000	501.91	6.6393	14.6700	50.7110	49.008	53.907	52.204
295	Pipe	3 inch	1.9000	554.75	7.3383	14.6700	52.0524	50.003	55.957	53.907
296	Pipe	3 inch	1.9000	608.59	8.0504	14.6000	53.7908	51.258	58.490	55.957
297	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
298	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
299	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
300	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
301	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
302	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
303	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
304	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
305	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
306	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
307	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
308	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
309	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
310	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
311	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
312	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
313	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
314	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
315	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
316	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
317	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
318	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
319	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
320	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
321	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
322	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
323	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
324	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
325	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
326	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
327	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
328	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
329	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
330	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
331	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
332	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
333	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
334	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
335	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
336	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
337	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
338	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
339	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
340	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
341	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
342	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
343	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
344	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
345	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
346	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
347	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
348	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
349	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
350	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
351	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
352	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
353	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
354	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
355	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
356	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
357	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
358	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
359	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
360	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
361	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
362	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
363	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
364	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
365	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
366	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
367	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
368	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
369	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
370	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
371	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
372	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
373	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6700	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
374	Pipe	3 inch	1.9000	0.00	0.0000	14.6000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
375	Pipe	6 inch	140.0000	1,177.52	3.9858	1.0000	95.0000	53.635	96.152	54.786
376	Pipe	6 inch	123.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
377	Pipe	6 inch	123.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
378	Pipe	6 inch	110.0000	1,217.19	4.1200	1.0000	95.0000	57.259	96.231	58.490
379	Pipe	10 inch	6.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3204	123.320	123.320	123.320
380	Pipe	10 inch	0.8000	1,217.19	1.5095	0.0000	123.1668	123.155	123.332	123.320
381	Pipe	6 inch	110.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
382	Pipe	6 inch	140.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
383	Pipe	6 inch	140.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
384	Pipe	6 inch	6.0000	638.04	2.1597	0.0000	123.3953	123.171	123.734	123.510
385	Pipe	6 inch	0.8000	638.04	2.1597	0.0000	123.1714	123.142	123.510	123.480
386	Pipe	6 inch	0.8000	638.04	2.1597	0.0000	123.1416	123.112	123.480	123.450
387	Pipe	6 inch	0.8000	319.06	1.0800	0.0000	123.3653	123.357	123.450	123.442
388	Pipe	6 inch	0.8000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	123.442	123.442	123.442
389	Pipe	6 inch	0.8000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	123.442	123.442	123.442
390	Pipe	6 inch	0.8000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	123.442	123.442	123.442

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Length (meters)	Vol. Flow Rate (gal/min)	Velocity (meters/sec)	Elevation Inlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	P Stag. In (psig)	P Stag. Out (psig)
391	Pipe	6 inch	0.8000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	123.442	123.442	123.442
392	Pipe	4 inch	128.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
393	Pipe	4 inch	128.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
394	Pipe	4 inch	123.0000	319.06	2.4509	1.0000	65.0000	32.876	65.436	33.312
395	Pipe	4 inch	123.0000	319.06	2.4509	1.0000	65.0000	32.876	65.436	33.312
396	Pipe	6 inch	0.8000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	123.442	123.442	123.442
397	Pipe	4 inch	140.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
398	Pipe	4 inch	140.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
399	Pipe	4 inch	97.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
400	Pipe	4 inch	97.0000	0.00	0.0000	1.0000	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution
401	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.5096	122.087	123.510	122.087
402	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4798	122.058	123.480	122.058
403	Pipe	4 inch	1.0000	319.06	2.4509	0.0000	123.0143	121.489	123.450	121.925
404	Pipe	4 inch	1.0000	319.06	2.4509	0.0000	123.0062	121.481	123.442	121.917
405	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	122.020	123.442	122.020
406	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	122.020	123.442	122.020
407	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	122.020	123.442	122.020
408	Pipe	4 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4418	122.020	123.442	122.020
409	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.4308	122.009	123.431	122.009
410	Pipe	6 inch	1.0000	1,177.52	3.9858	0.0000	122.2381	120.695	123.390	121.847
411	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3784	121.956	123.378	121.956
412	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3668	121.945	123.367	121.945
413	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3552	121.933	123.355	121.933
414	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3436	121.921	123.344	121.921
415	Pipe	6 inch	1.0000	0.00	0.0000	0.0000	123.3320	121.910	123.332	121.910
416	Pipe	6 inch	1.0000	1,217.19	4.1200	0.0000	122.0896	120.539	123.320	121.769

Control Valve Table

Control Valve	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X396	Control Valve 301-A	122.087	0.00000	0.00
X397	Control Valve 301-B	122.058	0.00000	0.00
398	Control Valve 302-A	121.925	129.69316	0.00
399	Control Valve 302-B	121.917	129.67458	0.00
X400	Control Valve 304-B	122.020	0.00000	0.00
X401	Control Valve 304-A	122.020	0.00000	0.00
X402	Control Valve 303-B	122.020	0.00000	0.00
X403	Control Valve 303-A	122.020	0.00000	0.00
X404	Control Valve Asp 301-A	122.009	0.00000	0.00
405	Control Valve Asp 301-B	121.847	22.30661	0.00
X406	Control Valve Asp 302-A	121.956	0.00000	0.00
X407	Control Valve Asp 302-B	121.945	0.00000	0.00
X408	Control Valve Asp 304-B	121.933	0.00000	0.00
X409	Control Valve Asp 304-A	121.921	0.00000	0.00
X410	Control Valve Asp 303-B	121.910	0.00000	0.00
411	Control Valve Asp 303-A	121.769	20.74941	0.00

Pump Table

Pump	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
110	Pump	1.280	0.00000	0.00
111	Pump	1.272	0.00000	0.00

Spray Discharge Table

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X16	HM-11	127.293	0.00000	0.00
X20	HM-10	125.186	0.00000	0.00
23	HM-09	121.856	177.81682	706.23
X30	HM-07	122.844	0.00000	0.00
X34	HM-06	122.400	0.00000	0.00
X38	HM-05	121.977	0.00000	0.00
42	HM-04	121.650	1,398.62561	251.60
50	HM-03	121.741	177.81680	705.90
X53	HM-02	122.962	0.00000	0.00
X56	HM-01	126.225	0.00000	0.00
X161	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X162	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X163	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X164	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X165	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X166	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X167	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X168	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X169	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X170	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X171	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X172	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X175	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X176	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X177	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X178	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X179	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X180	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X181	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X182	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X183	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X184	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X185	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X186	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
188	Spray Discharge	52.398	1,521.47156	52.10
189	Spray Discharge	50.470	1,521.47156	51.13
190	Spray Discharge	48.869	1,521.47156	50.31
191	Spray Discharge	47.561	1,521.47156	49.64
192	Spray Discharge	46.516	1,521.47156	49.09
193	Spray Discharge	45.704	1,521.47156	48.66
194	Spray Discharge	45.096	1,521.47156	48.33
195	Spray Discharge	44.663	1,521.47156	48.10
196	Spray Discharge	44.377	1,521.47156	47.95
197	Spray Discharge	44.210	1,521.47156	47.86
198	Spray Discharge	44.131	1,521.47156	47.81
199	T-301 B	44.111	1,521.47339	47.80
202	Spray Discharge	44.111	1,521.47339	47.80
203	Spray Discharge	44.131	1,521.47156	47.81
204	Spray Discharge	44.210	1,521.47156	47.86
205	Spray Discharge	44.377	1,521.47156	47.95
206	Spray Discharge	44.663	1,521.47156	48.10
207	Spray Discharge	45.096	1,521.47156	48.33
208	Spray Discharge	45.704	1,521.47156	48.66
209	Spray Discharge	46.516	1,521.47156	49.09
210	Spray Discharge	47.561	1,521.47156	49.64
211	Spray Discharge	48.869	1,521.47156	50.31

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
212	Spray Discharge	50.470	1,521.47156	51.13
213	Spray Discharge	52.398	1,521.47156	52.10
X215	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X216	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X217	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X218	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X219	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X220	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X221	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X222	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X223	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X224	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X225	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X226	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X229	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X230	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X231	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X232	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X233	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X234	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X235	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X236	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X237	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X238	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X239	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X240	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X242	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X243	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X244	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X245	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X246	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X247	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X248	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X249	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X250	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X251	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X252	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X253	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X256	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X257	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X258	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X259	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X260	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X261	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X262	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X263	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X264	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X265	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X266	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X267	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
269	Spray Discharge	55.957	1,521.47156	53.84
270	Spray Discharge	53.907	1,521.47156	52.84
271	Spray Discharge	52.204	1,521.47156	52.00
272	Spray Discharge	50.813	1,521.47156	51.31
273	Spray Discharge	49.702	1,521.47156	50.74
274	Spray Discharge	48.838	1,521.47156	50.30
275	Spray Discharge	48.191	1,521.47156	49.96
276	Spray Discharge	47.731	1,521.47156	49.73

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
277	Spray Discharge	47.427	1,521.47156	49.57
278	Spray Discharge	47.249	1,521.47156	49.47
279	Spray Discharge	47.165	1,521.47156	49.43
280	T-303 A	47.144	1,521.47339	49.42
283	Spray Discharge	47.144	1,521.47339	49.42
284	Spray Discharge	47.165	1,521.47156	49.43
285	Spray Discharge	47.249	1,521.47156	49.47
286	Spray Discharge	47.427	1,521.47156	49.57
287	Spray Discharge	47.731	1,521.47156	49.73
288	Spray Discharge	48.191	1,521.47156	49.96
289	Spray Discharge	48.838	1,521.47156	50.30
290	Spray Discharge	49.702	1,521.47156	50.74
291	Spray Discharge	50.813	1,521.47156	51.31
292	Spray Discharge	52.204	1,521.47156	52.00
293	Spray Discharge	53.907	1,521.47156	52.84
294	Spray Discharge	55.957	1,521.47156	53.84
X296	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X297	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X298	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X299	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X300	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X301	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X302	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X303	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X304	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X305	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X306	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X307	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X310	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X311	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X312	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X313	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X314	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X315	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X316	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X317	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X318	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X319	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X320	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X321	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X323	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X324	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X325	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X326	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X327	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X328	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X329	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X330	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X331	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X332	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X333	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X334	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X337	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X338	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X339	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X340	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X341	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X342	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X343	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X344	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X345	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X346	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X347	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X348	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X350	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X351	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X352	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X353	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X354	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X355	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X356	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X357	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X358	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X359	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X360	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X361	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X364	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X365	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X366	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X367	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X368	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X369	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X370	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X371	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X372	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X373	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X374	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00

Spray Discharge	Name	P Stag. In (psig)	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Jct Net (gal/min)
X375	Spray Discharge	No Solution	0.00000	0.00
X387	Foam TK-301 A	No Solution	0.00000	0.00
X388	Foam TK-301 B	No Solution	0.00000	0.00
389	Foam TK-302 A	33.312	76.48087	319.06
390	Foam TK-302 B	33.312	76.48087	319.06
X392	Foam TK-303 A	No Solution	0.00000	0.00
X393	Foam TK-303 B	No Solution	0.00000	0.00
X394	Foam TK-304 A	No Solution	0.00000	0.00
X395	Foam TK-304 B	No Solution	0.00000	0.00

ANEXO VIII: HOJA DE DATOS DE EQUIPOS



Customer Technical Offer
Encompass 2.0 - 23.3.1

Item Number / Tags	005	Size / Stages	/
Quote number		Pump speed	

Pump

Qty	Description
1	<p><i>Aurora - Horizontal Splitcase 8-481-17B</i></p> <p>COS</p> <p>Conditions of service Flow: 2500 USgpm (568 m3/h) Pressure rated: 130 psi Speed: 2100 rpm Suction pressure: 0 psi Impeller diameter: 14.75 Shutoff head: 152 psi Elevation: 300 ft Temperature: 77° F Country of origin: United States</p> <p>Fire pump configuration</p> <p>Pump Materials of construction: Bronze fitted with Cast Iron casing Pump rotation: Right handed Flange rating (Suction/Discharge): (Suction 10 / Discharge 8) 125/125 LB Pump base: Structural steel base Pump shaft material: Carbon Steel AISI C1045 Casing relief valve: Not required</p> <p>Driver</p> <p>Driver type Prep Engine for Air Freight/Shipping?: No</p> <p>Testing</p> <p>Engineering Tests Certified performance test is included. Is any additional testing required?: No</p> <p>Weights</p> <p>Weight / Freight Airfreight certification: No</p>

Driver

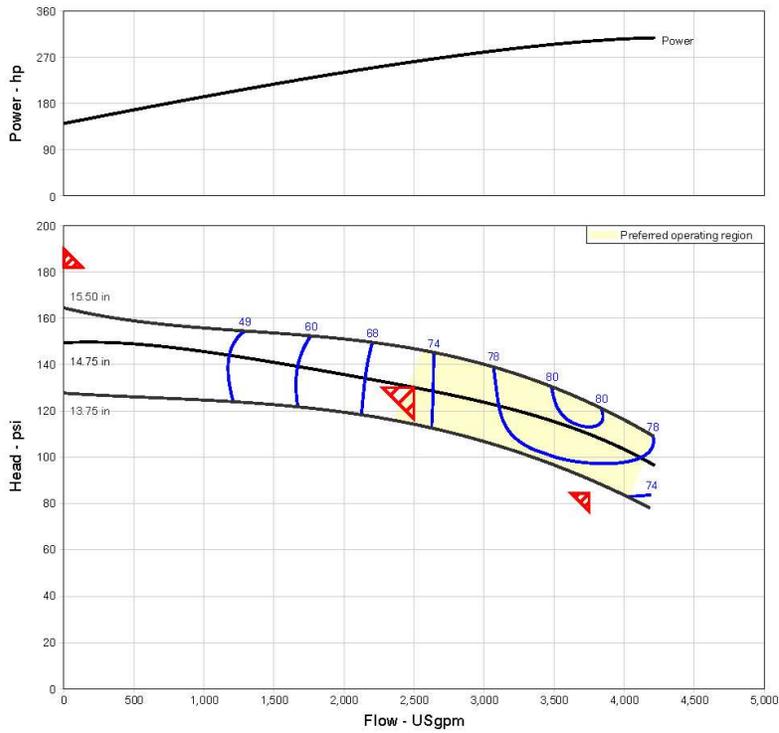
Qty	Description
1	<p>Driver</p> <p>Driver type Engine: Clarke JU6H-JFAAT0 293HP 2100rpm 12V; Includes 1" HSC/ES FM Cooling Loop (Galvanized)</p> <p>Available rated power for selected engine: 293 HP Engine Cooling Loop (estimated): 1" HSC/ES FM Cooling Loop (Galvanized) (\$0.00 List)</p> <p>Driver options Water jacket heater voltage: 115 Volt Engine battery voltage: 12 Volt DC Engine frequency operation: 60 Hz Engine Muffler Size: Standard</p>



:5115482323 -:



Pump Performance Curve
 Encompass 2.0 - 23.3.1



Item Number / Tags	: 005	Size	: 8-481-17B
Service	:	Stages	: 1
Quantity	: 1	Driver type	: Engine
Quote number	:	Frequency	: 0 Hz
Date last saved	: 09 Nov 2023 5:54 PM	Speed, rated	: 2100 rpm
Flow, rated	: 2,500.0 USgpm	Based on curve number	: 184-8X10X17B-2100
Differential head / pressure, rated	: 130.0 psi	Efficiency	: 72.50 %
Flange rating (suction / discharge)	: 125/125	Max working pressure, allowable	: 175.0 psi.g
Secondary Point (150% of rated flow)	: 3,750.0 USgpm	Max Shutoff Head (Calculated)	: 152.0 psi
Secondary Point (65% of rated head)	: 84.50 psi	Max suction pressure, allowable	: 23.00 psi.g
Max Shutoff per NFPA	: 182.0 psi	Suction pressure, max (user specified)	: 0.00 psi.g
		Pump shutoff w/ suction pressure	: 152.0 psi.g
		Power driver, minimum	: 293 hp

General Arrangement

Discharge Size	D	E	Discharge Increaser Flange Rating
8x10	10.00	12.00	125 lb

NOTES:

- Dimensions are in inches (mm) and may vary $\pm 1/4"$.
- Dimensions applicable to both Class 125 & Class 250 fittings.
- Illustrations show the intended installation positions and orientation of each fitting: Eccentric Suction Reducers are to be installed with the straight side to the top to prevent air entrapment.
- Proper pipe supports are required to prevent strain on pump casing.
- Fittings shown are intended to adapt the fire pump suction and discharge flanges to the actual system manifold pipe sizes. Refer to NFPA 20 for the minimum system manifold size for each flow rating (GPM), but in no case should the system suction pipe be a smaller pipe size than that of the pump suction flange.

Quote Information	
Customer	
Customer Quote	
Job Name	
Market	-
PENTAIR	Quote Item Quote Date

General Arrangement

WARNING

DO NOT OPERATE THIS MACHINE WITHOUT PROTECTIVE GUARD IN PLACE. ANY OPERATION OF THIS MACHINE WITHOUT PROTECTIVE GUARD CAN RESULT IN SEVERE BODILY INJURY.

EY	EL	EX	DSL	CP	W	EW	EW1	EW2	EZ	YY	X	S
45.40	48.00	25.60	24.00	32.00	18.00	32.00	16.00	16.00	4.90	17.75	17.00	8.00

Z	HD	HG	HP	HF1	HY	HB	HP1	HE	HA	H(Holes)	H(Dia)	H(Slot)
8.00	24.00	6.00	5.00	39.00	12.00	88.00	1.00	30.00	32.00	6	1.00	2.00

NOTES:

Not for construction, installation, or application purposes unless certified.

All dimensions are in inches

Dimensions may vary $\pm .38"$ (10mm) due to normal manufacturing tolerances.

Bases are designed to be completely filled with grout.

See configuration for estimated total weight.

For additional dimensions, refer to engine manufacturer's website.

Pump Data	
Series	Horizontal Splitcase
Model	8-481-17B
Size	6x10x17B
Flow	2,500.0 USgpm
Rated Pressure	130.0 psi.g
RPM	2100 rpm
Rotation	Right handed
Liquid Type	Water
Discharge Size	8.00 in
Suction Size	10.00 in
Impeller Diameter	14.75 in
Connection Type	Flanged
Base Type	Structural steel base
-	-

Pump Materials of Construction	
Pump	Bronze fitted with Cast iron casing
Shaft	Carbon Steel AISI C1045

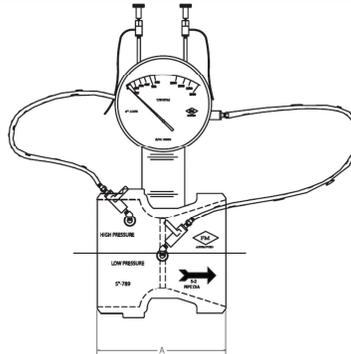
Engine Data	
Engine Model	JUSH-UFAA10
Power Rated	293 hp
Power Available	293 hp
Speed	2100 rpm
Tier	10
Manufacturer	Clarke
Cooling Type	Heat exchanger
Heater Voltage	115 Volt
Muffler Type	Industrial Grade, 6" (Qty 1)
Exhaust Connection	Flanged
Battery Type	Lead acid
Battery Voltage	12 Volt DC

Site Information	
Elevation	300.0 ft
Temperature	77.00 deg F

Estimated Weights	
Pump	1,115.0 lb
Driver	1,693.0 lb

Quote Information	
Customer	
Customer Quote	
Job Name	
Market	-
PENTAIR	Quote Item Quote Date 07 Dec 2023

General Arrangement



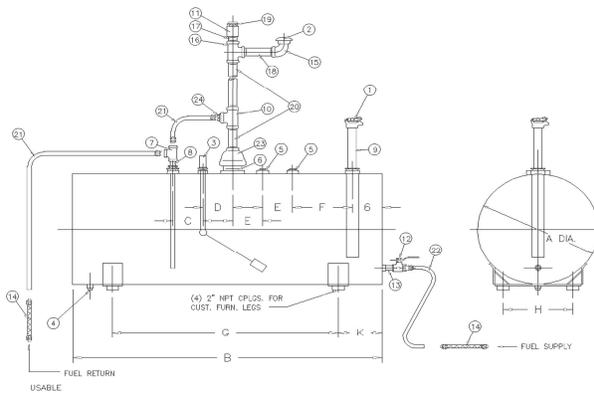
NOMINAL FLOW RATE G.P.M.	PIPE SIZE	A
2,500	8.00	7.25

NOTES:

1. ACCURACY IS APPROXIMATELY 2%.
2. FLOWMETER IS GLOBAL VISION INCORPORATED VENTURI TYPE RATED FOR 500 PSI WITH BUTT-WELD, GROOVED, OR CLASS 300 FLANGED CONNECTIONS AND FOR 275 PSI WITH CLASS 150 FLANGED CONNECTIONS.
3. PROPER OPERATION REQUIRES THAT MINIMUM DISTANCES OF STRAIGHT PIPE RUNS BE MAINTAINED BOTH UPSTREAM AND DOWNSTREAM FROM FLOWMETER. REFER TO MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS BEFORE ATTEMPTING INSTALLATION.
4. METER RANGE IN 50% TO 200% OF NOMINAL FLOW. DIAL IS DIRECT READING IN G.P.M AND L.P.M. FOR THE SPECIFIED RANGE.
5. PART NUMBER INCLUDES COMPLETE ASSEMBLY OF VENTURI, 4" DIAMETER DIAL AND INTERCONNECTING HOSES.
6. EACH ASSEMBLY TO BE INDIVIDUALLY BOXED, WITH THE AURORA PART NO. CLEARLY MARKED ON THE OUTSIDE OF THE BOX.

Quote Information	
Customer	
Customer Quote	
Job Name	
Market	-
PENTAIR	Quote Item
	Quote Date 07 Dec 2023

General Arrangement



A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	Z
34.00	59.00	6.00	6.00	6.00	11.00	44.00	23.00	7.50	3.40	3" NPT

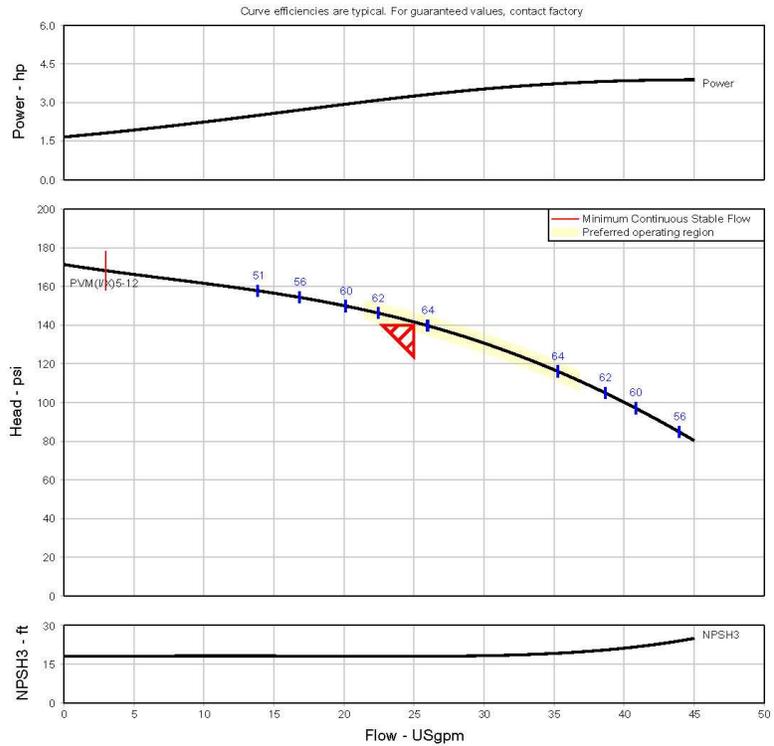
DIESEL FUEL TANK NOTES:

1. Tanks are constructed and labeled in accordance with UL-142.
2. Fittings shown are consistent with N.F.P.A. 30 and UL-142.
3. Tank to be pitched toward drain 1/4" per foot with outlet on the same elevation as engine fuel pump. Means of elevating Tank (by others) may be required.
4. Usable tank volume is total capacity less 5% for expansion.

ILLUSTRATION NOTES:

1. All dimensions are in inches and may vary ±.25" (6.35 mm).
2. Components shown are shipped loose for field assembly.
3. Illustration is for component identification only. Actual installation must meet local codes and all applicable standards.
4. Refer to section 916 page 259 for details of Pentair furnished components.

Fuel Tank Information		
Nominal Tank Size	231.0 US gal	
Usable Volume	210.0 US gal	
Tank Type	Single Wall	
Fuel Tank Sizing	FM Global Data sheet 3-7	
Fuel Tank Includes 3" emergency vent		
Weight	0.00 lb	
Components Furnished By Pentair		
Item No.	Qty	Description
1	1	2" NPT Lockable Fuel Cap
2	1	2" NPT Screened Tank Vent
3	1	Fuel Gauge 1 1/2" NPT
4	1	1" NPT Drain Plug
5	2	2" NPT Pipe Plug
6	1	4" NPT Close Nipple
7	1	1/2" NPT Tee
8	1	1/2" NPT Close Nipple
9	1	2" Fuel Fill Black Pipe
10	1	2"x2"x2" NPT Tee
11	1	2" NPT Pipe Coupling
12	1	3/4" NPT Lockable Fuel Valve
13	1	3/4" NPT Close Nipple
14	2	Fuel Hoses For Supply & Return (Furnished By Engine Mfr.)
15	1	2" NPT Street Elbow
16	1	2"x2"x2" NPT Tee
17	1	2" NPT Closed Nipple
18	1	2" NPT X 6" Long Nipple
19	1	2" NPT Emergency Vent
23	1	4"x2" NPT Reducer
24	1	2"x1/2" NPT Reducer
Components Furnished By Others		
Item No.	Qty	Description
20	1	2" Size Piping For Vent
21	1	1/2" Tubing And Fittings or 1/2" Black Pipe
22	1	3/4" Tubing And Fittings or 3/4" Black Pipe
Quote Information		
Customer		
Customer Quote		
Job Name		
Market	-	
PENTAIR	Quote Item	
	Quote Date	07 Dec 2023



Item Number / Tags	: 005	Size	: PVM(X)5-12
Service	:	Stages	: 12
Quantity	: 1	Speed, rated	: 3500 rpm
Quote number	:	Based on curve number	: PVM(X)5-12
Date last saved	: 09 Nov 2023 5:54 PM	Efficiency	: 63.57 %
Flow, rated	: 25.00 USgpm	Power, rated	: 3.25 hp
Differential head / pressure, rated	: 140.0 psi	NPSH required	: 18.01 ft
Fluid density, rated / max : 0.999 / 0.999 SG		Viscosity	: 1.00 cP
		Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 1.1-1.5-1994]	: 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00

Aquastream Master Stream with Teeth

STYLE 4450

A fixed gallonage master stream nozzle designed for heavy-duty use on fixed monitors.

- With grease fitting

Features

A fixed gallonage master stream nozzle designed for heavy-duty use on fixed monitors.

- With grease fitting
- Brass Material
- Manual Pattern Control
- 500 (300 & 700) GPM flow at 100 PSI (7 bar), 1900 (1140 & 2650 lpm) *
- Field changeable spacers included with nozzle
- 2 1/2" (65 mm) Inlet
- Fixed Teeth
- 7" (17.8 cm) long
- 14 1/2 lbs. (6.6 kg)
- FM Approved



Specifications

Style	4450
Certification(s)	
Warranty	
Weight	14 1/2 lbs (6.6 kg)
Type	Master Stream
Material	Brass
Brand	Aquastream
Length	7" (177.8 mm)
Inlet	2 1/2" (65 mm)
Flow (GPM)	500 (300 & 700)
Flow (LPM)	1900 (1140 & 2650)

1.800.228.1161 | akronbrass.com | akroncare@idexcorp.com

Copyright 2023 Akron Brass Company. All rights reserved. No portion of this can be reproduced without the express written consent of the Akron Brass Company. (12/23)

Aquastream Master Stream with Teeth

STYLE 4450



Copperhead®

- Rugged, corrosion resistant brass construction is ideal for use in refineries, chemical plants, off shore installations and for shipboard use
- Specific industrial reliability/maintenance-free features of the Copperhead IV include:
 - Sealed grease bearings with a built-in, one way, pressure release
 - Enclosed, stainless steel locking mechanism
 - Environmentally-sealed valve actuator
- Efficient design creates the most cost effective brass monitor in its flow class
- Low friction loss due to 33/8" patented vaned elliptical waterway
- Small footprint — less than 15" wide and requires just 16" of clearance — makes it ideal for tight spaces

Copperhead Selector Guide

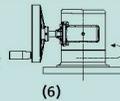
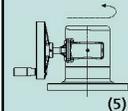
INLET SIZES / TYPES			OUTLET SIZE	CONTROLS				VERTICAL TRAVEL		INTEGRAL COMPONENTS		CERTIFICATION			MODEL	
NPT	150# ANSI Flange			2.5" NHT	Hand-wheels		Tillers		-45 to +90° (135°)	-49 to +86° (135°)	3" Ball Valve		Pressure Gauge	CE		FM Approved	Illustration
	3"	4"	Fixed Base (68 Lbs.)		Rotating Base (68 Lbs.)	Copperhead Bar (58 Lbs.)	Copperhead IV Bar (87 Lbs.)	Hand-wheel			Tiller	o			*	
o	s*	o*	*			s		*					*	*	3	8593-02
o	s	o	*		s								*	*	4,6	8593-03/ 294-11rev.06
o	s	o	*	s				*					*	*	4,5	8593-03X/ 294-11rev.06x
		s	*			s		*		o	s	o	*	*	1,2	8593IV
				4,5	4,6	3				2	1					Illustration

KEY s = standard o = option
 *NOTE: 8593-02 with 3" & 4" 150# ANSI Flange are made from 85 Brass.

PRODUCT HIGHLIGHTS

In addition to offering the only brass dual hand-wheel monitor of this size on the market, Elkhart's Copperhead monitor boasts a choice of base configurations:

• The fixed base dual hand-wheel control allows the operator to remain in a stationary position while manipulating the horizontal movement of the monitor. The fixed nature of the horizontal control can be especially beneficial when operating space is limited.



• When using the rotating base dual hand-wheel control, the operator moves in tandem with the monitor while managing the monitor's horizontal travel. The rotating base allows the operator to maintain visual contact with the monitor's stream direction.

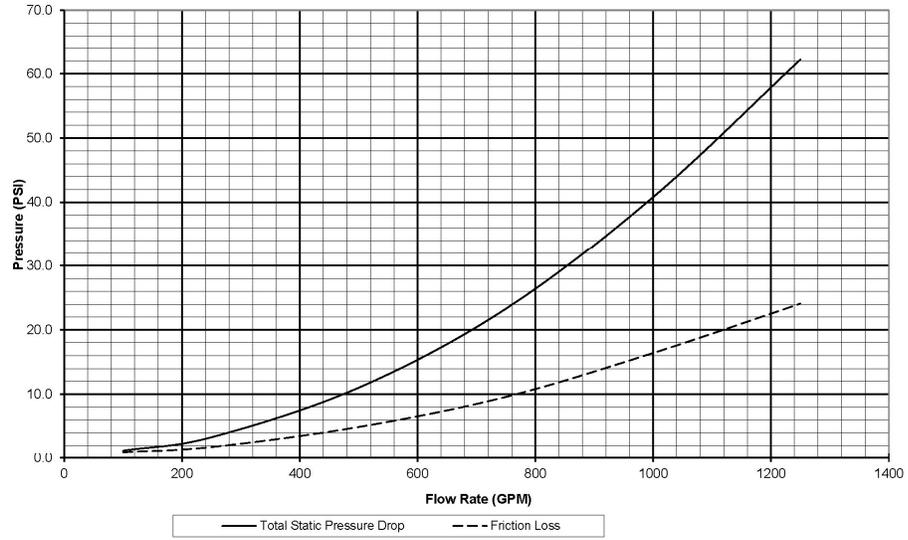
In most industrial settings where the traditional- 294-11 is currently used, the Copperhead would be an appropriate replacement. The Copperhead offers a choice of control styles as well as higher flow capacity.



+1 574-295-8330
 www.elkhartbrass.com

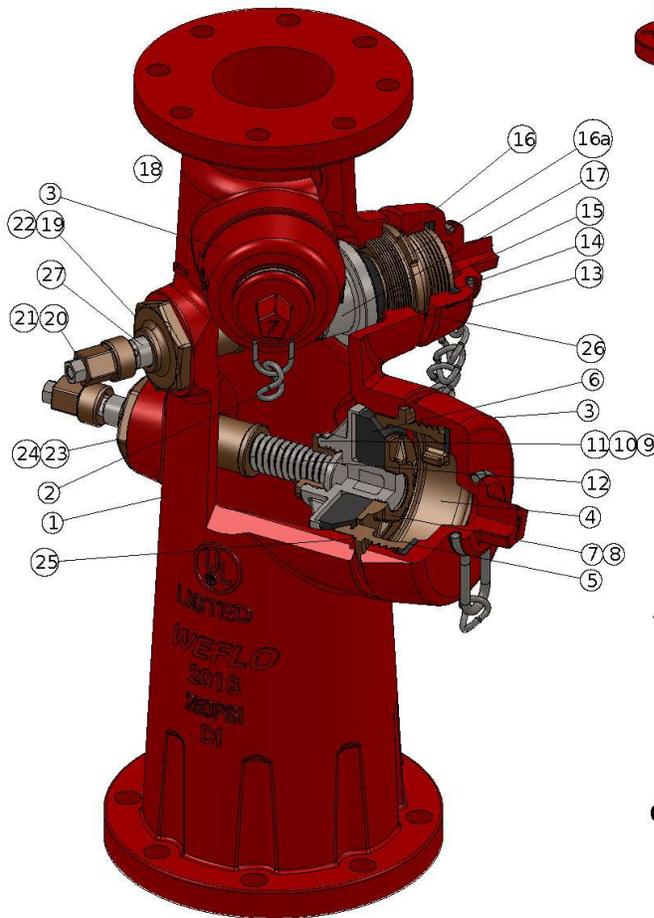


8593-02 Copperhead® Losses
4" Inlet and 2.5" Outlet



4/15/2020

Núm.	Descripción	Material	Especificación	Cantidad
1	Cuerpo	Hierro dúctil	ASTM A536 65-45-12	1
2	Cadena	Aceero carbono		3
3	Tapa toma	Hierro fund.		1
4	Toma bomberos	Bronce		1
5	Junta toma bomberos	NBR		1
6	Válvula	NBR		1
7	Disco posterior	Bronce	ASTM B62	1
8	Tornillo M5 x 10	Aceero inox.	AIS304	3
9	Disco anterior	Aceero inox.	AIS304	1
10	Tuerca	Bronce	ASTM B62	3
11	Arandela seguridad	Aceero inox.	AIS304	3
12	Husillo A	Aceero inox.	AIS304	1
13	Tapa toma manguera	Hierro fund.	ASTM A126	2
14	Junta toma manguera	NBR		2
15	Toma manguera	Bronce	ASTM B62	2
16	Disco posterior	Bronce	ASTM B62	2
16a	Válvula	NBR		2
17	Disco anterior	Aceero inox.	AIS304	2
18	Husillo C	Aceero inox.	AIS304	1
19	Tuerca husillo	Bronce	ASTM B62	2
20	Tuerca operación	Bronce	ASTM B62	3
21	Tuerca	Aceero inox.	AIS304	3
22	Junta tórica	NBR		6
23	Tuerca husillo	Bronce	ASTM B62	1
24	Junta tórica	NBR		3
25	Junta tórica	NBR		1
26	Junta tórica	NBR		2
27	Husillo B	Aceero inox.	AIS304	1



Notas:

- 1) Diseño y materiales sujetos a cambios sin previo aviso.
- 2) Presión de trabajo: Listado UL y aprobado FM a 250PSI
- 3) Temperatura de trabajo: -10° C a 62° C
- 4) Toma para monitor, toma Storz y otras salidas también disponibles.
- 5) Pintado en interior y exterior con esmalte seco y recubierto con epoxy fundido (FBE).
- 6) Cumple la norma AWWA C503
- 7) Tomas para mangueras de incendios con rosca NFPA 1963. Para bomberos: 4.5-4NH; para manguera: 2.5-7.5NH.
- 8) Brida según norma ANSI B16.1 Clase 125

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL		NOMBRE:		NOMBRE		FECHA	
LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y SU USO NO DEBE SER REPRODUCIDO SIN EL CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DE LA EMPRESA. EN CASO DE QUE SE REPRODUCIERA SIN EL CONSENTIMIENTO DE LA EMPRESA, SE RESPONSABILIZA EL USUARIO DE LOS DAÑOS Y PERJUICIOS QUE SE DERIVEN DE LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO DE LA EMPRESA.		Hidrante seco AWWA C503		BCM		2/2018	
DIMENSIONES EN PULGADAS EXCEPTO SI INDICADO		Brida 8 orificios / 2H1P Monitor		AF00010		REVISIÓN	
MATERIAL	REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	DIBUJO N°	REVISIÓN	
RESO	A	EDICIÓN INICIAL	2/2018	BM		A	
ACABADO						ESCALA: NINGUNA EXCEPTO SI INDICADO	
NO ESCALAR EL DIBUJO						HOJA 1 DE 1	

Limitación de responsabilidad: este documento es una traducción. No se garantiza su integridad y precisión. El documento original en inglés debe considerarse como referencia.

Horizontal Bladder Tanks

Features

- UL Listed and FM Approved for use with various ANSUL® proportioners and foam concentrates
- 175 psi (12.1 bar) maximum allowable working pressure (design pressure)
- Nominal capacities up to 3,000 gallons with larger tanks available on special request
- Tanks up to 800 gallons meet the requirements for Seismic Zone 4 earthquake resistant design
- Available with brass or 316 stainless steel trim piping and valves
- Options for grooved, NPT, and flanged connections
- Choice of Standard or Corrosion-Resistant Epoxy exterior paint, available in a variety of colors
- Optional sight gauge and thermal pressure relief valves available

Application

The ANSUL Bladder Tank is one component of a balanced pressure proportioning system. ANSUL Bladder Tanks require only a pressurized water supply for operation. No other external power is required. They can be used with one or more ANSUL proportioners and any suitable discharge device to create a complete the foam system. ANSUL Bladder Tanks can be used with most ANSUL foam concentrates.

ANSUL bladder tanks have numerous applications including aircraft hangars, foam-water sprinkler systems, truck loading racks, and helipads.

Description

The ANSUL bladder tank is a steel pressure vessel, which stores a foam concentrate within an elastomeric bladder. The concentrate is discharged from the tank by incoming water applying pressure to the bladder. This applied energy is transferred to the concentrate, supplying pressurized concentrate to the proportioner (Proportioners are separate items described on a separate data sheet).

Trim Piping and Connections

ANSUL bladder tanks are available in horizontal models up to 3,000 gallons. All models feature top discharge foam concentrate connections and the option to pipe using either grooved or NPT threaded connections. Adapters for flanged connections are available separately. Trim piping is available in brass or stainless steel. All valves are clearly identified by permanently attached nameplates and can be secured in position with included ring pins and tamper seals.



001154a

Protective Coatings

All ANSUL bladder tanks feature a high-build epoxy internal coating. Exterior paint is available in two grades: Standard and Corrosion-Resistant Epoxy (Epoxy CR). Paint systems used on ANSUL bladder tanks have been subjected to and passed salt spray corrosion testing per ASTM B117-90. Standard paint has been tested to a minimum of 240 hours in accordance with UL 162, UL Subject 139, and FM 5130. Epoxy CR paint has been tested to a minimum of 3,000 hours and is suitable for marine and offshore use.

Support and Mounting

Horizontal tanks are supported by two saddles with slotted holes for mounting. Refer to dimensional drawings for mounting slot spacing.

Horizontal Tanks

Diameter	Nominal Capacity	Mounting Slot Size
24 in. to 42 in. (610 mm to 1,067 mm)	100 gal to 400 gal	5/8 in. x 1 1/4 in. (16 mm x 32 mm)
48 in. (1,219 mm)	500 gal to 800 gal	7/8 in. x 1 1/4 in. (22 mm x 32 mm)
60 in. to 72 in. (1,524 mm to 1,829 mm)	900 gal to 3,000 gal	1 in. x 1 1/4 in. (25 mm x 32 mm)

Each tank is fitted with two lifting lugs designed to lift the empty weight of the tank with a minimum safety factor of 2 when utilizing appropriate slings rigged at a lifting angle of not less than 30 degrees from horizontal. All lifting lugs have a minimum clear hole size of 2 in. (50 mm).

Internal Components

ANSUL bladder tanks contain an elastomeric bladder that has been approved for use by Underwriter's Laboratory and FM Approvals for use with ANSUL foam concentrates. All ANSUL bladder tanks utilize a center tube(s) to facilitate agent discharge. Center tubes are constructed of materials compatible with ANSUL foam concentrates. Horizontal tanks utilize two center tubes, one oriented horizontally and one oriented vertically, connected by a cross fitting.

Description (Continued)

Sight Gauge

A sight gauge is available as an optional accessory for ANSUL bladder tanks for estimation of the fill level in the tank. The sight gauge is equipped with a clear 1 in. PVC tube. The sight gauge is shipped as a loose item and must be assembled on the tank during installation.

Thermal Relief Valve

A thermal relief valve is available as an option for ANSUL bladder tanks. A thermal relief valve should be used when the bladder tank will be stored in an isolated/hydraulically locked condition in order to relieve pressure due to thermal expansion. This valve is factory set to 175 psi (12.1 bar) and it is recommended that the design pressure of the system be maintained at least 5 psi (0.34 bar) or 10% below the set pressure of the valve to avoid seat leakage and early valve maintenance. This valve is NOT a substitute for a properly sized ASME pressure relief valve to protect the entire system from overpressure.

ASME Information

The ANSUL Horizontal Bladder Tank is designed and constructed in accordance with the latest revisions to ASME Code Section VIII, Division 1 for unfired pressure vessels with a maximum allowable working pressure (MAWP) of 175 psi (12.1 bar) and tested to the pressure specified by the applicable codes and standards. Tanks designed to ASME code are tested to at least 230 psi (15.9 bar). CE marked tanks are tested to at least 255 psi (17.6 bar). All ANSUL bladder tanks are constructed of steel complying with ASME specifications. Tank heads are 2:1 elliptical unless otherwise specified.

All ANSUL bladder tanks include a permanently affixed stainless steel ASME data plate. At a minimum, the data plate includes the following information: year of manufacture, maximum allowable working pressure (MAWP), nominal volume, part number, National Board number, minimum material thickness, minimum design metal temperature (MDMT), and type of head used.

Approvals and Certifications

ANSUL bladder tanks are UL Listed and FM Approved for use with various ANSUL foam concentrates and proportioners. The UL mark and FM Approval diamond are applied at the factory along with a label identifying the ANSUL foam concentrate for use in the tank.

Every tank bears a permanently affixed ASME data plate showing the National Board number which identifies the tank as compliant with ASME code Section VIII, Division 1 for unfired pressure vessels.

ANSUL bladder tanks 200 gal (757 L) and larger are CE marked in conformance with the European Pressure Equipment Directive, 2014/68/EU. Under European Pressure Equipment Directive 2014/68/EU, tanks smaller than 200 gallons are acceptable based on sound engineering practices of ASME code and cannot be CE marked.

ANSUL bladder tanks up to 800 gal (3,028 L) meet the minimum requirements for Seismic Zone 4 Earthquake Resistant Design as calculated according to the 1997 Uniform Building Code.

Operation and Maintenance

Refer to the ANSUL Horizontal and Vertical Bladder Tank Operation and Maintenance Manual for detailed procedures on installation, operation, inspection, and maintenance. A printed copy of this manual is included with every tank.

Valve Position Information

Valve Description		Normal Valve Position	
Valve* No.	Description	Manual System	Automatic System
1	Manual Foam Concentrate Shutoff (Not Shown)	N.C.**	N.O.***
2	Water Supply Shutoff (Not Shown)	N.C.	N.O.
3	Sight Gauge Shutoff (Not Shown)	N.C.	N.C.
4	Tank Shell Vent Valve	N.C.	N.C.
5	Bladder Vent Valve	N.C.	N.C.
6	Tank Shell Drain Valve	N.C.	N.C.
7	Bladder Drain/Fill Valve	N.C.	N.C.
8	Automatic Foam Concentrate Isolation (Not Shown)	-	N.C.
9	Isolation Valve	N.C.	N.C.

* Reference Figure 1 for valve location

** N.C. – Normally Closed

*** N.O. – Normally Open

In this arrangement, valves listed as (Not Shown) are either supplied as loose items or supplied by others.

Dimension Information (Reference Figure 1)

Part No.	Nominal Capacity gal (L)	Diameter in. (mm)	Tank Weight (Empty) lb (kg)	Water Inlet - NPT or Grooved in.	Concentrate Outlet - NPT or Grooved in.	Tank Shell Vent - NPT in.	Bladder Vent/ Fill - NPT in.	Bladder Drain/ Fill - NPT in.	Tank Shell Drain - NPT in.	Dimensions		
										A in. (mm)	B in. (mm)	C in. (mm)
444044	100 (379)	24 (610)	598 (271)	2	2	1	1	1	1	53 (1,346)	45 3/4 (1,162)	74 1/2 (1,892)
444045	150 (568)	30 (762)	824 (374)	2	2	1	1	1	1 1/2	58 1/2 (1,486)	51 3/4 (1,314)	74 (1,880)
444046	200 (757)	30 (762)	929 (421)	2	2	1	1	1	1 1/2	58 1/2 (1,486)	51 3/4 (1,314)	93 1/2 (2,375)
444047	300 (1,136)	42 (1,067)	1,429 (648)	2	2	1	1	1	1 1/2	70 1/2 (1,791)	63 3/4 (1,619)	76 1/2 (1,943)
444048	400 (1,514)	42 (1,067)	1,688 (757)	2	2	1	1	1	1 1/2	70 1/2 (1,791)	63 3/4 (1,619)	96 1/2 (2,451)
444049	500 (1,893)	48 (1,219)	2,063 (931)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	94 (2,388)
444050	600 (2,271)	48 (1,219)	2,261 (1,026)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	109 (2,769)
444051	700 (2,650)	48 (1,219)	2,467 (1,119)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	123 1/2 (3,137)
444052	800 (3,028)	48 (1,219)	2,702 (1,226)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	140 (3,556)
444053	900 (3,407)	60 (1,524)	3,075 (1,395)	3	3	1	1	1	1 1/2	90 (2,286)	82 1/4 (2,089)	108 (2,743)
444054	1,000 (3,785)	60 (1,524)	3,275 (1,486)	3	3	1	1	1	1 1/2	90 (2,286)	82 1/4 (2,089)	118 (2,997)
444055	1,200 (4,542)	60 (1,524)	3,571 (1,620)	3	3	1	1	1	1 1/2	90 (2,286)	82 1/4 (2,089)	132 (3,353)
444056	1,400 (5,300)	60 (1,524)	3,991 (1,810)	3	3	1	1	1	1 1/2	90 (2,286)	82 1/4 (2,089)	151 (3,835)
444057	1,600 (6,057)	73 (1,854)	5,308 (2,408)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	122 1/2 (3,112)
444058	1,800 (6,814)	73 (1,854)	5,704 (2,587)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	135 (3,429)
444059	2,000 (7,571)	73 (1,854)	6,330 (2,871)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	153 (3,886)
444060	2,200 (8,328)	73 (1,854)	6,633 (3,009)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	162 (4,115)
444061	2,400 (9,085)	73 (1,854)	7,048 (3,197)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	174 1/2 (4,432)
444062	2,600 (9,842)	73 (1,854)	7,463 (3,385)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	187 (4,750)
444063	2,800 (10,599)	73 (1,854)	7,878 (3,573)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	199 1/2 (5,067)
444064	3,000 (11,356)	73 (1,854)	8,289 (3,760)	3	3	1	1	1	1 1/2	103 1/2 (2,629)	95 3/4 (2,432)	212 (5,385)

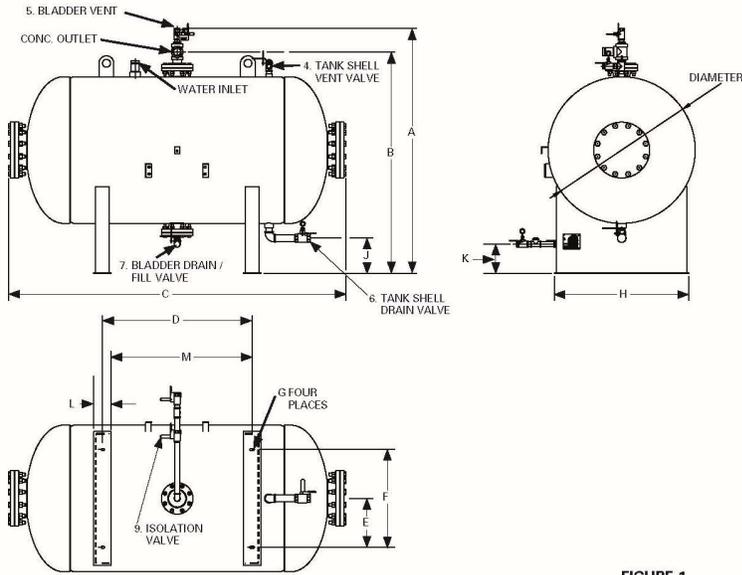


FIGURE 1
010072

Dimension Information (Continued)

Nominal Capacity gal (L)	D		E		F		G		H		J		K		L		M	
	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)
100 (379)	31 1/2	(800)	5	(127)	10	(254)	5/8 x 1 1/4	(16 x 32)	23	(584)	11 1/4	(288)	8 1/4	(210)	5	(127)	26 1/2	(673)
150 (568)	25 11/16	(652)	8	(203)	16	(406)	5/8 x 1 1/4	(16 x 32)	28	(711)	10	(254)	8 1/4	(210)	5	(127)	20 11/16	(525)
200 (757)	45 1/4	(1,149)	8	(203)	16	(406)	5/8 x 1 1/4	(16 x 32)	28	(711)	10	(254)	8 1/4	(210)	5	(127)	40 1/4	(1,022)
300 (1,136)	22 1/2	(572)	14	(356)	28	(711)	5/8 x 1 1/4	(16 x 32)	38 3/8	(975)	10	(254)	8 1/4	(210)	5	(127)	17 1/2	(445)
400 (1,514)	42 3/4	(1,086)	14	(356)	28	(711)	5/8 x 1 1/4	(16 x 32)	38 3/8	(975)	10	(254)	8 1/4	(210)	5	(127)	37 3/4	(959)
500 (1,893)	35 1/8	(892)	17	(432)	34	(864)	7/8 x 1 1/4	(22 x 32)	44	(1,118)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	28 1/8	(714)
600 (2,271)	47 5/8	(1,210)	17	(432)	34	(864)	7/8 x 1 1/4	(22 x 32)	44	(1,118)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	40 5/8	(1,032)
700 (2,650)	65	(1,651)	17	(432)	34	(864)	7/8 x 1 1/4	(22 x 32)	44	(1,118)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	58	(1,473)
800 (3,028)	81 1/8	(2,061)	17	(432)	34	(864)	7/8 x 1 1/4	(22 x 32)	44	(1,118)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	74 1/8	(1,883)
900 (3,407)	42 15/16	(1,091)	23	(584)	46	(1,168)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	54 1/2	(1,384)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	35 15/16	(913)
1,000 (3,785)	52 5/8	(1,337)	23	(584)	46	(1,168)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	54 1/2	(1,384)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	45 5/8	(1,159)
1,200 (4,542)	66 7/8	(1,699)	23	(584)	46	(1,168)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	54 1/2	(1,384)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	59 7/8	(1,521)
1,400 (5,300)	66	(1,676)	23	(584)	46	(1,168)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	54 1/2	(1,384)	10	(254)	8	(203)	7	(178)	59	(1,499)
1,600 (6,057)	48 1/2	(1,232)	29	(737)	46	(1,168)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	39 1/2	(1,003)
1,800 (6,814)	60 5/8	(1,540)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	51 5/8	(1,311)
2,000 (7,571)	72 15/16	(381)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	63 15/16	(1,624)
2,200 (8,328)	63 3/4	(1,653)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	54 3/4	(1,391)
2,400 (9,085)	100 1/2	(2,553)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	91 1/2	(2,324)
2,600 (9,842)	113 1/16	(2,872)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	104 1/16	(2,643)
2,800 (10,599)	125 9/16	(3,189)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	116 9/16	(2,961)
3,000 (11,356)	137 15/16	(3,504)	29	(737)	58	(1,473)	1 x 1 1/4	(25 x 32)	66 1/4	(1,683)	10	(254)	7 1/2	(191)	9	(229)	128 15/16	(3,275)

Dimension and Installation Notes:

- Dimensions listed are approximate and subject to change without notice.
- Foam Concentrate Discharge Pipe
 - Tank sizes 100 gal to 400 gal (379 L to 1,514 L):
 - 2 in. Female NPT or Grooved
 - Tank sizes 500 gal to 3,000 gal (1,893 L to 11,355 L):
 - 3 in. Female NPT or Grooved
- Water Inlet Pipe
 - Tank sizes 100 gal to 400 gal (379 L to 1,514 L):
 - 2 in. Female NPT or Grooved
 - Tank sizes 500 gal to 3,000 gal (1,893 L to 11,355 L):
 - 3 in. Female NPT or Grooved
- Rooms or buildings intended to house a bladder tank should have accommodations for the removal of the internal center tube(s). Center tubes are approximately the full height and width of the bladder tank.

Foam Chambers

Features

- Choice of four foam chamber sizes for various foam solution flow rate requirements
- Hinged inspection hatch with captive bolt securement for ease of inspection and maintenance
- Choice of carbon steel or 304 stainless steel with corrosion resistant (CR) epoxy paint finish
- TEFLON® vapor seal allows unrestricted flow of expanded foam
- Convenient vapor seal replacement without removal of retaining bolts
- UL Listed

Application

ANSUL® foam chambers are air-aspirating foam discharge devices that are used to protect various types of flammable liquid storage tanks including open top floating roof tanks and cone roof tanks with or without internal floaters. Additional applications include most types of open tanks where flammable liquid products are involved.

Foam chambers are defined by NFPA 11 as Type II discharge outlets for delivering foam to the surface of a flammable liquid. They are commonly used with bladder tanks, balanced pressure pump proportioning systems, line proportioners, or foam trucks. These foam chambers can be used with ANSUL low-expansion foam agents that are determined to be suitable for the flammable liquid being protected.

Description

The ANSUL foam chambers consist of a foam expansion chamber and an integral foam maker with a stainless steel screened air inlet. Each chamber includes an orifice plate, two inlet gaskets, vapor seal assembly, cover gasket, and an outlet gasket. The required deflector (split or shallow) and optional mounting pad assembly are sold separately.

A removable orifice plate located at the flanged inlet to the foam maker is sized to deliver the required flow rate of foam solution at a specified inlet pressure. A frangible TEFLON vapor seal is burst upon entry of foam solution allowing an unrestricted flow of expanded foam into the chamber body. From the chamber body, the foam flows through the foam deflector which disperses the foam into the storage tank.

The chamber vapor seal is accessible for inspection and service through a hinged inspection hatch that is secured with captive bolts. The hatch also contains a lifting handle that is designed to support the weight of the foam chamber.



009144

The foam deflector directs the foam stream down the tank side-wall to lessen the submergence of the foam and agitation of the fuel surface (Type II application). The foam deflector is a split (two-piece) style. The split deflector allows for either bolting or welding to storage tanks when installation may be performed from both sides of the tank wall as with newly constructed tanks. The split deflector also allows for insertion of the deflector through the flange opening from the outside wall as is often required with tanks already in service.

The foam chamber and deflector can be bolted to the storage tank using a mounting pad. The pad contains mounting studs to fit standard flange holes.

Flow Range

The flow rate of the foam chamber is determined by the orifice size and the inlet pressure. The flow ranges listed in the following table are based on 40 psi (2.76 bar) using the smallest orifice for the minimum flow and 100 psi (6.9 bar) using the largest orifice for the maximum flow.

Model	Typical Flow Range	K-Factor Range
AFC-90	49 gpm to 151 gpm (185 Lpm to 572 Lpm)	7.8 to 15.1
AFC-170	94 gpm to 279 gpm (356 Lpm to 1,056 Lpm)	14.9 to 27.9
AFC-330	183 gpm to 610 gpm (693 Lpm to 2,309 Lpm)	28.9 to 61.0
AFC-550	350 gpm to 980 gpm (1,325 Lpm to 3,709 Lpm)	55.3 to 98.0

UL Listed flow ranges vary by foam concentrate – consult the UL Online Certifications Directory for agent-specific flow ranges. To determine flow rates for specific applications and proper orifice sizing, consult Johnson Controls Technical Services.

Specifications

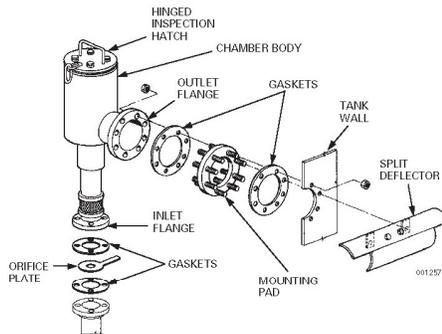
The foam chamber assembly shall consist of a chamber body with an integral foam maker and orifice plate. Each chamber shall include an orifice plate, two inlet gaskets, vapor seal assembly, cover gasket, and an outlet gasket. A foam deflector and foam chamber mounting pad shall be available for use with the assembly as required.

The foam chamber body shall be of steel construction with a CR epoxy finish. The discharge outlet shall be of the flat faced flange design that may be welded or bolted to the storage tank. For ease of access to the vapor seal, the chamber body shall contain a hinged inspection hatch secured with stainless steel captive bolts. The hatch shall also contain a lifting handle designed to support the weight of the chamber for hoisting.

The foam maker shall contain a stainless steel screen that is cylindrically shaped to conform to the air inlet surface to help prevent damage. The vapor seal shall be of TEFLON construction to allow an unrestricted flow. The TEFLON vapor seal shall be designed of a thickness to meet the UL required flowing foam solution burst pressure range of 10 psi to 25 psi (0.69 bar to 1.72 bar). The vapor seal retainer shall be designed with slotted keyholes to eliminate bolt removal during replacement. The inlet to the foam maker shall be a raised face flange with an orifice sized to allow the required flow rate of foam solution at the available pressure.

A split foam deflector shall be provided for either bolting or welding to the mounting surface, or for installation from the outside wall of the storage tank. For bolting applications, a mounting pad shall be available with a stud pattern compatible with the flat-face flange of the foam chamber body and the foam deflector.

A stainless steel nameplate shall be attached to the foam chamber hatch. The nameplate shall specify manufacturer, model number, and part number.



Dimension Table

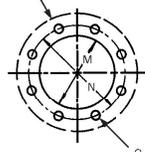
Dimension	AFC-90	AFC-170	AFC-330	AFC-550
A	26 1/16 in. (662 mm)	31 7/8 in. (810 mm)	35 3/8 in. (899 mm)	42 in. (1,067 mm)
B	15 5/16 in. (389 mm)	19 5/8 in. (498 mm)	20 5/8 in. (524 mm)	24 3/4 in. (629 mm)
C	8 1/2 in. (216 mm)	10 in. (254 mm)	11 1/8 in. (283 mm)	12 3/8 in. (314 mm)
D	8 5/8 in. (219 mm)	10 3/4 in. (273 mm)	12 3/4 in. (324 mm)	16 in. (406 mm)
E	7 in. (178 mm)	9 in. (229 mm)	10 in. (254 mm)	12 in. (305 mm)
F _I	2 1/2 in. (64 mm)	3 in. (76 mm)	4 in. (102 mm)	6 in. (152 mm)
F _O	4 in. (102 mm)	6 in. (152 mm)	8 in. (203 mm)	10 in. (254 mm)
G	3 1/4 in. (83 mm)	4 1/16 in. (103 mm)	5 in. (127 mm)	6 7/8 in. (175 mm)
H	5 5/16 in. (135 mm)	7 3/8 in. (187 mm)	9 1/8 in. (231 mm)	9 3/4 in. (248 mm)
I	8 in. (203 mm)	9 1/2 in. (241 mm)	11 in. (279 mm)	12 in. (305 mm)
J	4 5/8 in. (117 mm)	6 1/8 in. (156 mm)	7 3/4 in. (197 mm)	8 1/4 in. (209 mm)
K	8 in. (203 mm)	12 in. (305 mm)	16 in. (406 mm)	20 in. (508 mm)
L	12 in. (305 mm)	18 in. (457 mm)	24 in. (610 mm)	30 in. (762 mm)
M	4 1/2 in. (114 mm)	6 5/8 in. (168 mm)	8 5/8 in. (219 mm)	10 3/4 in. (273 mm)
N	7 1/2 in. (191 mm)	9 1/2 in. (241 mm)	11 3/4 in. (298 mm)	14 1/4 in. (362 mm)
O	3/4 in. (19 mm)	7/8 in. (22 mm)	7/8 in. (22 mm)	1 in. (25 mm)
P	2 7/8 in. (73 mm)	3 1/2 in. (89 mm)	4 1/2 in. (114 mm)	6 5/8 in. (168 mm)
Q	5 1/2 in. (139 mm)	6 in. (152 mm)	7 1/2 in. (191 mm)	9 1/2 in. (241 mm)
R	3/4 in. (19 mm)	3/4 in. (19 mm)	3/4 in. (19 mm)	7/8 in. (22 mm)
S	8 1/2 in. (216 mm)	12 in. (305 mm)	16 in. (406 mm)	20 in. (508 mm)
T	14 1/2 in. (368 mm)	16 in. (406 mm)	24 1/2 in. (622 mm)	23 1/4 in. (590 mm)
U	1 1/2 in. (38 mm)	1 1/2 in. (38 mm)	1 1/2 in. (38 mm)	3 5/16 in. (84 mm)
V	6 15/16 in. (176 mm)	8 25/32 in. (223 mm)	10 27/32 in. (275 mm)	13 3/4 in. (349 mm)
W	4 5/16 in. (110 mm)	4 11/16 in. (119 mm)	5 3/4 in. (146 mm)	7 5/32 in. (182 mm)

OUTLET FLANGE - FLAT FACE (FO DETAIL)

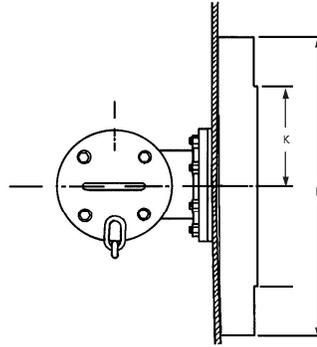


AFC-550

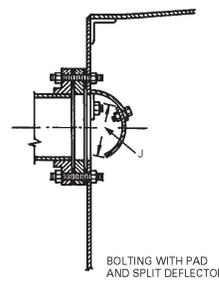
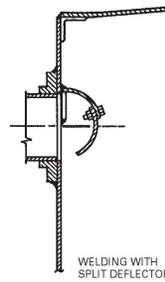
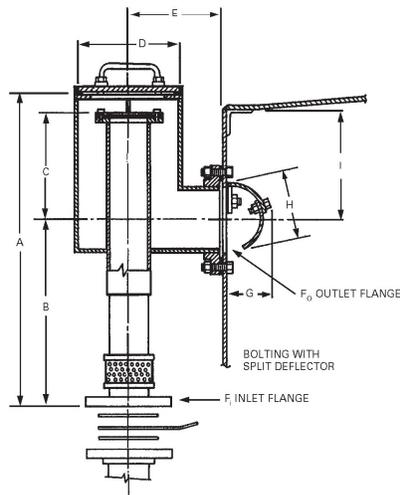
OUTLET FLANGE - FLAT FACE (FO DETAIL)



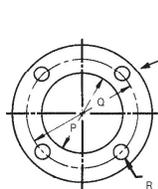
AFC-90, AFC-170, AFC-330



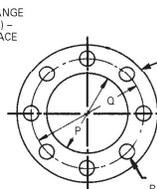
002158



009146

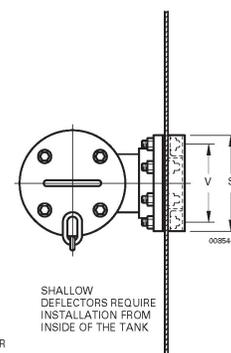
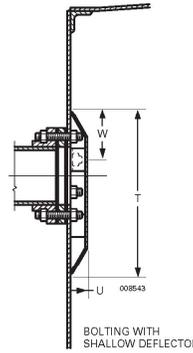


AFC-90, AFC-170



AFC-330, AFC-550

001260



008544

Note: The inlet and outlet flanges are designed to mate with ANSI 150 lb class flanges.

FLOWMAX CL Variable Range Proportioner

Features

The FLOWMAX CL Variable Range Proportioner has the following features:

- Designed to meet the proportioning requirements of NFPA 16
- Fast response
- Foam proportioning as low as 49 gpm (185 Lpm)
- Maximum/minimum flow rate ratio of 60:1
- Allows the use of lower cost bladder tank systems
- Less total system hardware required
- Less total system maintenance required
- Easy installation – can be pre-piped to bladder tank
- Minimal moving parts
- No electrical hook-up required
- Fits between two flanges without spool piece

Application

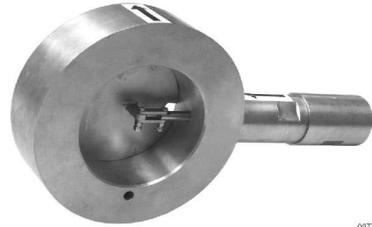
The FLOWMAX CL Variable Range Proportioner is both UL Listed and FM Approved for use with ANSULITE® 3x3 Low Viscosity AR-AFFF (A334-LV) and ANSULITE 3% AFFF (AFC-3B). In addition, it is also UL Listed for use with ANSULITE AFC-3MS 3% AFFF. The proportioner is designed to proportion and control the mixing of the foam concentrate into a water stream over a wide range of water flow rates and pressures.

The FLOWMAX CL proportioner is designed for use with bladder tank systems only. The proportioner can be located up to 35 equivalent ft (10.7 m) from the bladder tank outlet. The normal swing check, concentrate isolation, and hydraulic valve(s) do not have to be included in this equivalent length calculation. The FLOWMAX CL proportioner has a maximum working pressure of 250 psi (17.2 bar).

Note: A minimum of 2 in. (50 mm) pipe size is required for water supply to tank and foam concentrate supply to proportioner.

Designed with NFPA 16 in mind, these proportioners are well suited for closed head foam-water sprinkler application where the system flow may start low and increase as more sprinklers open.

Historical data on closed head sprinkler systems has proven that on average only four or five sprinklers operate during a fire. As a result, NFPA 30 requires properly proportioned foam solution to be generated with as few as four sprinklers flowing, otherwise control of the fire might not be established. In many foam-water sprinkler systems, this flow condition would produce flows considerably less than the minimum design flow of conventional proportioning equipment. With the flow capacity of the FLOWMAX CL Variable Range Proportioner, foam would be proportioned properly with even fewer sprinklers operating.



007330

Other common applications include the following:

- Tank farm protection systems, as per NFPA 11 using foam chambers or other means of foam delivery, where varied flow rates are encountered in conjunction with requirements for supplementary foam headline(s).
- Typical applications in conjunction with a closed head foam-water sprinkler system include warehouse storage, chemical processing, loading racks, and anywhere flammable liquids are used, stored, processed, or transported.

Description

The FLOWMAX CL Variable Range Proportioner consists of a brass body, stainless steel deflector, stainless steel spring, and stainless steel foam metering cone and orifice.

The proportioner body is designed to fit between 6 in. pipe flanges.

Note: A minimum of 90 in. (762 mm) of straight pipe is required in the water line before entering the proportioner.

The body is marked with an arrow to indicate the direction of flow. The foam concentrate inlet is a female 2 in. NPT.

When installed in a closed head, wet sprinkler system, the proportioner operates as follows:

- With the proportioner properly installed in the sprinkler riser, the water pressure is equal on both sides of the proportioner. As sprinkler heads open in a fire situation, foam concentrate is metered into the water stream through a precisely machined cone and orifice.
- As more sprinkler heads open, the increase in water flow causes the deflector to open more, thus opening the cone versus the orifice, allowing more foam concentrate into the water stream. This feature gives the proportioner the ability to properly proportion at both extremely low flow rates and at extremely high flow rates.

System Information

Model	FLOWMAX CL	FLOWMAX CL	FLOWMAX CL
Agent	ANSULITE 3% AFFF (AFC-3B)	ANSULITE 3x3 LV AR-AFFF (A334-LV)	ANSULITE 3% AFFF (AFC-3MS)
Size in. (mm)	6 (150)	6 (150)	6 (150)
Listed Flow Range gpm (Lpm)	49 – 3,122* (185.5 – 11,818)	55 – 3,535* (208 – 13,381)	54 – 3,092** (204.5 – 11,705)
Maximum Working Pressure psi (bar)	250 (17.2)	250 (17.2)	250 (17.2)

* UL Listed and FM Approved flow range
 ** UL Listed flow range

Ordering Information

Part No.	Description	Shipping Weight lb (kg)	Approvals
445014	FLOWMAX CL Variable Range Proportioner for ANSULITE 3% AFFF (AFC-3B)	30 (13.6)	UL Listed, FM Approved
445020	FLOWMAX CL Variable Range Proportioner for ANSULITE 3x3 Low Viscosity AR-AFFF (A334-LV)	30 (13.6)	UL Listed, FM Approved
446599	FLOWMAX CL Variable Range Proportioner for ANSULITE AFC-3MS 3% AFFF	30 (13.6)	UL Listed

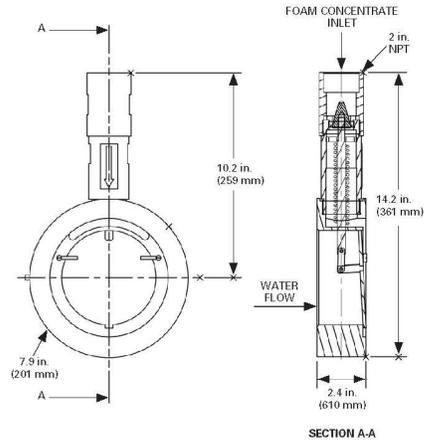
Note: The proportioner weight without shipping packaging is 27.1 lb (12.3 kg).

Approvals and Listings

The FLOWMAX CL Variable Range Proportioner is both UL Listed and FM Approved for use with ANSULITE 3x3 Low Viscosity AR-AFFF (A334-LV) and ANSULITE 3% AFFF (AFC-3B). It is also UL Listed for use with ANSULITE AFC-3MS 3% AFFF.

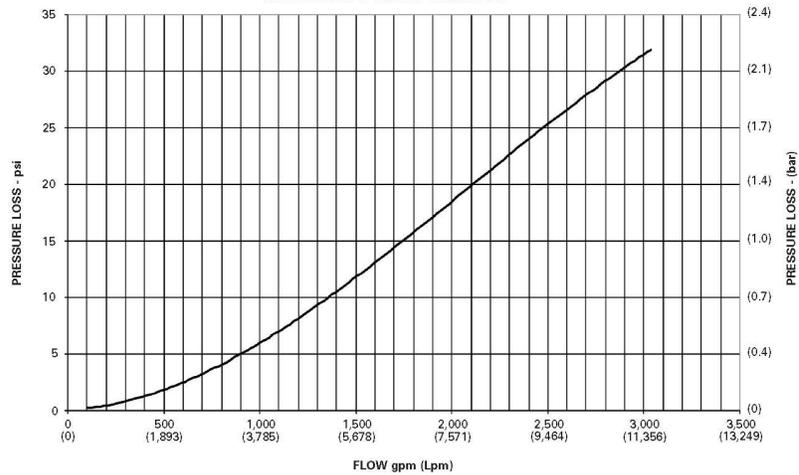
Note: FLOWMAX CL proportioners are only FM Approved when used in conjunction with the specific foam concentrates and equipment shown in the Approval Guide available at www.ApprovalGuide.com.

Technical Specifications



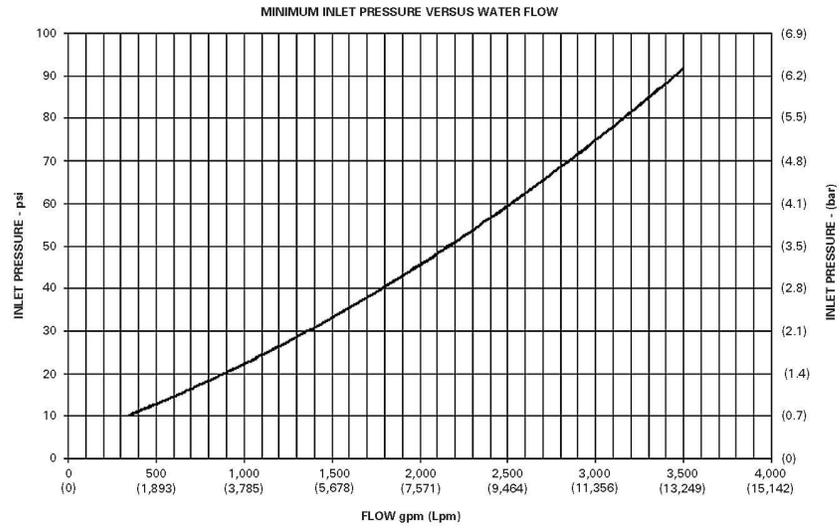
010070

FRICION LOSS OF ANSUL® FLOWMAX CL



007581

Technical Specifications (Continued)

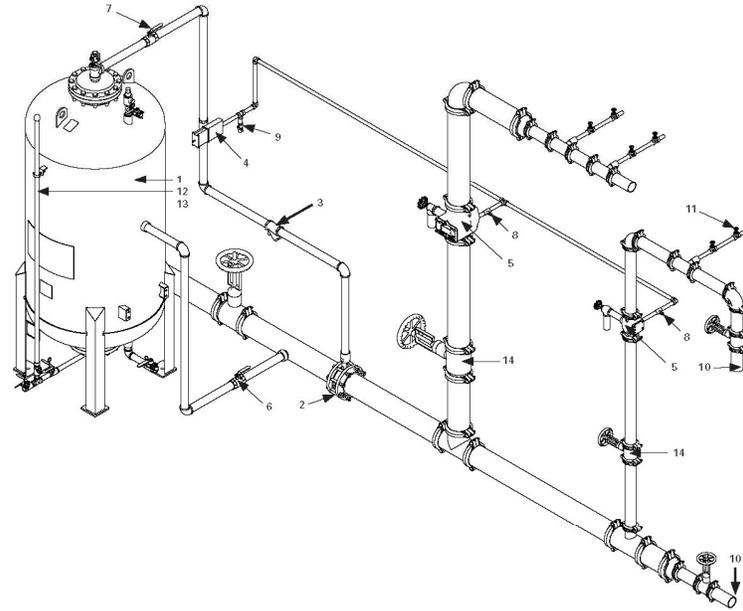


Note: The converted values in this document are provided for dimensional purposes only and do not reflect an actual measurement. ANSUL®, FLOWMAX, and the product names listed in this material are marks and/or registered marks. Unauthorized use is strictly prohibited.

037430

Technical Specifications (Continued)

Design Example and Recommendations



00975b

No.	Description	Normal Position
1	Bladder Tank	—
2	FLOWMAX CL Proportioner	—
3	Swing Check Valve	—
4	Hydraulic Foam Concentrate Control Valve	Closed
5	Sprinkler Valve (Alarm, Deluge, Pre-action, Dry)	—
6	Water Valve Inlet	Open
7	Foam Valve Outlet	Open
8	Actuation Check Valve	—
9	Actuation Line Drain Valve (Locked or Plugged)	Closed
10	Foam Test Outlet	Closed
11	Discharge Device (Sprinklers)	—
12	Foam Sight Gauge (Optional)	—
13	Foam Concentrate AFFF or AR-AFFF	—
14	Butterfly Valve	—

Notes:

1. It is recommended that the FLOWMAX CL variable range proportioner is located on the supply side of the sprinkler valve to allow standard sprinkler valve drain trim to be utilized if required.
2. Discharge device may be sprinkler heads (as shown in figure) or other type device such as monitor nozzles, high-expansions generators, handline nozzles, or foam chambers as required by system design.
3. The FLOWMAX CL variable range proportioners can be located up to 35 equivalent length feet of piping from the concentrate outlet of the bladder tank.
4. Pre-primed systems can be designed to fill the piping with solution as part of the annual proportioning verification flow test. The test connection located at the remote end of the system should be sized to achieve the minimum flow of the 4 most remote heads. If desired the connection can be sized to support the design flow rate and a separate test header is not required.



Aer-O-Lite™ C6 3%

Espuma formadora de película acuosa
NFC300

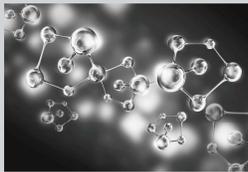
Promesa

Rendimiento contra incendios y ambiental fiable

National Foam se enorgullece de la manera abierta y honesta en que realiza sus negocios en todo el mundo. Nuestras espumas son una extensión de nuestras creencias éticas y nos enorgullece ser el fabricante de espumas responsable al equilibrar el alto rendimiento con un impacto mínimo en el ambiente.

Tecnología C6

Responsable ante el ambiente, Aer-O-Lite™ C6 3% es una espuma formadora de película acuosa (AFFF) que se utiliza a una concentración de un 3% para extinguir incendios en combustibles en hidrocarburos. Los C6 tensoactivos con flúor se desarrollaron y refinaron de manera específica para disminuir el impacto en el ambiente sin disminuir el rendimiento. Esta nueva formulación demuestra la dedicación de National Foam a la flexibilidad superior, al rendimiento en la extinción de incendios y a la responsabilidad ambiental. Aer-O-Lite™ C6 3% es adecuada para utilizarse con la mayoría de los tipos de equipo de dosificación y descarga.



- ✔ Concentrado de espuma responsable ante el ambiente.
- ✔ AFFF de bajo ingreso de energía, requiere de una agitación mínima
- ✔ Excelente fluidez que proporciona un rápido apagado
- ✔ Adecuado para utilizarse con agua dulce o agua de mar
- ✔ Compatible con dispositivos estándares de dosificación y de producción de espuma
- ✔ Adecuado para utilizarse con agentes extintores compatibles de polvo seco
- ✔ Underwriters Laboratories, Inc.
- ✔ Underwriters Laboratories of Canada (ULC).

Los concentrados de espuma AFFF se diseñaron para un rápido apagado de incendio mediante la producción de una delgada película acuosa que se extiende por la superficie del combustible para separar el combustible del oxígeno. Esto se logra al permitir que la solución de espuma se drene rápidamente de la burbuja de espuma, que a su vez afecta su capacidad para sellar a largo plazo y su resistencia al retroquemado.

El agente surfactante de fluorocarbono produce la película acuosa, lo que disminuye la tensión superficial de la solución de espuma hasta un punto en que la tensión superficial del combustible puede soportar la solución. La tensión superficial del combustible influye directamente en la eficacia de la película

acuosa. La película tiene a ser más efectiva en combustibles con mayor tensión superficial, como diésel y combustibles para motores a chorro, y menos efectiva en combustibles con tensión superficial menor, como hexano y gasolina.

Aplicaciones

Aer-O-Lite™ C6 3% se utiliza en una concentración de 3% en sistemas contra incendios y aplicaciones manuales para extinguir incendios que implican combustibles de hidrocarburos como petróleo crudo, gasolina y combustibles. No es adecuada para utilizarse en solventes polares o combustibles miscibles con agua, como alcoholes, cetonas, ésteres o éteres. Entre las instalaciones típicas se incluyen sistemas de rocío de agua y espuma, hangares para aeronaves, estantes de carga, áreas de procesamiento, etc. Aer-O-Lite™ C6 3% es un excelente agente para el rescate y extinción de incendios de aeronaves (ARFF) u otras aplicaciones manuales para extinguir incendios donde no se encuentran combustibles de solventes polares. También es útil como agente humectante al combatir incendios clase A.

En general, los concentrados de espumas AFFF se pueden utilizar con boquillas y rociadores no aspiradores; sin embargo para lograr la mejor expansión de la espuma y un tiempo de drenado de un 25%, todos los concentrados de espuma deben utilizarse con boquillas aspiradoras y dispositivos de descarga productoras de espuma.

Aer-O-Lite™ C6 3%

Espuma formadora de película acuosa

Propiedades físicas típicas

Aspecto.....Color amarillo paja
Gravedad específica a 25 °C (77 °F).....1,03
pH.....8,0
Viscosidad a 25 °C (77 °F).....3,0 cSt
Punto de congelación.....-10 °C (14 °F)
Temperatura mínima de uso.....-7 °C (20 °F)
Temperatura máxima de uso.....49 °C (120 °F)

Almacenamiento y manipulación

Lo idóneo es almacenar Aer-O-Lite™ C6 3% en su contenedor de embarque original o en tanques u otros contenedores diseñados para el almacenamiento de tales espumas. Los materiales de construcción que se recomiendan son acero inoxidable (tipo 304L o 316), polietileno laminado cruzado de alta densidad o poliéster de fibra de vidrio reforzado (resina de poliéster isoftálico) con un recubrimiento de capa interior de resina de viniléster (50 a 100 mils). Consulte el boletín técnico de National Foam NFB100 para obtener más información.

Los concentrados de espuma son sujetas a la evaporación, la cual se acelera cuando el producto se expone al aire. Los tanques de almacenamiento deben sellarse y estar equipados con una ventila de vacío de presión para evitar el intercambio libre de aire. El ambiente de almacenamiento que se recomienda se encuentra dentro del rango de temperatura que indica UL entre -7 °C y 49 °C (20 °F y 120 °F). Al almacenar el producto en tanques de almacenamiento atmosféricos, el contenido deberá cubrirse con 6,35 mm (1/4 in) de aceite para sello de National Foam para asegurar de que aire no entre en contacto con el concentrado de espuma. Se recomienda el uso del aceite para sello solo en tanques de almacenamiento estacionarios. Consulte el boletín técnico de National Foam NFB100 o la hoja de datos del producto de National Foam NFC950 para obtener más información.

Aer-O-Lite™ C6 3% es estable ante la congelación o la descongelación. Si el producto llegara a congelarse durante el embarque o el almacenamiento, no se espera ninguna pérdida en rendimiento al descongelarse.

Se recomienda que Aer-O-Lite™ C6 3% no se mezcle con ningún otro tipo de concentrado de espuma en almacenamiento a largo plazo. Tales mezclas podrían resultar en cambios químicos en el producto y una posible disminución o pérdida de la habilidad para extinguir el incendio. La mayoría de las espumas expandidas son compatibles para aplicaciones contiguas durante un incidente.

Aer-O-Lite™ C6 3% es adecuada para utilizarse en combinación con agentes extintores de polvo químico compatibles con espuma.

Vida útil, inspección y comprobación

La vida útil de cualquier concentrado de espuma se maximiza mediante las condiciones de almacenamiento adecuadas y el mantenimiento. Entre los factores que afectan la vida útil se incluyen cambios de temperatura fuertes, temperaturas extremas altas o bajas, evaporación, dilución y contaminación por cuerpos extraños. Se han probado concentrados de espuma AFFF de National Foam almacenados de manera adecuada y no mostraron ninguna pérdida significativa de rendimiento contra incendios, aun después de 15 años.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) recomienda la comprobación anual de todas las espumas para extinguir incendios. National Foam ofrece un programa de servicio técnico para llevar a cabo tales pruebas. Consulte la hoja de datos del producto de National Foam NFC960 para obtener más información sobre el programa de servicio técnico.

Información ambiental y toxicológica

Aer-O-Lite™ C6 3% no contiene ingredientes que deban informarse según la Ley de Enmiendas y Reautorizaciones de Superfinanciamiento (SARA), título III, sección 313 de 40 CFR-372 o la Ley Exhaustiva de Responsabilidad, Compensación y Responsabilidad Civil Ambiental (CERCLA) al 1 de julio de 1995.

Los concentrados de National Foam no contienen PFOS.

Aer-O-Lite™ C6 3% es biodegradable. Sin embargo, igual que con cualquier sustancia, deben tomarse precauciones para evitar la descarga a aguas subterráneas, aguas superficiales o alcantarillas. Con previo aviso, los sistemas locales de tratamiento biológico de alcantarillas pueden tratar Aer-O-Lite™ C6 3%. Puesto que las instalaciones varían mucho según el lugar, se debe realizar la eliminación de acuerdo con las regulaciones locales, estatales y federales. Consulte el boletín técnico de National Foam NFB110 para obtener más información.

Pruebas de la toxicidad oral aguda e irritación primaria en la piel han resultado negativas. El contacto repetido con la piel eliminará los aceites de la piel y causará resequeidad. Aer-O-Lite™ C6 3% es un irritante primario en los ojos y debe evitarse el contacto con los ojos. Se aconseja a los usuarios que utilicen equipo de protección. Si Aer-O-Lite™ C6 3% entra a los ojos, enjuague bien con agua y busque atención médica de inmediato. Para obtener más información, consulte la hoja de datos de seguridad NMS300 de Aer-O-Lite™ C6 3%.

Boquillas de pulverización PROTECTOSPRAY Tipo 3D direccionales, abiertas, de velocidad media

Descripción general

Las boquillas PROTECTOSPRAY Tipo D3 de TYCO son boquillas abiertas (no automáticas) de descarga direccional y se utilizan en sistemas fijos de agua pulverizada destinados a la protección contra incendios. Son boquillas con deflector externo que producen una descarga cónica y uniforme de gotitas de agua a velocidad media.

Las boquillas D3 son eficaces para cubrir superficies expuestas verticales, horizontales, curvas e irregulares con una pulverización refrigerante para impedir la excesiva absorción de calor de cualquier incendio adyacente y posibles daños estructurales, o la propagación del fuego al equipo protegido. En ciertas aplicaciones, en función de los requisitos de densidad de agua especificados en el diseño, las boquillas Tipo D3 también se pueden utilizar para el control o la extinción del incendio.

Las boquillas Tipo D3 están disponibles en una amplia gama de tamaños de orificio y ángulos de descarga (ángulo de difusión incluido) para proporcionar flexibilidad en el diseño del sistema. Consulte la Hoja Técnica TFP890 para obtener información sobre los tapones de purga disponibles para entornos que requieren protección contra insectos o donde se acumulan residuos en el orificio de la boquilla.

Se recomienda consultar al usuario final sobre la idoneidad de los materiales de construcción y acabado para determinadas condiciones corrosivas. Como mínimo, es preciso tener en cuenta los efectos de la temperatura ambiente, la concentración de productos químicos y la velocidad de gases/

sustancias químicas, así como la naturaleza corrosiva a la que pueden estar expuestos los rociadores.

El nombre "boquilla PROTECTOSPRAY Tipo D3" es la nueva designación utilizada para la Gem Tipo D3.

AVISO

La instalación y el mantenimiento de las boquillas PROTECTOSPRAY Tipo D3 deben efectuarse en conformidad con las instrucciones de este documento y con las normas aplicables de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios, así como con la reglamentación de las autoridades competentes. El incumplimiento de dichas instrucciones puede afectar al rendimiento de estos dispositivos.

El diseño de los sistemas fijos de agua pulverizada puede variar considerablemente en función de las características y la naturaleza del riesgo, el propósito básico del sistema de pulverización, la configuración del riesgo y las condiciones del viento/ tiro. Debido a estas variaciones y la amplia gama de características de pulverización disponibles para las boquillas, el diseño de los sistemas fijos de agua pulverizada para la protección contra incendios debe dejarse en manos únicamente de proyectistas con experiencia que conozcan a fondo las limitaciones y capacidades de dichos sistemas.

El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios en buen estado de funcionamiento. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o el fabricante del producto.



IMPORTANTE

Consulte siempre en la documentación técnica TFP700 el "AVISO AL INSTALADOR", que indica las medidas de precaución necesarias al manipular e instalar sistemas y componentes de rociadores. La manipulación e instalación incorrectas pueden dañar de manera irreparable el sistema de rociadores o sus componentes, de modo que no actúen en casos de incendio o se activen de manera prematura.

Datos técnicos

Homologaciones

Las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 con acabado natural y cromadas, así como las acabadas en bronce revestido de plomo y acero inoxidable tienen las marcas UL y C-UL, y han sido homologadas por FM.

Presión máxima de trabajo

12,1 bar (175 psi).

Consulte también la Figura 2, Nota 2.

Coefficiente de descarga

Consulte la Tabla A.

Ángulos de descarga

Consulte la Tabla B.

Acabado y material

Consulte la Tabla E.

Rosca

NPT de 1/2 pulgada

Características físicas

(bronce)

Cuerpo	.....	bronce
Deflector	.....	bronce
Divisor	.....	bronce
Pasador	.....	bronce

Características físicas

(acero inoxidable)

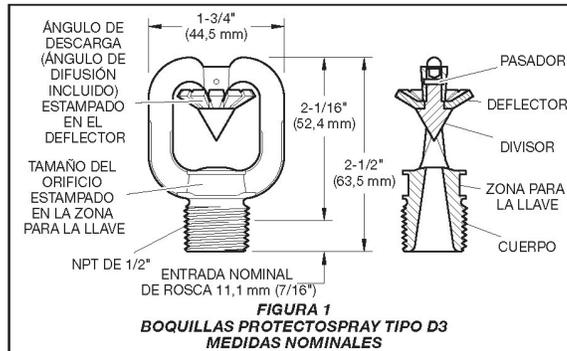
Cuerpo	.....	ASTM A-743 Grado CF-8M (equiv. acero inox. 316)
Deflector	.....	acero inox. 316
Divisor	.....	acero inox. 316
Pasador	.....	acero inox. 316

Crterios de diseño

Colocación de las boquillas. Allí donde la autoridad jurisdiccional requiere el impacto directo del agua pulverizada sobre toda la superficie protegida, las boquillas deben separarse y orientarse de modo que sus formas de descarga cubran totalmente el plano de protección con la densidad media requerida mínima; sin embargo, se recomienda que la separación de las boquillas se limite a 3,7 m (12') en el interior y a 3,0 m (10') en la intemperie. Donde se cuenta con el deslizamiento vertical u horizontal, p. ej. la protección por enfriamiento de recipientes de conformidad con la norma NFPA 15, se aplican las mismas separaciones arriba recomendadas.

Cuando se utilizan para proteger, por ejemplo, las superficies de un recipiente, las boquillas se posicionan perpendicularmente a la superficie y a unos 0,6 m (2') de la misma. Este enfoque, conjuntamente con un ángulo de descarga correctamente seleccionado, tenderá a hacer más eficaz el uso del agua pulverizada, ayudando a la vez a minimizar los efectos perturbadores de las condiciones del viento/tiro sobre la forma de descarga del agua.

Formas de descarga. En la Figura 2 se muestran los perfiles de pulverización de



ORIFICIO	DIÁMETRO MÍNIMO	FACTOR K	
		GPM/psi ^{0,5}	l/min.bar ^{0,5}
N.º 16	5,16 mm (0,203")	1,2	17,3
N.º 18	6,35 mm (0,250")	1,8	25,9
N.º 21	7,14 mm (0,281")	2,3	33,1
N.º 24	8,33 mm (0,328")	3,0	43,2
N.º 28	9,53 mm (0,375")	4,1	59,0
N.º 32	11,13 mm (0,438")	5,6	80,6
N.º 34	12,70 mm (0,500")	7,2	103,7

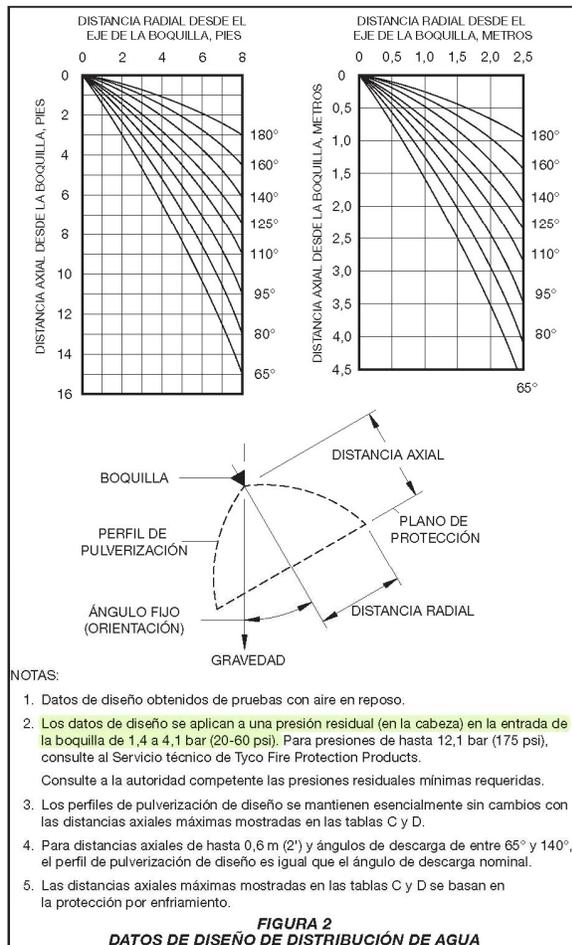
TABLA A
SELECCIÓN DE TAMAÑOS DE ORIFICIO

65°	80°	95°	110°	125°	140°	160°	180°
-----	-----	-----	------	------	------	------	------

TABLA B
SELECCIÓN DE ÁNGULOS DE DESCARGA

diseño para los ángulos de descarga de la boquilla situados entre 65 y 180 grados, y se aplican presiones de descarga de 1,4-4,1 bar (20-60 psi). Las presiones de descarga superiores a 4,1 bar (60 psi) darán lugar a una disminución del área de cobertura puesto que las formas de descarga tienden a retraerse a presiones más altas. Solicitar informes sobre presiones de descarga más altas al departamento de Servicio Técnico. Las distancias axiales máximas entre el extremo de la boquilla y el plano de protección, para protección por enfriamiento, se dan en las Tablas C y D. Cuando la distancia axial del extremo de la boquilla al plano de protección es igual o inferior a 0,6 m (2'), el perfil de descarga de diseño es el mismo que los ángulos nominales de descarga de 65 a 140 grados.

Filtros de tubería principal. En sistemas que utilicen boquillas con un diámetro de paso de agua inferior a 9,5 mm (3/8"), es decir, los números del 16 al 24 (ref. Tabla A), y en cualquier sistema donde el agua pueda contener material de obstrucción, se requieren filtros en la tubería principal en conformidad con la norma NFPA 15.



Instalación

Las boquillas Protectospray Tipo D3 de TYCO deben instalarse de acuerdo con las instrucciones de esta sección.

Instrucciones generales

Se debe obtener un cierre hermético de la rosca NPT de 1/2" de la boquilla aplicando un par de entre 9,5 y 19 Nm (de 7 a 14 ft-lb). Valores más elevados de par pueden deformar la entrada de la boquilla.

Paso 1. Aplicar sellante de tubería a la rosca de entrada, enroscar la boquilla al accesorio y apretarla con la mano.

Paso 2. Apretar la boquilla utilizando únicamente la llave de rociador de tipo W11 (ver Figura 3). Esta llave debe aplicarse a la zona del rociador indicada en la Figura 1.

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 65° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	10-6	12-6	13-0	13-3	14-6	15-0	15-6
30°	8-3	10-9	10-9	11-9	12-6	13-6	13-9
45°	7-3	10-0	10-0	11-3	11-6	12-6	12-9
60°	6-6	9-3	9-6	10-9	11-0	11-9	12-6
90°	6-0	8-6	9-0	10-3	10-6	10-9	11-6
120°	5-9	7-6	7-6	7-6	8-3	9-0	9-6
135°	5-3	6-0	6-3	6-6	7-0	8-0	8-6
150°	5-3	5-6	5-6	5-9	6-3	7-3	7-6
180°	5-0	5-0	5-0	5-6	5-9	6-6	7-0

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 125° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	4-6	5-0	6-6	7-9	10-0	10-3	10-6
30°	3-9	3-9	6-3	6-9	8-6	8-6	8-9
45°	3-0	3-6	5-9	6-0	7-9	7-6	8-3
60°	2-6	3-0	5-6	5-9	7-3	7-3	7-9
90°	2-0	2-9	4-9	5-0	5-9	6-0	6-6
120°	1-9	2-3	3-3	3-3	3-9	3-9	4-6
135°	1-6	1-9	2-6	2-6	3-3	3-3	3-9
150°	1-6	1-6	2-0	2-3	2-6	2-9	3-6
180°	1-3	1-3	1-9	2-0	2-3	2-6	3-3

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 80° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	9-0	10-6	11-0	12-0	13-0	14-0	14-0
30°	7-3	8-3	8-9	10-6	11-6	12-3	12-3
45°	6-3	7-6	8-0	10-3	10-6	11-3	11-3
60°	5-6	7-0	7-6	10-0	10-3	10-9	10-9
90°	5-0	6-0	7-0	9-3	9-6	9-9	10-0
120°	4-6	4-9	5-9	6-6	7-3	7-0	8-0
135°	4-3	4-6	5-0	5-6	6-0	6-3	6-9
150°	4-0	4-0	4-6	5-0	5-6	5-6	6-0
180°	3-9	3-9	4-0	4-6	4-9	5-3	5-6

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 140° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	4-0	4-6	6-0	6-6	8-0	8-0	8-0
30°	3-3	3-6	5-6	5-6	6-3	7-0	7-0
45°	2-9	2-9	5-0	5-0	5-6	6-6	6-6
60°	2-3	2-6	4-6	4-6	5-3	5-6	5-9
90°	1-9	2-3	4-0	4-0	4-6	4-6	5-0
120°	1-6	1-9	2-3	2-3	2-6	3-0	3-6
135°	1-3	1-6	1-6	1-6	2-0	2-6	2-9
150°	1-3	1-3	1-6	1-6	1-9	2-3	2-6
180°	1-0	1-0	1-3	1-3	1-6	2-0	2-3

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 95° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	7-0	7-9	9-6	10-6	11-0	12-0	12-6
30°	5-9	6-6	7-9	9-9	10-6	10-9	11-0
45°	5-3	6-3	7-0	9-6	9-9	10-3	10-3
60°	4-9	6-0	6-9	9-3	9-6	9-9	9-9
90°	4-0	5-0	6-6	8-3	8-6	8-9	8-9
120°	3-6	3-9	5-0	5-3	6-3	6-0	6-6
135°	3-3	3-6	4-0	4-6	5-3	5-3	5-6
150°	3-0	3-0	3-6	4-0	4-6	4-6	4-9
180°	3-0	3-0	3-3	3-9	4-0	4-3	4-6

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 160° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	3-6	3-9	4-9	5-0	6-0	6-9	7-0
30°	2-9	3-0	4-3	4-6	5-0	5-9	6-3
45°	2-3	2-6	3-9	4-0	4-6	5-3	5-6
60°	1-9	2-3	3-6	3-9	4-3	4-9	5-3
90°	1-3	1-9	3-0	3-3	3-6	3-9	4-3
120°	1-0	1-3	1-6	2-0	2-0	2-3	2-6
135°	1-0	1-0	1-3	1-3	1-6	1-9	2-0
150°	0-9	0-9	1-0	1-0	1-6	1-6	1-9
180°	0-9	0-9	0-9	0-9	1-3	1-6	1-6

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 110° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	6-0	7-0	9-0	9-6	11-0	11-3	11-6
30°	5-3	6-3	7-3	8-9	9-6	9-9	10-0
45°	4-9	5-9	6-6	8-6	9-0	9-0	9-3
60°	4-3	5-6	6-3	8-3	8-6	8-6	8-9
90°	3-6	4-6	5-9	7-6	7-6	7-6	7-9
120°	2-9	3-3	4-6	4-6	5-6	5-6	5-6
135°	2-6	2-9	3-6	3-6	4-6	4-6	4-9
150°	2-3	2-6	3-0	3-3	3-6	3-9	4-3
180°	2-3	2-3	2-9	3-0	3-3	3-6	3-9

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 180° EN PIES Y PULGADAS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	2-9	3-0	3-6	3-6	4-0	6-0	6-0
30°	2-3	2-3	3-6	3-6	3-9	5-0	5-0
45°	1-9	2-0	3-3	3-3	3-6	4-3	4-3
60°	1-6	1-9	2-9	2-9	3-3	3-9	3-9
90°	1-0	1-6	2-0	2-0	2-6	3-0	3-0
120°	0-9	1-0	1-0	1-0	1-6	1-6	1-6
135°	0-6	0-9	0-9	0-9	1-3	1-3	1-3
150°	0-6	0-6	0-6	0-6	1-0	1-0	1-0
180°	0-6	0-6	0-6	0-6	0-9	0-9	0-9

TABLA C
DISTANCIA AXIAL MÁXIMA ENTRE EL EXTREMO DE LA BOQUILLA Y EL PLANO DE PROTECCIÓN PARA PROTECCIÓN POR ENFRIAMIENTO — PIES Y PULGADAS

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 65° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	3,2	3,8	4,0	4,0	4,4	4,6	4,7
30°	2,5	3,3	3,3	3,6	3,8	4,1	4,2
45°	2,2	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,9
60°	2,0	2,8	2,9	3,3	3,4	3,6	3,8
90°	1,8	2,6	2,7	3,1	3,2	3,3	3,5
120°	1,8	2,3	2,3	2,3	2,5	2,7	2,9
135°	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,4	2,6
150°	1,6	1,7	1,7	1,9	1,9	2,2	2,3
180°	1,5	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 125° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	1,4	1,5	2,0	2,4	3,0	3,1	3,2
30°	1,1	1,1	1,9	2,1	2,6	2,6	2,7
45°	0,9	1,1	1,8	1,8	2,4	2,3	2,5
60°	0,8	0,9	1,7	1,8	2,2	2,2	2,4
90°	0,6	0,8	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0
120°	0,5	0,7	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4
135°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
150°	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,1
180°	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 80° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	2,7	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3	4,3
30°	2,2	2,5	2,7	3,2	3,5	3,7	3,7
45°	1,9	2,3	2,4	3,1	3,2	3,4	3,4
60°	1,7	2,1	2,3	3,0	3,1	3,3	3,3
90°	1,5	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0
120°	1,4	1,4	1,8	2,0	2,2	2,1	2,4
135°	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1
150°	1,2	1,2	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8
180°	1,1	1,1	1,2	1,4	1,4	1,6	1,7

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 140° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	1,2	1,4	1,8	2,0	2,4	2,4	2,4
30°	1,0	1,1	1,7	1,7	1,9	2,1	2,1
45°	0,8	0,8	1,5	1,5	1,7	2,0	2,0
60°	0,7	0,8	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8
90°	0,5	0,7	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5
120°	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1
135°	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8
150°	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8
180°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 95° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	2,1	2,4	2,9	3,2	3,4	3,7	3,8
30°	1,8	2,0	2,4	3,0	3,2	3,3	3,4
45°	1,6	1,9	2,1	2,9	3,0	3,1	3,1
60°	1,4	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0
90°	1,2	1,5	2,0	2,5	2,6	2,7	2,7
120°	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,8	2,0
135°	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7
150°	0,9	0,9	1,1	1,2	1,4	1,4	1,4
180°	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 160° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	1,1	1,1	1,4	1,5	1,8	2,1	2,1
30°	0,8	0,9	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9
45°	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7
60°	0,5	0,7	1,1	1,1	1,1	1,4	1,6
90°	0,4	0,5	0,9	1,0	0,7	1,1	1,3
120°	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8
135°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
150°	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 110° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	1,8	2,1	2,7	2,9	3,4	3,4	3,5
30°	1,6	1,9	2,2	2,7	2,9	3,0	3,0
45°	1,4	1,8	2,0	2,6	2,7	2,7	2,8
60°	1,3	1,7	1,9	2,5	2,6	2,6	2,7
90°	1,1	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	2,4
120°	0,8	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7
135°	0,8	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4
150°	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3
180°	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,1	1,1

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 180° EN METROS							
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO						
	16	18	21	24	28	32	34
0°	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	1,8	1,8
30°	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5
45°	0,5	0,6	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3
60°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1
90°	0,3	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9
120°	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
135°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
150°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

TABLA D
DISTANCIA AXIAL MÁXIMA ENTRE EL EXTREMO DE LA BOQUILLA Y EL PLANO DE PROTECCIÓN PARA PROTECCIÓN POR ENFRIAMIENTO – METROS

Ref.* 49 — 3XX — X — XXX

ORIFICIO		ACABADO Y MATERIAL		ÁNGULO DE DESCARGA	
16	N.º 16	1	BRONCE NATURAL	065	65°
18	N.º 18	4	BRONCE REVESTIDO DE TEFLÓN	080	80°
21	N.º 21	7	BRONCE REVESTIDO DE PLOMO	095	95°
24	N.º 24	9	BRONCE CROMADO	110	110°
28	N.º 28	0	ACERO INOXIDABLE NATURAL	125	125°
32	N.º 32			140	140°
34	N.º 34			160	160°
				180	180°

* Utilizar el sufijo "I" para la conexión ISO 7-1; por ejemplo, 49-321-1-110-I

TABLA E
BOQUILLAS PROTECTOSPRAY TIPO D3
SELECCIÓN DE REF. DE PIEZA

Cuidados y mantenimiento

El mantenimiento y la reparación de las boquillas PROTECTOSPRAY Tipo D3 de TYCO deben realizarse de acuerdo con las instrucciones de esta sección.

Antes de cerrar la válvula principal de control del sistema de protección contra incendios para realizar trabajos de mantenimiento en el sistema que controla, es necesario obtener autorización de las autoridades relevantes para dejar fuera de servicio el sistema involucrado y notificar a todo el personal que pueda verse afectado.

Jamás se deben pintar ni galvanizar las boquillas PROTECTOSPRAY Tipo D3, ni se les debe aplicar ningún recubrimiento o alterar en modo alguno las condiciones en que hayan salido de fábrica, de lo contrario, puede verse afectado el rendimiento de la pulverización.

Es necesario tener cuidado de no dañar las boquillas antes, durante y después de la instalación. También se deben sustituir las boquillas dañadas por caídas, golpes, giros o deslizamientos de la llave, o circunstancias similares.

Se recomienda realizar inicialmente frecuentes inspecciones visuales de las boquillas instaladas en atmósferas potencialmente corrosivas para verificar la integridad de los materiales de construcción y acabado debido a que pueden verse afectadas por las condiciones de corrosivas presentes en una instalación dada. A partir de entonces se requieren inspecciones anuales en conformidad con la norma NFPA 25.

Los sistemas fijos de agua pulverizada para servicios de protección contra incendios requieren cuidados y mantenimiento regularmente programados y realizados por personal capacitado. Además de examinar el rendimiento de la pulverización apropiado de las boquillas durante los ensayos de disparo de flujo de agua del sistema, se recomienda inspeccionar periódicamente las boquillas en busca de piezas rotas o ausentes (incluyendo tapones de purga cuando sea aplicable), carga/obstrucciones, u otra evidencia de deterioro de la protección. Las inspecciones se deben programar semanalmente o con tanta frecuencia como sea necesario, y es preciso emprender acciones correctivas para asegurarse de que las boquillas se comportarán según lo previsto en caso de incendio.

Para las instalaciones susceptibles de sufrir heladas y donde se hayan instalado tapones de purga, debe inspeccionarse periódicamente si hay acumulación de hielo del condensado atrapado que podría afectar a la apropiada descarga de los tapones de purga.

El propietario es responsable de la inspección, las pruebas y el mantenimiento del sistema y los dispositivos de protección contra incendios de acuerdo con las indicaciones de este documento, así como con las normas de la asociación nacional de protección contra incendios (por ej., NFPA 25), además de las normas de las demás autoridades competentes. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o el fabricante del producto.

Se recomienda que la inspección, comprobación y mantenimiento de los sistemas fijos de agua pulverizada corran

a cargo de un servicio capacitado de inspección, de acuerdo con los reglamentos locales o nacionales.

Garantía limitada

Respecto a las condiciones de la garantía, visite www.tyco-fire.com.

Procedimiento para pedidos

Consulte al distribuidor local sobre la disponibilidad. Cuando curse un pedido, indique el nombre completo y la referencia (P/N) del producto.

Boquillas PROTECTOSPRAY D3
 Especifique: Boquilla PROTECTOSPRAY Tipo D3 N.º (especificar orificio) de (especificar acabado/revestimiento y material) con ángulo de descarga de (especificar número) grados, Referencia (n.º de referencia de la Tabla E)

Llave de rociador
 Especifique: Llave de rociador tipo W11, Ref. 56-452-1-001.

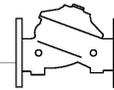
Tapones de purga opcionales:
 Especifique: Estilo de tapón de purga (especificar letra), Ref. (especificar):

(N.º 16) Estilo A	56-320-1-001
(N.º 18) Estilo K	56-320-1-008
(N.º 21) Estilo J	56-320-1-008
(N.º 24) Estilo I	56-320-1-007
(N.º 28) Estilo H	56-320-1-006
(N.º 32) Estilo E	56-320-1-005
(N.º 34) Estilo D	56-320-1-004

SEDE MUNDIAL | 1400 Pennbrook Parkway, Lansdale, PA 19446 | Teléfono 1-215-362-0700

Copyright © 2016 Tyco Fire Products, LP. Todos los derechos reservados.





Electric Pressure Control Deluge Valve with Local Reset

Model FP 400Y - 2MC

The BERMAD model 400Y-2MC is an elastomeric, hydraulic line pressure operated deluge valve. Designed specifically for advanced fire protection systems and the latest industry standards.

The 400Y-2MC is activated by a 3-Way solenoid valve, that actuates a latching relay valve opening the main valve. Once open, the valve will not close until locally reset.

An integral pressure reducing pilot ensures a stable and precise preset downstream system water pressure.

The optional valve position indicator can include a limit switch suitable for Fire & Gas monitoring systems.

The 400Y-2MC is ideal for open-nozzle systems with a high pressure water supply and is available with electric components to suit any hazardous location.



(for illustration Only)

Benefits and Features

- **Safety and reliability**
 - Time proven, simple, fail-safe actuation
 - Single piece, rugged elastomeric diaphragm seal - VRSD technology
 - Obstacle-free, uninterrupted flow path
 - No mechanical moving parts
 - Latches open: remains open until reset locally
 - Ensures precise, stable downstream water pressure
 - **High performance**
 - Very high flow efficiency
 - Straight through flow Y- type body
 - Approved for PN25 / 365 psi
 - **Specifically-designed for fire protection**
 - Face-to-face length standardized to ISO 5752, EN 558-1
 - Meets the requirements of the industry standards
 - **Quick and easy maintenance**
 - In-line serviceable
 - Fast and easy cover removal
 - Swivel mounted drain valves*
- * not including 1½" & 2" valves

Typical Applications

- Electric fire detection systems with control panels
- Automatic water spray
- Foam applications
- Corrosive water supply
- High pressure water supply

Approvals



UL-Listed
Special System Water Control Valves, Deluge Type (VLFT)
Sizes 1½" - 16"



Det Norske Veritas
Type Approval



ABS
American Bureau of Shipping
Type Approval

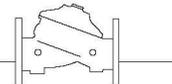


Lloyd's Register
Type Approval

Additional Features

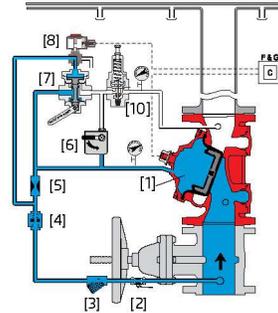
- Valve position limit switches
- Alarm pressure switch
- Sea water compatibility
- Drain valve/s inlet/outlet



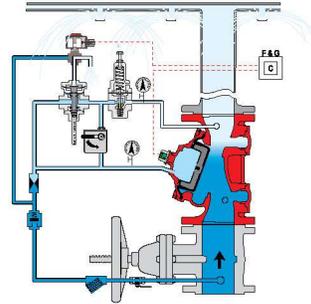


Operation

(for illustration Only)



Valve Closed (normal conditions)



Valve Open (fire conditions)

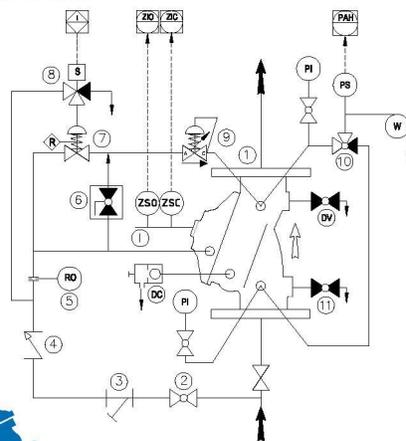
The BERMAD model 400Y-2MC is held closed by water pressure in the control chamber [1]. Upon release of pressure from the control chamber, the valve opens.

Under **NORMAL** conditions, water pressure is supplied to the control chamber via the priming line [2] strainer [3] and restriction orifice [5] it is then trapped in the control chamber by a check valve [4], manual emergency release [6], and a relay valve (URV-M) [7] that is held closed by water pressure supplied through a three-way solenoid valve [8]. The water pressure trapped in the main valve control chamber holds the diaphragm against the valve seat, sealing it drip-tight and keeping the system pipes dry.

Under **FIRE** conditions, water pressure is released from the control chamber, either with the manual emergency release, or by the URV-M opening in response to the solenoid valve being activated by the fire & gas control system [C]. This latches the 400Y-2MC deluge valve open, allowing water to flow into the system piping and to the alarm device.

The pressure-reducing pilot valve [10] senses changes in outlet pressure and, modulates the main valve to maintain the set downstream pressure. When outlet pressure rises above the setting of the pilot spring force, the pilot valve throttles, enabling pressure to accumulate in the control chamber, this causes the main valve to close further and reduce outlet pressure to the set pressure. When outlet pressure falls, the pilot valve opens wider, releasing pressure from the control chamber. This causes the main valve to immediately open wider and increase outlet pressure to maintain the set pressure.

System P&ID



Components

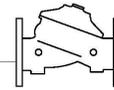
- 1 BERMAD 400Y Deluge Valve
- 2 Priming Ball Valve
- 3 Priming Strainer
- 4 Check Valve
- 5 Restriction Orifice
- 6 Manual Emergency Release
- 7 URV-2-M Relay Valve
- 8 3-Way NO Solenoid Valve
- 9 Pressure reducing pilot valve

Optional System Items

- ZS Limit Switch Assembly
- I Visual Indicator
- DC Automatic Drip Check Valve*
- DV Additional Drain Valve
- PI Pressure Indicator*
- PS Pressure Switch
- W Water Motor Alarm
- 10 3-Way Alarm Valve*
- 11 Drain Valve*

* Included with suffix A in valve code (drain and indicating components)
See code designations and additional Factory Fitted Options on page 4

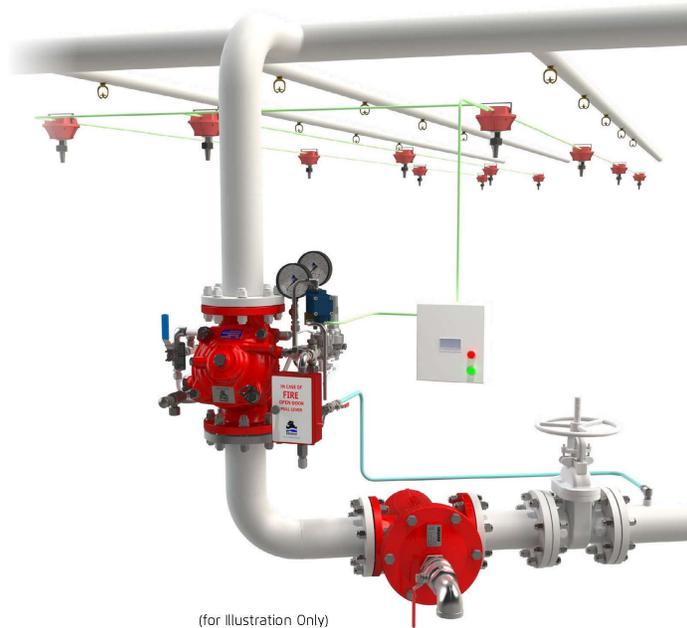




System Installation

A typical installation of the BERMAD model 400Y-2MC features automatic actuation via a universal relay valve and a three-way solenoid valve, triggered by a signal from a fire & gas control system or an on-site emergency pushbutton. A pressure reducing pilot within the control trim, ensures a precise and stable set downstream pressure. When fitted with a limit switch the valve can send a feedback signal to a remote valve position monitoring system.

Optional System Items



Suggested Specifications

The deluge valve shall be a UL-listed, 25-bar/365-psi rated, elastomeric type with a straight-through, Y-type-body.

The valve shall have an unobstructed flow path, with no stem guide or supporting ribs.

The valve shall be coated internally and externally creating a corrosion barrier with UV protection.

Valve actuation shall be accomplished by a single piece rolling diaphragm, bonded with a rugged radial seal disk.

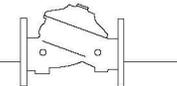
The diaphragm assembly shall be the only moving part. The deluge valve shall include a latching relay pilot valve, a 3-way solenoid valve approved for 25 bar/365 psi working pressure, with a tolerance of 35% below the rated voltage, a pressure reducing pilot valve, a Y-type strainer, a ball drain valve, an automatic drip-check with manual override, 4-inch pressure gauges, and a manual emergency release housed in a stainless steel box.

The valve drain socket shall be flanged and have a 360-degree swivel. The valve shall be equipped with two limit switches.

Removing the valve cover for inspection and maintenance shall be in line and shall not require removing the control trim. The deluge valve and its entire control trim shall be supplied pre-assembled and hydraulically tested by a factory certified to ISO 9000 and 9001 standards.



BERMAD Fire Protection



Model FP 400Y - 2MC

400Y Series

Technical Data

Available Sizes (inch)

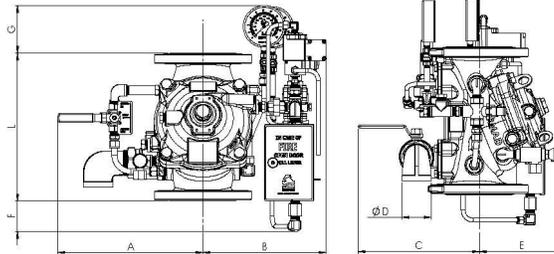
- Flanged - 1½, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14 & 16"
- Grooved - 1½, 2, 3, 4, 6 & 8"
- Threaded - 1½ & 2"

Pressure Rating

- ANSI#150 - 16 bar / 235 psi
- ANSI#300 - 1½" to 10" 25 bar / 365 psi
12" to 16" 20 bar / 300 psi
- Grooved/Threaded - 25 bar / 365 psi
- Setting range: 4 - 12 bar (60 - 175 psi)

Elastomer

- HTNR - Fabric Reinforced High Temperature Compound - See engineering data



Valve Size	1½" DN40		2" DN50		3" DN80		4" DN100		6" DN150		8" DN200		10" DN250		12" DN300		14" DN350		16" DN400	
	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
L ANSI #150 ¹⁾	230	9.1	230	9.1	310	12.2	350	13.8	480	18.9	600	23.6	730	28.7	850	33.5	980	38.6	1100	43.3
L ANSI #300 ²⁾	230	9.1	235	9.3	326	12.8	368	14.5	506	19.9	626	24.7	730	28.8	850	33.5	980	38.6	1100	43.3
A	274	10.8	274	10.8	334	13.1	342	13.5	395	15.6	425	16.7	425	16.7	538	21.2	538	21.2	538	21.2
B	212	8.3	212	8.3	270	10.6	280	11.0	335	13.2	363	14.3	363	14.3	476	18.7	476	18.7	476	18.7
C	241	9.5	241	9.5	274	10.8	290	11.4	305	12.0	320	12.6	320	12.6	383	15.1	383	15.1	408	16.1
ØD	¾"		¾"		1½"		2"		2"		2"		2"		2"		2"		2"	
E	180	7.1	180	7.1	185	7.3	195	7.7	228	9.0	295	11.6	295	11.6	441	17.4	441	17.4	415	16.3
F	160	6.3	160	6.3	90	3.5	63	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	141	5.6	141	5.6	131	5.2	118	4.6	70	2.7	45	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Kg / lb (ANSI # 150)	18 / 40		20 / 43		34 / 76		44 / 98		88 / 193		151 / 332		181 / 398		324 / 713		357 / 785		403 / 887	
Kg / lb (ANSI # 300)	20 / 45		22 / 48		35 / 77		51 / 113		108 / 238		171 / 376		217 / 477		364 / 801		429 / 944		523 / 1151	

¹⁾ Refers to the length dimensions for Raised Face ANSI #150, ISO 16 Flanged, Threaded and Grooved valves

²⁾ Refers to the length dimensions for Raised Face ANSI #300 and ISO 25 Flanged valves

IMPORTANT: Dimensions for the trim envelope or extents refer to a vertical orientation and may vary with specific component positioning; - allow a tolerance of at least ±10%.

Valve Code Designations

FP	6"	400Y-2MC	V	C	A5	ER	4DC	NN	P771
----	----	----------	---	---	----	----	-----	----	------

Category	code
Standard	FP
Seawater	FS
Foam Concentrate	FC

Installation	code
Vertical	V
Horizontal	H

Material Body & Cover ¹⁾	code
Ductile Iron A536 ²⁾	C
Steel ASTM A216 WCB ²⁾	S
Stainless Steel 316	N
Nickel Al Bronze C95800	U
Super Duplex Grade SA	D

End Connections	code
ANSI#15DRF	A5
ANSI#15DRF	a5
ANSI#30DRF	A3
ISO PN16	16
ISO PN25	25
Grooved ANSI C506	VI

Coating	code
Polyester Red	PR
High Build Epoxy	ER
Uncoated	UC

Valve Size	code
1½"	40
2"	50
3"	80
4"	100
6"	150
8"	200
10"	250
12"	300
14"	350
16"	400

Coating	code
Polyester Red	PR
High Build Epoxy	ER
Uncoated	UC

Voltage - Main Valve N.O. or N.C.*	code
24VDC - N.C.	4DC
24VDC - N.O.	4DO
24VDC - Latch	4DS
110VDC - N.C.	5DC
110VDC - N.O.	5DO
110-120/AC - N.C.	5AC
110-120/AC - N.O.	5AO
220-240/AC - N.C.	2AC
220-240/AC - N.O.	2AO

Tubing & Fittings	Code
Stainless Steel 316	NN
Monel 400	MM
Super Duplex	DD

Factory Fitted Options	Code
General Purpose Pressure Switch ³⁾	P
Ex Proof NEC, Div.1 Pressure Switch ³⁾	P7
Ex d ATEX Pressure Switch ³⁾	P9
Single Limit Switch, General Purpose	S
Single Ex d Proximity Limit Switch	S9
Double Ex d Proximity Limit Switch	S59
Pressure Gauge Assembly ³⁾	6
S.S Glycerin Pressure Gauge Assembly ³⁾	6n
Monel Pressure Gauge Assembly ³⁾	6m
Ex Proof NEC Class 1 Div 1 Solenoid	7
Ex d ATEX Solenoid	9
Drain valve	DV
Water Motor Alarm Assembly ³⁾	W
Special Elastomer EPDM	E1
Special Elastomer NBR	E3
Large Control Filter	F
Valve Position Indicator	I
S.S Solenoid Valve	K
S.S 316 Trim Accessories	N
Stainless Steel 316 Seat	T
Pressure Transmitter ³⁾	Q
Drain and Indicating Components	A

Notes:

¹⁾ Other materials available, see engineering data

²⁾ Coated internally and externally

³⁾ Supplied loose.



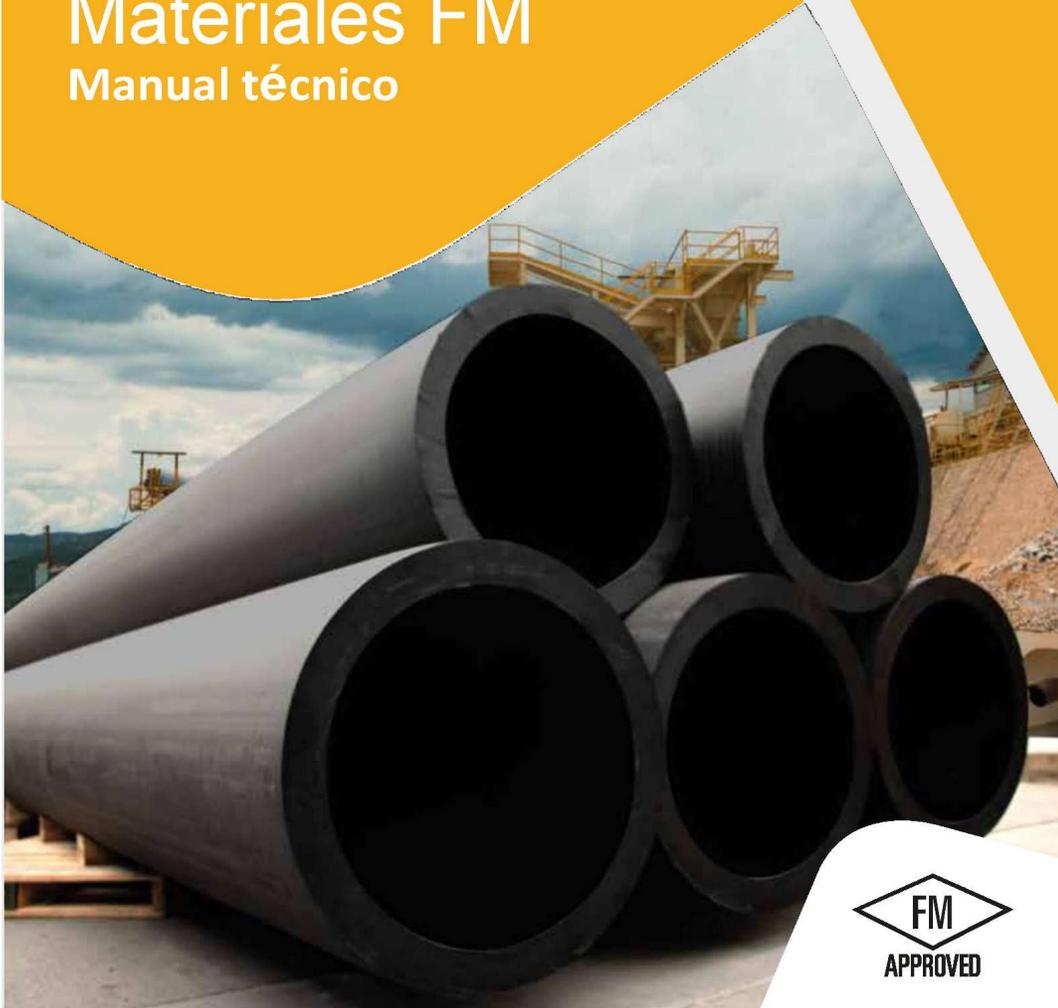
www.bermad.com

© Copyright 2011-2021 Bermad CS Ltd. All Rights Reserved. The information contained in this document is subject to change without notice. BERMAD shall not be liable for any errors contained herein. April 2021



Materiales FM

Manual técnico





Tamaños y dimensiones de las tuberías de FM:

Los sistemas de tuberías de protección contra incendios de Factory Mutual están diseñados en pulgadas y milímetros.

Tabla n.º 1

CLASE DE PRESIÓN: 200 PSI - SDR11

Tamaño nominal	Diámetro externo (mm)	Pared mínima (mm)	Peso (kg/m)
2"	60.3	5.49	0.979
3"	88.9	8.08	2.124
4"	144.3	10.39	3.512
6"	168.3	15.29	7.613
8"	219.1	19.91	12.906
10"	273.1	24.82	20.048
12"	323.8	29.44	28.196
14"	355.6	32.33	34.011
16"	406.4	36.96	44.426
63mm	63.0	5.80	1.083
90mm	90.0	8.20	2.191
110mm	110.0	10.00	3.265
160mm	160.0	14.60	6.931
200mm	200.0	18.20	10.802
250mm	250.0	22.70	15.358
315mm	315.0	28.60	26.741
355mm	355.0	32.20	33.936
400mm	400.0	36.30	43.100

Tabla n.º 2

CLASE DE PRESIÓN: 250 PSI - SDR9

Tamaño nominal	Diámetro externo (mm)	Pared mínima (mm)	Peso (kg/m)
2"	60.3	6.71	1.170
3"	88.9	9.88	2.540
4"	144.3	12.70	4.198
6"	168.3	18.69	9.100
8"	219.1	24.33	15.421
10"	273.1	30.33	23.957
12"	323.8	35.99	33.705
14"	355.6	39.78	40.879
16"	406.4	45.16	53.083
63mm	63.0	7.10	1.296
90mm	90.0	10.10	2.636
110mm	110.0	12.30	3.924
160mm	160.0	17.90	8.306
200mm	200.0	22.40	12.988
250mm	250.0	27.90	20.231
315mm	315.0	35.20	32.156
355mm	355.0	39.70	40.871
400mm	400.0	44.70	51.851



Tubos ASTM A53 / ASTM A106 / API 5L Gr. B SCH STD / 40 / XS / 80 / 160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 11/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados¹⁾.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire. Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.

* Opcional extremos planos



TUBERÍA DE ACERO

Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

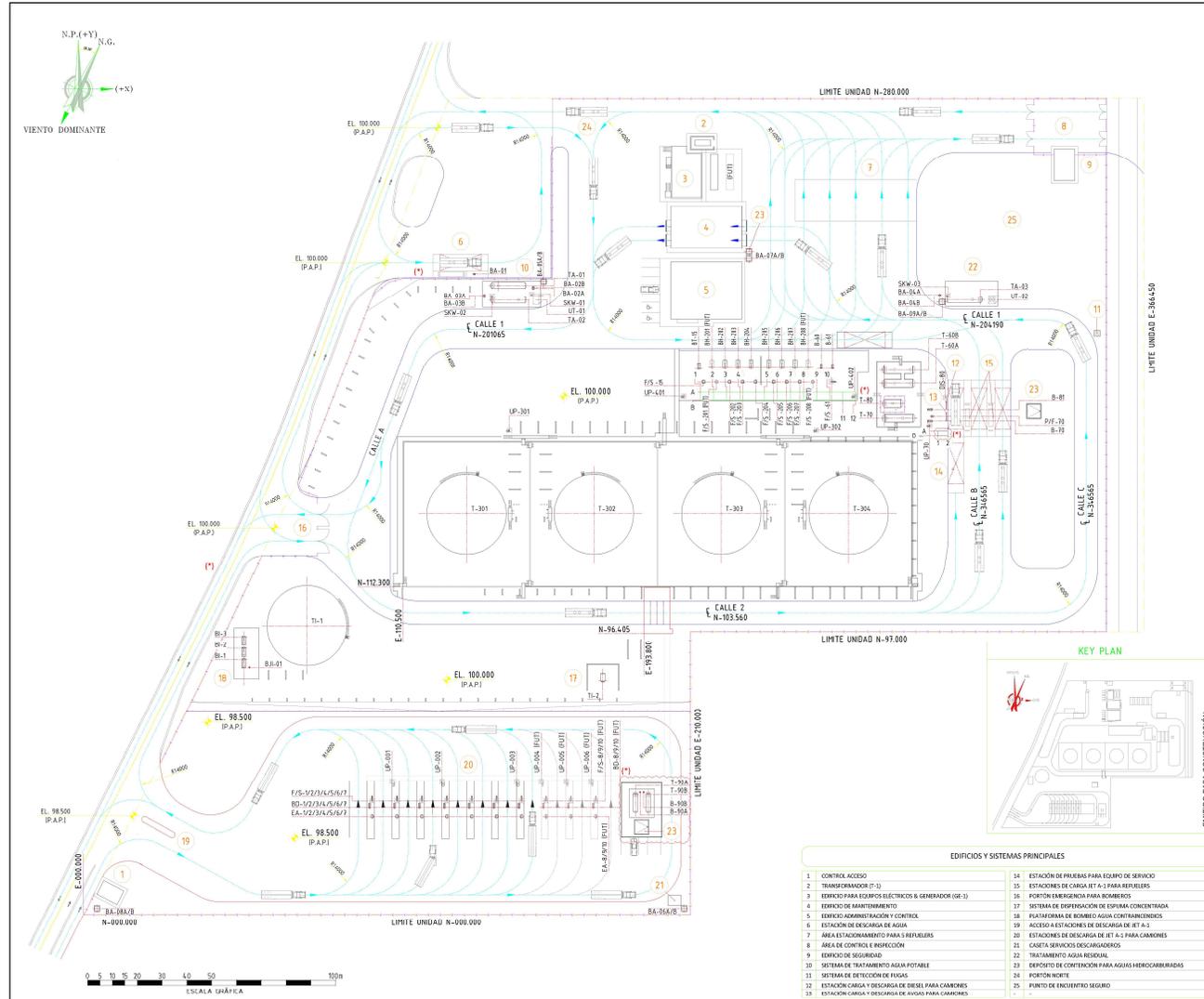
Propiedades Mecánicas

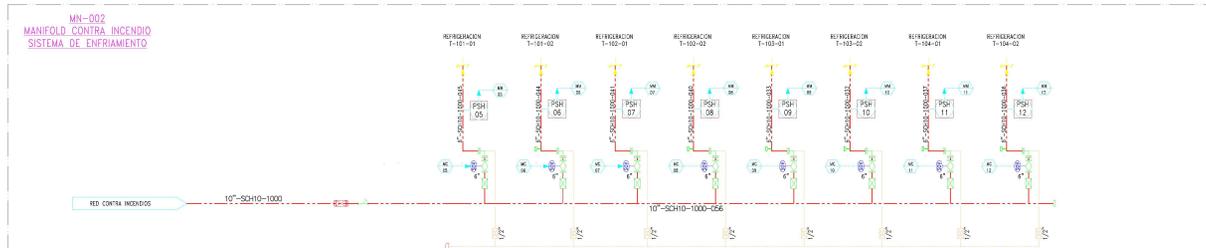
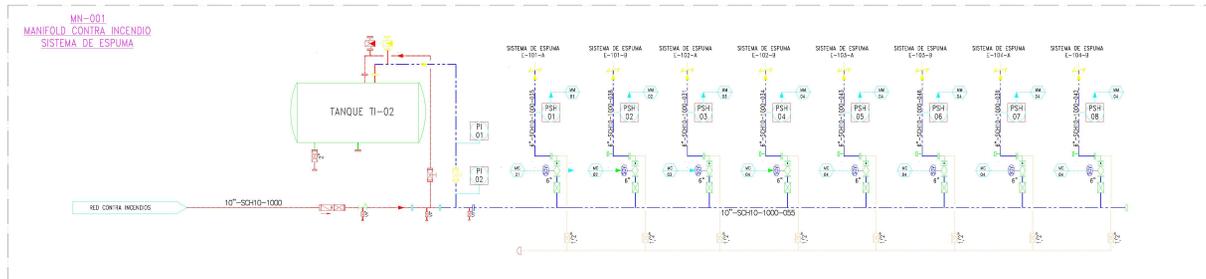
Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD				SCH-40			XS			SCH-80			SCH-160		
		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		
Pulg.	mm	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	
1/4	13.7	2.24	0.63	3.78	2.24	0.63	3.78	3.02	0.80	4.8	3.02	0.80	4.8	-	-	-	
3/8	17.1	2.31	0.84	5.04	2.31	0.84	5.04	3.20	1.10	6.6	3.20	1.10	6.6	-	-	-	
1/2	21.3	2.77	1.27	7.62	2.77	1.27	7.62	3.73	1.62	9.72	3.73	1.62	9.72	4.78	1.95	11.7	
3/4	26.7	2.87	1.69	10.14	2.87	1.69	10.14	3.91	2.20	13.2	3.91	2.20	13.2	5.56	2.90	17.4	
1	33.4	3.38	2.50	15	3.38	2.50	15	4.55	3.24	19.44	4.55	3.24	19.44	6.35	4.24	25.44	
1 1/4	42.2	3.56	3.39	20.34	3.56	3.39	20.34	4.85	4.47	26.82	4.85	4.47	26.82	6.35	5.61	33.96	
1 1/2	48.3	3.68	4.05	24.3	3.68	4.05	24.3	5.08	5.41	32.46	5.08	5.41	32.46	7.14	7.25	43.5	
2	60.3	3.91	5.44	32.64	3.91	5.44	32.64	5.54	7.48	44.88	5.54	7.48	44.88	8.74	11.11	66.66	
2 1/2	73.0	5.16	8.63	51.78	5.16	8.63	51.78	7.01	11.41	68.46	7.01	11.41	68.46	9.53	14.92	89.52	
3	88.9	5.49	11.29	67.74	5.49	11.29	67.74	7.62	15.27	91.62	7.62	15.27	91.62	11.13	21.35	126.1	
4	114.3	6.02	16.07	96.42	6.02	16.07	96.42	8.56	22.32	133.92	8.56	22.32	133.92	13.49	33.54	201.24	
5	141.3	6.55	21.77	130.62	6.55	21.77	130.62	9.53	30.97	185.82	9.53	30.97	185.82	15.88	49.12	294.72	
6	168.3	7.11	28.26	169.56	7.11	28.26	169.56	10.97	42.56	255.36	10.97	42.56	255.36	18.26	67.57	405.42	
8	219.1	8.18	42.55	255.3	8.18	42.55	255.3	12.70	64.64	387.84	12.70	64.64	387.84	23.01	111.27	667.62	
10	273.0	9.27	60.29	361.74	9.27	60.29	361.74	12.70	81.55	489.3	15.09	95.98	575.88	28.58	172.27	1033.62	
12	323.8	9.53	73.88	443.28	10.31	79.71	478.26	12.70	97.46	584.76	17.48	132.05	792.3	33.32	238.69	1432.14	
14	355.6	9.53	81.33	487.98	11.13	94.55	567.3	12.70	107.39	644.34	19.05	158.11	948.66	35.71	261.72	1690.32	
16	406.4	9.53	93.27	559.62	12.70	123.31	739.86	12.70	123.30	739.8	21.44	203.54	1221.24	40.49	365.38	2192.26	
18	457	9.53	105.16	630.96	14.27	155.81	934.86	12.70	139.15	834.9	23.83	254.57	1527.42	45.24	459.39	2756.34	
20	508	9.53	117.15	702.9	15.09	183.43	1100.58	12.70	155.12	930.72	26.19	311.19	1867.14	50.01	564.85	3389.1	
22	559	9.53	129.13	774.78	-	-	-	12.70	171.09	1026.54	28.58	373.85	2243.1	53.98	672.30	4033.8	
24	610	9.53	141.12	846.72	17.48	255.43	1532.58	12.70	187.06	1122.36	30.96	442.11	2652.66	59.54	808.27	4849.62	

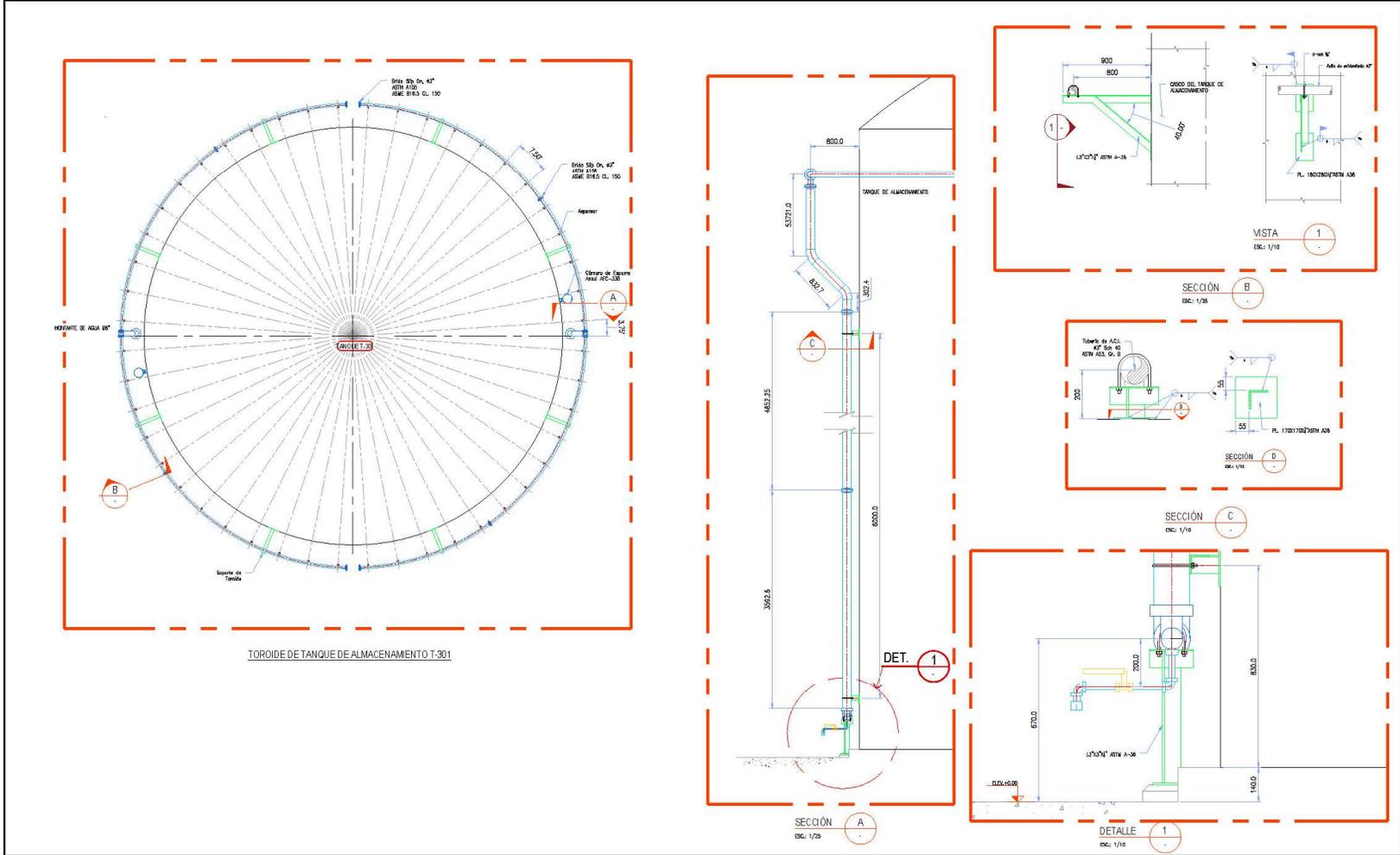
* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

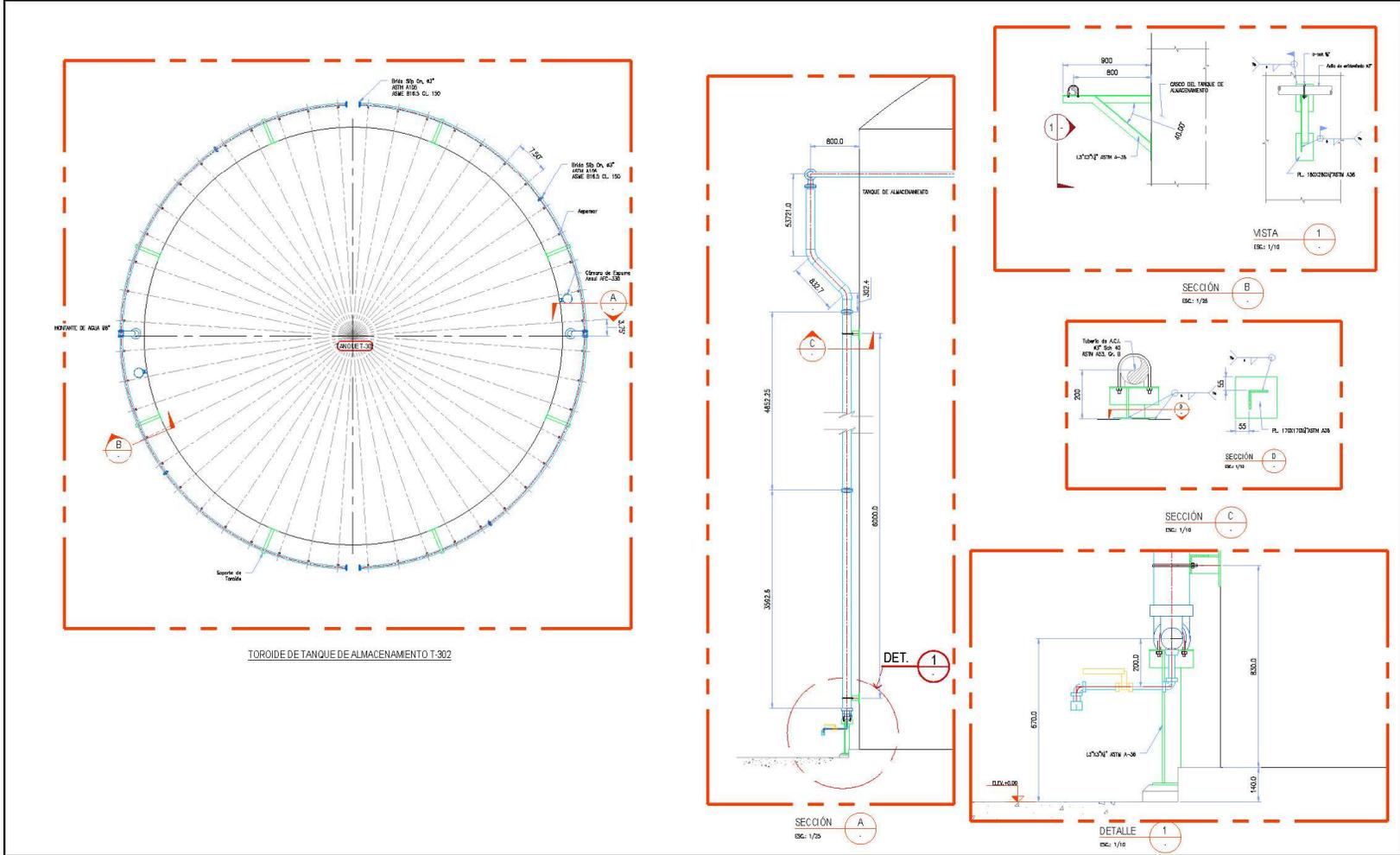
ANEXO IX: PLOT PLAN PAA AIJC

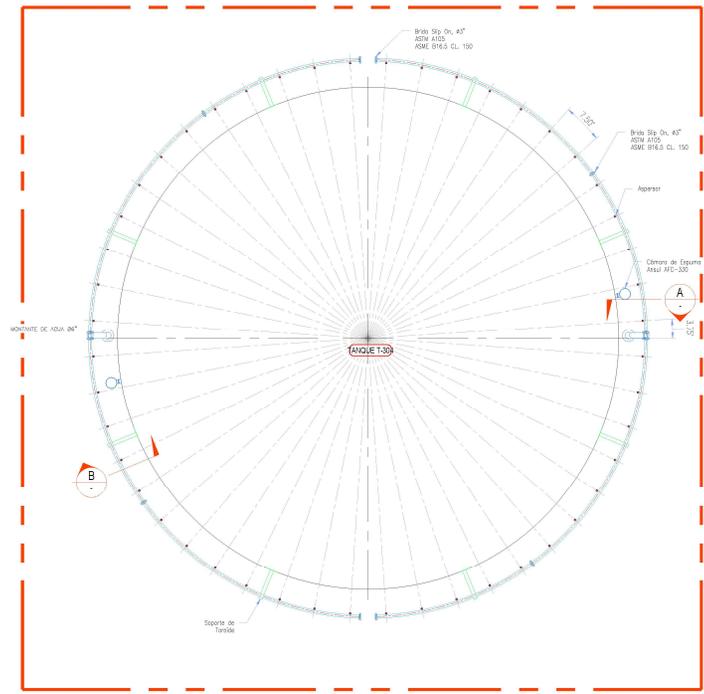




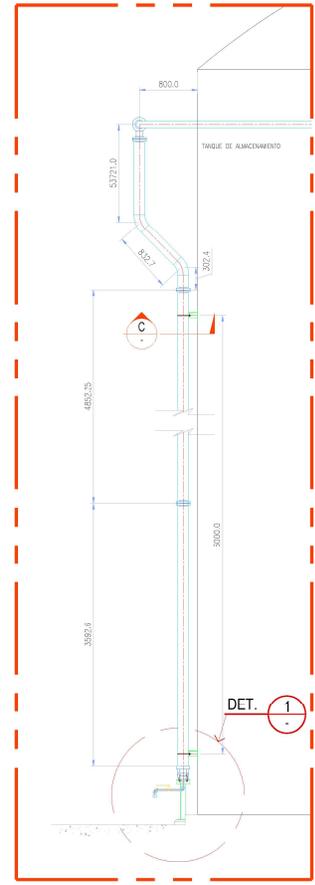
LEYENDA	
NUMERO	DESCRIPCION
X	1" Diámetro en pulgadas
Y	1' Longitud en metros
	Codo 90° estándar
	Braza
	Valvula de 1/2" NPT
	Valvula check 1/2" NPT
	Valvula de esfera 1/2" NPT
	Medidor



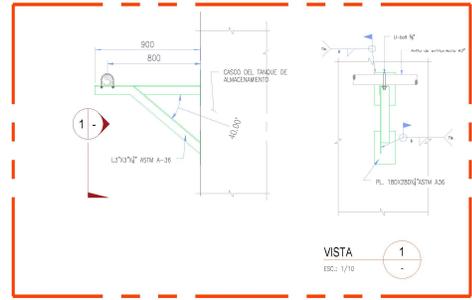




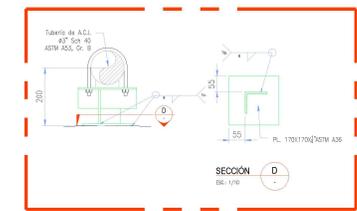
TOROIDE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO T-304



SECCIÓN A
ESC. 1/25

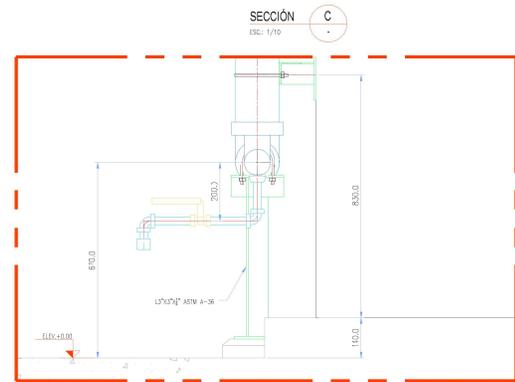


VISTA 1
ESC. 1/10



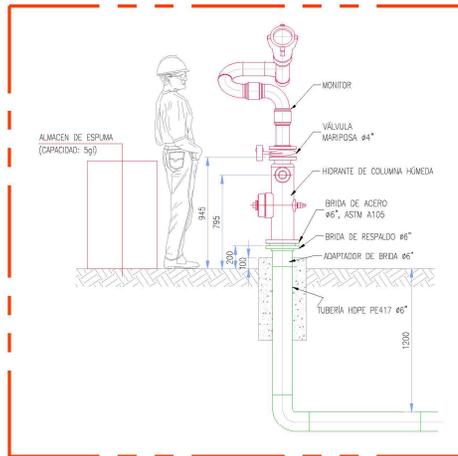
SECCIÓN B
ESC. 1/25

SECCIÓN D
ESC. 1/10

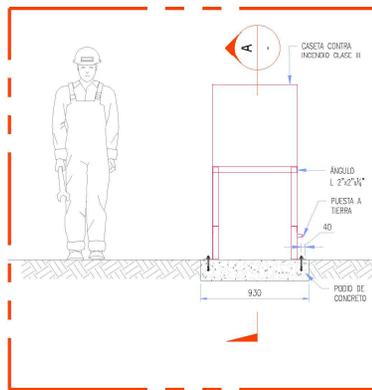


SECCIÓN C
ESC. 1/10

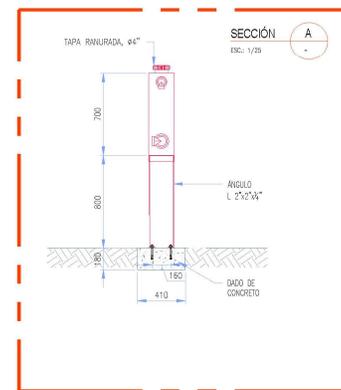
DETALLE 1
ESC. 1/10



INSTALACIÓN TÍPICA DE MONITOR HIDRANTE



CASETA CONTRA INCENDIO CLASE III



SECCION CASETA CONTRA INCENDIO CLASE III

ANEXO XI: AUTORIZACIÓN USO DE DATOS



AEROPUERTO INTERNACIONAL
JORGE CHÁVEZ
Avenida Elmer Faucett s/n – Callao
Edificio Central, Piso 7
T (511) 517 3100
www.lima-airport.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS DE LA EMPRESA

Yo Jose Antonio Hernandez Oliva
identificado con DNI 41227556, en mi calidad de Apoderado
del área de Legal y Contratos de
la empresa/institución LIMA AIRPORT PARTNER SRL con
R.U.C.N° 20501577252, ubicada en la ciudad de Callao - Perú.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN

Al señor ENCO ZAMORA JORDAN STEVEN
identificado con DNI N° 71523560, bachiller de la escuela profesional de ingeniería MECÁNICA
que utilice la siguiente información de la empresa:

PLANO 6100-L001N-000000-001 Plot Plan (formato DWG)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Tesis o () Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional.

Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:

- Vigencia de Poder o Ficha RUC (para el caso de empresas privadas).
- ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. (para el caso de empresas públicas)
- Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
() Mencionar el nombre de la empresa.

LIMA AIRPORT PARTNERS SRL.

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 41227556
JOSE ANTONIO HERNANDEZ OLIVA
APODERADO

El Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el bachiller será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

[Firma]
Firma del Bachiller

DNI: 71523560