

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



**“ESTUDIO DE RIESGOS PARA LA PLANTA DE
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN
PUCALLPA - PERÚ”**

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

JOHN JOSUE VERASTEGUI CARREÑO


MSC. ING. PABLO MAMANI CALLA
CIP 32638

CALLAO, 2021

PERÚ


John J. Verastegui E.
4555222

(Resolución N° 063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

LIBRO 001 FOLIO N° 080 ACTA N° 051 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

Siendo las 15:33 horas, del día 17 de julio del 2021 en el Aula Virtual (google meet), <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado de Exposición de los Informes Finales de Trabajo de Suficiencia Profesional del II Ciclo Taller para Titulación por Modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional conformado por los siguientes docentes:

➤ PRESIDENTE	:	Dr. José Hugo Tezén Campos
➤ SECRETARIO	:	Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
➤ VOCAL	:	Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
➤ SUPLENTE	:	Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 066-2021-CF-FIIME de fecha 15.07.2021, a fin de proceder al acto de evaluación del Informe titulado **"ESTUDIO DE RIESGOS PARA LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN PUCALLPA-PERÚ"**, presentado por el Señor Bachiller VERASTEGUI CARREÑO JOHN JOSUE.

Así mismo, contando con la presencia de Dr. AUGUSTO CARD ANCHAY (Supervisor General), Mg. TEODOMIRO SANTOS FLORES (Supervisor de la FIME), y el ING. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA, Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

A continuación, se dio inicio a la exposición del II Ciclo Taller de Titulación de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021 de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de Agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de Abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado de Sustentación Procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller.

Luego de un acuerdo de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, este jurado **ACORDÓ: CALIFICAR** el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, expuesto por el señor bachiller VERASTEGUI CARREÑO JOHN JOSUE, para optar el Título Profesional **de Ingeniero en Energía** por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
16	MUY BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las **15:48hrs** del día **17 de Julio** del **2021**.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

Se dio por cerrada la Sesión a las **15:50 horas** del día **17 de julio** del **2021**.

Dr. José Hugo Tezén Campos
Presidente de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal

Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
Secretario de Jurado

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Suplente

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia
Profesional

I N F O R M E

Visto el *Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional* titulado “ESTUDIO DE RIESGOS PARA LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN PUCALLPA-PERÚ”, presentado por el (la) Bachiller de Ingeniería en Energía VERASTEGUI CARREÑO, John Josué.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia Profesional*, manifiesta que la exposición del Informe se realizó el día Sábado 17 de Julio del 2021 a las 15:33hrs., no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 17 de Julio del 2021.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
II Ciclo Taller de Titulación por Modalidad de Exposición de
Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JHT' followed by a stylized flourish.

Dr. JOSE HUGO TEZEN CAMPOS
PRESIDENTE JURADO EVALUADOR

DEDICATORIA

El presente informe está dedicado a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres y hermanos porque han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo.

AGRADECIMIENTO

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

Eternamente agradecido a la familia Carazas Sarmiento, por siempre demostrarme su inmenso amor y gran apoyo, ya que con su aporte y espíritu alentador permitió el desarrollo del presente informe de experiencia profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. ASPECTOS GENERALES.....	6
1.1. Objetivos	7
1.2. Organización de la empresa o institución	8
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	10
2.1. Marco teórico	10
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas	22
III APORTES REALIZADOS	25
3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas.....	25
3.2. Evaluación técnica – económico.....	81
3.3. Análisis de resultados.....	82
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	84
4.1. Discusión	84
4.2. Conclusiones	84
V. RECOMENDACIONES	85
VI. BIBLIOGRAFÍA	85
VII. ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Organigrama de Fireno S.A.C.	9
Figura 2 - Organigrama del proyecto	9
Figura 3 - Diagrama de flujo	23
Figura 4 - Cronograma de actividades del proyecto	24
Figura 5 - Vista satelital de la ubicación de la planta	25
Figura 6 - Vista de planta de venta de combustibles de aviación – Pucallpa	26
Figura 7 - Flujograma de realización del estudio de riesgos	34
Figura 8 - Árbol de eventos genérico para fugas de combustibles líquidos	36
Figura 9 - Árbol de eventos – fuga continua de sustancias categoría 1... 37	37
Figura 10 - Árbol de eventos – fuga instantánea de sustancias categoría 1	37
Figura 11 - Árbol de eventos – fuga continua de sustancias categoría 2. 38	38
Figura 12 - Árbol de eventos - fuga instantánea de sustancias categoría 2	38
Figura 13 - Cálculo de área equivalente para una estructura circular	40
Figura 14 - Mapa mundial de relámpagos por kilómetro cuadrado.....	41
Figura 15 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-TU-01	48
Figura 16 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-TU-02	48
Figura 17 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AV-01	49
Figura 18 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AV-02	49
Figura 19 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-AE-01	50

Figura 20 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AE-02	50
Figura 21 - Árboles de eventos en otras instalaciones o áreas críticas de la planta de PP-AE-03	51
Figura 22 - Modelo simplificado de fuente puntual	56
Figura 23 - Fracciones de radiación investigadas	57
Figura 24 - Modelo esquemático de incendio en tanque de almacenamiento	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Coordenadas referenciales de la planta Pucallpa.....	26
Tabla 2 - Condiciones ambientales de la zona.....	26
Tabla 3 - Información básica de la planta Pucallpa	27
Tabla 4 - Propiedades físicas y químicas de los productos	28
Tabla 5 - Sistemas de extintores portátiles	29
Tabla 6 - Frecuencias de ocurrencia.....	35
Tabla 7 - Clasificación de sustancias	36
Tabla 8 - Frecuencia de falla base para mangueras	39
Tabla 9 - Proyecciones de pasajeros y operaciones en los aeropuertos de ADP	44
Tabla 10 - Sucesos iniciadores de pérdidas de contenido – LOC.....	45
Tabla 11 - Frecuencia base de falla para sucesos iniciadores	46
Tabla 12 - Frecuencia final de falla de los sucesos iniciadores	47
Tabla 13 - Severidad de consecuencias	51
Tabla 14 - Criterios para tiempos de detección / actuación.....	53
Tabla 15 - Cálculo de volumen derramado.....	55
Tabla 16 - Niveles de radiación térmica debido a incendios	56
Tabla 17 - Criterios empleados para la fracción de radiación emitida	57
Tabla 18 - Umbrales de sobrepresión	58
Tabla 19 - Resumen de afectaciones por incendios pool fire	59
Tabla 20 - Resumen de afectaciones por incendios tipo jet fire	61
Tabla 21 - Resumen de afectaciones por incendios tipo flash fire	61
Tabla 22 - Cuadro resumen de afectaciones por incendios tipo explosión	62
Tabla 23 - Resumen de afectaciones por derrame de producto	63

Tabla 24 - Zonas de intervención y zonas de alerta por explosión	63
Tabla 25 - Matriz de riesgos corporativa	64
Tabla 26 - Criterios de tolerancia de riesgos típicos	65
Tabla 27 - Resumen de la Matriz de evaluación de riesgo de la planta	66
Tabla 28 - Tanques a enfriar por incendio en otros tanques de almacenamiento	74
Tabla 29 - Cálculo de solución espuma.....	77
Tabla 30 - Cálculo de espuma suplementaria	78
Tabla 31 - Cálculo de agua de enfriamiento	78
Tabla 32 - Cálculo de agua contra incendio	79

I. ASPECTOS GENERALES

Las actividades aeroportuarias con hidrocarburos tienen una importancia vital en la recepción, almacenamiento y despacho de combustible líquidos ya que los riesgos son altos, considerando la inflamabilidad de las sustancias que se transportan. Si no se toman las medidas preventivas necesarias para evitar daños al personal, instalaciones y medio ambiente las consecuencias serán considerables.

La Planta de Ventas de Combustibles de Aviación en Pucallpa, estará ubicada en la Carretera Federico Basadre Km 5.5, Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, en el departamento de Ucayali.

El presente documento constituye el Estudio de Riesgos del Proyecto de la Planta de Ventas de Combustibles para Aeronaves Pucallpa.

Este documento ha sido elaborado según el artículo 20° del Reglamento de Seguridad en las Actividades de Hidrocarburos aprobado por el D.S N° 043-2007-EM, modificado por el D.S 017-2015-EM, y el Procedimiento de Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad, aprobado por RCD 240-2010-OS/CD.

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de los Instrumentos de Gestión de Seguridad de la nueva Planta Pucallpa, de acuerdo con lo establecido por la política de seguridad del operador de la Planta y la Normatividad Legal Vigente.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Elaborar el estudio de riesgos para la planta de abastecimiento de combustible de aviación Pucallpa, de acuerdo con lo establecido por la normatividad legal vigente y por la política de seguridad de la planta.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar los posibles escenarios de riesgo de la planta Pucallpa.
- Establecer los niveles de riesgos para cada uno de los escenarios de riesgos identificados de la planta Pucallpa.
- Determinar medidas para reducir el nivel de los riesgos identificados de la planta Pucallpa.

1.2. Organización de la empresa o institución.

1.2.1. Antecedentes históricos

Fireno S.A.C. es una empresa peruana especializada en diseñar, implementar y comercializar sistemas de protección contra incendios asimismo brinda servicios de estudio de riesgos para la industria en general.

La oficina principal de la empresa está ubicada en la av. San Aurelio nro. 888 int. b - San Juan de Lurigancho, con razón social Fireno S.A.C.; con nombre comercial: Fireno, con ruc: 20478110589.

1.2.2. Filosofía empresarial

Misión

En Fireno S.A.C, comercializamos, diseñamos, instalamos y damos mantenimiento a sistemas contra incendios, recarga de agentes extintores, con altos estándares de calidad, seguridad y cuidando el medio ambiente, siempre orientados a la satisfacción de nuestros clientes.

Visión

Ser la empresa líder en el mercado nacional e internacional capaz de resolver necesidades de nuestros clientes, basándose en los más altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.

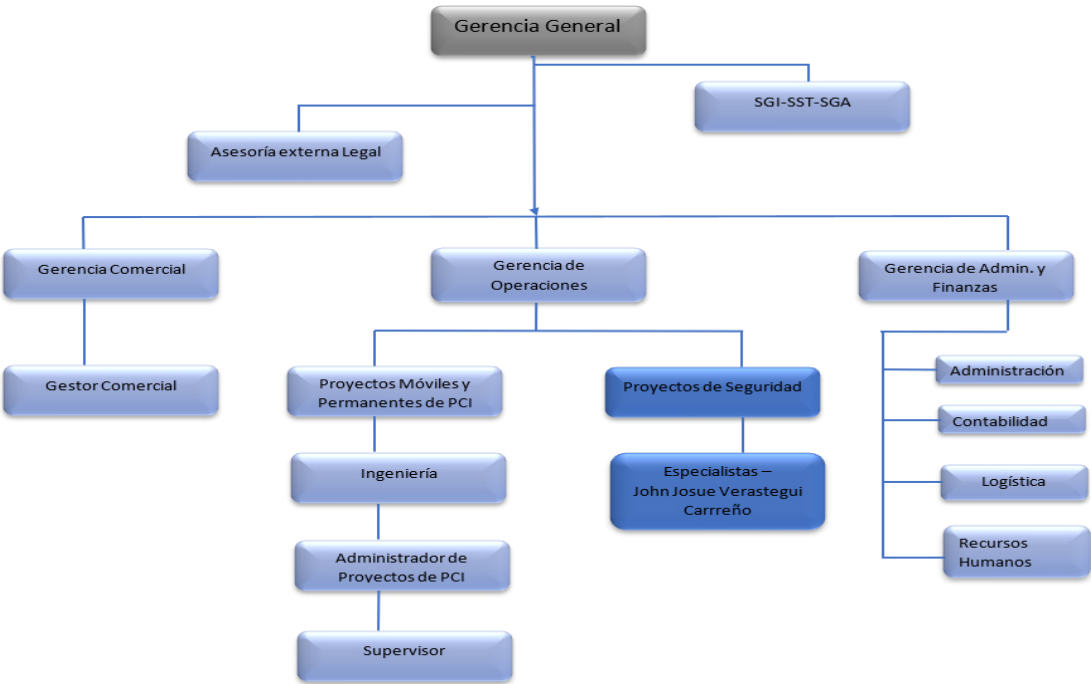
Nuestra organización aspira a tener un crecimiento continuo y sustentable, destacándose por ser una empresa que contribuye positivamente a la sociedad y que brinda oportunidad de desarrollo profesional y personal a su equipo de trabajo.

1.2.3 Estructura organizacional

Organigrama de la empresa:

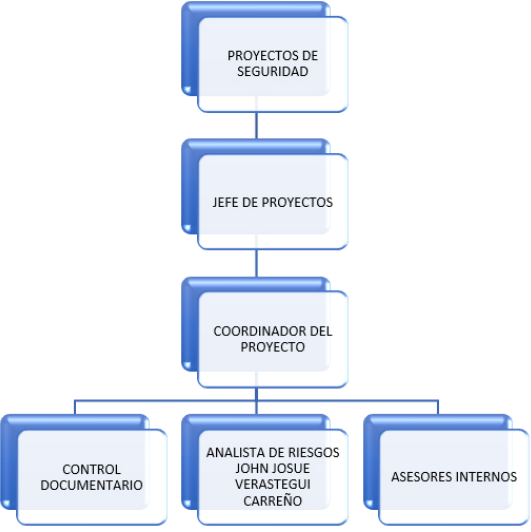
A continuación, podemos apreciar la configuración institucional de Fireno S.A.C y mi ubicación dentro de la empresa.

Figura 1 - Organigrama de Fireno S.A.C.



Fuente: Elaboración propia - Fireno S.A.C.

Figura 2 - Organigrama del proyecto



Fuente: Elaboración propia

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Antecedentes de estudio

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

Silva Guillen, Deyci María (2013) **“Estudio de riesgos de la unidad de destilación primaria de una planta de fraccionamiento de líquido de gas natural”** tesis para optar el título profesional de ingeniera química – FIQ– Universidad Nacional del Callao (Perú). Esta tesis tuvo como objetivo “evaluar las variables de riesgo presentes durante la operación de la unidad de destilación primaria de una planta de fraccionamiento de líquido de gas natural tanto en su probabilidad y consecuencia”.

De la cruz Martínez, Cesar Luis (2019) **“Diseño y montaje de la planta de abastecimiento de combustible de aviación en el aeropuerto internacional padre Aldamiz de la ciudad de puerto Maldonado”** informe de experiencia laboral para optar el título profesional de ingeniero mecánico – FIME – Universidad Nacional del Callao (Perú). Este informe tuvo como objetivo “diseñar e implementar la planta de abastecimiento de combustible de aviación en el aeropuerto internacional padre Aldamiz de la ciudad de puerto Maldonado”.

Yáñez Meza, José Alberto (2008) **“Estudios de riesgos en plantas de envasado de GLP”** informe de experiencia laboral para optar el título profesional de ingeniero petroquímico – FIPP – Universidad Nacional de Ingeniería (Perú). Este informe tuvo como objetivo “desarrollar el estudio de riesgos en la planta de envasado de GLP”.

Rodríguez Urbina, Diana Paola y Suarez Urbina, Andrea Josefina (2017) **“Análisis de riesgos de operabilidad en el proceso crítico de almacenamiento de nitrato de amonio líquido de una planta petroquímica en la zona industrial de Mamonal – Cartagena, mediante la metodología**

HAZOP” tesis para optar el título profesional de ingeniero químico – Universidad de San Buenaventura (Colombia). Esta tesis tuvo como objetivo “analizar el proceso crítico de almacenamiento de nitrato de amonio líquido en una planta petroquímica de la zona industrial de Mamonal en Cartagena, con el fin de identificar y mitigar los riesgos presentes en él, con base en la metodología HAZOP”.

Villegas Mantuano, Elaine Virginia (2012) “**Análisis de riesgos mediante el método HAZOP en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del terminal de productos limpios el beaterio de Ep Petroecuador**” tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial – Universidad Técnica del Norte (Ecuador). Esta tesis tuvo como objetivo “realizar un análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP, en el terminal de productos limpios – el beaterio de EP PETROECUADOR”.

Pillana Pimbo, Álvaro Salomón (2020) “**Evaluación de riesgos del sistema de reinyección de agua de una estación de producción del campo Shushufinfi-aguarico mediante la metodología HAZOP**” tesis para optar el título profesional de ingeniero en petróleo – Escuela Politécnica Nacional (Ecuador). Esta tesis tuvo como objetivo “realizar la aplicación de la metodología HAZOP para identificar los riesgos operativos existentes, esta herramienta nos permite generar desviaciones que se pueden dar con respecto a las variables o procesos normales de operación de cada equipo que compone el sistema de reinyección de agua”.

2.1.2 Bases teóricas

Proceso: Cualquier actividad in situ que involucra un químico altamente peligroso, incluyendo cualquier uso, almacenamiento, manufactura, manejo o movimiento de la sustancia o una combinación de estas actividades. Cualquier grupo interconectado de depósitos es considerado un solo proceso. Depósitos sin interconexión física localizados de tal manera que un accidente en un

depósito pudiera extenderse a depósitos adyacentes son considerados un solo proceso. (Garza Sergio, 2015)

Peligro: Una condición o acto capaz de causar daño a una persona, propiedad o proceso. Los peligros pueden ser mecánicos, eléctricos, físicos, químicos, ergonómicos, biológicos, locativos, socioculturales, entre otros. (R.C.D. N° 240-2010 OS/CD).

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

Peligro del proceso: Una característica inherente química o física con la energía potencial para dañar al personal, la propiedad o el ambiente. (Garza Sergio, 2015)

Identificación de peligros: La determinación de materiales, sistemas, procesos y características de una instalación que pueden producir consecuencias indeseables a través de la ocurrencia de un accidente. (D.S.-032-2002-EM)

Probabilidad: Una expresión de la verosimilitud esperada de ocurrencia de un evento o secuencia de eventos durante un intervalo de tiempo, o la verosimilitud del suceso o falla de un evento en prueba o en demanda. Por definición la probabilidad debe ser expresada como un número de 0 a 1. (Garza Sergio, 2015)

Riesgo: Es el evento o condición incierta que si ocurre tiene un efecto positivo o negativo sobre el entorno humano, entorno socioeconómico y/o entorno natural del ámbito de las actividades de hidrocarburos. (R.C.D. N.º 240-2010 OS/CD). Asimismo, el riesgo es la expresión cuantitativa o cualitativa de una posible

pérdida que considera tanto la probabilidad de que un peligro resulte en un evento adverso como las consecuencias de ese evento. (Garza Sergio, 2015)

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. (D.S.-032-2002-EM)

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

Estudio de riesgos Aquél que cubre aspectos de seguridad en instalaciones relacionadas con las actividades de hidrocarburos, y en su área de influencia, con el propósito de determinar las condiciones existentes en el medio, así como prever los efectos y consecuencias de la instalación y su operación, indicando los procedimientos, medidas y controles que deberán aplicarse con el objeto de eliminar condiciones y actos inseguros que podrían suscitarse. (D.S.-032-2002-EM)

Empresa autorizada: Persona natural o jurídica autorizada a realizar actividades de hidrocarburos, en calidad de contratista, concesionario u operador. Asimismo, para efectos del presente procedimiento, se entenderá también como empresa autorizada a aquel titular que tenga a su cargo la ejecución de proyectos de hidrocarburos. (D.S.-032-2002-EM)

Evento: Acontecimiento relacionado al desempeño de un equipo o la acción humana, o un acontecimiento externo al sistema que hace que el mismo se altere. En el presente procedimiento un evento puede ser la causa de un incidente o de un accidente, o la respuesta de otro que da inicio a un accidente (efecto dominó). (D.S.-032-2002-EM)

Evento externo: Cuando es originado por un acontecimiento, situación o circunstancia ajena a las actividades operativas de la instalación como siniestros, desastres, actos de sabotaje, terrorismo entre otros. (D.S.-032-2002-EM)

Siniestro: Evento inesperado que causa severo daño al personal, equipo, instalaciones, ambiente y/o pérdidas en el proceso extractivo, productivo, de almacenamiento, entre otros. Entre los principales siniestros se consideran los siguientes: incendios, explosiones, sismos, inundaciones, contaminación ambiental, derrames y fugas de hidrocarburos, aguas de producción y derivados, derrames de productos químicos, desastres aéreos, desastres marítimos, desastres fluviales, desastres pluviales, desastres terrestres, epidemias, intoxicaciones masivas, atentados, sabotajes, incursiones terroristas, situaciones de conmoción civil, motines, erosiones de terreno. (D.S.-032-2002-EM)

Planta de abastecimiento: Instalación en un bien inmueble donde se realizan operaciones de recepción, almacenamiento, transferencia, agregado de aditivos y despacho de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos. (D.S.-032-2002-EM)

Planta de abastecimiento en aeropuertos: Instalación ubicada dentro de los linderos de un aeropuerto, en la cual se lleva a cabo, la recepción, almacenamiento y el despacho de combustibles de aviación a aeronaves. (D.S.-32-2002-EM)

Protección contra incendios: Conjunto de medidas que se disponen en instalaciones con el objetivo de mitigar posibles escenarios de incendio.

Fuego: Un proceso de oxidación rápido, que es una reacción química, resultando en la evolución de la luz y el calor en variaciones intensidades.

Clasificación de fuego:

Clase A: Son fuegos de materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos. (NFPA 1, 2021)

Clase B: Son fuegos de líquidos inflamables, líquidos combustibles, tales como grasas derivadas del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables. (NFPA 1, 2021)

Clase C: Son fuegos que involucran equipos eléctricos energizados. (NFPA 1, 2021)

Clase D: Son fuegos de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio. (NFPA 1, 2021)

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

Ocupaciones de riesgo:

Ocupaciones de riesgo leve: Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se prevén incendios con tasas de liberación de calor relativamente bajas. (NFPA 13, 2019)

Ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos de almacenamiento misceláneo de plástico, neumáticos y papel en rollo son de moderadas a altas. (NFPA 13, 2019)

Ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor moderadas no exceden de 12 pies (3.66) y los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor altas no exceden de 2.40 m. (NFPA 13, 2019)

Ocupaciones de riesgo extra (grupo 1): Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presencia de polvos, pelusas y otros materiales, introduciendo la probabilidad de incendios de rápido desarrollo con altas tasas de liberación de

calor, pero con escasas o nulas cantidades de líquidos combustibles o inflamables. (NFPA 13, 2019)

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

Líquido Inflamable: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación por debajo de 37.8 °c. Los líquidos inflamables deben clasificarse como líquidos clase I. (NFPA 30, 2021)

Clasificación de líquidos inflamables:

Líquido clase IA: Cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8 °c y punto de ebullición menor de 37.8 °c. (NFPA 30, 2021)

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

Líquido clase IC: Cualquier líquido con un punto de inflamación de 22.8 °c, pero menor de 37.8 °c. (NFPA 30, 2021)

Líquidos combustibles: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8 °c. (NFPA 30, 2021)

Clasificación de líquidos combustibles:

Líquido clase II: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 37.8 °c e inferior a 60 °c. (NFPA 30, 2021)

Líquido clase III: Cualquier líquido con un punto de inflamación igual o superior a 60 °c. (NFPA 30, 2021)

Líquido clase IIIA: Cualquier líquido que tiene un punto de inflamación igual o superior a 60 °c, pero inferior a 93 °c. (NFPA 30, 2021)

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

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

Bomba contra incendio: Una bomba que proporciona fluidos líquido y presión dedicados a la protección contra incendios. (NFPA 20, 2019)

Hidrante: Una válvula con conexión exterior, que provee un suministro de agua a las conexiones de mangueras. (NFPA 24, 2019)

Casetas de mangueras contra incendio: Un cerramiento o depósito, ubicado sobre o en las cercanías de un hidrante u otra fuente de suministro de agua, diseñado para contener, en su interior, las boquillas y llaves para mangueras, empaquetaduras y otras llaves necesarias para ser utilizadas en el combate de incendios, junto y con el fin de brindar asistencia al cuerpo de bomberos local o brigada contra incendio. (NFPA 24, 2019)

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

Régimen: También conocida como régimen de aplicación es la densidad de descarga de agua o espuma sobre un área o superficie. (NFPA 15, 2021)

Sistema de espuma: Sistema constituido por un dispositivo de dosificación / mezcla de espumógeno y agua, unas líneas de tuberías para espumante, un

dispositivo de generación de espuma y boquillas o vertederos de descarga de espuma. (NFPA 11, 2021)

Concentrado de espuma: Un agente líquido espumante concentrado que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. (NFPA 11, 2021)

Solución de espuma: Mezcla homogénea de agua y concentrado de espuma que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. (NFPA 11, 2021)

Espuma: Un agregado estable de burbujas de densidad menor que el aceite o el agua que sirve para aislar el fuego del oxígeno circundante. Existen diversidad de tipos según las necesidades. (NFPA 11, 2021)

Proporcionador: También llamado dosificador es un dispositivo que permite introducir una cantidad de concentrado de espuma en la corriente de agua; de acuerdo con la proporción establecida de agua – espuma a la presión de diseño. (NFPA 11, 2021)

Monitor: Un dispositivo de montaje diseñado y fabricado para proporcionar un alto caudal de gran alcance para lugares donde es necesario disponer de grandes cantidades de agua sin la demora propia de instalar mangueras. (NFPA 11, 2021)

Aspersor: También conocido como boquilla de pulverizadora de agua abierta es un dispositivo de tipo abierto que descarga agua y/o espuma a bajo presión, distribuirá el agua en un patrón direccional específico en el área designada. (NFPA 15, 2022)

2.1.3 Aspectos normativos

Normativa nacional

Los principales documentos normativos nacionales empleados en el presente estudio de riesgos son los siguientes:

- D.S. N° 052-93 EM Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos
- R.C.D. N° 240-2010 OS/CD Procedimiento de evaluación y aprobación de los instrumentos de gestión de seguridad para las actividades de hidrocarburos
- N.T.P. 350.043-1 (2011) Extintores portátiles, selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática.
- RNE Reglamento nacional de edificaciones
- CNE Código nacional de electricidad
- Entre otros decretos supremos del ministerio de energías y minas

Normativa y referencias internacionales

Además de la reglamentación nacional de obligatorio cumplimiento en el estudio, fueron empleadas también algunas normas y guías internacionales ampliamente difundidas y reconocidas en el mundo, entre las cuales destacan:

- NFPA 407 (2017) Norma para el servicio de combustible de aeronaves.
- ATA 103 (2017.2) Norma para el control de calidad del combustible jet en los aeropuertos.
- ASME B31.3 Tuberías de proceso en refinerías y plantas químicas
- API 2021 Manejo de incendios en tanques de almacenamiento atmosféricos
- API-RP-750 Management of process hazards.
- RIVM, reference manual bevi risk assessments version 3.2., national institute of public health and the environment (rivm), centre for external safety, p.o. box 13720 ba bilthoven the netherlands.
- Entre otras normas nacionales y referencias internacionales

2.1.4 Simbología teórica

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones): Es el ministerio del poder ejecutivo responsable del sector transporte y comunicaciones del Perú.

MINEM (Ministerio de Energía y Minas): Es el ministerio del poder ejecutivo responsable del sector energético y minero del Perú.

DGH (Dirección General de Hidrocarburos): Es el órgano técnico normativo responsable de participar en la formulación de la política energética en el ámbito del subsector hidrocarburos del MINEM; y ejercer el rol concedente a nombre del estado para las actividades de hidrocarburos, según le corresponda. Dependiendo jerárquicamente del viceministro de energía.

DNH (Dirección Normativa del Hidrocarburo): Es parte del DGH responsable de formular y/o publicar la normatividad necesaria del subsector hidrocarburos.

OSINERGMIN: Organismo supervisor de la inversión en energía y minería

NFPA (National Fire Protection Association): Es una institución fundada en Estados Unidos en 1896 encargada de generar, actualizar normas y requisitos mínimos para los sistemas de protección contra incendio en diversas instalaciones. La normativa nacional aplicable a la seguridad de las instalaciones de hidrocarburos toma como referencia las normas NFPA para las diversas instalaciones.

Hidrocarburos: Compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno. (D.S.-32-2002-EM, 2002)

Aprobado: Aceptado por la autoridad competente. (NFPA 30, 2021) manifiesto de autorización emitido por entidades acreditadas y autorizadas de calidad y parámetros requeridos.

Autoridad competente: Una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir de los requerimientos de un código, norma, para la aprobación de equipos, materiales, una instalación o un procedimiento. (NFPA 30, 2021)

Listado: Equipo, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable para la autoridad competente y relacionada con la evaluación de productos o servicios, que mantienen inspección periódica de la producción de equipos o materiales listados o la evaluación periódica de servicios y cuyos listados establecen que tanto el equipo, material o servicio reúne normas de diseño aprobados o ha sido aprobado y encontrado satisfactorio para un propósito específico. (NFPA 30, 2021)

Punto de inflamación: Temperatura mínima de un líquido a la cual se produce vapor para formar una mezcla inflamable con el aire, cerca de la superficie del líquido o dentro del recipiente usado, determinada por el procedimiento de prueba apropiado y aparatos específicos. (NFPA 30, 2021)

Punto de ebullición: La temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala la presión atmosférica que la rodea. (NFPA 30, 2021)

Radiación térmica: Es la radiación emitida por un cuerpo debido a su temperatura.

SCRI-FUEGO: Es un software de simulación de las consecuencias de los eventos de fuego y/o explosión.

ALARP (As Low As Reasonably Practicable): Es tan bajo como sea razonablemente factible.

API (American Petroleum Institute): El instituto estadounidense del petróleo, implicado en la producción, el refinamiento, la distribución, y muchos otros aspectos de la industria del petróleo y del gas natural.

Google Maps: Es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a alphabet inc.

ASME (American Society of Mechanical Engineers): es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión.

VCE: (Vapour Cloud Explosion): Explosión de vapor

Pool fire: Piscina de fuego.

Jet fire: Proyectil de fuego

Flash fire: Llamorada

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.

Las actividades realizadas en la empresa fueron coordinar y participar en la reunión de inicio del proyecto, recopilación de información preliminar, realizar los preparativos para la visita, visita de inspección y relevamiento de información, procesamiento de la información. Se realizó la identificación de peligros, se calculó la frecuencia y probabilidad, se realizó el análisis de consecuencia, se realizó la evaluación de riesgos, se establecieron medidas para reducir el nivel de los riesgos y se elaboró el expediente.

2.2.1. Etapas de las actividades

Etapas I: Identificación y análisis de los posibles escenarios de riesgo de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

En esta etapa se describe las instalaciones y procesos, se identifica los peligros asociados, se define las hipótesis de los accidentes, se estima la frecuencia y consecuencia de los accidentes finales.

Etapa II: Establecimiento de los niveles de riesgos para cada uno de los escenarios de riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

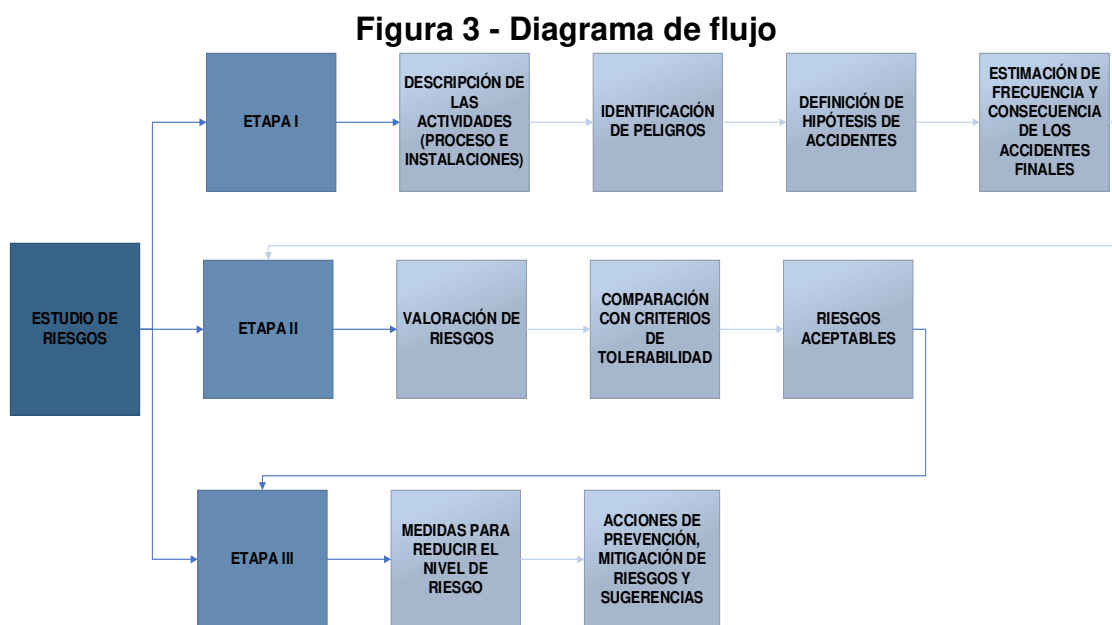
En esta etapa se valoriza los riesgos, se comparan los criterios de tolerabilidad de los riesgos y se identifican los riesgos aceptables.

Etapa III: determinación de las medidas para reducir el nivel de los riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

En esta etapa se identifican las acciones preventivas, medidas de mitigación de riesgos y las sugerencias.

2.2.2. Diagrama de flujo

Diagrama de flujo de la elaboración del estudio de riesgos de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

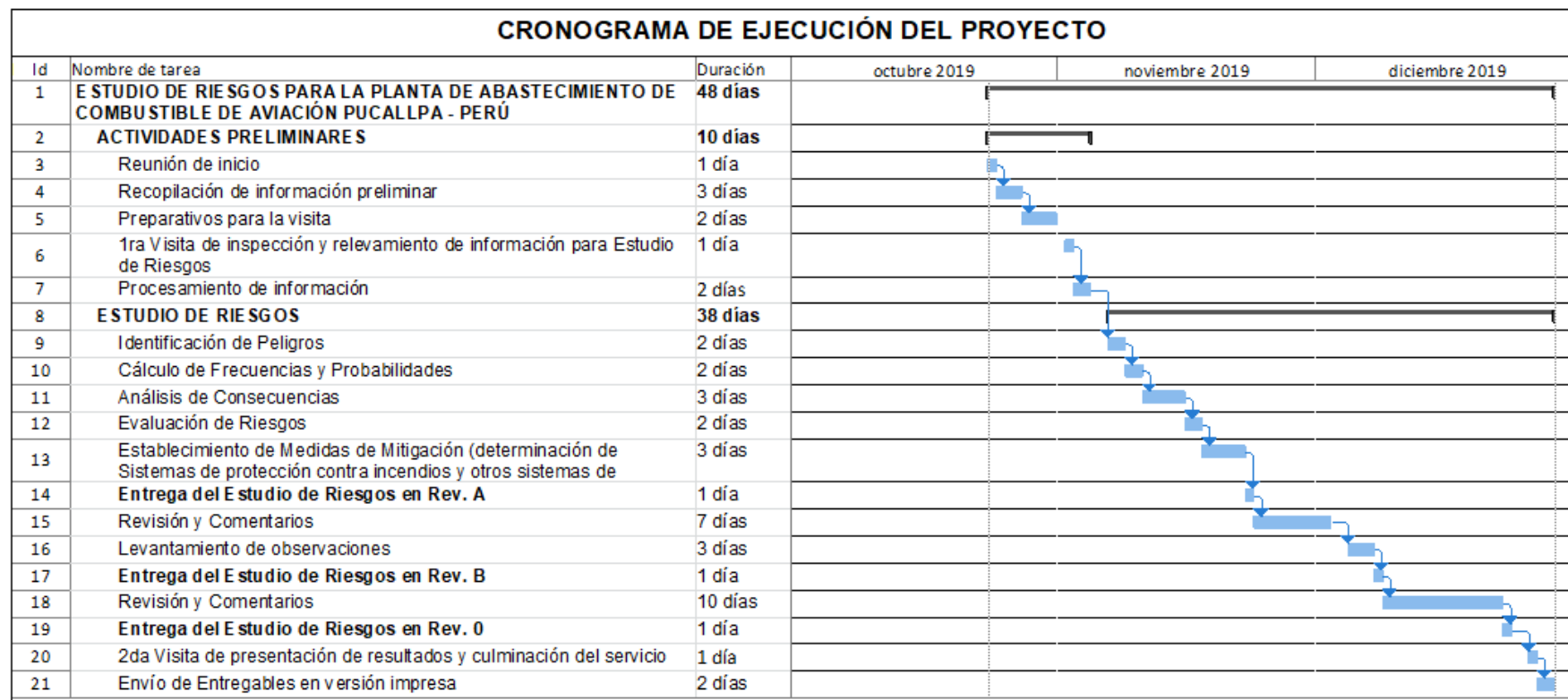


Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Cronograma de actividades

El proyecto de elaboración de estudio de riesgos de la planta de abastecimiento de combustibles de aviación de Pucallpa se realizó en 48 días, siguiendo las actividades programadas mostradas en la tabla siguiente.

Figura 4 - Cronograma de actividades del proyecto



Fuente: Elaboración propia

II. APORTES REALIZADOS

3.1. Planificación, ejecución y control de las etapas.

El presente proyecto contempla el análisis de los posibles riesgos asociados a la planta Pucallpa y a sus áreas de influencia, garantizando la protección de las personas y la continuidad de las operaciones, cumpliendo con todos los requerimientos normativos de la autoridad competente.

Identificando los eventos desencadenantes de situaciones de emergencia, calculando la frecuencia de ocurrencia, evaluando la severidad de las consecuencias, calificando el riesgo asociado de cada una de ellas. Determinando medidas de mitigación, prevención, monitoreo y control de los riesgos identificados.

Etapa I: Identificación y análisis de los posibles escenarios de riesgo de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

Ubicación de la planta

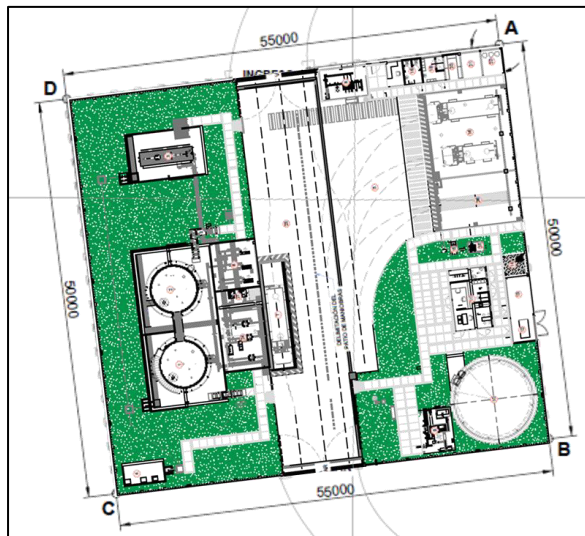
La planta de venta de combustibles de aviación – Pucallpa, se encontrará ubicada en la carretera Federico Basadre km 5.5, distrito de Yarinacocha, provincia de coronel portillo, en el departamento de Ucayali. En las siguientes figuras se muestra la vista de planta de ventas de combustibles de aviación – Pucallpa, mientras que en la tabla se muestra sus coordenadas de ubicación.

Figura 5 - Vista satelital de la ubicación de la planta



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 - Vista de planta de venta de combustibles de aviación – Pucallpa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 - Coordenadas referenciales de la planta Pucallpa

Cuadro de coordenadas técnicas wgs 84				
Vértice	Lado	Distancia (m)	Este (x)	Norte (y)
A	A-B	50.00	547018.5143	9073419.18
B	B-C	55.00	547024.7671	9073369.572
C	C-D	50.00	546970.1988	9073362.694
D	D-A	55.00	546963.9461	9073412.302

Fuente: Elaboración propia

Condiciones ambientales

El área donde se ubicará la planta Pucallpa presenta las siguientes condiciones ambientales:

Tabla 2 - Condiciones ambientales de la zona.

Característica	Descripción	
Altitud	148 msnm	
Temperatura	Mínima	21.0 °c
	Promedio	30.0 °c
	Máxima	39.0 °c
Humedad relativa	Mínima	78.0 %
	Promedio	86.0 %
	Máxima	94.0 %
Vientos	Dirección predominante	Nw a se
	Máxima	10.00 m/s

Característica	Descripción	
	Promedio	5.50 m/s
	Mínima	1.00 m/s
Precipitación pluvial (anual)	Máxima	202.8 mm
	Promedio	100.0 mm
	Mínima	0.01 mm
Presión barométrica (*)	101.5 kpa	
Sismicidad	Zona 2 – norma e-030-RNE	

Fuente: Proporcionado por el cliente

Información general de la instalación

En la siguiente tabla se detalla la información básica de la planta Pucallpa.

Tabla 3 - Información básica de la planta Pucallpa

Descripción general de la planta de venta de combustibles para aeronaves		
Almacenamiento	Recepción	Despacho
<p>Tanques verticales: 02, tanques atmosféricos vertical de turbo A1. (TK-111, TK-112)</p> <p>Tanques Horizontales: 01, tanque atmosférico horizontal de Avgas100II. (TK-121)</p> <p>Capacidad nominal: 54,000 galones de líquidos combustibles distribuido de la siguiente manera: 48,000 galones de turbo A1, 6,000 galones de Avgas100II.</p>	<p>Cantidad de islas: 01 isla, que contará con un punto para la recepción de turbo A1 y Avgas100II y un punto para el despacho de turbo A1 y Avgas100II</p>	
<p>Productos: Turbo A1 Avgas100II</p>	<p>Nº mangueras para la recepción: 02 La recepción se realiza mediante camiones cisterna.</p>	<p>Nº mangueras para la carga: 02 El despacho se realiza a los camiones refulers.</p>

Fuente: Elaboración propia

Características de los fluidos

Las principales propiedades de los productos que son almacenados en la planta de ventas de combustibles para aeronaves – Pucallpa, son las establecidas en las siguientes tablas.

Tabla 4 - Propiedades físicas y químicas de los productos

Propiedades	Unidad	Turbo A1	Avgas100LL
Densidad	Kg/m ³	810	700
Peso molecular	Gr/mol	46	114
Calor de combustión	Kj/kg	26,800	43,700
Calor de vaporización	J/kg	250,000	348,900
Temperatura de inflamación	C	38	<0
Temperatura de ebullición	K	473	300
Capacidad calorífica del líq. (cv)	J/kg-k	2,000	2,220
Velocidad de combustión	Kg/(m ² xs)	0.050	0.055
Clasificación s/ BEVI	categoría	Cat. 2	Cat. 1
Clasificación según NFPA 30	Tipo	Liq Inf I	Liq. Inf. II

Fuente: Elaboración propia

Tipo, cantidad y ubicación del equipamiento de detección, alarma y control de emergencias

Equipamiento de detección y alarma contra incendio

Dentro de la ingeniería de la planta no se considera un sistema de detección, pero si la instalación de un sistema de alarma sonoras para dar aviso a todo el personal presente en la planta Pucallpa durante una emergencia. Los puntos de activación de este sistema de alarma se encontrarán en la zona de recepción y despacho (área de procesos) y en el área administrativa.

Componentes del sistema contra incendio

Sistema de extinción portátil

El sistema de extintores portátiles de la planta Pucallpa deberá tener las siguientes características:

Tabla 5 - Sistemas de extintores portátiles

Clase	Tipo	Rating	Capacidad	Cantidad	Ubicación
PQS	ABC	10A: 120B: C	20 lb	01	Garita de control
PQS	ABC	10A: 120B: C	20 lb	01	Pañol
PQS a base de base de bicarbonato potásico – purpura k	ABC	320B:C	125 lb	01	Estacionamiento de refuellers
H2O	A	2A	6 lb	01	Oficina administrativa
CO ₂	BC	10B: C	10 lb	01	Oficina administrativa
CO ₂	BC	10B: C	10 lb	01	Sala del grupo electrógeno
CO ₂	BC	10B: C	10 lb	01	Sala de tableros eléctricos
PQS	ABC	10A: 120B: C	20 lb	01	Patio de bombas del sistema contra incendios
PQS a base de base de bicarbonato potásico – purpura k	ABC	10A: 120B: C	20 lb	01	Cuarto de control de calidad
PQS a base de base de bicarbonato potásico – purpura k	ABC	320B:C	125 lb	02	Zona operativa (recepción y despacho de combustible)

Fuente: Elaboración propia

Todos estos extintores serán listados UL y/o aprobados FM acorde con los lineamientos dados en la NFPA 10.

El número y ubicación de los equipos del sistema de extinción serán verificados en la ingeniería de detalle del sistema de protección contra incendios.

Sistema de almacenamiento de agua contra incendio

Se contará con 01 tanque del tipo atmosférico, cilíndrico vertical, instalado sobre superficie, diseñado bajo la norma NFPA 22 y complementado con la AWWA

D100 y API 650 para el almacenamiento del agua contra incendio, para el abastecimiento de la red del sistema de agua contra incendio.

El tanque de agua contra incendio contará con una capacidad bruta de 288.6 m³ y una capacidad neta de 241 m³.

Sistema de impulsión de agua contra incendio

Dicho sistema estaría compuesto por el siguiente equipamiento básico:

01 motobomba contra incendio que proporcione un caudal no menor a 571 gpm, listada UL y/o aprobada FM para el servicio contra incendio. Los parámetros de operación de la bomba como por ejemplo la presión y el caudal deberán ser corroborados durante el desarrollo de la ingeniería de básica y/o de detalle del sistema contra incendio. Cabe resaltar que el caudal de la bomba contra incendio abastece al mayor flujo de agua requerido para un combate de incendio en las instalaciones.

01 electrobomba de mantenimiento de presión (jockey) de por lo menos 1% del caudal nominal de la bomba contra incendio y 10 psi más que la presión nominal de la bomba contra incendio de acuerdo al Handbook NFPA 20. Los parámetros de operación de la bomba jockey como por ejemplo la presión y el caudal deberán ser corroboradas durante el desarrollo de la ingeniería básica y/o de detalle del sistema contra incendio.

Tableros controladores para la bomba contra incendio y bomba jockey, listados UL y/o aprobados FM, diseñados e instalados de acuerdo a lo establecido por la NFPA 20 (2019, s 10.1.2, s 12.1.3)

Además de lo enumerado anteriormente, el sistema de impulsión deberá cumplir con el diseño e instalación indicado en la norma NFPA 20 y deberá contar con todo el equipamiento complementario requerido por la norma NFPA 20 (2019, cap. 4), tales como: válvulas, línea de prueba con medidor de flujo, sistemas de alivio, accesorios, entre otros.

Sistema de enfriamiento

Los aspersores ubicados en los tanques de almacenamiento verticales (coronas para los techos y anillos de enfriamiento para los cascos) y del tanque de

almacenamiento horizontal (ramales de enfriamiento alrededor del tanque) que conformarán el sistema de enfriamiento, serán del tipo boquillas pulverizadores de agua abiertas.

De acuerdo a la sección 4.14.1.3. De la norma NFPA 20 (2019), el patio de bombas del sistema contra incendio deberá contar con un sistema de rociadores agua - espuma, el cual deberá ser implementado de acuerdo con la norma NFPA 13.

Sistema de aplicación de espuma

Los tanques de almacenamiento de turbo A1 contarán con un sistema de extinción de incendios mediante cámaras de espuma. La cantidad de puntos de aplicación deberá ser evaluada según la NFPA 11.

Dichos tanques estarán conectados mediante tuberías aéreas de material acero al carbono ASTM A53 gr. B sch. 40. La activación del sistema será del tipo manual, mediante una válvula de tipo compuerta listada UL, ubicada en una posición segura para el personal de la brigada de emergencias.

Para el suministro de concentrado de espuma hacia las cámaras fijas, la planta implementará:

Un (01) tanque bladder de 100 galones de capacidad.

La aplicación de espuma contra incendio al interior del dique del tanque de almacenamiento horizontal se realiza a regímenes de 0.10 gpm/pie², con un tiempo de aplicación de 30 minutos para Avgas100II, utilizando "salidas de descarga de espuma a bajo nivel", de acuerdo con lo indicado en la tabla n° 5.7.3.2 de la norma NFPA 11, edición 2016.

La aplicación de espuma contra incendio al interior del dique de los tanques de almacenamiento vertical se realiza a regímenes de 0.10 gpm/pie², con un tiempo de aplicación de 20 minutos para turbo A1, utilizando "salidas de descarga de espuma a bajo nivel", de acuerdo con lo indicado en la tabla n° 5.7.3.2 de la norma NFPA 11, edición 2016.

El estacionamiento para recepción / despacho contará con un sistema de extinción de incendios mediante un sistema de rociadores agua - espuma, de acuerdo con la norma NFPA 16.

El área de procesos compuesta por el patio de bombas de recepción / despacho de combustible, la zona de filtrado y el área de recuperación de producto contará con un sistema de extinción de incendios mediante un sistema de rociadores agua - espuma, según la norma NFPA 16.

El área de estacionamiento de refuellers contará con un sistema de extinción de incendios mediante un sistema de rociadores agua - espuma, de acuerdo con la norma NFPA 16.

Red del sistema contra incendio

La línea principal de la red del sistema de agua contra incendio deberá cumplir con las recomendaciones de instalación establecidas en las normas NFPA 24 (2019), NFPA 14 (2019) y poseer las siguientes características:

Las tuberías y accesorios enterrados serán de material cloruro de polivinilo (PVC) diseñado con la norma AWWA C900, aprobados por FM para servicio de contra incendio, conforme a lo requerido por la NFPA 24 (2019, s 10.1.1).

Las tuberías sobre superficies cumplirán con los requerimientos de la NFPA 13 (2019, cap.6); la NFPA 13 (2019, s 6.1.1.3) señala que el material que podrá usarse para tuberías sobre superficie será el acero al carbono ASTM a53.

Los monitores hidrantes proporcionarán un caudal de 350 gpm de agua contra incendio y deberán contar con protección para daños mecánicos, a fin de que no se interfiera con la conexión u operación del mismo, conforme a la NFPA 24 (2019, s 7.3.5.). Se contará con una caseta de mangueras en la cual se encontrarán las herramientas requeridas para el uso de los monitores hidrantes.

Así mismo estos monitores-hidrantes contra incendio deberán ser de tipo pedestal conforme lo establecido por el artículo 96° del D.S.. 043-2007-EM.

El número y ubicación de monitores-hidrantes para la planta Pucallpa, deberá ser desarrollado durante la ingeniería de detalle, teniendo en consideración la protección de las áreas afectadas por radiación térmica indicadas en el matriz de evaluación de riesgos y los planos de radiación térmica a nivel de fuego y a nivel de piso”, respectivamente.

Brigadas de lucha contra incendio

Se organizará una brigada destinada a la lucha contra incendios, constituidas por el personal que trabaja normalmente en las instalaciones, seleccionando de éstos los individuos más aptos, que serán adecuadamente adiestrados a operar los diferentes equipos y otro material contra incendio. Para un adecuado manejo de los equipos del sistema contra incendio de la planta, se considera un mínimo de 04 personas para la formación de esta brigada.

Sistema de control en caso de derrames en tierra

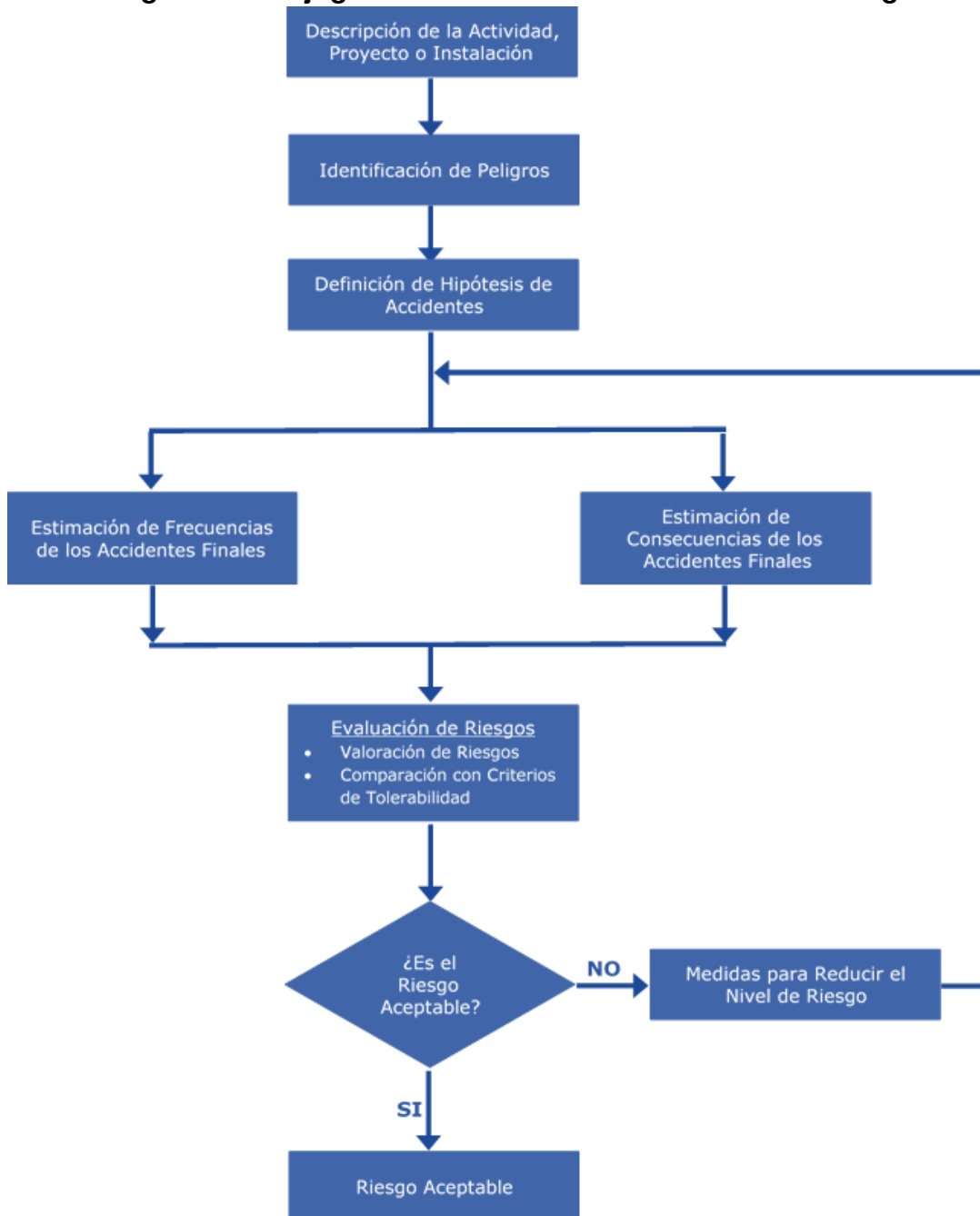
Para el control de derrames la planta prevé contar con kits antiderrames, los cuales contendrán artículos para las labores de limpieza y recolección, entre los cuales se considera:

- Paños absorbentes.
- Salchichas.
- Guantes de nitrilo.
- Lente.
- Respirador descartable.
- Bolsas de eliminación de materiales peligrosos.
- Contenedor con ruedas.
- Cilindros de arena.
- Lampas, etc.

Etapa II: Establecimiento de los niveles de riesgos para cada uno de los escenarios de riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

Metodología utilizada

Figura 7 – Flujograma de realización del estudio de riesgos



Fuente: Elaboración propia

Estimación de la frecuencia de ocurrencia

En el ámbito de un Estudio de Riesgos Semicuantitativo, la valoración de la frecuencia se realiza en función de la frecuencia de ocurrencia del escenario accidental en valores numéricos, para lo cual se toman la frecuencia del accidente final obtenido del Estudio de Frecuencias y Probabilidades, para luego clasificarla en función a las diferentes categorías de frecuencia mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 6 - Frecuencias de ocurrencia

Frecuencia de ocurrencia	Calificación	Valoración	Condición
$F < 1.0 \times 10^{-6}$	A	1	Imposible
$1.0 \times 10^{-6} < f < 1.0 \times 10^{-4}$	B	2	Remoto
$1.0 \times 10^{-4} < f < 1.0 \times 10^{-2}$	C	3	Posible
$1.0 \times 10^{-2} < f < 1.0 \times 10^{-1}$	D	4	Probables
$1.0 \times 10^{-1} < f$	E	5	Muy probable

Fuente: Proporcionado por el cliente

Esta etapa contempla la realización de un estudio de frecuencias y probabilidades, partiendo de valores de frecuencia de falla o de errores humanos extraídos de fuentes bibliográficas reconocidas, tales como por ejemplo el Manual BEVI o los Reportes de la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (IOGP), para luego calcular la frecuencia del accidente final empleando la metodología del Árbol de Eventos.

En esta etapa se emplearon técnicas especializadas como el Árbol de Eventos. Los árboles de eventos fueron desarrollados en función a las hipótesis accidentales propuestas. Para propósitos del análisis, no se tomaron en consideración aquellos eventos cuya probabilidad de ocurrencia sea menor que 10^{-9} años⁻¹, por considerarse escenarios improbables de ocurrencia, conforme a lo recomendado por el Manual BEVI, Sección 3.2.5.

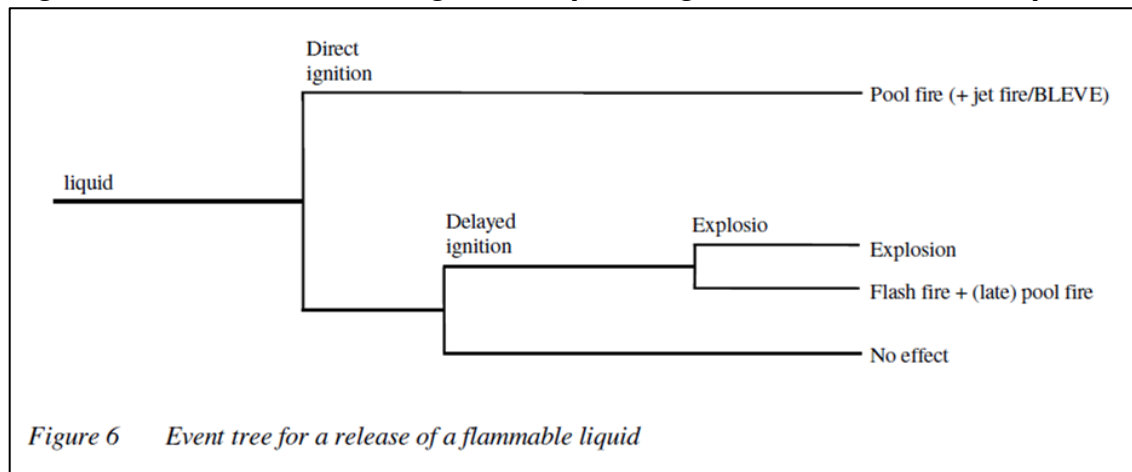
Con la elaboración de los árboles de sucesos se obtuvo la lista de los Accidentes Finales más característicos del proceso, instalación o actividad; así como, la frecuencia de ocurrencia de los Accidentes Finales.

Tabla 7 - Clasificación de sustancias

Clasificación de sustancia (s/norma holandesa)	Descripción del producto	Probabilidad de ignición	
		Directa (p _i)	Retardada (p _{ii})
Categoría 1	Avgas100II	0.065	1-p _i
Categoría 2	Turbo A1	0.01	0

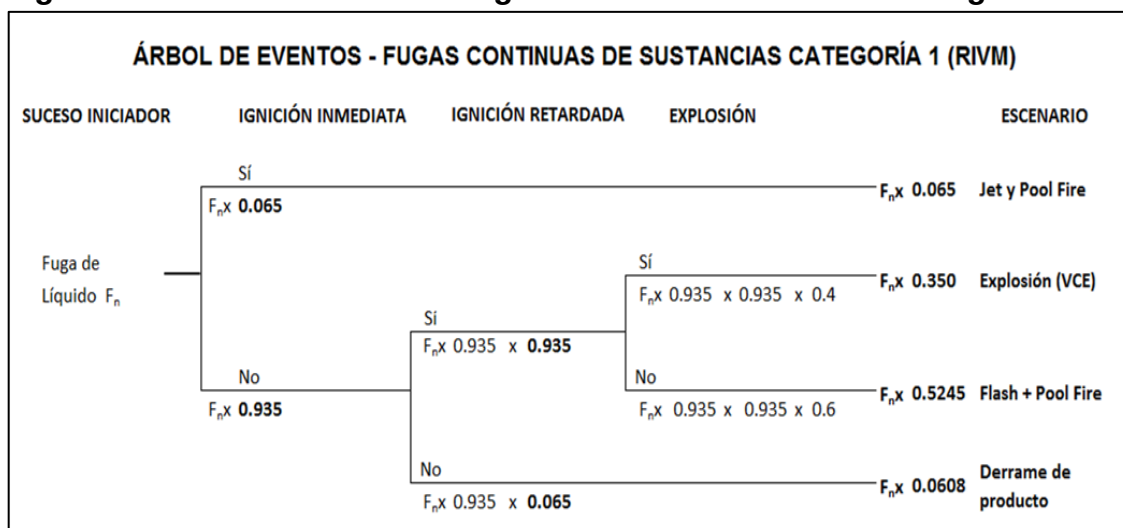
Fuente: Guía Bevi - RIVM

Figura 8 - Árbol de eventos genérico para fugas de combustibles líquidos



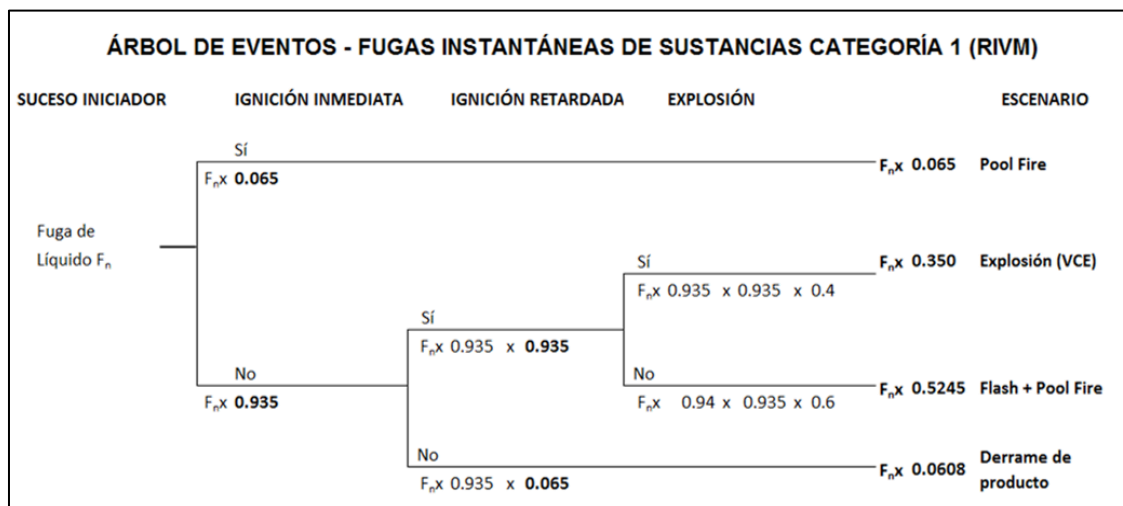
Fuente: Guía Bevi – RIVM

Figura 9 - Árbol de eventos – Fuga continua de sustancias categoría 1



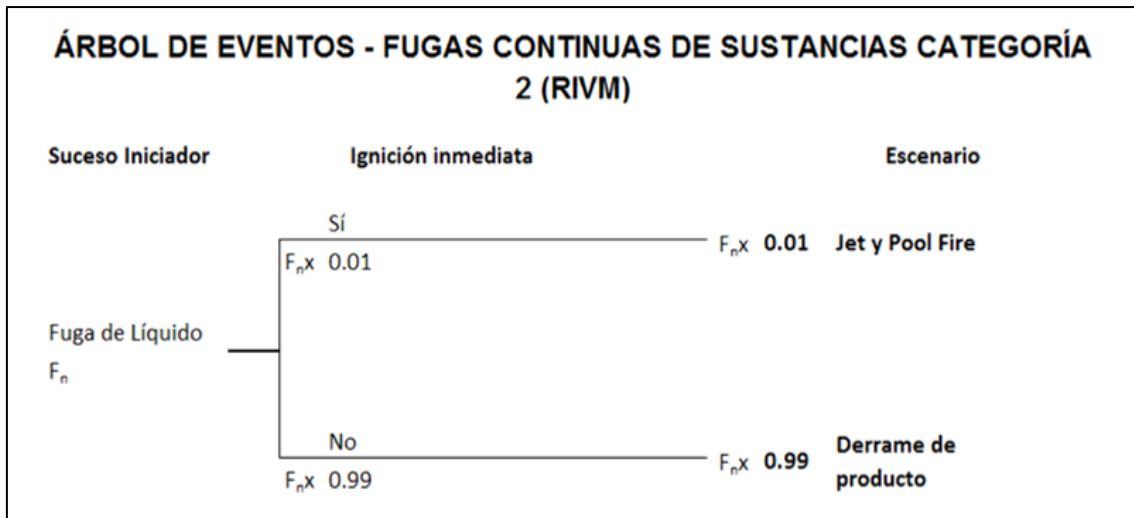
Fuente: Guía Bevi – RIVM

Figura 10 - Árbol de eventos – Fuga instantánea de sustancias categoría 1



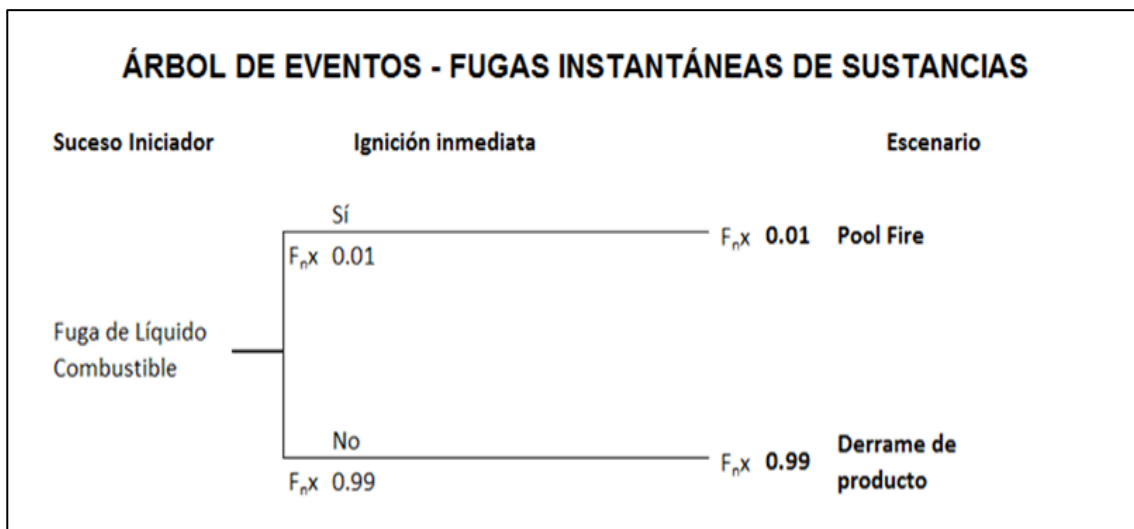
Fuente: Guía Bevi - RIVM

Figura 11 - Árbol de eventos – Fuga continua de sustancias categoría 2



Fuente: Guía Bevi – RIVM

Figura 12 - Árbol de eventos - Fuga instantánea de sustancias categoría 2



Fuente: Guía Bevi - RIVM

Frecuencia de falla base de equipos

Dada las características de los equipos, la frecuencia de operación y la duración de la operación se tomará como caso de estudio a las mangueras

Tabla 8 - Frecuencia de falla base para mangueras

Descripción de falla	Frecuencia de manguera (por hora)
Rotura de equipos (manguera)	4×10^{-6}
Fuga de producto por diámetro efectivo de 10% del diámetro nominal, hasta un máximo de 50 mm.	4×10^{-5}

Fuente: Guía Bevi - RIVM

Probabilidad de eventos de riesgos por agentes externos, efectos climatológicos y desastres naturales

Probabilidad de ocurrencia de un terremoto

La zonificación sísmica del territorio peruano para fines de aplicación de la “norma técnica de edificación e.030: diseño sismo resistente” del reglamento nacional de edificaciones-RNE, cataloga específicamente a todos los distritos de la provincia de coronel portillo del departamento de Ucayali como una zona 2, por tanto, la probabilidad de ocurrencia de un terremoto es baja.

Probabilidad de ocurrencia de una inundación por lluvias torrenciales, desbordes de ríos, rotura de tuberías

Una inundación puede originarse debido a cualquiera de las siguientes causas:

Debido a precipitaciones pluviales intensas, en este caso la precipitación pluvial máxima alcanzada en la zona es de 936 mm/año (mínimo) y 1968 mm/año (máximo), valor que se ubica dentro del rango de precipitaciones normales.

Debido al desborde de algún río o laguna, en este caso no existen ríos ni lagunas cercanas que puedan originar desbordes e inundaciones.

Debido a la rotura de alguna tubería de agua cercana, en este caso no existen tuberías de agua cercanas que puedan originar desbordes e inundaciones.

Probabilidad de ocurrencia de una tormenta eléctrica

Las tormentas eléctricas se forman de una combinación de humedad, aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar aire (como el encuentro de un frente caliente con otro frío o una montaña). Lo más peligroso de una tormenta eléctrica, son los rayos o descargas eléctricas resultantes de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una tormenta eléctrica. Debido a la ubicación de la planta Pucallpa, los tanques y equipos de la planta se encuentran propensos a descargas eléctricas. Ante este escenario se recomienda la implementación de pararrayos para la protección de las instalaciones de la planta Pucallpa.

Determinación de frecuencia de impacto de rayos

La frecuencia anual de caída (N_d), esta dado por la siguiente ecuación:

$$N_d = (N_g)(A_e)(C_1)(10^{-6})$$

Donde:

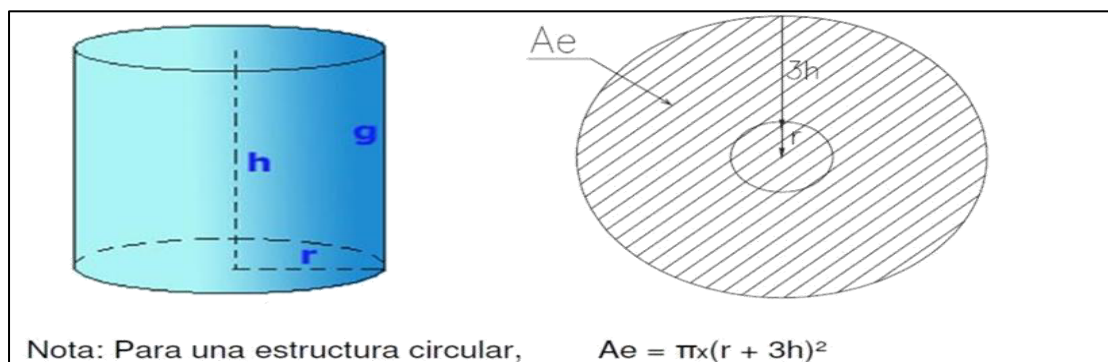
N_d : Frecuencia anual de caída de rayos a la estructura

N_g : Densidad de descarga anual promedio en la región donde se encuentra

A_e : El área colectiva equivalente de la estructura

C_1 : Coeficiente del medio ambiente

Figura 13 Cálculo de área equivalente para una estructura circular



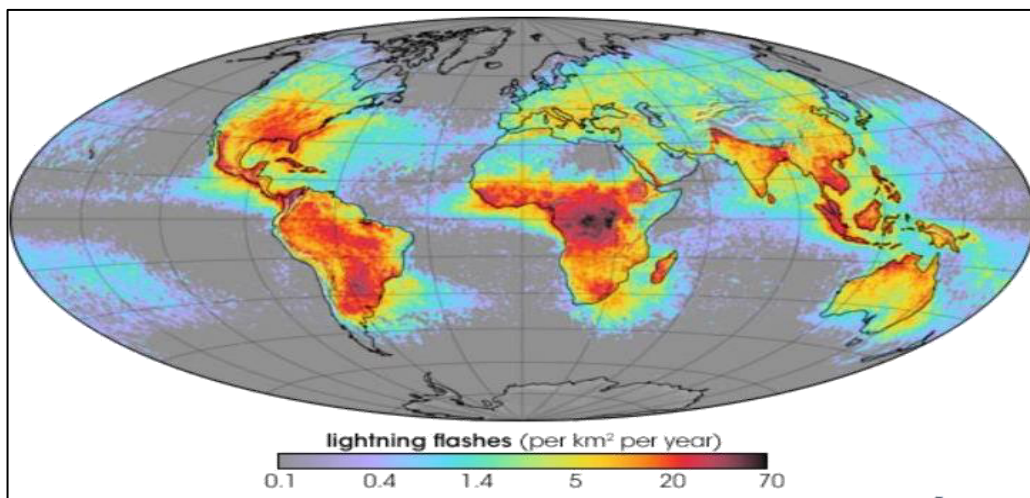
Fuente: NFPA 780

Tabla 8 - Determinación del coeficiente ambiental C1

Ubicación relativa de la estructura	C1
Estructura situada dentro de un espacio que contenga estructura o arboles de similar o mayor altura dentro de una distancia de 3H	0.25
Estructura rodeada de estructuras más pequeñas dentro de una distancia de 3H	0.5
Estructura aislada sin estructuras situadas dentro de una distancia de 3H	1
Estructura aislada en una colina	2

Fuente: NFPA 780

Figura 14 - Mapa mundial de relámpagos por kilómetro cuadrado



Fuente: Earth observatory - Nasa, 2006

Cálculo de impacto de rayo para tanque vertical

Ubicación: Pucallpa

Diámetro de tanque: 5.73 m

Altura del tanque: 4.50 m

N_g : 20 rayo/ Km²/año

A_e : 841.36 m²

C_1 : 0.50

N_d : 8.40×10^{-3} caída de rayos por tanque/ año

Asumiendo una posición conservadora cualquier impacto de rayo genera un incendio en tanque vertical, siendo la frecuencia de impacto de rayo en tanque vertical: 8.40×10^{-3} eventos/ año (PP-AE-01)

Cálculo de impacto de rayo para tanque horizontal

Tanque Horizontal

Ubicación: Pucallpa

Diámetro de tanque: 3.27 m

Altura del tanque: 2.71 m

N_g : 20 rayo/ Km²/año

A_e : 299.84 m²

C_1 : 0.50

N_d : 3.00×10^{-3} caída de rayos por tanque/ año

Asumiendo una posición conservadora: Cualquier impacto de rayo genera un incendio en tanque horizontal, siendo la frecuencia de impacto de rayo en tanque

Horizontal: 3.00×10^{-3} eventos/ año (PP-AE-02)

Probabilidad de ocurrencia de vientos fuertes

Según los datos meteorológicos promedios para la zona, los vientos son variables, pero provienen predominantemente de la dirección sur-este a noroeste con una velocidad promedio registrada de 2.5 m/s, la cual se ubica dentro del rango de brisa muy débil según la escala de Beaufort.

En este caso, los tanques de almacenamiento se encuentran ubicados a la intemperie, razón por la cual la dirección y velocidad del viento, podría generar un riesgo sobre las instalaciones e influir en el desarrollo de un incendio, si estas se encontrasen dentro del alcance del incendio.

Probabilidad de ocurrencia de impacto de una aeronave sobre la planta

Como un riesgo por agente externo se tiene identificada la probabilidad de pérdida de contenido (LOC) por la precipitación y choque de una aeronave sobre algún sistema de contenido de la planta, en especial los tanques de almacenamiento. Esta podría ser significativa en comparación con la probabilidad de la frecuencia de falla catastrófica de los tanques de almacenamiento.

Una pérdida de contenido debido al choque de una aeronave sobre los tanques de almacenamiento debe ser incluida en el análisis si su frecuencia es mayor al 10% de la frecuencia por defecto de la falla catastrófica de los tanques de almacenamiento.

Para el cálculo de la frecuencia de choque de HSE en el documento "The calculation of aircraft crash risk in the uk", la cual establece lo siguiente:

$$G(x,y)=n*r*f(x,y)$$

Donde:

N= número de vuelos al año.

R= probabilidad de accidente en aterrizaje o despegue por vuelo, 1.8×10^{-6} choques por vuelo.

F= probabilidad de accidente en aterrizaje (f_l) o despegue (f_t) (por km^{-2}).

Para el cálculo de probabilidades de accidentes en aterrizajes (f_l) y despegues (f_t) emplearemos:

$$F_l(x,y) = \frac{(x + 3.275)}{3.24} e^{-\frac{(x+3.275)}{1.8}} \left[\frac{56.25}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5(125y)^2} + 0.625e^{-\frac{|y|}{0.4}} + 0.005e^{-\frac{|y|}{5}} \right] \dots\dots(a)$$

$$F_t(x,y) = \frac{(x + 0.6)}{1.44} e^{-\frac{(x+0.6)}{1.2}} \left[\frac{46.25}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5(125y)^2} + 0.9635e^{-4.1|y|} + 0.08e^{-|y|} \right] \dots\dots(b)$$

Donde:

La fórmula (a) es válida para $x > -3.275$ km.

La fórmula (b) es válida para $x > -0.60$ km.

Para valores de x fuera de rango la probabilidad de impacto es cero.

Determinación de frecuencia de impacto de una aeronave sobre la planta

El cálculo de la frecuencia de choque de HSE en el documento "The calculation of aircraft crash risk in the uk", la cual establece lo siguiente:

$$G(x,y)=n*r*f(x,y)$$

Donde:

N= número promedio de vuelos al año.

R= probabilidad de accidente en aterrizaje o despegue por vuelo, 1.8×10^{-6} choques por vuelo.

F= probabilidad de accidente en aterrizaje (f_i) o despegue (f_t) (por km^{-2}).

Para el cálculo de probabilidades de accidentes en aterrizajes (f_i) y despegues (f_t) emplearemos:

$$F_L(x,y) = \frac{(x+3.275)}{3.24} e^{-\frac{(x+3.275)}{1.8}} \left[\frac{56.25}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5(125y)^2} + 0.625e^{-\frac{|y|}{0.4}} + 0.005e^{-\frac{|y|}{5}} \right] \dots\dots(a)$$

$$F_T(x,y) = \frac{(x+0.6)}{1.44} e^{-\frac{(x+0.65)}{1.2}} \left[\frac{46.25}{\sqrt{2\pi}} e^{-0.5(125y)^2} + 0.9635e^{-4.1|y|} + 0.08e^{-|y|} \right] \dots\dots(b)$$

Donde:

La fórmula (a) es válida para $x > -3.275$ km.

La fórmula (b) es válida para $x > -0.60$ km.

Para valores de x fuera de rango la probabilidad de impacto es cero.

Tabla 9 - Proyecciones de pasajeros y operaciones en los aeropuertos de ADP

LUGAR	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
PUCALLPA	8266	15355	18967	20484	21795	23051	24246	25377	22443

Fuente: Proyecciones de pasajeros y operaciones en los aeropuertos de ADP

$$G(x,y) = Nrf(x,y)$$

N: 20442.66

R: 1.80×10^{-6}

F: 0.32 km

G(x,y): 1.18×10^{-2} km/año

Diámetro de tanque vertical: 5.73

Ae: 25.79

Area proyectada de tanque horizontal: 14.9712 m²

$$G(x,y) = 7.84 \times 10^{-7}$$

Entonces la frecuencia de impacto de una aeronave sobre la planta será de 7.84×10^{-7} (PP-AE-03)

Sucesos iniciadores de pérdidas de contenido - LOC

Los sucesos iniciadores serán dados por accidentes genéricos relacionados a los procesos de la planta y a los accidentes específicos relacionados a áreas y situaciones críticas

Tabla 10 - Sucesos iniciadores de pérdidas de contenido – LOC

ITEM	Nº HIPÓTESIS	ENUNCIADO	UBICACIÓN/EQUIPO ASOCIADO	CÓDIGO
Por iniciadores de accidentes genéricos				
En instalaciones o de procesos vinculadas a turbo A1				
01	H01	Rotura parcial de la manguera de despacho de turbo A1	Manguera de despacho de turbo A1	PP-TU-01
02	H02	Rotura total de la manguera de despacho de turbo A1		PP-TU-02
En instalaciones o de procesos vinculadas a Avgas 100LL				
03	H03	Rotura parcial de la manguera de despacho de Avgas 100ll	Manguera de despacho de Avgas 100ll	PP-AV-01
04	H04	Rotura total de la manguera de despacho de Avgas 100ll		PP-AV-02
Por iniciadores de accidentes específicos				
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1				
05	H05	Impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento de turbo A1	Tanque de almacenamiento vertical de turbo A1 (02 unid)	PP-AE-01
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100ll				
06	H06	Impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de Avgas 100ll	Tanque de almacenamiento horizontal de Avgas 100ll	PP-AE-02
En otras instalaciones o áreas críticas de la planta				
07	H07	Impacto de aeronave con la planta de abastecimiento en aeropuerto	Planta de abastecimiento	PP-AE-03

Fuente: Elaboración propia

Determinar la frecuencia base de falla para sucesos iniciadores

Luego de haber identificado los sucesos iniciadores de Pérdidas de Contenido – LOC, se procedió a determinar la frecuencia base de falla de cada uno de los sucesos iniciadores, empleando para ello las frecuencias de falla, tal como se resume en la siguiente tabla mostrada a continuación:

Tabla 11 - Frecuencia base de falla para sucesos iniciadores

INICIADOR	SUCESO INICIADOR	FRECUENCIA BASE		UBICACIÓN/ EQUIPO ASOCIADO	
		VALOR	REFERENCIA		
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1					
PP-TU-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de turbo A1	4.00e-05	Hora ⁻¹	Tablas de frecuencia de falla base para diferentes equipos del estudio de frecuencias y probabilidades: Bevi-Table 50 "scenarios for loading activities"	Manguera de despacho de turbo A1
PP-TU-02	Rotura total de la manguera de despacho de turbo A1	4.00e-06	Hora ⁻¹	Tablas de frecuencia de falla base para diferentes equipos del estudio de frecuencias y probabilidades: Bevi-Table 50 "scenarios for loading activities"	
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100ll					
PP-AV-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de Avgas 100ll	4.00e-05	Hora ⁻¹	Tablas de frecuencia de falla base para diferentes equipos del estudio de frecuencias y probabilidades: Bevi-Table 50 "scenarios for loading activities"	Manguera de despacho de Avgas 100ll
PP-AV-02	Rotura total de la manguera de despacho de Avgas 100ll	4.00e-06	Hora ⁻¹	Tablas de frecuencia de falla base para diferentes equipos del estudio de frecuencias y probabilidades: Bevi-Table 50 "scenarios for loading activities"	
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1					
PP-AE-01	Impacto de un rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de turbo A1	8.41e-03	Año ⁻¹	Determinación de frecuencia de impacto de rayos del estudio de frecuencias y probabilidades	Tanque de almacenamiento o vertical de turbo A1 (02 unid)
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100ll					
PP-AE-02	Impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de Avgas 100ll	3.00e-03	Año ⁻¹	Determinación de frecuencia de impacto de rayos del estudio de frecuencias y probabilidades	Tanque de almacenamiento o horizontal de Avgas 100ll
En otras instalaciones o áreas críticas de la planta					
PP-AE-03	Impacto de aeronave con la planta de abastecimiento en aeropuerto. (Avgas100ll por ser de mayor peligrosidad que el turbo A1)	7.84e-07	Año ⁻¹	Determinación de frecuencia de impacto de una aeronave sobre la planta del estudio de frecuencias y probabilidades	Planta de abastecimiento

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la frecuencia final de falla para los eventos iniciadores

A la frecuencia base de falla de los sucesos iniciadores genéricos se les aplicó las condiciones específicas propias de la instalación como por ejemplo el número de

operaciones y la cantidad de horas de operación, entre otros; con la finalidad de caracterizarlos y obtener la frecuencia final de falla, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 - Frecuencia final de falla de los sucesos iniciadores

INICIADOR	SUCESO INICIADOR	FRECUENCIA BASE		FRECUENCIA FINAL		COMENTARIOS	UBICACIÓN/EQUIPO ASOCIADO
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1							
PP-TU-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de turbo A1	4.00e-05	Hora ⁻¹	3.7e-03	Año ⁻¹	Considera 01 manguera de despacho. Tiempo de operación de 15 min/día, 365 días al año.	Manguera de despacho de turbo A1
PP-TU-02	Rotura total de la manguera de despacho de turbo A1	4.00e-06	Hora ⁻¹	3.7e-04	Año ⁻¹		
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II							
PP-AV-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de Avgas 100II	4.00e-05	Hora ⁻¹	8.15e-04	Año ⁻¹	Considera 01 manguera para el despacho. Tiempo de operación de 10 min/día, 122 días al año.	Manguera de despacho de Avgas 100II
PP-AV-02	Rotura total de la manguera de despacho de Avgas 100II	4.00e-06	Hora ⁻¹	8.15e-05	Año ⁻¹		
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1							
PP-AE-01	Impacto de un rayo en uno de los tanques de almacenamiento o vertical de turbo A1	8.41e-03	Año ⁻¹	1.68e-02	Año ⁻¹	Considerando 02 tanques de almacenamiento de turbo A1	Tanque de almacenamiento vertical de turbo A1 (02 unid)
En instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II							
PP-AE-02	Impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento o horizontal de Avgas 100II	3.00e-03	Año ⁻¹	3.00e-03	Año ⁻¹	Considerando 01 tanque de almacenamiento de Avgas 100II	Tanque de almacenamiento horizontal de Avgas 100II
En otras instalaciones o áreas críticas de la planta							
PP-AE-03	Impacto de aeronave con la planta de abastecimiento en aeropuerto. (Avgas100II por ser de mayor peligrosidad que el turbo A1)	7.84e-07	Año ⁻¹	7.84e-07	Año ⁻¹	Considerando los vuelos del aeropuerto de Pucallpa	Planta de abastecimiento

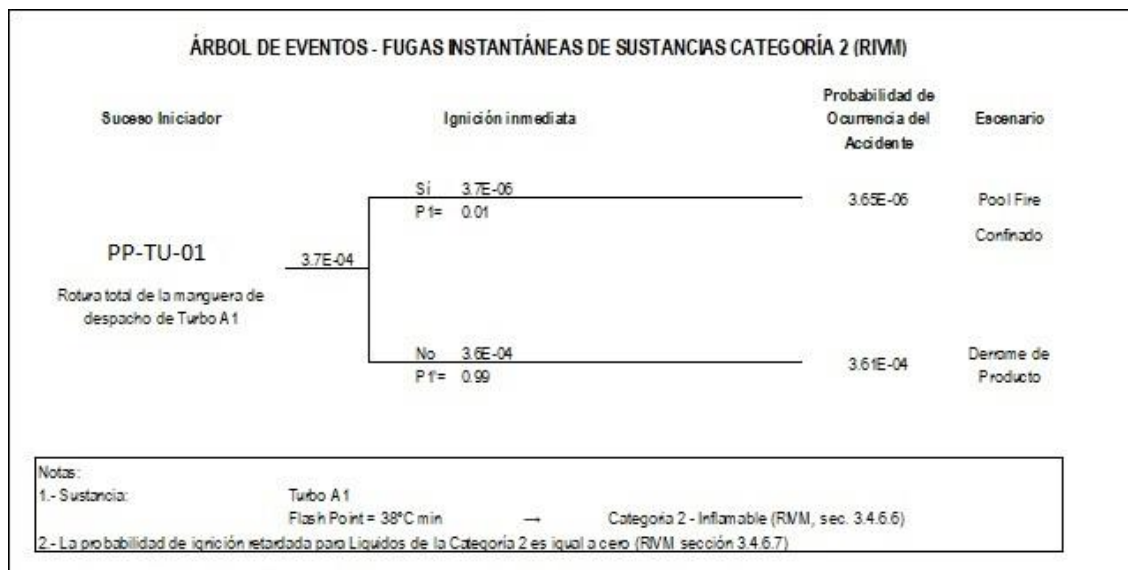
Fuente: Elaboración propia

Árboles de eventos

A continuación, se presentan los árboles de eventos desarrollados para cada suceso iniciador:

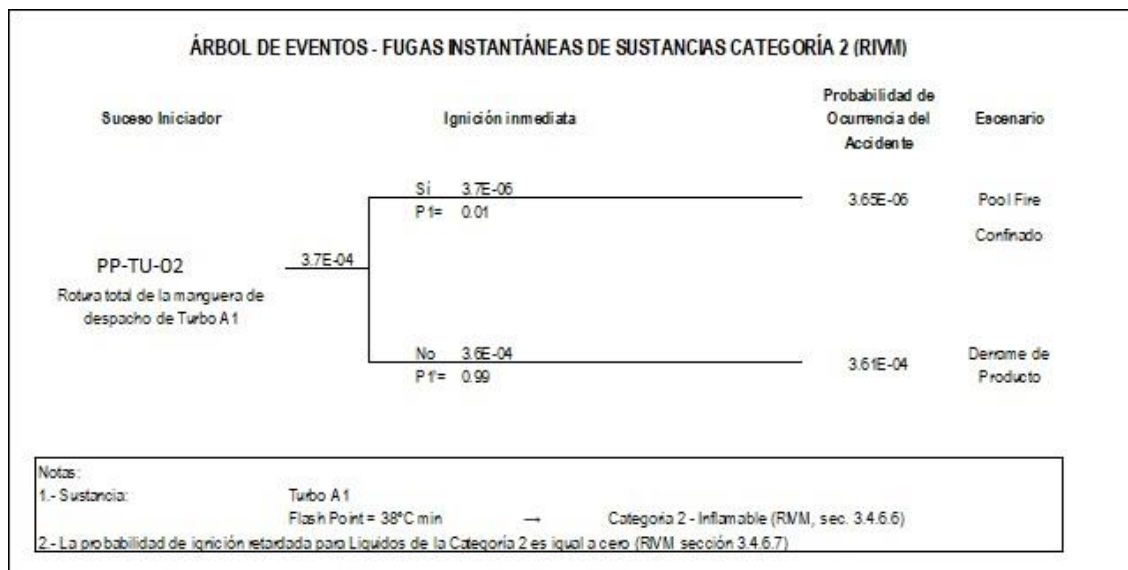
Iniciadores de accidente genéricos

Figura 15 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-TU-01



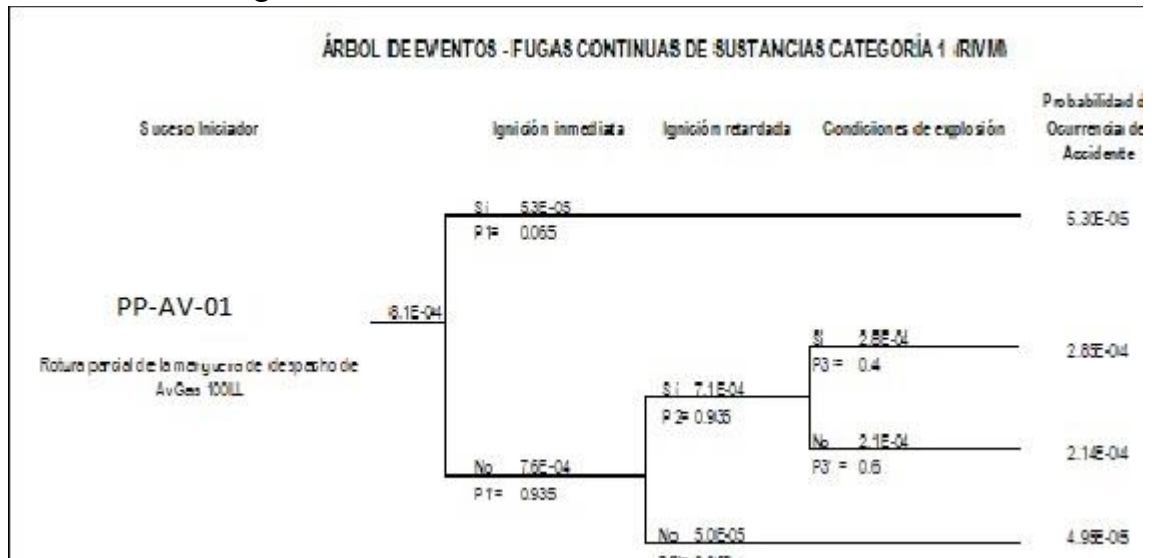
Fuente: Elaboración propia

Figura 16 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-TU-02



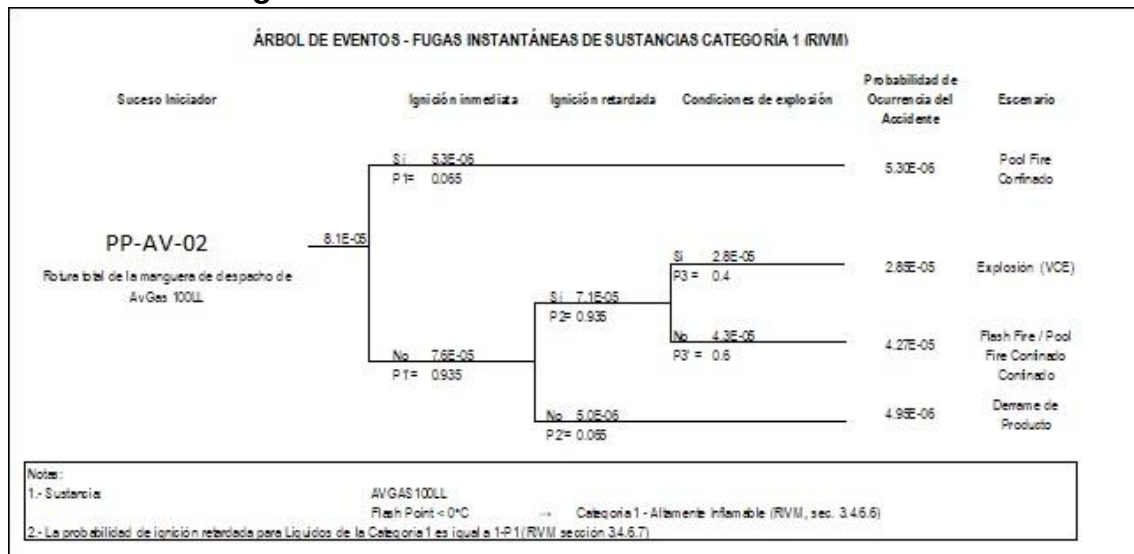
Fuente: Elaboración propia

Figura 17 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AV-01



Fuente: Elaboración propia

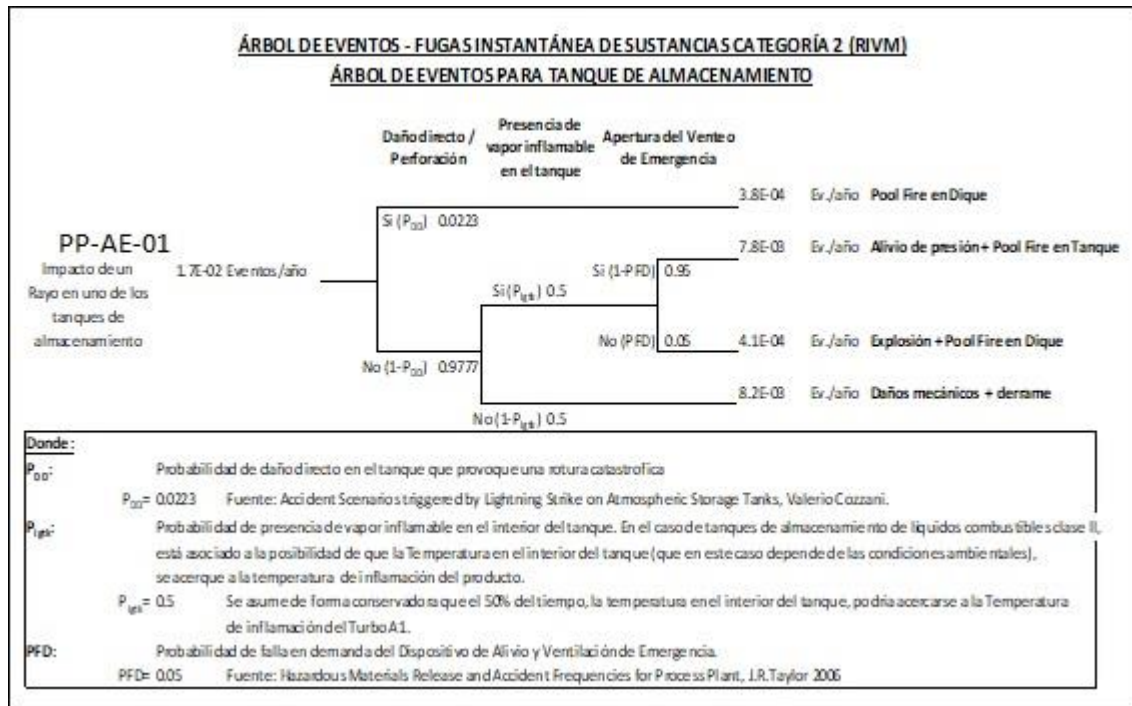
Figura 18 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AV-02



Fuente: Elaboración propia

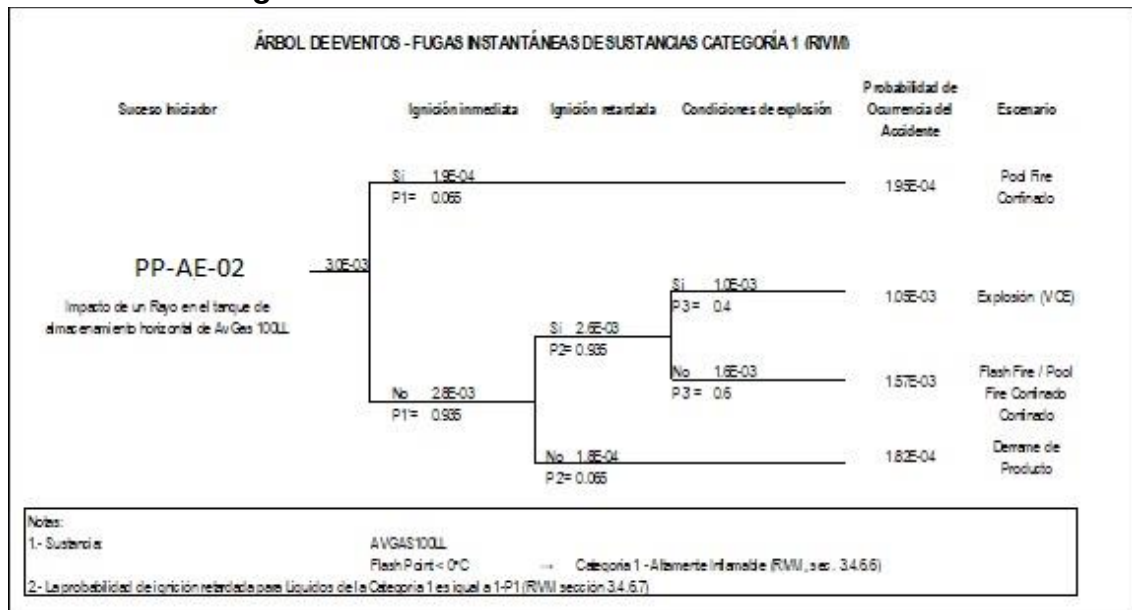
Iniciadores de accidente específicos

Figura 19 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a turbo A1 de PP-AE-01



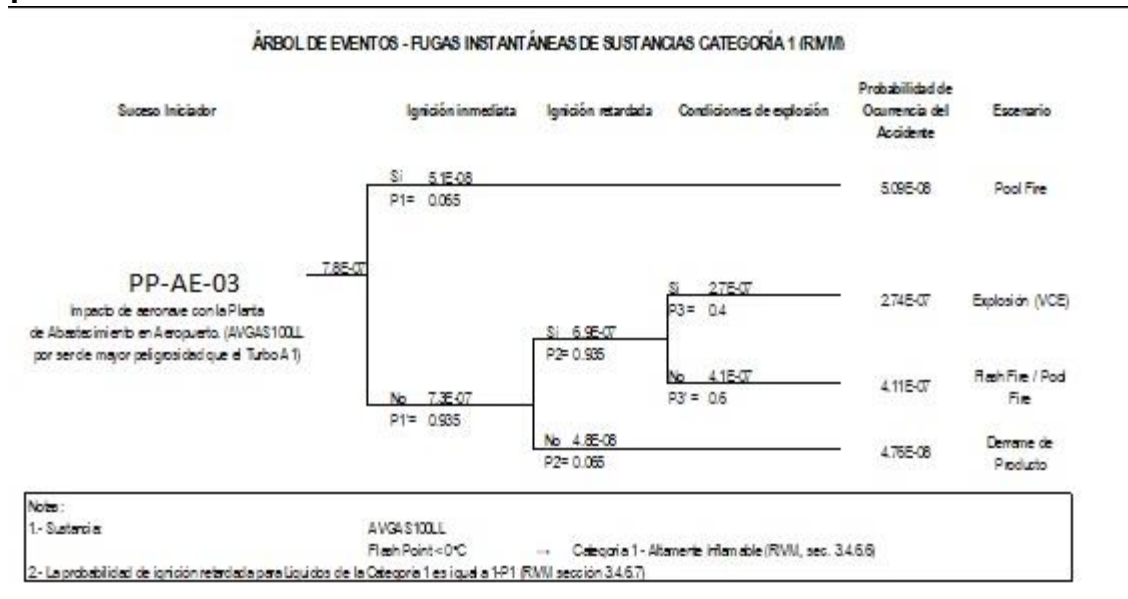
Fuente: Elaboración propia

Figura 20 - Árboles de eventos en instalaciones operativas o de procesos vinculadas a Avgas 100II de PP-AE-02



Fuente: Elaboración propia

Figura 21 - Árboles de eventos en otras instalaciones o áreas críticas de la planta de PP-AE-03



Fuente: Elaboración propia

Estimación de consecuencias

Una vez estimadas las posibles consecuencias de cada accidente final en relación a las personas, el medio ambiente, la propiedad y la imagen institucional, se procederá a clasificarlas teniendo en cuenta la categorización descrita en la siguiente tabla:

Tabla 13 severidad de consecuencias

Valor	Categoría de severidad de consecuencia	Consecuencias			
		Entorno humano - vida y salud daño a personas pérdidas vidas	Ambiente - medio físico, biológico y /o ecológico medio ambiente - contaminación daño	Infraestructura y medios sistema operativo - pérdida de instalaciones	Imagen alcance de afectación
5	Catastrófico	Fatalidad ≥ 1	Afectación mayor - irreversible	Pérdidas de activos $> 10 \times 10^6$ uss\$	Nacional e internacional
4	Severo	Heridas severas - incapacidad total o permanente	Afectación reversible - gran esfuerzo y tiempo	Pérdidas de activos $< 10 \times 10^6$ uss\$ $> 2 \times 10^6$ uss\$	Nacional

Valor	Categoría de severidad de consecuencia	Consecuencias			
		Entorno humano - vida y salud daño a personas pérdidas vidas	Ambiente - medio físico, biológico y /o ecológico medio ambiente - contaminación daño	Infraestructura y medios sistema operativo - pérdida de instalaciones	Imagen alcance de afectación
3	Significativo	Heridas menores - incapacidad parcial	Afectación de entorno inmediato	Pérdidas de activos < 2 x 10 ⁶ uss\$ > 0.5 x 10 ⁶ uss\$	Regional
2	Menor	Posibles heridas menores	Afectación en área operativa	Pérdidas de activos < 0.5 x 10 ⁶ uss\$ > 1 x 10 ⁴ uss\$ disminución capacidad laboral	Local
1	Insignificante	Heridos improbables	Pequeños derrames sin afectar el m.a.	Pérdidas de activos < 1 x 10 ⁴ uss\$ daño menor a equipos	Sin afectación de imagen

Fuente: Proporcionado por el cliente

Para estimar las consecuencias de los escenarios accidentales finales posibles de ocurrencia; en primer lugar, se realizaron cálculos para estimar la cantidad de producto fugado y los alcances, para determinados umbrales de daño, de radiación térmica, sobrepresión y concentración de nube inflamable, según los escenarios accidentales finales que surgieron de los árboles de eventos.

El análisis de consecuencias se basó en la estimación de los valores que pueden alcanzar, espacial y temporalmente, las variables representativas de los efectos físicos (térmicos, químicos y/o mecánicos), derivados de los accidentes finales descritos anteriormente, aplicando para ello modelos de cálculo adecuados.

Se determinó para cada uno de ellos, la distancia, a la que la correspondiente variable alcanzó los umbrales definidos para las zonas de planificación, medida desde el origen del accidente. Se entiende por zona de planificación el área

alrededor del foco del accidente, en la que es preciso tomar alguna medida de protección para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales porque, en alguna medida sufrirán las consecuencias del propio accidente.

Se definen dos zonas de planificación:

- Zona de Intervención: es aquella en la que las consecuencias de los accidentes, producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- Zona de Alarma: es aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.

Tabla 14 - Criterios para tiempos de detección / actuación

TIPO DE SISTEMA DE BLOQUEO	CARACTERÍSTICAS	TIEMPO (MINUTOS)
Automática	La detección es totalmente automática y específica. La detección resulta en una orden automática de cierre de la válvula. No se requiere la actuación de un operador.	2 min.
Operada a distancia	La detección es totalmente automática y específica. La detección emite una señal de alarma (en campo o en la sala de control), como por ejemplo una señal acústica o luminosa, o ambas. El operador valida la señal, localiza el pulsador de la válvula y lo actúa desde campo o desde la sala de control.	10 min.
Operada manualmente	La detección es totalmente automática y específica. La detección resulta en una señal de alarma (en campo o en la sala de control). El operador valida la señal, se desplaza hasta el lugar, localiza la válvula y la cierra manualmente.	30 min.

Fuente: Guia Bevi - RIVM

Cálculo del flujo másico para agujero

Para determinar el flujo másico, se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = \rho * Aa * 0.62 * \sqrt{2 * \left(\frac{Pm}{\rho} + g * (Za - Zb) \right) + Va^2}$$

Fuente: teorema de Bernoulli

Donde:

M: flujo másico de fuga (kg/s)

ρ : densidad del producto (kg/m³)

Aa: área del agujero (m²)

Pm: presión manométrica de la tubería (pa)

G: gravedad (9.81 m/s²)

Za: altura promedio de la tubería (m)

Zb: altura del orificio de la tubería (m)

Va: velocidad operacional (m/s)

Tabla 15 - Cálculo de volumen derramado

N°	Escenario		Pm: Presión interna		Qo: Caudal de operación (gpm)	D: Diámetro de orificio/conexión de fuga		Qr: Caudal de fuga (m³/s)	M: Flujo masico de fuga (kg/s)	T: Tiempo de fuga (min)	V: Volumen derramado (m3)
			Psi	Pa		Pulg	Mm				
1	PP-TU-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de turbo A1	50	344,738	257.00	0.3	7.62	0.0008	0.65	30	1.50
2	PP-TU-02	Rotura total de la manguera de despacho de turbo A1	50	344,738	257.00	3	76.2	0.0162	13.12	30	29.19
3	PP-AV-01	Rotura parcial de la manguera de despacho de Avgas 100ll	50	344,738	165.000	0.3	7.62	0.0009	0.62	30	1.610
4	PP-AV-02	Rotura total de la manguera de despacho de Avgas 100ll	50	344,738	165.000	3	76.2	0.0104	7.29	30	18.740

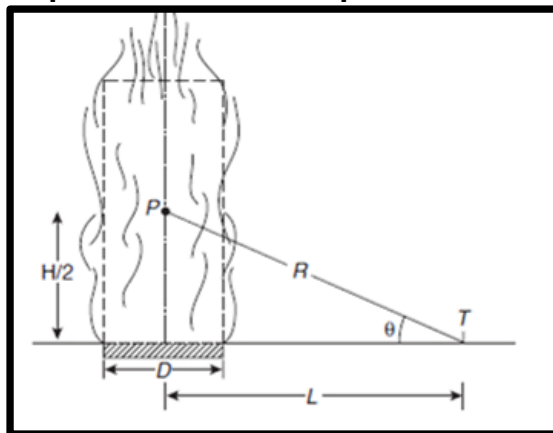
Fuente: elaboración propia

Tabla 16 – Niveles de radiación térmica debido a incendios

Parámetro	Daños personales (delimita la zona de alerta)	Daños a equipos - efecto dominó (delimita la zona de intervención)	Daños materiales / muerte instantánea
Radiación térmica	5.1 kw/m ² (NIOSH/HSE)	12.5 kw/m ² (HSE/Directiva SEVESO)	37.5 kw/m ² (IGC doc 75/01/e/rev y effects of thermal radiation – 1985 bm)
	Suficiente para causar quemaduras de segundo grado en un tiempo de exposición de 60 segundos. Valor límite recomendado para el combate de incendios por personal equipado. Delimita la zona de alerta	Energía mínima requerida para que la madera, tuberías de plástico y recubrimientos de cables eléctricos alcancen su punto de ignición. Daños severos a instrumentos. Valor recomendado para enfriamiento de superficies en tanques. Delimita la zona de intervención	Suficiente para causar daños a equipos de proceso y colapso de estructuras. La probabilidad de muerte para radiaciones térmicas >37.5 kw/m ² es de 1

Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Modelo simplificado de fuente puntual



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 - Fracciones de radiación investigadas

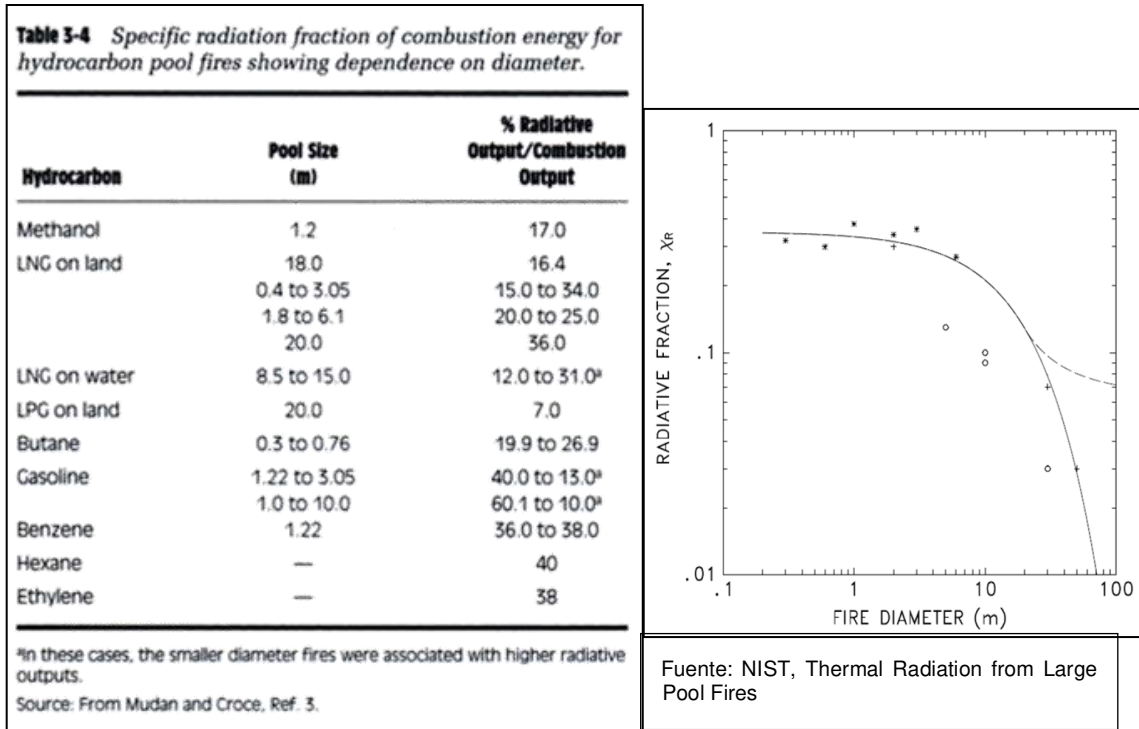
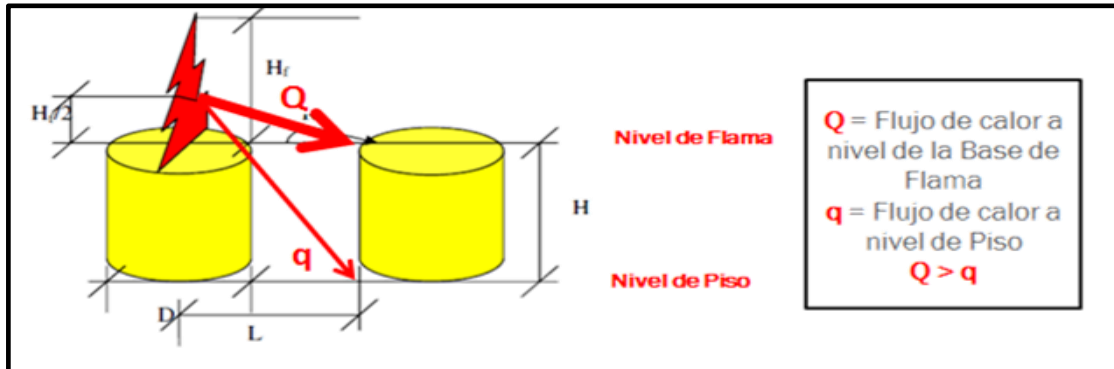


Tabla 17 - Criterios empleados para la fracción de radiación emitida

Diámetro de la base de llama \varnothing (m)	Fracción de energía radiada
$\varnothing \leq 10.00$ m.	0.4
10.00 m. $\leq \varnothing \leq 20.00$ m.	0.3
20.00 m. $< \varnothing$	0.2

Fuente: Elaboración propia

Figura 24 - Modelo esquemático de incendio en tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 - Umbrales de sobrepresión

parámetro	Daños personales y a estructuras (delimita la zona de alerta)	Daños personales y a estructuras o equipos (delimita la zona de intervención)	Daños materiales / efecto dominó
Onda de sobrepresión	5.0 kpa (0.73 psi)	12.5 kpa (1.81 psi)	16 kpa (2.32 psi)
	Provoca efectos leves y temporales en las personas y daños ligeros sobre las estructuras (rotura de ventanas)	Puede provocar efectos significativos e irreversibles sobre las personas y daños parciales sobre las estructuras	Puede provocar daños graves sobre las estructuras

Fuente: R.D. 1196/2003, FM DS 07-42

Tabla 19 - Resumen de afectaciones por incendios Pool Fire

Escenario	Accidente	Distancias (m) vs niveles de radiación térmica (kw/m ²)				Equipos afectados	Observaciones / comentarios
		5.1 kw/m ² (nivel del piso)	12.5 kw/m ² (nivel del piso)	12.5 kw/m ² (nivel del fuego)	37.5 kw/m ² (nivel del fuego)		
PP-TU-01 Pool fire	Incendio tipo pool fire a partir de la fuga de turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	20.15	12.23	-	-	Tanques de almacenamiento TK-111, TK-112 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante aspersores. Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-TU-02 Pool fire	Incendio tipo pool fire a partir de la fuga de turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3".	20.15	12.23	-	-	Tanques de almacenamiento TK-111, TK-112 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante aspersores. Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-AV-01 Pool fire	Incendio tipo pool fire a partir de la fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	21.24	12.89	-	-	Tanques de almacenamiento TK-111, TK-112 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante aspersores. Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-AV-02 Pool fire	Incendio tipo pool fire a partir de la fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	21.24	12.89	-	-	Tanques de almacenamiento TK-111, TK-112 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m2 mediante aspersores.

Escenario	Accidente	Distancias (m) vs niveles de radiación térmica (kw/m ²)				Equipos afectados	Observaciones / comentarios
		5.1 kw/m ² (nivel del piso)	12.5 kw/m ² (nivel del piso)	12.5 kw/m ² (nivel del fuego)	37.5 kw/m ² (nivel del fuego)		
						112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-AE-01 Pool fire en dique	Incendio tipo pool fire a partir de la fuga de todo el contenido de turbo A1 debido a la rotura instantánea del tanque de almacenamiento.	33.52	20.47	-	-	Tanques de almacenamiento TK-111, TK-112 y TK-121 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante aspersores. Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-AE-02 Pool fire	Incendio tipo pool fire a partir del impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de gasolina 100ll (pp-TK-121)	22.90	13.94	-	-	Tanques de almacenamiento TK-121,TK-112, tuberías, válvulas y accesorios.	Enfriar tanques afectados expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante aspersores.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 - Resumen de afectaciones por incendios tipo Jet Fire

Escenario	Accidente	Distancias (m) vs niveles de radiación térmica (kw/m ²)			Equipos afectados	Observaciones / comentarios
		5.1 Kw/m ²	12.5 kw/m ²	37.5 kw/m ²		
PP-TU-01 Jet fire	Incendio tipo jet fire a partir de la fuga de turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	3.41	2.15	1.12	Equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122 y etc.).	Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante rociadores en la zona de procesos.
PP-AV-01 Jet fire	Incendio tipo jet fire a partir de la fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	4.33	2.80	1.62	Equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122 y etc.).	Enfriar los equipos expuestos a la radiación térmica de 12,5 kw/m ² mediante rociadores en la zona de procesos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 - Resumen de afectaciones por incendios tipo Flash Fire

Escenario	Accidente	Distancias (m) vs niveles de explosividad (kw/m ²)			Equipos afectados	Observaciones / comentarios
		0.5 lie	Lie	Lse		
PP-AV-01 Flash fire	Incendio tipo flash fire a partir de la fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	-	-	-	-	La nube no supera el 50% del límite inferior de explosividad (lie)
PP-AV-02 Flash fire	Incendio tipo flash fire a partir de la fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	11.58	4.24	0.00	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 - Cuadro resumen de afectaciones por incendios tipo explosión

Escenario	Accidente	Distancias (m) vs niveles de sobrepresión (kpa)			Equipos afectados	Observaciones / comentarios
		5 kpa (0.725 psi)	12.5 kpa (1.813 psi)	16 kpa (2.32 psi)		
PP-AV-01 VCE	Explosión (VCE) a partir de la fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	-	-	-	-	(*)
PP-AV-02 VCE	Explosión (VCE) a partir de la fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	184.84	89.91	75.04	Daño masivo a las instalaciones de la planta	-
PP-AE-01 VCE	Explosión (VCE) a partir del impacto de un rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de turbo A1 TK-111	29.08	14.54	11.63	Tanques de almacenamiento TK-112 y TK-121 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	
	Explosión (VCE) a partir del impacto de un rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de turbo A1 TK-112	29.08	14.54	11.63	Tanques de almacenamiento TK-111 y TK-121 y equipos de procesos (bombas p-111, p-112, p-121, filtro fc-111, fc-112, fm-122, tanque recuperador TK-113, TK-122, tuberías, válvulas y accesorios.).	

Fuente: Elaboración propia

Nota

(*) La nube no alcanza la masa mínima requerida, indicada en la sección 5.3.3 del presente documento y/o no se alcance el límite inferior de explosividad.

Tabla 23 - Resumen de afectaciones por derrame de producto

Escenario	Accidente	Caudal de fuga (m3/s)	Tiempo de fuga (min)	Volumen derramado (m3)
PP-TU-01 Derrame	Derrame a partir de la fuga de turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	0.0008	30	1.50
PP-TU-02 Derrame	Derrame a partir de la fuga de turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3”.	0.0162	30	29.19
PP-AV-01 Derrame	Derrame a partir de la fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	0.0009	30	1.610
PP-AV-02 Derrame	Derrame a partir de la fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	0.0104	30	18.740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 - Zonas de intervención y zonas de alerta por explosión

Escenario	Accidente	Distancias aplicadas a zonas de intervención y alerta (m)	
		5 kpa (0.725 psi)	12.5 kpa (1.813 psi)
PP-AV-02 VCE	Explosión (VCE) a partir de la fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	184.84	89.91

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de riesgos

Para realizar la evaluación y jerarquización de los escenarios de riesgos, se utilizó la matriz de riesgos brindada, previamente preparada y dividida en riesgos relacionados con el entorno humano, al ambiente, infraestructura e imagen. Esta matriz de riesgos establece una escala en los niveles de la frecuencia y en los niveles de consecuencia, los cuales se muestran en la figura

Tabla 25 - Matriz de riesgos corporativa

Frecuencias de ocurrencia	5 Muy probable	5	10	15	20	25
	4 Remoto	4	8	12	16	20
	3 Posible	3	6	9	12	15
	2 Probable	2	4	6	8	10
	1 Muy Probable	1	2	3	4	5
		1 Insignificante	2 Menor	3 Significativo	4 Severo	5 Catastrófica
Impacto o consecuencia						

Fuente: Proporcionado por el cliente

Estimación de la magnitud del riesgo

La magnitud del riesgo permite categorizar los riesgos, enfocando y priorizando las acciones correctivas que se deben incorporar para el control, durante la operación de la instalación, con la finalidad de proteger al entorno y dar confiabilidad a los sistemas. Esto permite obtener un ranking priorizado de riesgos y establecer un nivel de criticidad de la magnitud del riesgo:

Tabla 26 - Criterios de tolerancia de riesgos típicos

Nivel de riesgo	Tolerancia riesgo al	Rango	Acciones
Alto	Inaceptable o no tolerable	Inaceptable	Situación crítica que requiere tomar acciones de inmediato. De no ser posible mitigar el riesgo debe prohibirse el proyecto o la operación. Realizar análisis cuantitativo de riesgo completo definiendo planes de acción e indicando como el riesgo debe ser reducido
Moderado	Tolerable o con controles aceptables	ALARP	Mitigar el riesgo y tomar medidas correctivas con o sin inversión asociada en un plazo determinado
Bajo	Tolerable o aceptable	Aceptable	No es necesario tomar medidas correctivas, pero pueden recomendarse medidas que no supongan inversiones o gastos. Cuando sea apropiado, realizar investigaciones locales para riesgos menores

Fuente: Proporcionado por el cliente

Tabla 27 - Resumen de la Matriz de evaluación de riesgo de la planta

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R		Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
PP-TU-01	Fuga de turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	2	4	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado). - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 	2	4	
		2	4	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado). - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 	2	4	
		3	2	- evaluar las competencias del personal.	3	1	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R		Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
PP-TU-02	Fuga de turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3".	2	4	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado). - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 	2	4	
		3	2	- evaluar las competencias del personal.	3	1	
PP-AV-01	Fuga de gasolina 100ll a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	3	4	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado). - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 	3	3	
		2	4	- implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado).	2	3	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R		Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
				<ul style="list-style-type: none"> - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 			
		3	2	<ul style="list-style-type: none"> - evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal. 	2	2	
		3	5	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisterna y refuellers (plataformado). - evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal. 	2	5	
		2	2		2	2	
PP-AV-02	fuga de gasolina 100ll debido a la rotura total de la manguera de despacho.	2	4	<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisternas y refuellers (plataformado). - completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1. - implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1 - limitar la capacidad de los camiones cisternas/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones 	2	4	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
		2	2			2	2	
		2	5		<ul style="list-style-type: none"> - implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisterna y refuellers (plataformado). - evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal. 	1	5	
		2	2			2	2	
PP-AE-01	Impacto de un rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de turbo A1	3	5		<ul style="list-style-type: none"> - verificar que el sistema de protección contra tormentas eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - implementar un programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. Desde los límites de la planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación. 	2	4	
		3	5		<ul style="list-style-type: none"> - verificar que el sistema de protección contra tormentas eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de 	2	4	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R		Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
				almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - implementar un programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. Desde los límites de la planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.			
		4	2	- evaluar las competencias del personal.	4	1	
PP-AE-02	Impacto de un rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de gasolina 100ll	3	5	''- verificar que el sistema de protección contra tormentas eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - implementar un programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. Desde los límites de la planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.	2	5	
		3	3	- evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	3	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R		Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
		3	5	- evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	5	
		3	2		- evaluar las competencias del personal.	3	1
PP-AE-03	Impacto de aeronave con la planta de abastecimiento en aeropuerto	1	5	- implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de adp y la planta , ante escenarios de impacto de aeronave en planta. - realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de impacto de aeronave con la planta. '- Evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	4	
		1	3	- implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de adp y la planta , ante escenarios de impacto de aeronave en planta.- realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de impacto de aeronave con la planta.'- Evaluar las competencias del personal.- mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	3	
		1	5	- implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de adp y la planta , ante escenarios de impacto de aeronave en planta. - realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de impacto de aeronave con la planta. '- Evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	5	

Código del escenario de peligro	Peligro o facto de riesgo o fuente de riesgo	Calif. De riesgos previo FxC=R			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De riesgos residual FxC=R		
		1	2			1	2	
		1	2		<ul style="list-style-type: none"> - implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de adp y la planta , ante escenarios de impacto de aeronave en planta. - realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de impacto de aeronave con la planta. '- Evaluar las competencias del personal. - mayor entrenamiento y capacitación del personal. 	1	2	

Fuente: Elaboración propia

Etapa III: determinación de las acciones de prevención, mitigación de riesgos y las recomendaciones correspondientes a los riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.

Cálculo de la demanda de agua y espuma del sistema contra incendio

Para el cálculo de la demanda de agua y espuma contra incendio, se desarrollaron escenarios de incendio para cada uno de los tanques de almacenamiento de la planta, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

En cuanto a la protección del tanque incendiado:

Para los tanques de techo fijo:

Aplicar espuma al 100% de la superficie transversal del tanque (área incendiada) mediante un sistema fijo de cámaras de espuma.

En cuanto a la protección de los tanques adyacentes al incendiado:

Enfriar la superficie del techo de los tanques adyacentes, que se encuentre expuesta a un nivel de radiación térmica igual o mayor a 12.5 kw/m^2 , cuya superficie afectada será enfriada mediante aspersores.

Enfriar la superficie lateral de los tanques adyacentes, que se encuentre expuesta a un nivel de radiación térmica igual o mayor a 12.5 kw/m^2 , empleando un sistema de enfriamiento (sistema fijo de aspersores de agua), que cubrirá complementa mente la superficie externa del casco de cada tanque de almacenamiento, mediante anillos de enfriamiento sectorizados, con coberturas del 50%, de la superficie exterior del casco de los tanques. Dicho diseño tiene por objetivo optimizar el uso del agua contra incendios.

El sistema fijo de aspersores de agua cumplirá con los requerimientos establecidos en la norma NFPA 15, y estarán compuestos por boquillas abiertas operando con una presión mínima de 20 psi.

Cabe indicar que la API 2030, indica que el agua de enfriamiento es beneficioso para las partes expuestas del techo de los tanques de almacenamiento por radiación térmica y para aquellas partes del armazón que no están en contacto con el contenido líquido. Por lo tanto, no es recomendable dejar de enfriar los techos de los tanques aledaños afectados por radiación térmica de 12.5 kw/m².

En cuanto a la protección suplementaria:

Proporcionar un caudal adicional de agua para enfriamiento de tuberías o equipos expuestos a un nivel de radiación térmica igual o mayor a 12.5 kw/m².

Considerar espuma suplementaria de acuerdo con lo establecido por la norma NFPA 11, para combatir incendios menores en el dique estanco.

La siguiente tabla muestra los tanques que deben enfriarse en caso de un incendio, en función del tanque incendiado.

Tabla 28 - Tanques a enfriar por incendio en otros tanques de almacenamiento

Ítem	Escenario	Tanques afectados	Acciones para de extinción incendio	Acciones para de enfriamiento de tanques afectados
1	Incendio en tanque TK-111	TK-112	Abrir válvulas del tanque bladder (aplicación de espuma mediante cámara al TK-111).	Activar el sistema de enfriamiento por aspersores del tanque TK-112. Enfriamiento de techos del tanque TK-112 mediante aspersores.
2	Incendio en tanque TK-112	TK-111	Abrir válvulas del tanque bladder (aplicación de espuma mediante cámara al TK-112).	Activar el sistema de enfriamiento por aspersores del tanque TK-111. Enfriamiento de techos del tanque TK-111 mediante aspersores.

Ítem	Escenario	Tanques afectados	Acciones para extinción de incendio	Acciones para enfriamiento de tanques afectados
3	Incendio en el cubeto de contención del tanque TK-121	-	Activar válvulas del tanque bladder (el sistema de descarga de espuma de bajo nivel).	

Fuente: elaboración propia

Nota: para el caso en el que se tenga que enfriar tuberías afectadas por un incendio cercano, se realizará por medio los monitores - hidrantes más cercanos.

Requerimiento mínimo de agua y espuma contra incendio

La demanda mínima de agua y espuma del sistema contra incendio en la planta corresponde a la mayor demanda de agua y espuma que sea requerida, luego de analizar los escenarios de incendio en todos los tanques de almacenamiento.

El enfriamiento de las superficies laterales de los tanques que sean afectados por radiación térmica de 12.5 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/pie², de acuerdo a lo indicado en el artículo 92, del capítulo ii, del título iii, del D.S. N° 043-2007-EM.

El enfriamiento de las superficies de los techos que sean afectados por radiación térmica de 12.5 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/pie², de acuerdo a lo indicado en el artículo 92, del capítulo ii, del título iii, del D.S. N° 043-2007-EM.

Para los casos de incendio en el área del plataformado, zona de procesos y en la zona de estacionamiento de refuellers, se ha considerado la aplicación de espuma mediante un sistema de rociadores de espuma, considerando para ello

un régimen de aplicación de 0.16 gpm/pie² y un tiempo de 10 minutos, indicado en las secciones 7.2.2.1 y 7.2.3.1 de la NFPA 16.

Se considera una capacidad de espuma requerida no menor al doble de la necesaria para extinguir el riesgo mayor de incendio, según d.s. 043-2007-em, art. 86; adicionalmente se ha sumado la cantidad de espuma suplementaria. El tipo de espuma utilizada es afff - 3%.

La aplicación de espuma contra incendio para los tanques de almacenamiento verticales se realiza a regímenes de 0.10 gpm/pie² , con un tiempo de aplicación de 30 minutos para turbo A1 y 55 minutos para gasolina 100 ll, de acuerdo a lo indicado en el artículo 92, del capítulo ii, del título iii, del D.S. N° 043-2007-EM.

Además, se ha considerado un caudal mínimo de 49 gpm para aplicación de espuma mediante cámaras fijas al interior de los tanques de almacenamiento verticales, debido a que este es el caudal mínimo comercial de las cámaras de espuma, según marca ansul, en el Perú. La aplicación de espuma contra incendio al interior del dique del tanque de almacenamiento horizontal se realiza a regímenes de 0.10 gpm/pie² , con un tiempo de aplicación de 30 minutos para gasolina 100 ll, utilizando "salidas de descarga de espuma a bajo nivel", de acuerdo a lo indicado en la tabla n° 5.7.3.2 de la norma NFPA 11, edición 2016.

Se considerará protección suplementaria de espuma para incendios menores en dique estanco, el cual equivale a un (01) chorro de manguera de ø1 -1/2" de 50 gpm por 10 minutos (AFFF - 3%), de acuerdo a lo indicado en la sección 5.9, norma NFPA 11.

De acuerdo con el manual de aplicación y diseño de Ansul, la capacidad comercial de los tanques bladder verticales es de 100, 150, 200, 300, 400, 500 gal, y mayores.

Tabla 29 – Cálculo de solución espuma

Incendio	Tipo de tanque / Tipo de Techo	Ai: Área incendiada (pie2)	Ri: Régimen de aplicación (GPM/pie2)	Qi=AixRi Qi: Caudal (GPM)	Qse: Caudal comercial (GPM)	Tse: Tiempo de aplicación (minutos)	Pse: Porcentaje de concentrado de espuma (%)	Ve=QsexTsexPse V: Volumen de espuma (Galones)
Incendio tipo pool fire en tanque TK-111 (Turbo A1)	Tanque atmosférico vertical / techo cónico auto soportado	277.56	0.10	27.76	49.00	30	3	44
Incendio tipo pool fire en tanque TK-112 (Turbo A1)	Tanque atmosférico vertical / techo cónico auto soportado	277.56	0.10	27.76	49.00	30	3	44
Incendio tipo pool fire en el dique estanco del tanque TK-121 (AvgA100II)	Tanque atmosférico horizontal	593.70	0.10	59.37	59.37	30	3	53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 - Cálculo de espuma suplementaria

Incendio	Cantidad de chorros (Unidad)	Qes: Caudal (GPM)	Tes: Tiempo de aplicación (minutos)	Pes: Porcentaje de concentrado de espuma (%)	Ves=QesxTesxPes Ves: Volumen de espuma (Galones)
Incendio tipo pool fire en tanque TK-111	1	50	10	3	15
Incendio tipo pool fire en tanque TK-112	1	50	10	3	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 - Cálculo de agua de enfriamiento

Incendio	Superficies expuestas a la radiación térmica (12.5 kW/m2) que deben ser enfriadas	Al: Área lateral (pie2)	At: Área de techo (pie2)	Rae: Régimen de aplicación (GPM/pie2)	Ql=AlxR Ql: Caudal (GPM)	Qt=AtxR Qt: Caudal (GPM)
Incendio tipo pool fire en tanque TK-111	100%TK-112	871.92	277.56	0.15	130.79	41.63
Incendio tipo pool fire en tanque TK-112	100%TK-111	871.92	277.56	0.15	130.79	41.63
Incendio tipo pool fire en el dique estanco del tanque TK-121	100% TK-112	871.92	277.56	0.15	130.79	41.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 - Cálculo de agua contra incendio

Incendio	Qse: Caudal comercial (GPM)	Qes: Caudal (GPM)	QI=AIxR QI: Caudal (GPM)	Qt=AtxR Qt: Caudal (GPM)	Pa: Porcentaje de agua (%)	Tse: Tiempo de aplicación de solución de espuma (minutos)	Tes: Tiempo de aplicación de espuma suplementaria (minutos)	Ta: tiempo de aplicación de agua (minutos)	Q=Pax(Qse+Qes)+QI+Qt Q: Caudal de agua contra incendio (GPM)	V= Pax(QsexTse+QesxTes)+Ta(QI+Qt) V: Volumen de agua contra incendio (galones)
Incendio tipo pool fire en tanque TK-111	49.00	50	130.79	41.63	97	30	10	240	268	43,292
Incendio tipo pool fire en tanque TK-112	49.00	50	130.79	41.63	97	30	10	240	268	43,292
Incendio tipo pool fire en el dique estanco del tanque TK-121	59.37	0	130.79	41.63	97	30	0	240	230	43,109

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 - Requerimiento mínimo de agua y espuma.

PARÁMETRO	VALOR
Cantidad mínima de agua contra incendio (m ³):	164
Caudal de agua contra incendio (gpm)	268
Concentrado de espuma en el tanque bladder (vertical) para la extinción de incendios en tanques de almacenamiento de combustibles (aff - 3%) (galones)	100
Espuma suplementaria para incendios en tanques (aff - 3%) 01 chorro de manguera de ø1 -1/2" @50 gpm por 10 min	15
Total, de concentrado de espuma para la planta (incluyendo la reserva) (galones):	215

Fuente: elaboración propia

Notas:

El volumen del tanque bladder de espuma contra incendio, fue determinado de acuerdo con las capacidades disponibles en el mercado.

Se considerará protección suplementaria de espuma para incendios menores en dique estanco.

Se considera una capacidad de espuma requerida no menor al doble de la necesaria para extinguir el riesgo mayor de incendio, según d.s. 043-2007-em, art. 86; adicionalmente se ha sumado la cantidad de espuma suplementaria. El tipo de espuma utilizada es AFFF - 3%.

De acuerdo con los cálculos de dotación de agua y espuma contra incendio, se tiene que:

La planta Pucallpa, deberá contar con una capacidad mínima de agua contra incendio de 164 m³ ó su equivalente 43,292 galones

La capacidad de bombeo de agua contra incendio, con la que deberá contar la planta es de 268 gpm

El escenario de mayor consumo de espuma requiere como mínimo 53 galones de concentrado de espuma. Pero la capacidad mínima comercial (superior a 101 galones), que se tiene para este tipo de tanques en el Perú es de 100 galones,

adicionalmente se ha considerado que se deberá tener 15 galones como concentrado de espuma suplementaria.

La planta Pucallpa deberá contar con un total de 215 galones de concentrado de espuma, donde se cumple con el requerimiento de contar con el doble de la espuma necesaria establecida por el artículo 86 del D.S. N° 043-2007-EM.

La planta Pucallpa, debe garantizar un sistema de solución de espuma suplementaria requerido para combatir algún incendio, que pudiera ocurrir en el cubeto de los tanques de almacenamiento, el cual debe contar con la cantidad de puntos de suministro establecidos en la norma NFPA 11

3.2 Evaluación técnica – económico

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

Tabla 34 - Evaluación – Económica

Estudio de riesgos para la planta de abastecimiento de combustible de aviación Pucallpa - Perú	Monto (\$)
Etapa I: identificación y análisis de los posibles escenarios de riesgo de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.	2200
Etapa II: establecimiento de los niveles de riesgos para cada uno de los escenarios de riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.	1600
Etapa III: determinación de las acciones de prevención, mitigación de riesgos y las recomendaciones correspondientes a los riesgos identificados de la planta de abastecimiento de combustible de Pucallpa.	1200
Total	5,000

Fuente: elaboración propia

3.3. Análisis de resultados

Tabla 35 - Posibles escenarios de riesgo

POSIBLES ESCENARIOS DE RIESGO	CANTIDAD
Derrames de producto	7
Incendios (8 pool fire, 2 jet fire y 4 flash fire)	14
Explosiones (VCE)	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 - Resultados de la matriz de riesgo

CÓDIGO DEL ESCENARIO DE PELIGRO	ESCENARIO DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO PREVIO	NIVEL DE RIESGO RESIDUAL
PP-TU-01	Incendio tipo pool fire	Moderado	Moderado
	Incendio tipo jet fire	Moderado	Moderado
	Derrame	Moderado	Bajo
PP-TU-02	Incendio tipo pool fire	Moderado	Moderado
	Derrame	Moderado	Bajo
PP-AV-01	Incendio tipo pool fire	Alto	Moderado
	Incendio tipo jet fire	Moderado	Moderado
	Flash fire	Moderado	Bajo
	Explosión (VCE)	Alto	Moderado
	Derrame	Bajo	Bajo
PP-AV-02	Incendio tipo pool fire	Moderado	Moderado
	Flash fire	Bajo	Bajo
	Explosión (VCE)	Moderado	Moderado
	Derrame	Bajo	Bajo
PP-AE-01	Incendio tipo pool fire	Alto	Moderado
	Incendio tipo pool fire	Alto	Moderado
	Derrame	Moderado	Bajo
PP-AE-02	Incendio tipo pool fire	Alto	Moderado
	Flash fire	Moderado	Moderado
	Explosión (VCE)	Alto	Moderado
	Derrame	Moderado	Bajo
PP-AE-03	Incendio tipo pool fire	Moderado	Bajo
	Flash fire	Bajo	Bajo
	Explosión (VCE)	Moderado	Moderado
	Derrame	Bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 - Resultados de las medidas para reducir el nivel de riesgo

ITEM MEDIDAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE RIESGO	
Acciones de prevención	
1	Evaluar las competencias del personal.
2	Implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos.
3	Implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de adp y la planta, ante escenarios de impacto de aeronave en planta.
4	Implementar un programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. Desde los límites de la planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m ²), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.
5	Limitar la capacidad de los camiones cisterna/refueller que realizarán operaciones de recepción/despacho en la planta, como máximo hasta 6,000 galones
6	Mayor entrenamiento y capacitación del personal.
7	Realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de impacto de aeronave con la planta.
8	Verificar que el sistema de protección contra tormentas eléctricas sea instalado conforme a NFPA 780
Medidas de mitigación de riesgos	
1	Implementar un sistema de aplicación de espuma en el área de recepción/despacho para camiones cisterna y refuellers (plataformado).
2	Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los tanques de almacenamiento de turbo A1.
3	Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los tanques de almacenamiento de turbo A1
Sugerencias	
1	Evaluar la posibilidad de contar con un variador de frecuencia para la bomba de Avgas100II con las mismas características.
2	Evaluar la posibilidad de contar con un variador de frecuencia para las bombas de turbo A1 con las mismas características.

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- Se identificaron 7 escenarios de peligro de los cuales se derivan los siguientes escenarios de riesgo: 7 escenarios de derrame, 14 escenarios de incendio (pool fire, jet fire y flash fire) y 4 escenarios de explosión VCE.
- Se establecieron 6 escenarios categorizados como nivel de riesgo previo de “alto”, 14 escenarios categorizados como nivel de riesgo previo “moderado” y 5 escenarios categorizados como nivel de riesgo previo “bajo”. Asimismo, posterior después de las acciones de prevención, medidas de mitigación y sugerencias se tendrá 14 escenarios categorizados como nivel de riesgo residual “moderado” y 11 escenarios categorizados como nivel de riesgo residual “bajo”.
- Se determinaron 8 acciones de prevención, 3 medidas de mitigación de riesgos y 2 sugerencias correspondientes a los riesgos

4.2. Conclusiones

- Se identificaron 25 posibles escenarios de riesgo entre dispersión de producto, derrames de productos, incendios (pool fire, jet fire y flash fire) y explosiones (VCE).
- Se establecieron tres niveles de riesgo (alto, moderado y bajo), siendo el escenario de mayor riesgo categorizado como nivel de riesgo previo “alto” y riesgo residual “moderado” de la planta Pucallpa, un “incendio en el tanque de almacenamiento TK-111 o TK-112” a partir de un impacto de rayo.
- Se determinaron 13 medidas para reducir el nivel de riesgo tales como acciones de prevención para el cumplimiento de los lineamientos normativos, medidas de mitigación de riesgos dadas por la implementación de un sistema de protección contra incendio y sugerencias de mejora en el proceso.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis permanente cumpliendo el protocolo de seguridad y prevención de riesgos de la planta con el objetivo de identificar los posibles nuevos escenarios de riesgos que pudieran ocurrir.
- Realizar una matriz de riesgos acorde a las instalaciones y procesos de la planta con el objetivo de garantizar la correcta valoración de riesgos.
- Proponer de manera permanente mejoras tecnológicas para reducir el nivel de riesgo con el objetivo de reducir el tiempo de respuesta ante un posible escenario de riesgo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

API-STD-1529. (1998). *Manguera de abastecimiento de combustible de aviación.* Estados Unidos.

API 1540. (1998). *Diseño, construcción, operación y mantenimiento de facilidades de abastecimiento de combustibles de aviación.* Estados Unidos.

API-RP-2021.(2001). *Manejo de Incendios en tanques de almacenamiento atmosféricos.* Estados Unidos.

API-STD-2610 (2018). *Diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de terminales e instalaciones de tanques.* Estados Unidos.

API-RP-750 (1995). *Management of process hazards.* Estados Unidos.

API-RP-752. (2009). *Management of hazard associated with location of process plant buildings.* Estados Unidos.

ASME B31.3. (2017) *Tuberías de Proceso en Refinerías y Plantas Químicas.* Estados Unidos.

IOGP. (2010) *Storage Incident Frequencies, Report N^a434-3.* Reino Unido.

ATA 103. (2017). *Norma para el control de calidad del combustible Jet en los Aeropuertos.* Estados Unidos.

BS/IEC 61882:2001. (2001). *Estudios de Riesgo y operabilidad(Estudios HAZOP)-Guía de Aplicación.* Estados Unidos.

- CCPS/AICHE. (1989).** Guidelines for quantitative risk analysis. Estados Unidos.
- CCPS/AICHE. (2003).** Fire Protection in chemical, petrochemical and hydrocarbon processing facilities. Estados Unidos.
- CNE. (2006).** *Codigo Nacional de Electricidad.* Lima, Lima, Perú.
- De la Cruz Martinez, C. L. (2019).** Diseño y montaje de planta de abastecimiento de combustible de aviacion en el aeropuerto internacional padre aldamiz de la ciudad de puerto Maldonado. *UNAC.* Callao, Callao, Perú.
- Disasters, (1999).** Purple Book. *Guidelines for Quantitave Risk Assessment CPR 18E.*
- Disasters, (1999).** Yellow Book. *Methods for the Calculation of Physical Effects CPR 14E.*
- Disasters, (1999).** Green Book. *Methods for determination of possible damage CPR 16E.*
- RIVM. Environment, N. I. (2009)** *Manual Bevi Risk Assessments* . The Netherlands.
- IEC: 61511.** *Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos.* Estados Unidos.
- IOGP (2019)** Human factors in QRA Report No. 434.4-5. Reino Unido.
- IOGP (2019)** Land Transport A ccidents Statistics No. 434-9. Reino Unido.
- IOGP (2019)** Storage Incident Frequencies Report No. 434-9. Reino Unido.
- MINEM, M. d. (1993).** **D.S. N° 052-93-EM.** *Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos.* Lima, Lima, Perú.
- MINEM, M. d. (2001).** **D.S. N° 045-2001-EM.** *Aprueban Reglamento para la Comercializacion de combustibles liquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos.* Lima, Lima, Perú.
- N.T.P. 350.43-1. (2011).** *Extintores Portatiles, seleccion, distribucion, inspeccion, mantenimiento, recarga y prueba hidrostatica.* Lima, Lima, Perú.
- NFPA 1. (2018).** *Codigo de Incendios.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.
- NFPA 10. (2018).** *Norma para extintores portatiles.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 101. (2018). *Código de Seguridad Humana.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 11. (2016). *Normas para espuma de baja, media y alta expansión.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 14. (2019). *Norma para la instalación de tuberías vertical y sistemas de mangueras.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 15. (2017). *Norma para sistemas de aspersores fijos de protección contra incendios.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 16. (2019). *Norma para la instalación de rociadores de agua-espuma y sistemas de pulverización de agua-espuma.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 20. (2019). *Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 22. (2018). *Norma para Tanques de Agua para Protección Incendios Privados.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 24. (2019) *Norma para la instalación de Red Privada de Servicios Contra Incendios y sus accesorios.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 30. (2018). *Código de Líquidos inflamables y combustibles.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 385. (2017). *Norma para Vehículos Cisterna para Líquidos Inflamables y Combustibles.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 407. (2017). *Norma para el servicio de combustible de Aeronaves .* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 72 . (2019). *Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

NFPA 780. (2017). *Norma para la instalación de sistemas de protección contra rayos.* Quincy, Massachusetts, Estados Unidos.

Pillana Pimbo, A. S. (2020). Evaluación de riesgos del sistema de reinyección de agua de una estación de producción del campo Shushufinfi-Aguarico mediante la metodología HAZOP. Ecuador.

CCPS. Quantiere, J. (2020) *Principles of Fire Behavior.* Estados Unidos.

R.C.D. N° 240-2010 OS/CD. (2010). *Procedimiento de Evaluación y Aprobación de los Instrumentos de Gestión de Seguridad para la Actividades de Hidrocarburos.* Lima, Lima, Perú.

RNE. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima, Lima, Perú.

Rodriguez Urbina, D. P. y Suarez Urbina, A. J. (2017). Analisis de riesgos de operabilidad en el proceso critico de almacenamiento de nitrato de amonio liquido de una planta petroquimica en la zona industrial de Mamonal-Cartagena, mediante la metodologia HAZOP. Colombia.

Silva Guillen, D. M. (2013). Estudio de riesgos de la unidad de destilacion primaria de una planta de fraccionamiento de liquido de gas natural. *UNAC.* Callao, Callao, Perú.

Yañez Meza, J. A. (2008). Estudios de riesgos en plantas de envasado de GLP. *UNI.* Lima, Lima, Perú.

Villegas Mantuano, E. V. (2012). Analisis de riesgpo mediante el metodo HAZOP en las areas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del terminal de productos limpios el beaterio de EP Petroecuador. Ecuador.

VII. ANEXOS

- Anexo 1 Hojas de seguridad de las sustancias
- Anexo 2 Diagrama de flujo de proceso - PFD
- Anexo 3 Diagrama de tuberías e instrumentos - P&ID
- Anexo 4 Plano de ubicación de la planta
- Anexo 5 Plano de distribución de la planta
- Anexo 6 Planos de sistema contra incendio de la planta
- Anexo 7 Reportes de simulación de incendio
- Anexo 8 Planos de radiaciones térmicas de incendio en tanques
- Anexo 9 Matriz de evaluación de riesgos de la planta

Anexo 1 Hojas de seguridad de las sustancias

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	: GASOLINA DE AVIACIÓN PETROPERÚ 100 LL
Nombre Alternativo	: GASOLINA 100 LL
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

La Gasolina 100 LL está constituida por una mezcla de hidrocarburos saturados, olefinas y aromáticos en el rango aprox. de C_4 a C_{12} .

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

El producto es una sustancia combustible e inflamable. Libera vapores que pueden formar mezclas explosivas con el aire.

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

- Salud : 1
- Inflamabilidad : 3
- Reactividad : 0



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

- CONTACTO

OJOS: El contacto causa lagrimeo e irritación con sensación de ardor. Puede causar conjuntivitis si la exposición a los vapores es por un periodo prolongado.

PIEL: Causa irritación y sequedad o desgrase de la piel. En algunos casos el contacto repetido ocasiona enrojecimiento e inflamación.

- INHALACIÓN

Puede causar dolor de cabeza, irritación nasal y respiratoria, náuseas, somnolencia, dificultad para respirar, depresión del sistema nervioso central y pérdida de la conciencia. La exposición permanente puede causar cambios en el comportamiento.

- 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: Lavar con abundante agua por 15 minutos. Obtener atención médica de inmediato.

PIEL: Lavar el área afectada con agua y jabón. Quitar la ropa contaminada lo antes posible y lavarla antes de un nuevo uso. 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

Actuar con rapidez. 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 cisterna involucrado. Detener la fuga 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 y CO₂ (dióxido de carbono) y espuma (recomendable tipo ARC).

PRECAUCIONES ESPECIALES: Usar un equipo protector debido a que se pueden producir gases tóxicos e irritantes durante el incendio.

La extinción de fuego de grandes proporciones sólo debe ser realizada por personal especializado.

Cuando existan derrames en medios acuáticos, evitar que el producto que flota en el agua, pueda trasladarse a fuentes de ignición.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

DERRAMES PEQUEÑOS Y MEDIANOS

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

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.

En caso de vertimientos en medios acuáticos, los productos que se requieran 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 su manipulación y usar 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 en camiones cisterna, realizar la conexión a tierra del vehículo.

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

Almacenar a temperatura ambiente, en recipientes cerrados y en áreas ventiladas; alejado de materiales que no sean compatibles y en áreas protegidas del fuego abierto, calor u otra fuente de ignición. Evitar en lo posible la liberación de vapores con una adecuada manipulación del producto o la instalación de un sistema de recuperación.

Eventualmente, se pueden utilizar recipientes metálicos o de HPDE (Poliétileno de alta densidad) para tomar muestras o almacenar pequeñas cantidades del producto, las cuales no deben ser almacenadas en ambientes ocupados permanentemente por personas.

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 correspondientes.

Nº CAS: NA (No aplicable).

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 área de trabajo.

PROTECCIÓN RESPIRATORIA

No es necesaria cuando existan condiciones de ventilación adecuadas; a altas concentraciones de los vapores del combustible en el aire, se requiere de 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 PVC; zapatos de seguridad y ropa de protección.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA, COLOR, OLOR	: Líquido claro y brillante de color azul y olor característico.
GRAVEDAD ESPECÍFICA a 15.6/15.6°C	: 0.71 – 0.73 aprox.
PRESIÓN DE VAPOR REID, psi	: 5.5 – 7.1 aprox.
PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C	: < 0
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD, % vol. en aire	: De 1.4 a 7.6 aprox.
PUNTO DE AUTOIGNICIÓN, °C	: 440 aprox.
SOLUBILIDAD EN AGUA	: Insoluble.
FAMILIA QUÍMICA	: Hidrocarburos (Derivado de petróleo).

Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

Pág. 4 de 5
Edición: Diciembre 2013

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

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

COMPATIBILIDAD DEL MATERIAL: Es compatible con agentes oxidantes fuertes (cloro, hipoclorito de sodio, peróxidos, ácidos fuertes, etc.).

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

La Gasolina de aviación 100 LL posee características que pueden afectar a la salud conforme a lo indicado en el ítem 3.

CARCINOGENICIDAD
GRUPO 2B (IARC): Posiblemente carcinógeno para el ser humano.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El producto al ser liberado al medio ambiente presenta una evaporación de los componentes volátiles. La fracción mas pesada puede ser absorbida por el suelo o permanecer en la superficie del agua en forma temporal hasta ser biodegradado. Los componentes no volátiles flotan durante el tiempo que permanecen en el agua pudiendo ocasionar la disminución de la concentración del oxígeno gaseoso. El producto puede presentar toxicidad para la vida acuática.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA DISPOSICIÓN FINAL

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

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

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

- Código Naciones Unidas : UN 1203
- Señalización pictórica, NTP 399.015.2001 :



Hoja de Datos de Seguridad de Materiales

Pág. 5 de 5
Edición: Diciembre 2013

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Se puede utilizar la siguiente clasificación:

Frases R: R12 (Extremadamente inflamable), R38 (Irrita la piel), R65 (Nocivo. Si se ingiere puede causar daño pulmonar), R67 (La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo), R51 (Tóxico para los organismos acuáticos), R53 (Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático).

Frases S: S2 (Manténgase fuera del alcance de los niños), S9 (Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado), S16 (Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar) y S33 (Evítese la acumulación de cargas electrostáticas).

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En el Perú, el producto Gasolina 100 LL 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.



PETRÓLEOS DEL PERÚ - PETROPERÚ S.A.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO				
COMBUSTIBLE USO AVIACIÓN				
TIPO DE PRODUCTO				
GASOLINA USO AVIACIÓN				
NOMBRE DE PRODUCTO				
GASOLINA DE AVIACIÓN 100 LL				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MÍN.	MÁX.	ASTM	OTROS
APARIENCIA	(b)			Visual
Color comercial	Azul			Visual
Contenido de colorante azul, mg/L	2.7		D-2392	
PROPIEDADES ANTIDETONANTES				
Método aviación con mezcla pobre, N° octano	99.6		D-2700	ISO-5163
Método aviación con mezcla pobre, N° desempeño	100		D-2700	
Método sobrecarga con mezcla rica, N° performance (c)	130.0		D-909	
Número de octano Research	Reportar		D-2699	
Contenido de plomo, g Pb/L (mITEL/gal)	0.56 (2.0)		D-3341, D-5059	ISO-3830
VOLATILIDAD				
Destilación, °C (a 760 mm Hg)			D-86	ISO-3405
Punto inicial de ebullición	Reportar			
10 %V evaporado	75			
40 %V evaporado	75			
50 %V evaporado	105			
90 %V evaporado	135			
Punto final de ebullición	170			
10% + 50% del evaporado	135			
Recuperado, %V	97			
Residuo, %V	1,5			
Pérdida, %V	1,5			
Densidad a 15.6°C (60°F), Kg/m ³	Reportar		D-1298, D-4052	ISO-3675, ISO-12185
Presión de vapor, KPa (psi)	38.0 (5.5)	49.0 (7.1)	D-323, D-5191	ISO-3007
FLUIDEZ				
Punto de congelación, °C	-58		D-2386	ISO-3013
COMBUSTIÓN				
Calor neto de combustión, MJ/Kg (BTU/lb)	43.5 (18700)		D-3338, D-4529, D-4809	
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.005 y con el estándar ASTM D-910.				
(b) Clara, brillante y visualmente libre de materia sólida y agua no disuelta a la temperatura ambiente normal.				
(c) Equivalente a un valor de detonación determinado usando iso-octano + 0.34ml TEL / L.				

PETROPERÚ ... LA ENERGÍA QUE MUEVE TU MUNDO

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

Pág. 4 de 5
Edición: Diciembre 2013

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 Materiales

Pág. 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 (Úsense 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 2 Diagrama de flujo de proceso – PFD

TK-111
 TANQUE TURBO A1
 CAPACIDAD NETA : 24000 GAL
 DIÁMETRO: 5.73 m
 ALTURA: 4.5 m

TK-112
 TANQUE TURBO A1
 CAPACIDAD NETA : 24000 GAL
 DIÁMETRO: 5.73 m
 ALTURA: 4.5 m

P-111
 BOMBA PARA DESPACHO DE TURBO A1
 CAUDAL : 257 GPM
 THD : 36.71 PSID
 TDH NOMINAL : 37.78 PSID

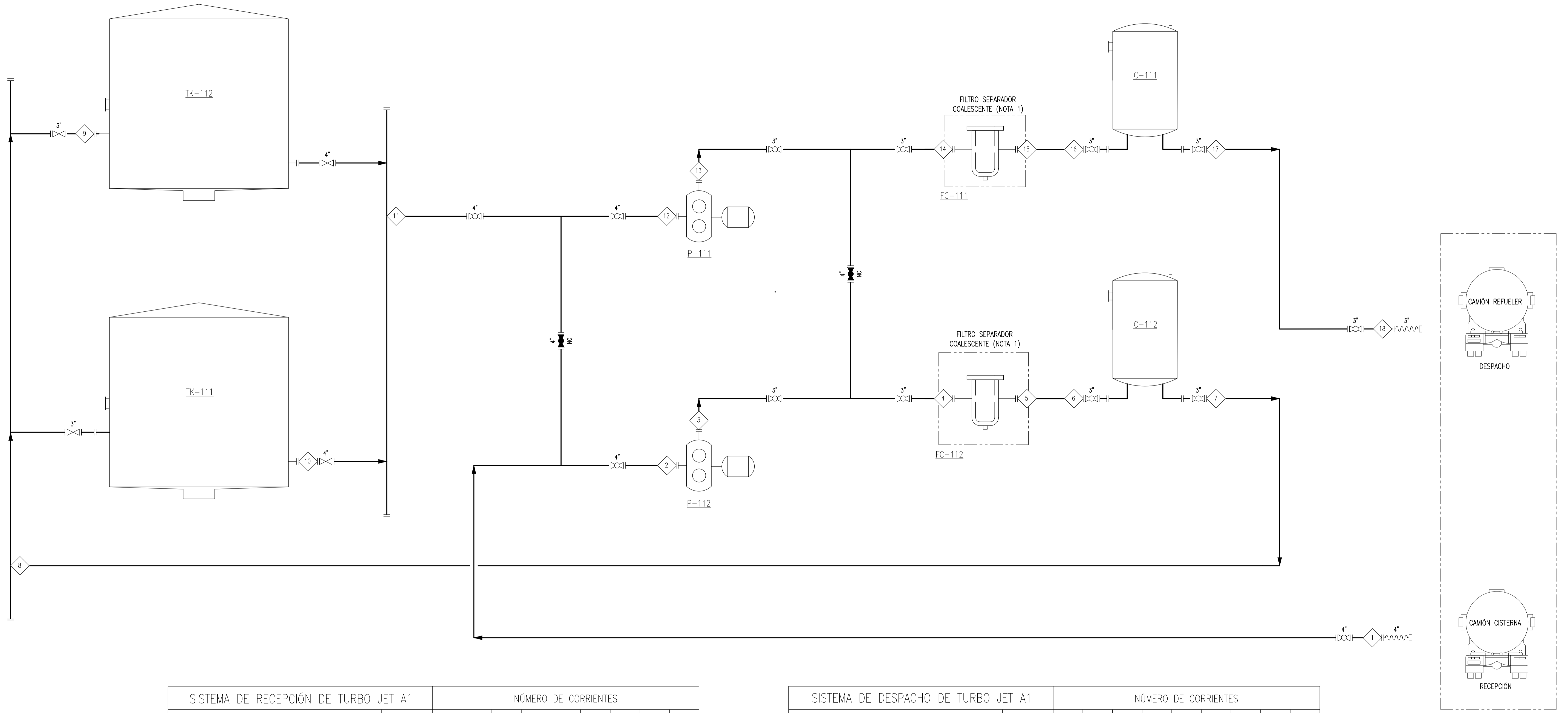
P-112
 BOMBA PARA RECEPCIÓN DE TURBO A1
 CAUDAL : 257 GPM
 THD : 37.78 PSID
 TDH NOMINAL : 37.78 PSID

FC-111
 FILTRO COALESCENTE
 TIPO HORIZONTAL
 CAUDAL NOMINAL : 244 GPM

FC-112
 FILTRO COALESCENTE
 TIPO HORIZONTAL
 CAUDAL NOMINAL : 244 GPM

C-111
 CÁMARA DE RELAJACIÓN DESPACHO
 TIPO VERTICAL
 CAPACIDAD TOTAL : 130 GAL

C-112
 CÁMARA DE RELAJACIÓN RECEPCIÓN
 TIPO VERTICAL
 CAPACIDAD TOTAL : 130 GAL



SISTEMA DE RECEPCIÓN DE TURBO JET A1		NÚMERO DE CORRIENTES								
PARÁMETRO	UNIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PRESIÓN	psig	-0.011	-2.435	35.34	32.75	17.75	16.59	11.59	6.898	5.89
TEMPERATURA	°C	15	15	15	15	15	15	15	15	15
FLUJO VOLUMÉTRICO	GPM	257	257	257	257	257	257	257	257	257
DIÁMETRO	PULG	4	4	3	3	3	3	3	3	3
DENSIDAD	KG/M3	840	840	840	840	840	840	840	840	840
GRADIENTE DE CAIDA DE PRESIÓN (ΔP/LONGITUD)	Psi/100ft	1.342	1.342	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836
VELOCIDAD	m/s	1.763	1.763	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01

SISTEMA DE DESPACHO DE TURBO JET A1		NÚMERO DE CORRIENTES									
PARÁMETRO	UNIDADES	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PRESIÓN	psig	0.0	-0.95	-2.468	34.24	32.56	17.56	16.40	11.40	5.0	
TEMPERATURA	°C	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
FLUJO VOLUMÉTRICO	GPM	257	257	257	257	257	257	257	257	257	
DIÁMETRO	PULG	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
DENSIDAD	KG/M3	840	840	840	840	840	840	840	840	840	
GRADIENTE DE CAIDA DE PRESIÓN (ΔP/LONGITUD)	Psi/100ft	1.342	1.342	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836	4.836	
VELOCIDAD	m/s	1.763	1.763	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	

ÁREA DE RECEPCIÓN Y DESPACHO DE PRODUCTO

Anexo 3 y Diagrama de tuberías e instrumentos - P&ID

SIMBOLOGÍA DE LÍNEAS

	LÍNEA DE PROCESOS
	PROTOCOLO DE SEÑAL / COMUNICACIÓN ELÉCTRICA
	LÍNEA NEUMÁTICA

DESIGNACIÓN DE LÍNEAS

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO: X - XX* - XX - XXX - XXXX

DIÁMETRO NOMINAL: X

CÓDIGO DE SERVICIO: XX*

TIPO DE MATERIAL: XX

NÚMERO CORRELATIVO DE LA LÍNEA: XXXX

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN
1	PUCALLPA
2	TRUJILLO
3	PIURA
4	CHICLAYO
5	TARAPOTO
6	PISCO

CÓDIGO	SERVICIO
JET	TURBO A1
VGA	AVGAS 100LL
RVA	RETORNO DE VAPORES

TIPO DE MATERIAL - TUBERÍA	
TIPO	DESCRIPCIÓN
SS1	ACERO INOXIDABLE 304 (ASTM A312)

SIMBOLOGÍA DE TUBERÍAS Y COMPONENTES

	UNIÓN UNIVERSAL
	BRIDA
	TAPÓN ROSCADO
	BRIDA CIEGA
	REDUCCIÓN CONCÉNTRICA
	REDUCCIÓN EXCÉNTRICA
	VENTEO ABIERTO
	DRENAJE
	MANGUERA
	ELIMINADOR DE AIRE
	ARRESTALLAMAS
	DIFUSOR UNIVERSAL

FUNCIÓN DE INSTRUMENTOS

	INTERLOCK LOCAL
	FUNCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL
	FUNCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL, LOCALIZADO EN CAMPO
	INSTRUMENTO - MONTADO LOCALMENTE
	INSTRUMENTO - MONTADO EN PANEL FRONTAL

SIMBOLOGÍA DE VÁLVULAS - ACTUADORES

	VÁLVULA BOLA
	VÁLVULA COMPUERTA
	VÁLVULA MARIPOSA
	VÁLVULA DEADMAN MECÁNICO
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN
	VÁLVULA DE PRESIÓN DE VACÍO
	VÁLVULA MARIPOSA MOTORIZADA
	VÁLVULA DE PREVENCIÓN DE SOBRELLENADO
	ACTUADOR NEUMÁTICO
	CONTROL DEADMAN

DESIGNACIÓN EQUIPOS

TIPO DE EQUIPO: YY - ZZZ

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO: Z - Z - Z

CÓDIGO DE SERVICIO: Z

NÚMERO CORRELATIVO: Z

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN
1	PUCALLPA
2	TRUJILLO
3	PIURA
4	CHICLAYO
5	TARAPOTO
6	PISCO

CÓDIGO	SERVICIO
1	TURBO A1
2	AVGAS 100LL

TIPO	DESCRIPCIÓN
TK	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
P	BOMBA
FG	FILTRO TIPO CANASTILLA
FC	FILTRO COALESCENTE
FM	FILTRO MONITOR
FS	SUCCIÓN FLOTANTE
C	CÁMARA DE RELAJACIÓN
HV	ACOPLE DE CARGA INFERIOR
HG	MANGUERA DE CARGA
FA	ARRESTALLAMAS

TIPO DE EQUIPOS

	TANQUE HORIZONTAL
	TANQUE VERTICAL
	TANQUE RECOLECTOR
	CÁMARA DE RELAJACIÓN
	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
	BOMBA PORTÁTIL DE CENTRÍFUGA
	FILTRO MONITOR / FILTRO COALESCENTE
	FILTRO TIPO CANASTILLA

DESIGNACIÓN DE INSTRUMENTOS

TIPO DE INSTRUMENTO: XXX

CORRELATIVO: ZZZZ

(DE ACUERDO A LA ANSI/ISA 5.1)

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO: Z - Z - Z

CÓDIGO DE SERVICIO: Z

NÚMERO CORRELATIVO: Z

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN
1	PUCALLPA
2	TRUJILLO
3	PIURA
4	CHICLAYO
5	TARAPOTO
6	PISCO

CÓDIGO	SERVICIO
1	TURBO A1
2	AVGAS 100LL

DESIGNACIÓN DE VÁLVULAS

DIÁMETRO DE VÁLVULA: DD"

TIPO DE VÁLVULA: XXX-YYYY

CORRELATIVO: XXX-YYYY

LOCALIZACIÓN DE PROYECTO: Y - Y - YY

CÓDIGO DE SERVICIO: Y

NÚMERO CORRELATIVO: Y

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN
1	PUCALLPA
2	TRUJILLO
3	PIURA
4	CHICLAYO
5	TARAPOTO
6	PISCO

CÓDIGO	SERVICIO
1	TURBO A1
2	AVGAS 100LL

DESIGNACIÓN BOQUILLAS

TAG DE BOQUILLAS TANQUE DE TURBO A1	DESCRIPCIÓN
A	INGRESO
B	SALIDA
C	DRENAJE
D	VÁLVULA PRESIÓN Y VACÍO
E	VENTEO DE EMERGENCIA
F	MEDIDOR DE NIVEL (REGLETA)
G	MANHOLE DE TECHO
H	MANHOLE DE CASCO
I	SOPORTE P/ CABLE DE PRUEBA
J	INDICADOR DE TEMPERATURA
K	CÁMARA DE ESPUMA
L	CONTROL DE NIVEL (SEÑAL LSHH)
M	TUBO DE MEDICIÓN MANUAL
N	BOQUILLA DE RESERVA
O	SOPORTE DE LINEA DE VIDA
P	BOQUILLA DE RESERVA
Q	TOMA BAJA

TAG DE BOQUILLAS TANQUE DE AVGAS 100LL	DESCRIPCIÓN
A	INGRESO DE GASOLINA 100LL
B	INGRESO RECUP. DE VAPORES
C	DESPACHO DE GASOLINA 100LL
D	CONEXIÓN VÁLV. PRESIÓN/VACÍO
E	CONEXIÓN VENTEO DE EMERG.
F	CONEXIÓN P/CABLE DE PRUEBA
G	CONTROL DE SOBRELLENADO
H	INDICADOR DE TEMPERATURA
I	CONEXIÓN P/MEDICIÓN MANUAL
L	MEDICIÓN DE NIVEL
M	DRENAJE
N	MANHOLE

TIPO DE EQUIPOS

	TANQUE HORIZONTAL
	TANQUE VERTICAL
	TANQUE RECOLECTOR
	CÁMARA DE RELAJACIÓN
	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
	BOMBA PORTÁTIL DE CENTRÍFUGA
	FILTRO MONITOR / FILTRO COALESCENTE
	FILTRO TIPO CANASTILLA
	CÁMARA DE RELAJACIÓN
	SUCCIÓN FLOTANTE
	CAMIÓN REFUELER / CAMIÓN CISTERNA
	FILTRO TIPO CANASTILLA

TIPO	DESCRIPCIÓN
LI	INDICADOR DE NIVEL
LG	ESCOTILLA MEDICIÓN MANUAL
LSHH	INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO ALTO
LSH	INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO
LS	INTERRUPTOR DE NIVEL
LGH	INTERRUPTOR DE NIVEL ALTO
LAH	ALARMA DE NIVEL ALTO
PW	VÁLVULA DE PRESIÓN Y VACÍO
PSV	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN
TSV	VÁLVULA DE ALIVIO TÉRMICO
PI	INDICADOR DE PRESIÓN
HS	INTERRUPTOR DE EMERGENCIA SHUTOFF
DPI	INDICADOR DIFERENCIAL DE PRESIÓN
DC	DEAD MAN CONTROL
TI	INDICADOR DE TEMPERATURA
GSL	INTERRUPTOR DE NIVEL
GS	CONEXIÓN A TIERRA
MV	VÁLVULA MOTORIZADA

TK-111
 TANQUE TURBO A1
 CAPACIDAD NETA : 24000 GAL
 DIÁMETRO: 5.730 m
 ALTURA: 4.50 m

TK-112
 TANQUE TURBO A1
 CAPACIDAD NETA : 24000 GAL
 DIÁMETRO: 5.730 m
 ALTURA: 4.50 m

TK-113
 TANQUE RECUPERADOR DE TURBO A1
 CAPACIDAD TOTAL : 80 GAL

P-111
 BOMBA DESPACHO TURBO A1
 CAUDAL : 257 GPM
 THD : 36.71 PSID
 TDH NOMINAL : 37.78 PSID

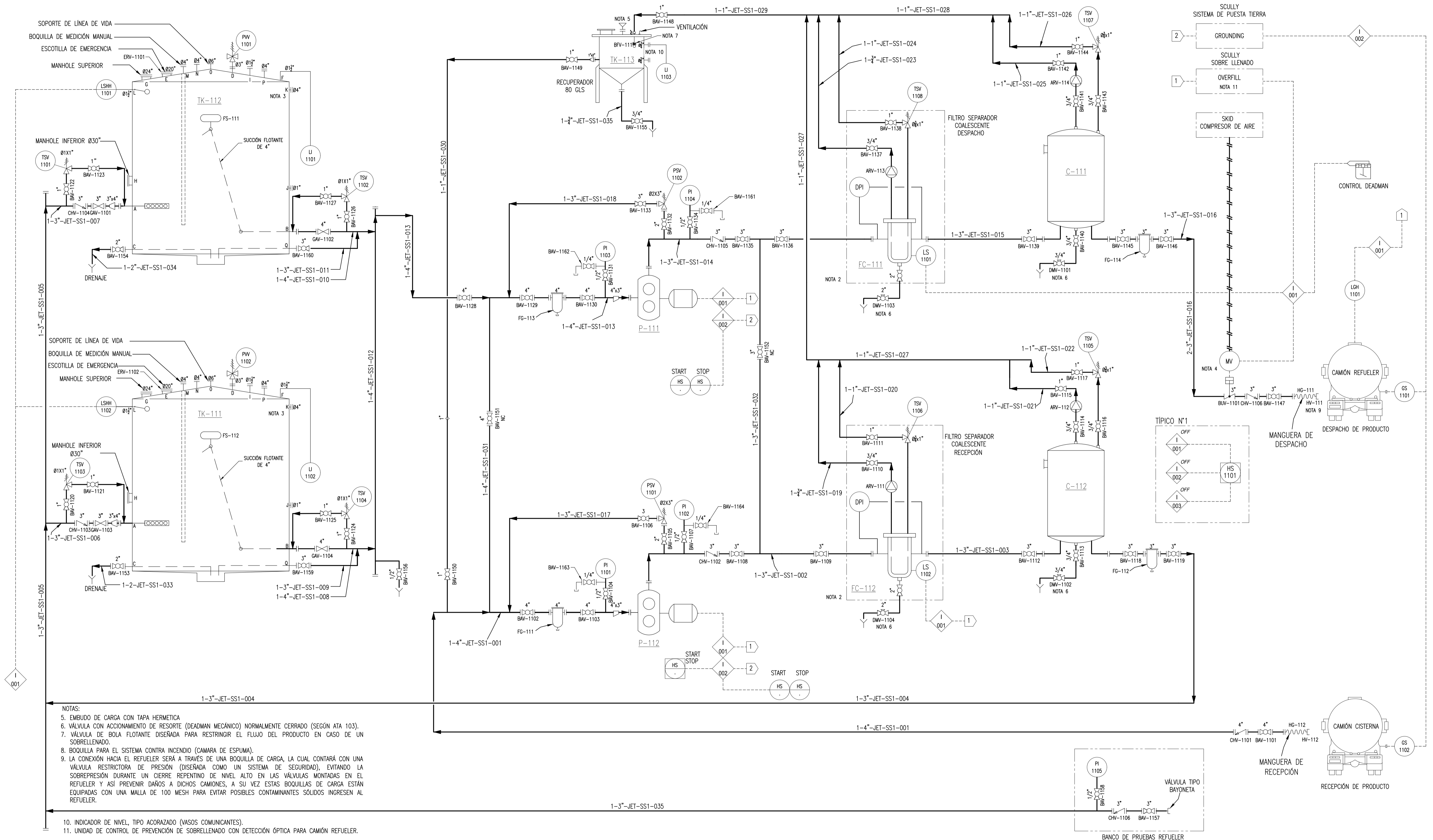
P-112
 BOMBA RECEPCIÓN TURBO A1
 CAUDAL : 257 GPM
 THD : 37.78 PSID
 TDH NOMINAL : 37.78 PSID

FC-111
 FILTRO COALESCENTE
 TIPO HORIZONTAL
 CAUDAL NOMINAL : 244 GPM

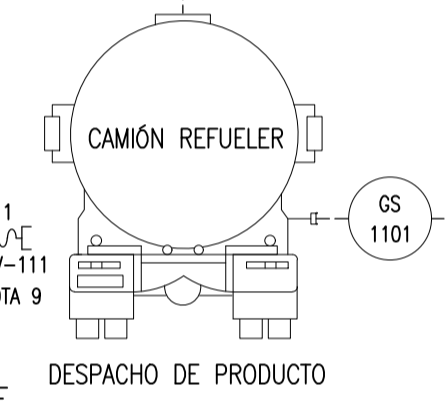
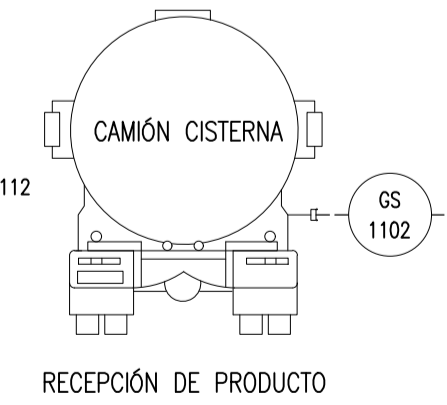
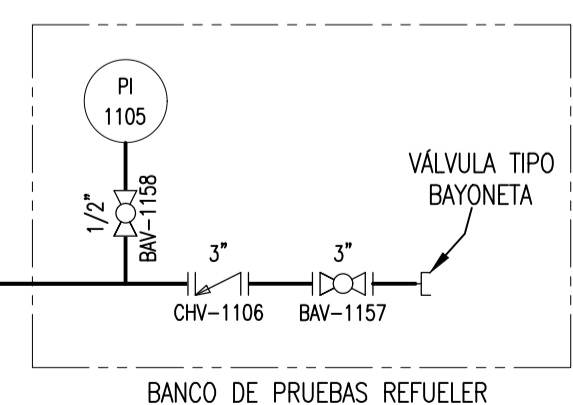
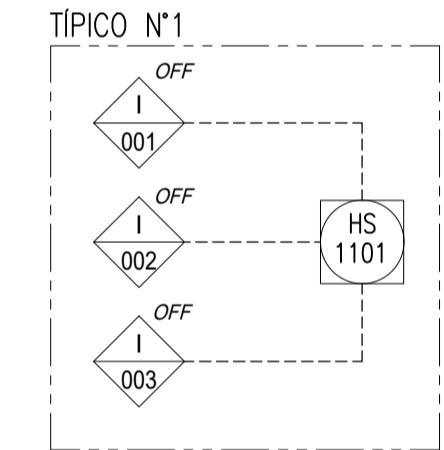
FC-112
 FILTRO COALESCENTE
 TIPO HORIZONTAL
 CAUDAL NOMINAL : 244 GPM

C-111
 CÁMARA DE RELAJACIÓN DESPACHO
 TIPO VERTICAL
 CAPACIDAD TOTAL : 130 GAL

C-112
 CÁMARA DE RELAJACIÓN RECEPCIÓN
 TIPO VERTICAL
 CAPACIDAD TOTAL : 130 GAL



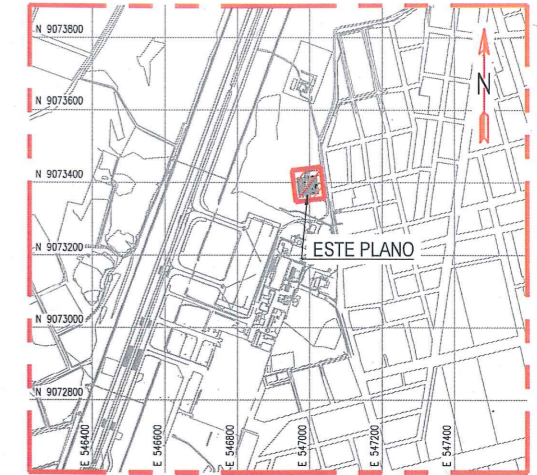
- NOTAS:
- EMBUDO DE CARGA CON TAPA HERMETICA
 - VÁLVULA CON ACCIONAMIENTO DE RESORTE (DEADMAN MECÁNICO) NORMALMENTE CERRADO (SEGÚN ATA 103).
 - VÁLVULA DE BOLA FLOTANTE DISEÑADA PARA RESTRINGIR EL FLUJO DEL PRODUCTO EN CASO DE UN SOBRELLENADO.
 - BOQUILLA PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO (CAMARA DE ESPUMA).
 - LA CONEXIÓN HACIA EL REFUELER SERÁ A TRAVÉS DE UNA BOQUILLA DE CARGA, LA CUAL CONTARÁ CON UNA VÁLVULA RESTRICTORA DE PRESIÓN (DISEÑADA COMO UN SISTEMA DE SEGURIDAD), EVITANDO LA SOBREPRESIÓN DURANTE UN CIERRE REPENTINO DE NIVEL ALTO EN LAS VÁLVULAS MONTADAS EN EL REFUELER Y ASÍ PREVENIR DAÑOS A DICHSOS CAMIONES, A SU VEZ ESTAS BOQUILLAS DE CARGA ESTÁN EQUIPADAS CON UNA MALLA DE 100 MESH PARA EVITAR POSIBLES CONTAMINANTES SÓLIDOS INGRESEN AL REFUELER.
 - INDICADOR DE NIVEL, TIPO ACORAZADO (VASOS COMUNICANTES).
 - UNIDAD DE CONTROL DE PREVENCIÓN DE SOBRELLENADO CON DETECCIÓN ÓPTICA PARA CAMIÓN REFUELER.



Anexo 4 Plano de ubicación de la planta



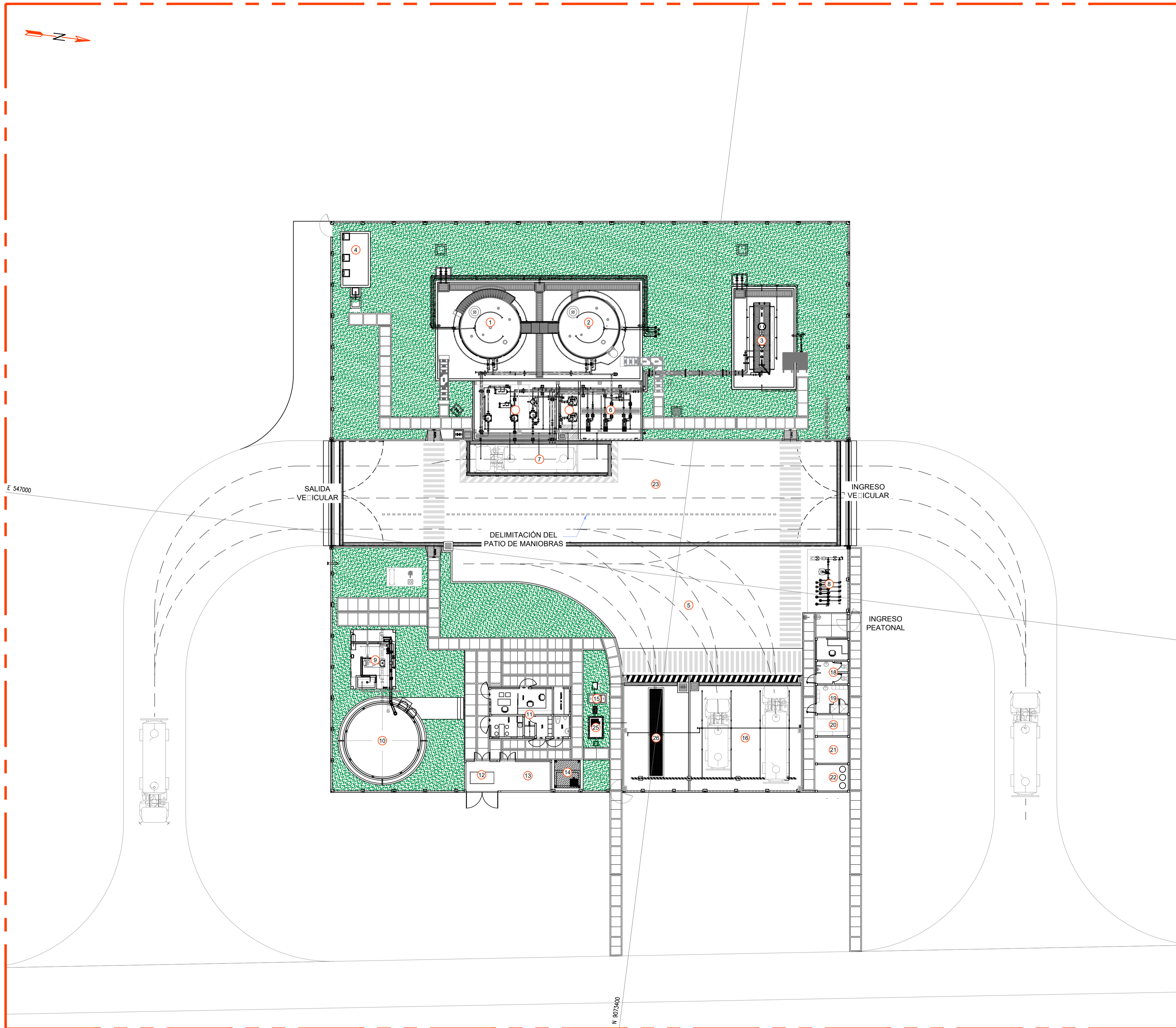
PLANTA
ESC. 1/500



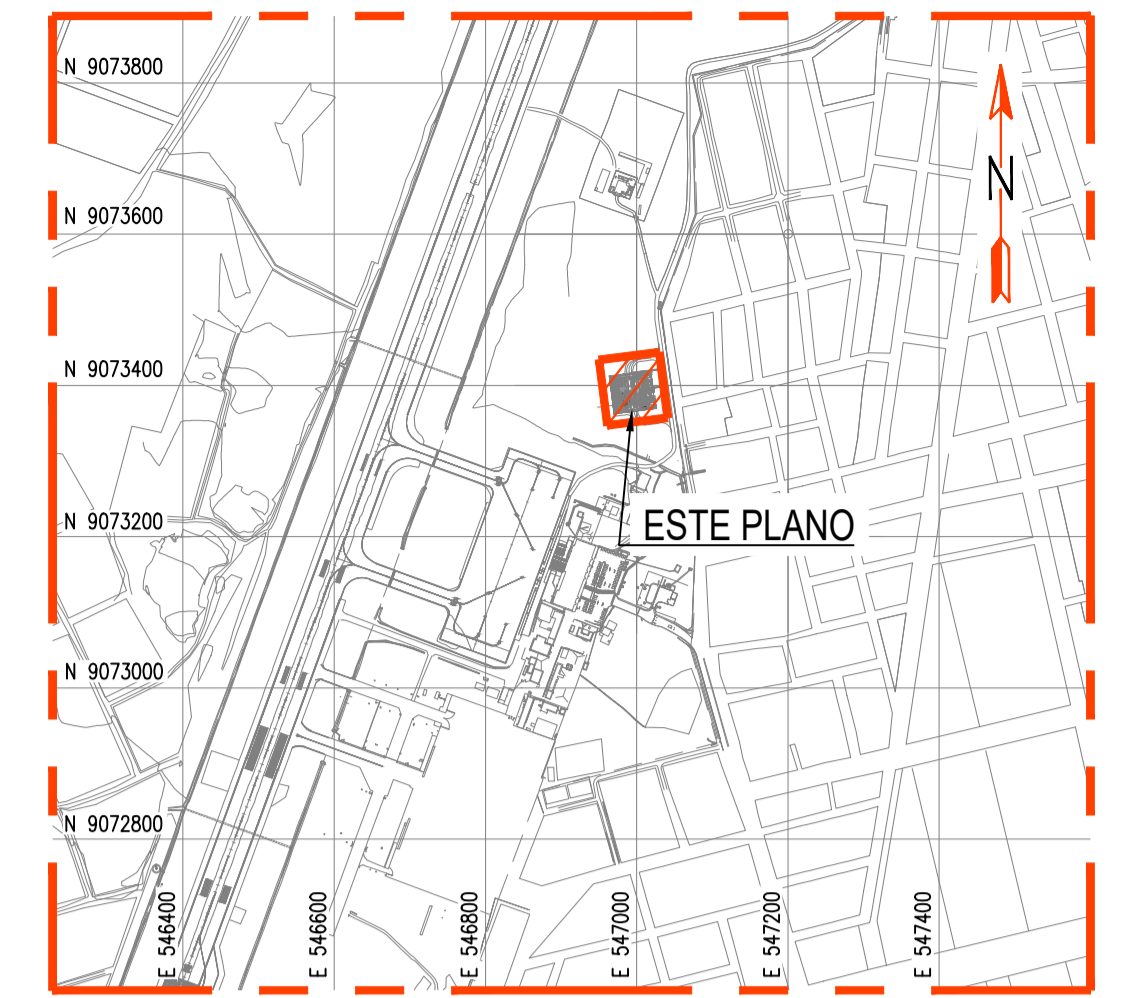
LOCALIZACIÓN
ESC. 1/10000

CUADRO DE COORDENADAS TÉCNICAS WGS 84				
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	50.00	547018.5143	9073419.18
B	B-C	55.00	547024.7671	9073369.572
C	C-D	50.00	546970.1988	9073362.694
D	D-A	55.00	546963.9461	9073412.302

Anexo 5 Plano de distribución de la planta



PLANTA
ESC. 1/200



LOCALIZACIÓN
ESC. 1/10000

CARACTERÍSTICAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES DE AVIACIÓN							
TANQUE	PRODUCTO	CLASE	TIPO DE TECHO	DIÁMETRO (m)	ALTURA / LARGO (m)	SISTEMA DE VENTEO	CAPACIDAD NETA (Galones)
TK-111	TURBO A1	II	CÓNICO AUTOSOPORTADO	5.73	4.50	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN	24,000.00
TK-112	TURBO A1	II	CÓNICO AUTOSOPORTADO	5.73	4.50	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN	24,000.00
TK-121	AVGAS100LL	I	-	2.4	6.238	VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN	6,000.00

LEYENDA		
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	TAG
1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE TURBO A1	TK-111
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE TURBO A1	TK-112
3	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AVGAS 100LL	TK-121
4	POZA SEPARADORA DE HIDROCARBUROS - POZA API	PZ-101
5	PATIO DE CIRCULACIÓN DE REFUELER	-
6	PATIO DE BOMBAS RECEPCIÓN / DESPACHO DE COMBUSTIBLE	-
7	ESTACIONAMIENTO PARA RECEPCIÓN/DESPACHO DE COMBUSTIBLE	-
8	CUARTO DE VÁLVULAS DE ENFRIAMIENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	TK-141
9	PATIO DE BOMBAS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	-
10	TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIOS	TK-131
11	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	-
12	SALA DE GENERADOR ELÉCTRICO	-
13	SALA DE EQUIPOS Y TABLEROS ELÉCTRICOS	-
14	CISTERNA DE AGUA PARA SERVICIO (10 M3)	TK-132
15	SEPARADOR DE GRASAS	-
16	ÁREA PARA ESTACIONAMIENTO DE REFUELERS	-
17	GARITA DE INGRESO	-
18	SS.HH.	-
19	DUCHAS Y VESTUARIO	-
20	PAÑOL	-
21	ALMACÉN	-
22	ÁREA DE RESIDUOS	-
23	PATIO DE MANIOBRAS	-
24	ZONA DE FILTRADO	-
25	CISTERNA PARA LAVADO DE REFUELERS (500 L)	-
26	ÁREA DE MANTENIMIENTO DE REFUELERS	-
27	ÁREA DE RECUPERACIÓN DE PRODUCTO	-

Anexo 6 Planos de sistema contra incendio de la planta

TK-131
 TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO
 ALTURA: 7.50 m
 DIÁMETRO: 7.0 m
 CAPACIDAD UTIL: 220 m³

PU-131
 MOTOBOMBA CONTRA INCENDIO
 CAPACIDAD: 500 gpm
 PRESIÓN: 120 psi
 POTENCIA REQUERIDA: 71 HP

PU-132
 ELECTROBOMBA JOCKEY
 CAPACIDAD: 5 gpm
 PRESIÓN: 130 psi
 POTENCIA REQUERIDA: 1.5 HP

TJ-131
 TABLERO CONTROLADOR DE BOMBA JOCKEY
 MARCA: FIRETROL
 MODELO: FTAS50F

TK-151
 TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE
 CAPACIDAD: 115 gal
 COMBUSTIBLE: DIESEL
 TIPO: PARED SIMPLE

TB-131
 TABLERO CONTROLADOR DE MOTOBOMBA
 MARCA: FIRETROL
 MODELO: FTA1100

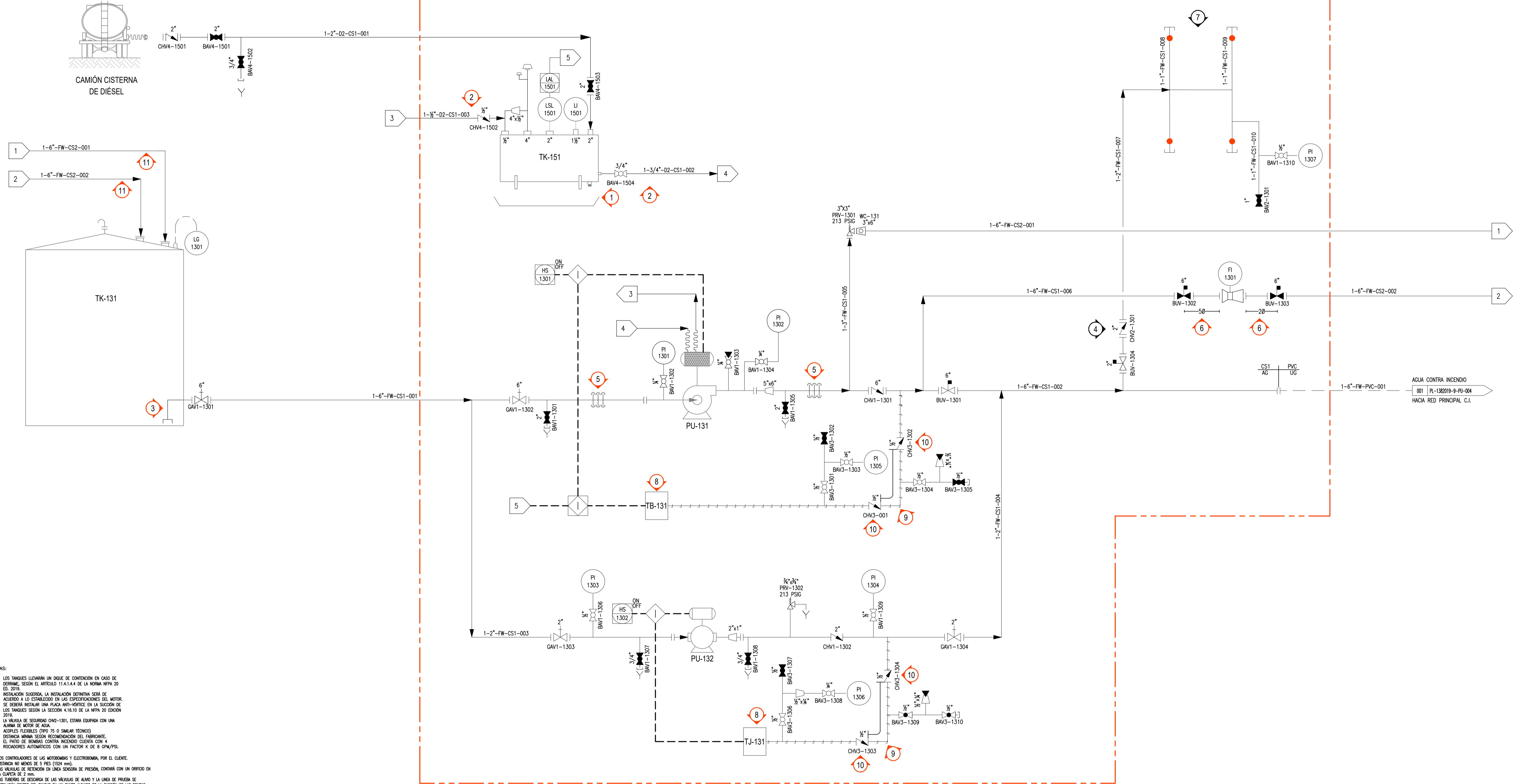
PRV-131
 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN
 SET: 213 psi
 DIÁMETRO: 3"
 CLASE: 150#x150#

PRV-132
 VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN
 SET: 213 psi
 DIÁMETRO: 3/4"x3/4"
 ROSCADO

FI-131
 FLUJÓMETRO DE PRUEBAS
 TIPO: VENTURI
 CAUDAL DE OPERACIÓN: 500 gpm
 RANGO DE MEDICIÓN: 250-750 gpm

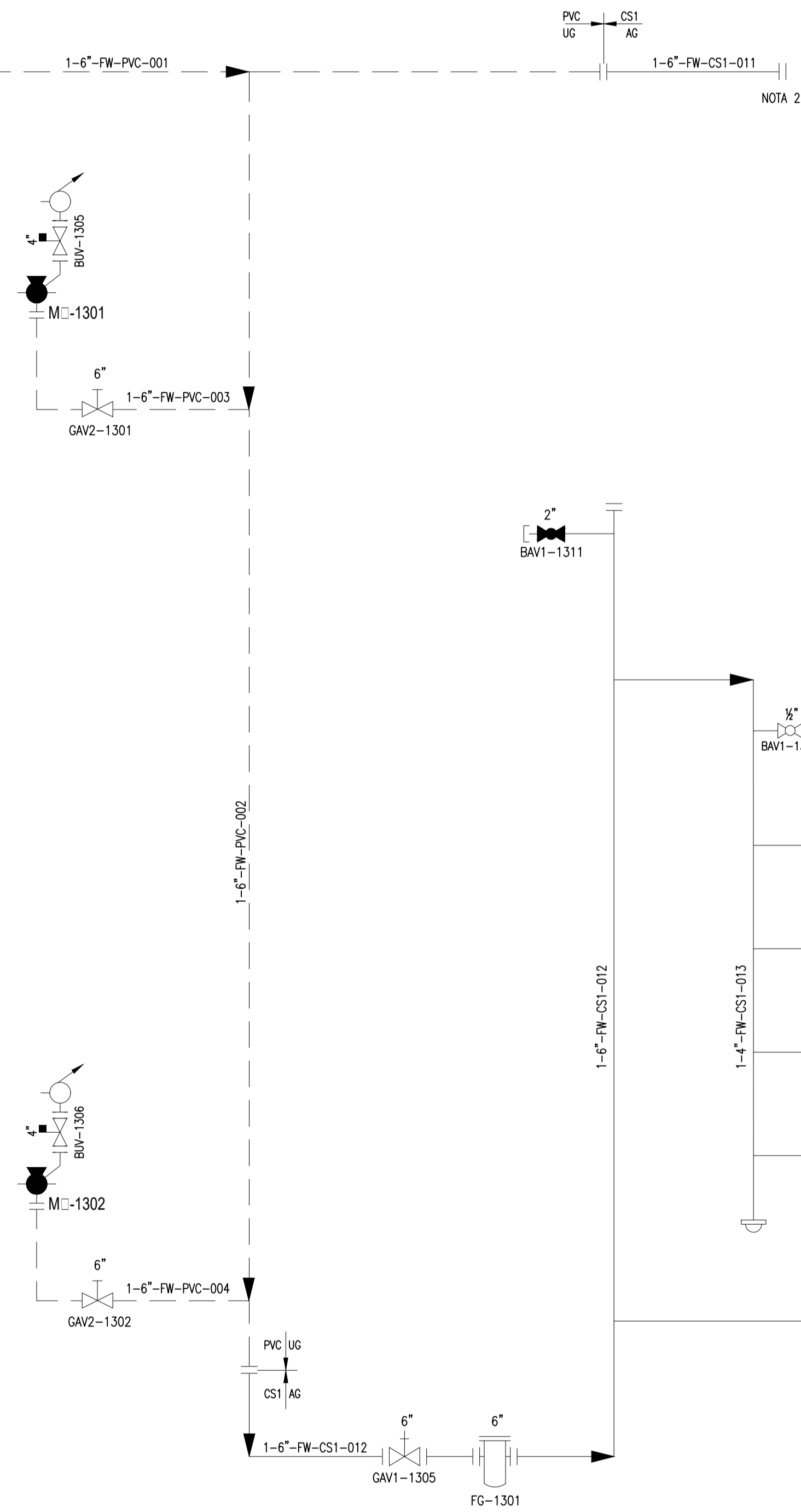
WC-131
 CONO DE DESCARGA
 3"x6"

PATIO DE BOMBAS C.I.

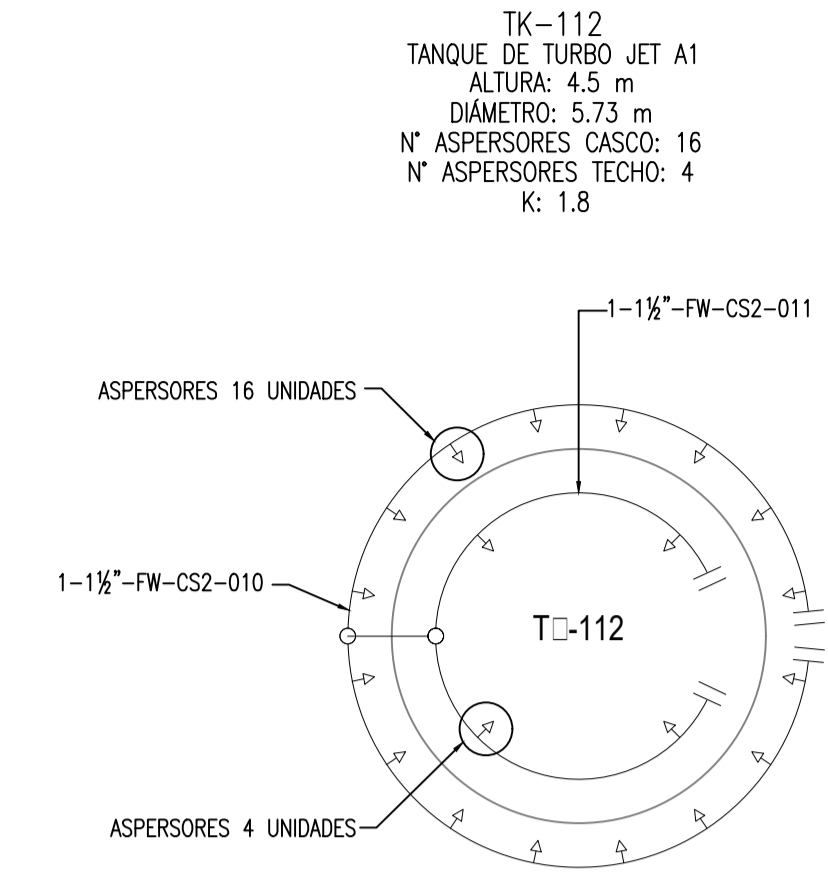
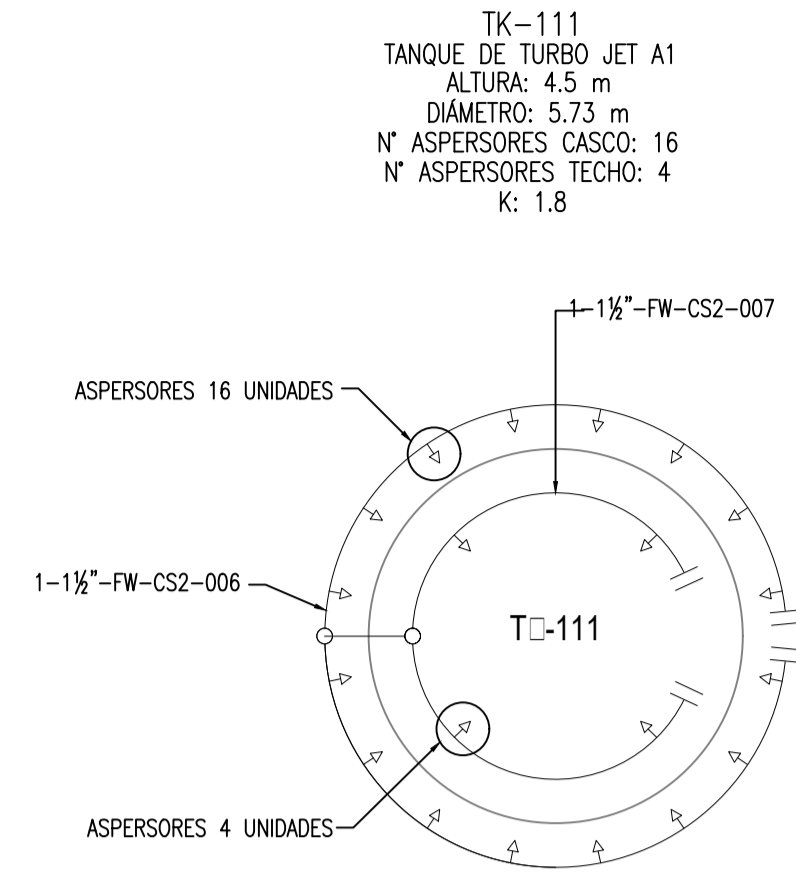


- NOTAS:**
1. LOS TANQUES LLEVARÁN UN DIQUE DE CONTENCIÓN EN CASO DE DERRAME, SEGÚN EL ARTÍCULO 11.4.1.4.4 DE LA NORMA NFPA 20 ED. 2019.
 2. INSTALACIÓN SUGERIDA LA INSTALACIÓN DEFINITIVA SERÁ DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LAS ESPECIFICACIONES DEL MOTOR.
 3. SE DEBERÁ INSTALAR UNA PLACA ANTI-VIBRACION EN LA SUCCIÓN DE LOS TANQUES SEGÚN LA SECCIÓN 4.16.10 DE LA NFPA 20 EDICIÓN 2019.
 4. LA VÁLVULA DE SEGURIDAD BAV2-1301, ESTARÁ EQUIPADA CON UNA ALARMA DE MOTOR DE AGUA.
 5. ACOPLES FLEXIBLES (TIPO 75 O SIMILAR TÉCNICO).
 6. DISTANCIA MINIMA SEGÚN RECOMENDACION DEL FABRICANTE.
 7. EL PATIO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO CUENTA CON 4 ROCADORES AUTOMÁTICOS CON UN FACTOR K DE 8 GPM/PSI.
 8. LOS CONTROLADORES DE LAS MOTOBOMBAS Y ELECTROBOMBA, POR EL CLIENTE.
 9. DISTANCIA NO MENOS DE 5 PIES (1524 mm).
 10. LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN EN LÍNEA SENSORA DE PRESIÓN, CONTARÁN CON UN ORIFICIO EN LA CUBIERTA DE 2 mm.
 11. LAS TUBERÍAS DE DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE ALIVIO Y LA LÍNEA DE PRUEBA SE INSTALARÁN DENTRO DEL TANQUE EN UN PUNTO ALEJADO DE LA SUCCIÓN DE LAS BOMBAS COMO SEA NECESARIO PARA QUE LAS BOMBAS TOMEN AIRE INTRODUCIDO POR LA DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE ALIVIO Y LA LÍNEA DE PRUEBA.
 12. EL TANQUE DE COMBUSTIBLE TENDRÁ UN VENTIL LIBRE Y VENTIL DE EMERGENCIA.
 13. EL TANQUE DE COMBUSTIBLE TENDRÁ UN VENTIL LIBRE Y VENTIL DE EMERGENCIA.

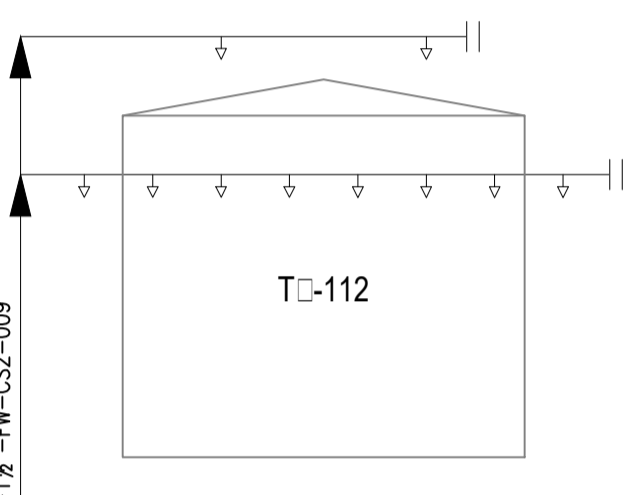
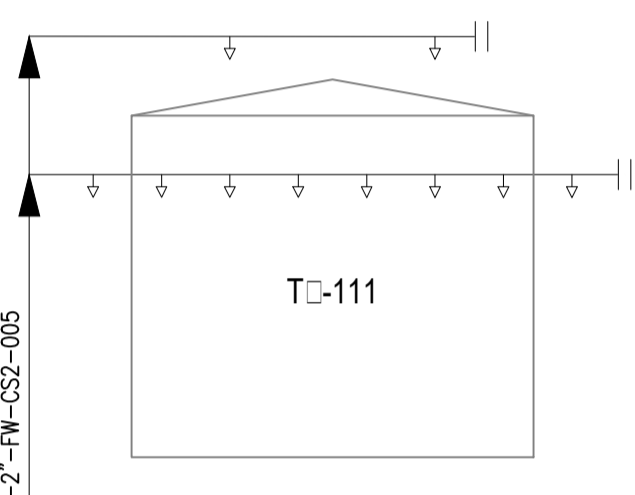
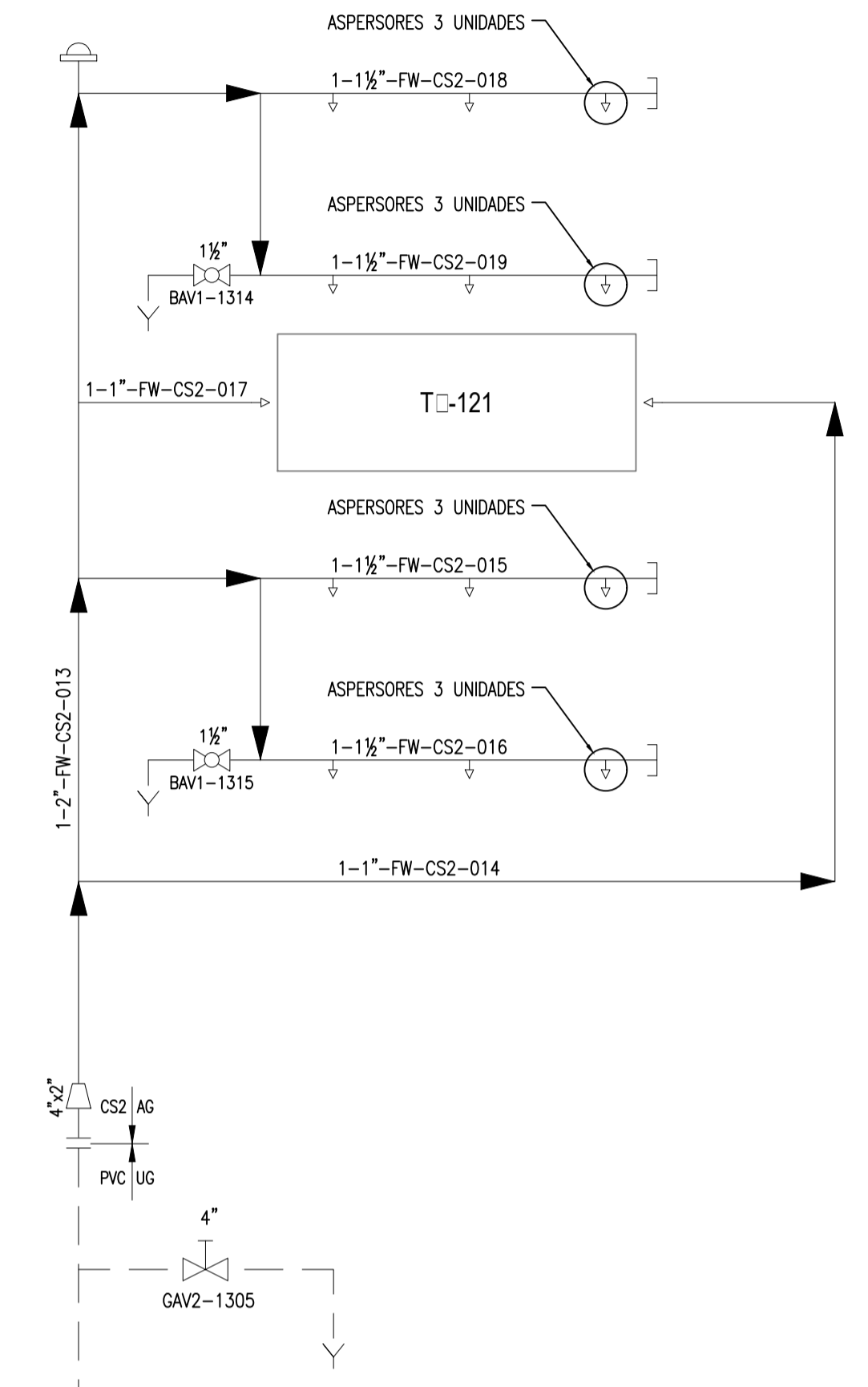
AGUA CONTRA INCENDIO
 001 | PL-1382019-9-PU-003
 DESDE PATIO DE BOMBA CONTRA INCENDIOS



NOTA 2



TK-121
 TANQUE DE AVGAS 100LL
 LONGITUD: 6.00 m
 DIÁMETRO: 2.40 m
 N° ASPERSORES CASCO: 12
 N° ASPERSORES TAPAS: 2
 K: 1.8



AGUA CONTRA INCENDIO
 003 | PL-1382019-9-PU-004-H2
 HACIA 1-2" FW-CS2-023

AGUA CONTRA INCENDIO
 002 | PL-1382019-9-PU-004-H2
 HACIA MANIFOLD DE SISTEMA DE ESPUMA

RESUMEN DE VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN

VÁLVULA	SISTEMA ACTIVADO	CAUDAL DE OPERACIÓN	PRESIÓN DE OPERACIÓN
GAV1-1305	MANIFOLD ENFRIAMIENTO / EXTINCIÓN	295.470 - 749.838 GPM	90.76 - 130.91 PSI
BUW-1307	MANIFOLD DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	71.365 - 347.611 GPM	86.51 - 124.92 PSI
BUW-1308	ENFRIAMIENTO TK-111	176.686 - 221.892 GPM	80.82 - 122.34 PSI
BUW-1309	ENFRIAMIENTO TK-112	177.243 - 224.117 GPM	79.90 - 123.34 PSI
BUW-1310	ENFRIAMIENTO TK-121	152.240 GPM	100.44 PSI
BUW-1311	ROCIADORES AGUA - ESPUMA ÁREA DE PROCESOS	252.730 - 286.305 GPM	79.30 - 111.57 PSI

NOTAS:
 1. EL TANQUE BLADDER SERÁ VERTICAL DE TIPO PRE-PIPE (PAQUETIZADO). EL PROVEEDOR DEBERÁ ASEGURAR QUE EL PAQUETIZADO CUENTE CON LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA UN ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.
 2. FACILIDAD PARA CONEXIÓN DE SISTEMA DE RESPALDO (CONEXIÓN DE BOMBERO), PARA LA RED CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA.

TK-111
TANQUE DE TURBO JET A1
ALTURA: 4.5 m
DIÁMETRO: 5.73 m

TK-112
TANQUE DE TURBO JET A1
ALTURA: 4.5 m
DIÁMETRO: 5.73 m

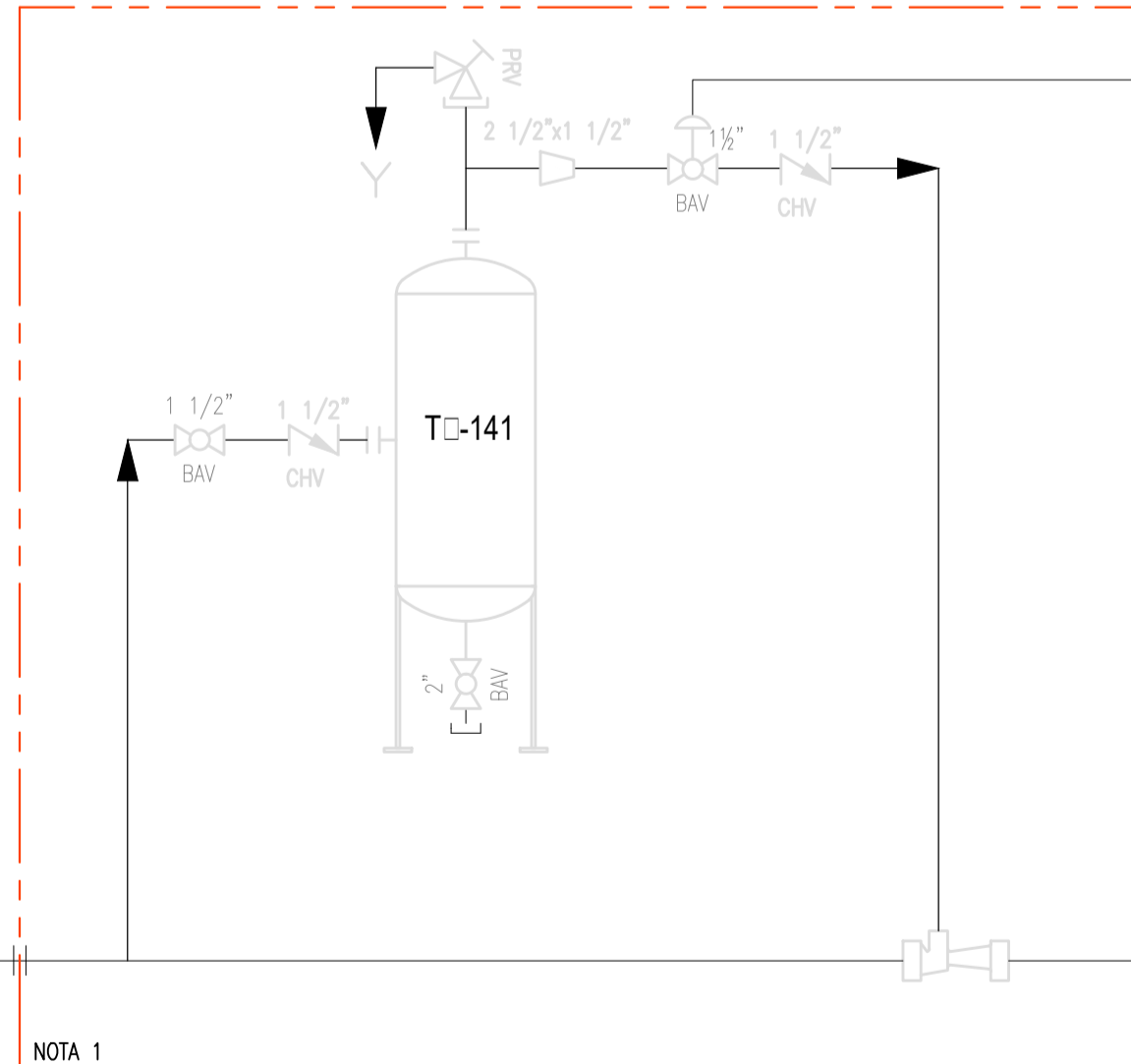
TK-121
TANQUE DE AVGAS 100LL
LONGITUD: 6.00 m
DIÁMETRO: 2.40 m

RESUMEN DE VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN			
VÁLVULA	SISTEMA ACTIVADO	CAUDAL DE OPERACIÓN	PRESIÓN DE OPERACIÓN
BUV-1312	ROCIADORES AGUA - ESPUMA ÁREA DE PROCESOS	267-415 - 267.405 GPM	73.43 - 84.40 PSI
BUV-1313	ROCIADORES AGUA - ESPUMA ÁREA DE PLATAFORMADO	143.171 GPM	81.05 PSIG
BUV-1314	ZONA DE ESTACIONAMIENTO DE REFUELER	347.611 GPM	75.66 PSIG
BUV-1315	ESPUMA DIQUE TANQUE TK-121	71.365 GPM	122.73 PSIG
BUV-1316	ESPUMA DIQUE TANQUE TK-111/112	175.278 GPM	95.66 PSIG
BUV-1317	ESPUMA TANQUE TK-111	80.656 GPM	122.152 PSIG
BUV-1318	ESPUMA TANQUE TK-112	82.982 GPM	121.80 PSIG

RESUMEN DE CÁMARAS Y GENERADORES DE ESPUMA					
UBICACIÓN	CANTIDAD	MODELO	TAG DEL EQUIPO	CAUDAL DE OPERACIÓN	PRESIÓN DE OPERACIÓN
TK-111	1	AFC-90	FC-1301	55.51 GPM	50.66 PSIG
TK-112	1	AFC-90	FC-1302	57.30 GPM	53.96 PSIG
DIQUE DE TK-121	1	FLR-90	FM-1301	71.365 GPM	120.54 PSIG
DIQUE DE TK-111/112	3	FLR-90	FM-1302@1304	59.987 - 57.173 GPM	85.17 - 77.36 PSIG

AGUA CONTRA INCENDIO
003 PL-1382019-9-PU-004-H1
DESDE MANFOLD DE ENFRIAMIENTO

TANQUE BLADDER PRE PIPE BY VENDOR

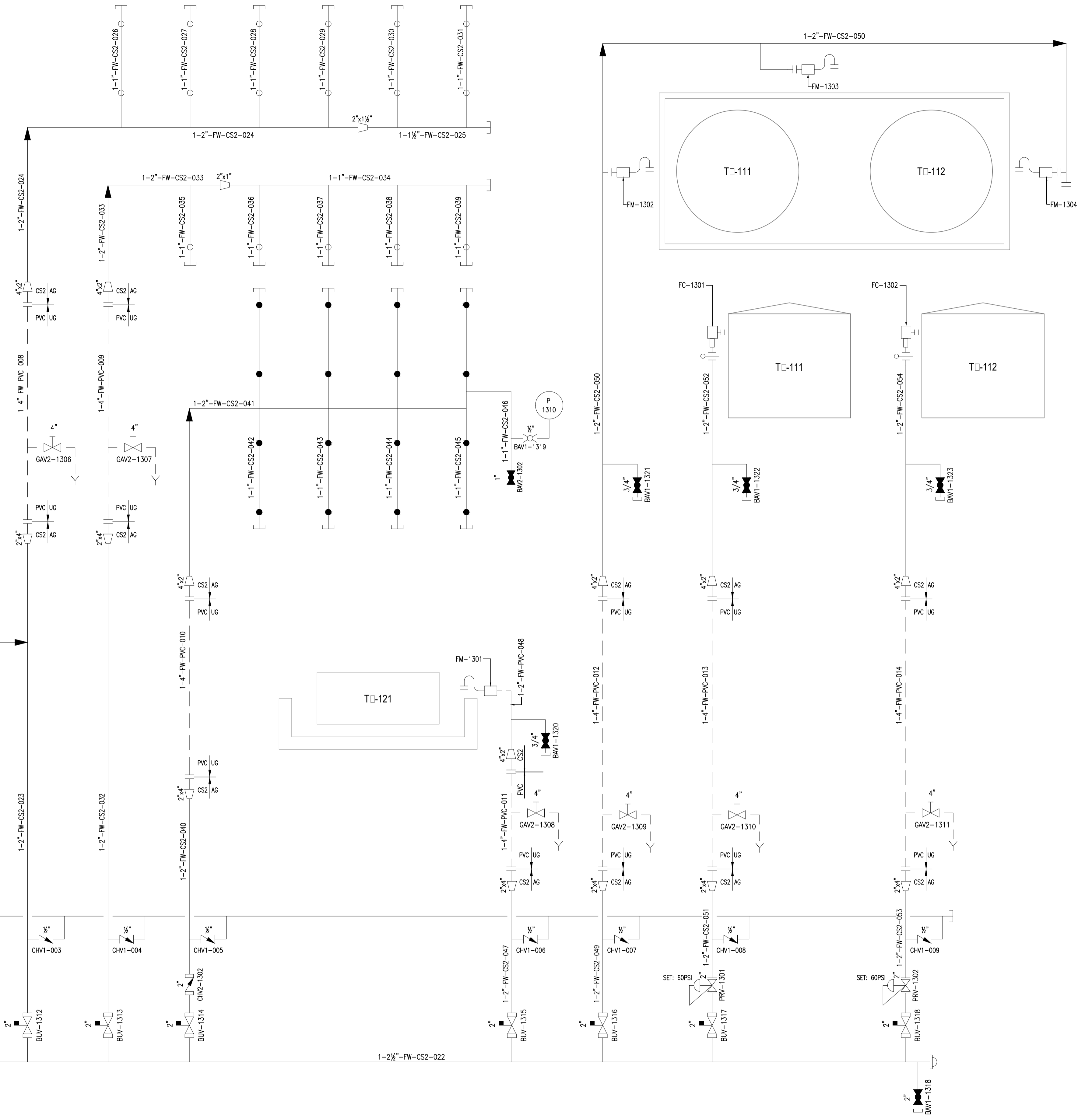


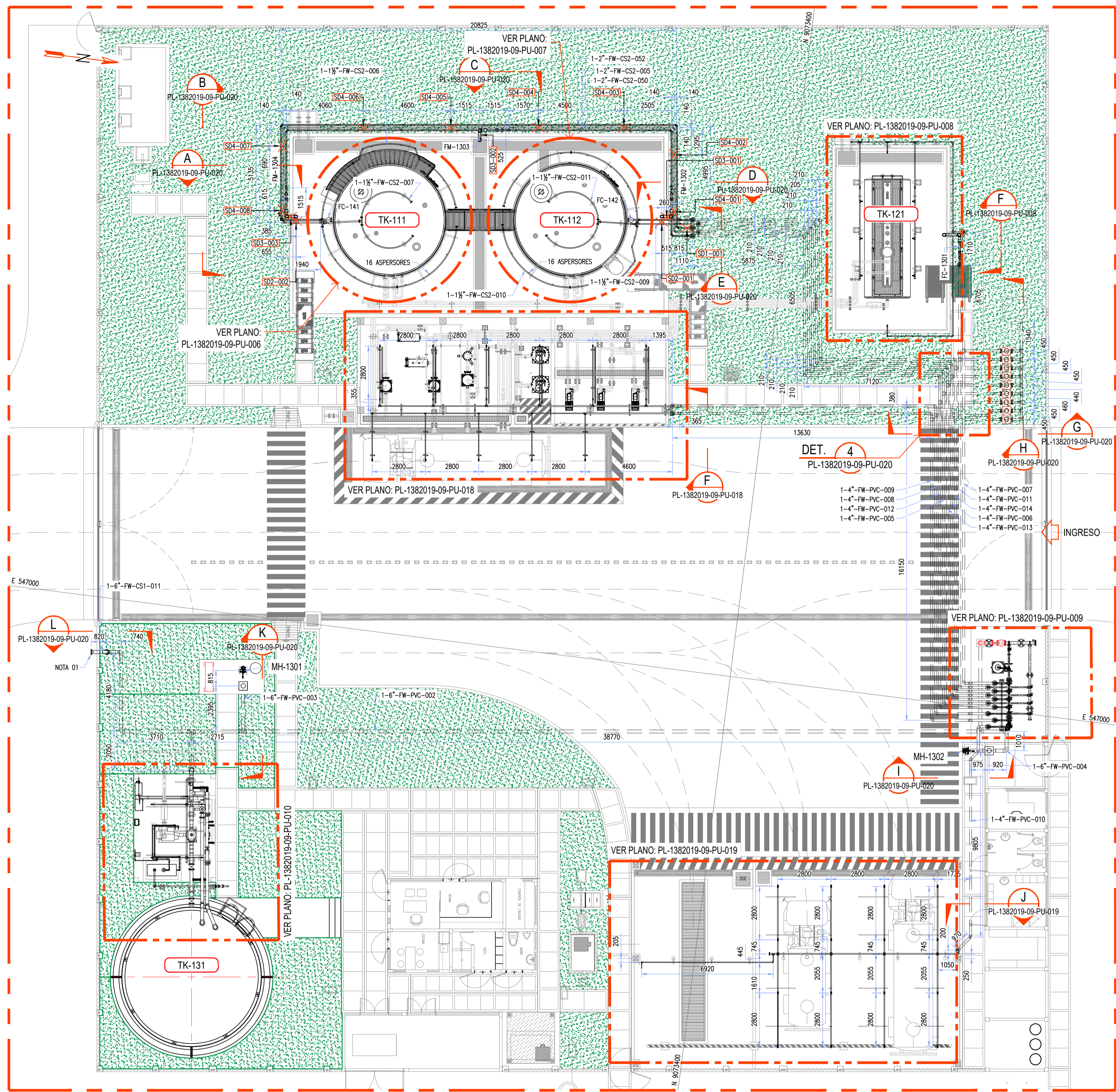
AGUA CONTRA INCENDIO
002 PL-1382019-9-PU-004-H1
DESDE RED TRONCAL DE SCI

NOTA 1

NOTAS:

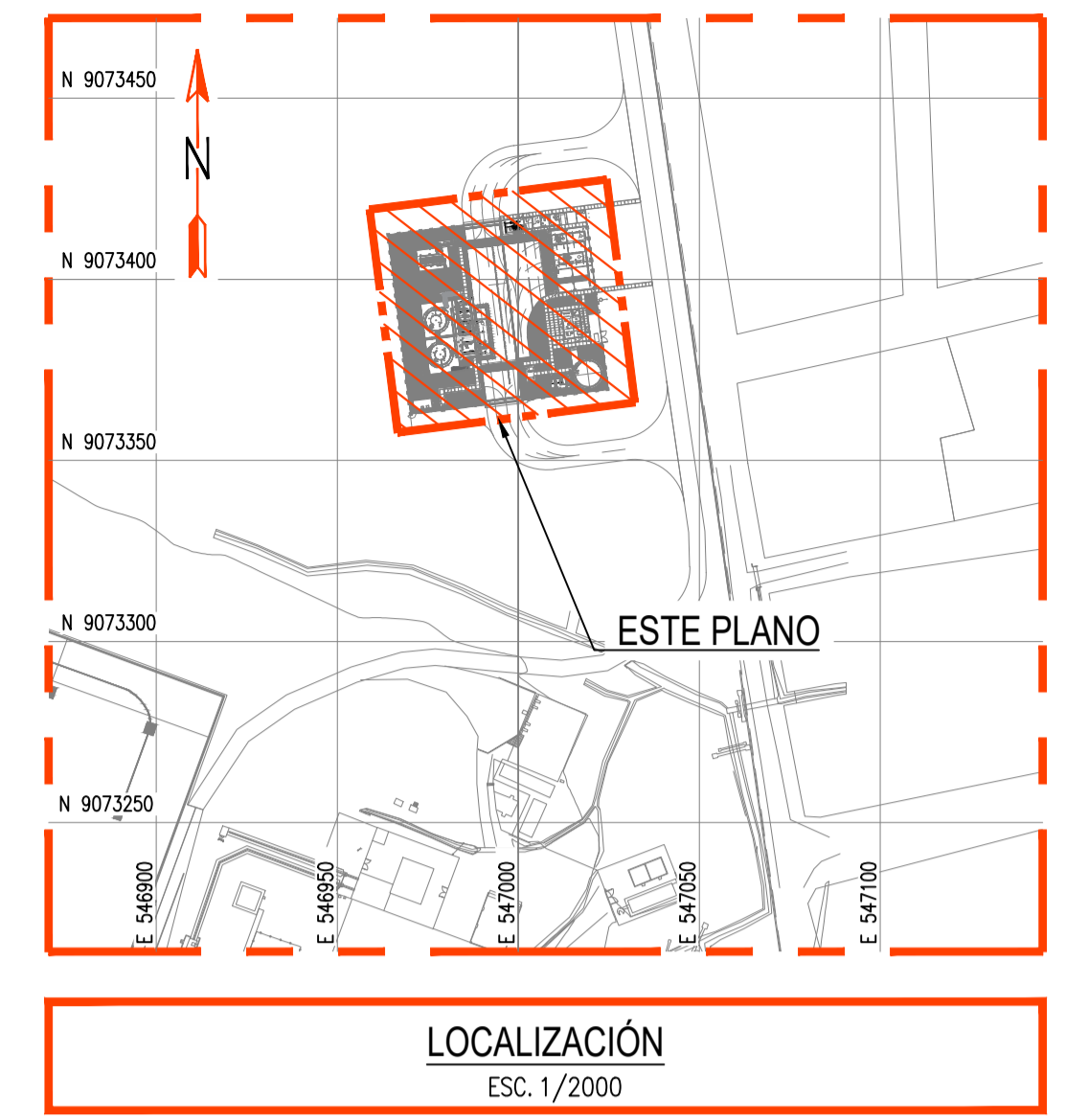
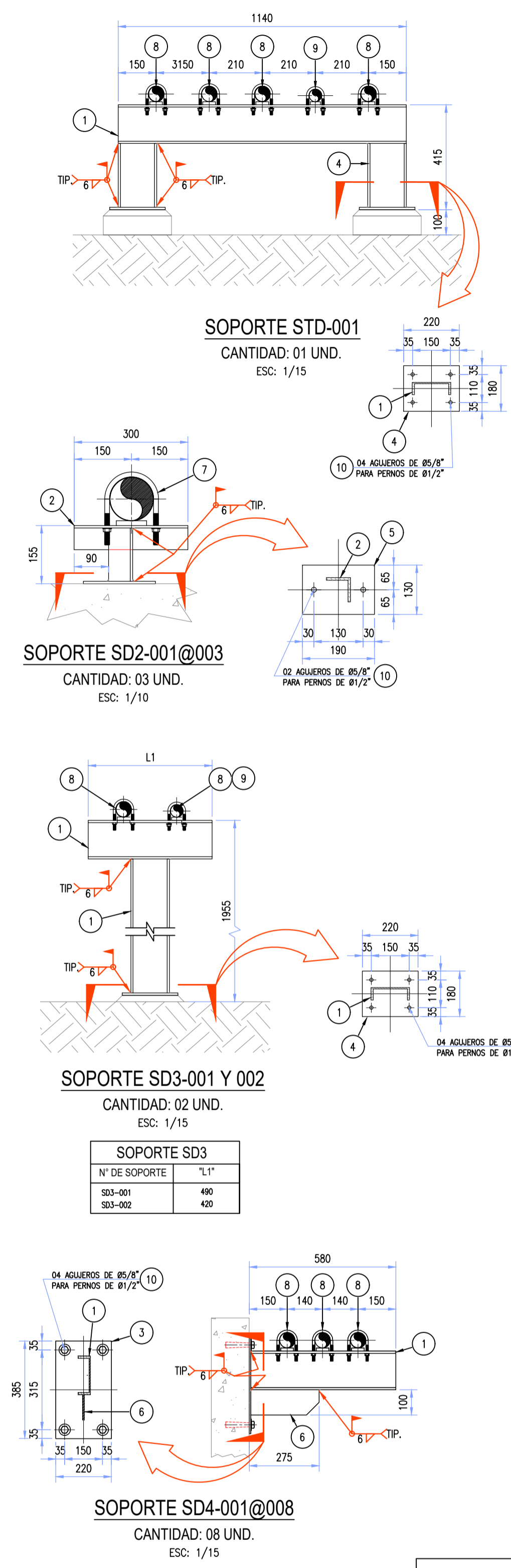
- EL TANQUE BLADDER SERÁ VERTICAL DE TIPO PRE-PIPE (PAQUETIZADO). EL PROVEEDOR DEBERÁ ASEGURAR QUE EL PAQUETIZADO CUENTE CON LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA UN ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.
- FACILIDAD PARA CONEXIÓN DE SISTEMA DE RESPALDO (CONEXIÓN DE BOMBERO), PARA LA RED CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA.





ARREGLO GENERAL DE TUBERÍAS - SISTEMA DE CONTRA INCENDIO
ESC. 1/125

NOTAS:
1. LA CONEXIÓN DE BOMBEROS (SIEMSA) ESTARÁ UBICADA EN EL EXTERIOR DEL AEROPUERTO.
2. TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN MILÍMETROS, SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.



LISTA DE MATERIALES
SOPORTES DE MONTANTE

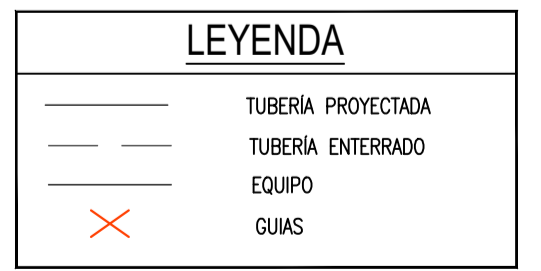
ITEM	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	-	VIGA CBX8.2, ASTM A36	11.43M
2	2 1/2" x 1/2" x 1/4"	PERFIL TIPO L, ASTM A36	1.37M
3	-	PL 1/4" x 385 x 220	08
4	-	PL 3/8" x 220 x 180	04
5	-	PL 1/4" x 190 x 130	03
6	-	PL 1/4" x 275 x 100	08
7	#4"	UBOLTI, C/TUERCA MATERIAL: ACERO AL CARBONO	03
8	#2"	UBOLTI, C/TUERCA MATERIAL: ACERO AL CARBONO	32
9	#1 1/2"	UBOLTI, C/TUERCA MATERIAL: ACERO AL CARBONO	02
10	#1/2" x 2"	PERNO HILTI KWIT BOLT 3 C/TUERCA Y ARANDELA	54

DIMENSIONES DE LOS TANQUES

TANQUE	DIÁMETRO (m)	ALTURA/ LONGITUD (m)	PRODUCTO
TK-111	5.73	4.5	TURBO A1
TK-112	5.73	4.5	TURBO A1
TK-121	2.40	6.238	AVGAS 100LL

RESUMEN DE CÁMARAS Y GENERADORES DE ESPUMA

UBICACIÓN	CANTIDAD	MODELO	TAG DEL EQUIPO	CAUDAL DE OPERACIÓN	PRESIÓN DE OPERACIÓN
TK-111	1	AFC-90	FC-1301	55.51 GPM	50.66 PSIG
TK-112	1	AFC-90	FC-1302	57.30 GPM	53.96 PSIG
DIQUE DE TK-121	1	FLR-90	FM-1301	71.365 GPM	120.54 PSIG
DIQUE DE TK-111/112	3	FLR-90	FM-1302@1304	59.987 - 57.173 GPM	85.17 - 77.38PSIG



Anexo 7 Reportes de simulación de incendio

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TU-01-PF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho. Instalación: Manguera de Despacho. Producto: Turbo A1.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área		14.00 m	
Ancho del área		3.38 m	
Área del derrame		47.32 m ²	
Altura de la base del fuego		0.00 m	
Tasa de combustión total		2.37 kg/s	
Altura de flama		12.51 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	6.94	0.77	52.07
4.00	7.43	0.77	45.19
5.00	8.01	0.76	38.58
6.00	8.67	0.76	32.70
8.00	10.16	0.75	23.49
10.00	11.80	0.74	17.18
12.00	13.53	0.73	12.89
16.00	17.18	0.71	7.83
24.00	24.80	0.69	3.63
40.00	40.49	0.66	1.31
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	20.15		
12.50	12.23		
37.50	5.18		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TU-01-PF

DESCRIPCIÓN

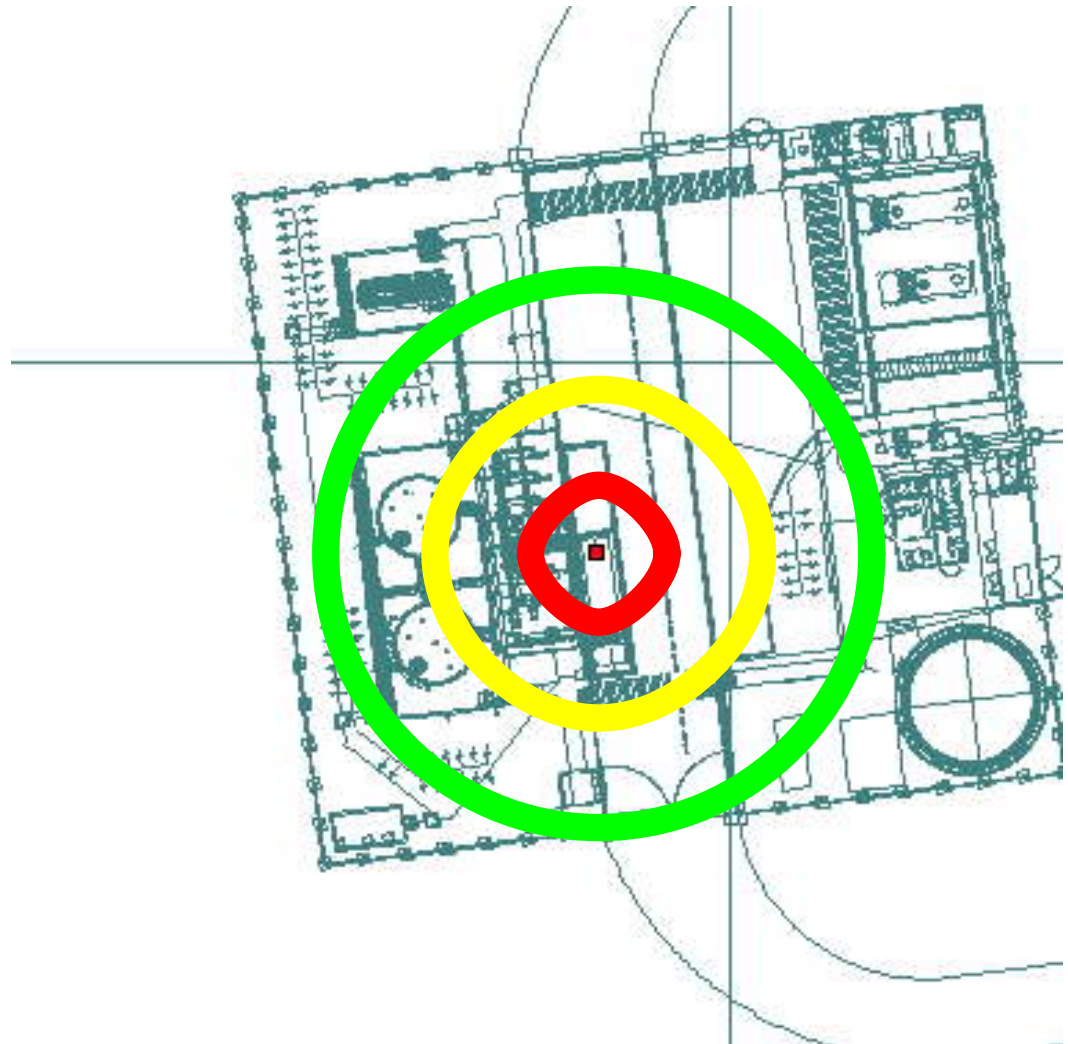
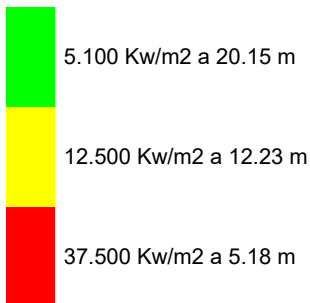
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.

Instalación: Manguera de Despacho.

Producto: Turbo A1.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -43.00
X máxima = 34.28
Y máxima = 40.77
Y mínima = -36.51

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TU-02-PF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fugade Turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3".			
Instalación: Manguera de Despacho. Producto: Turbo A1.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área		14.00 m	
Ancho del área		3.38 m	
Área del derrame		47.32 m ²	
Altura de la base del fuego		0.00 m	
Tasa de combustión total		2.37 kg/s	
Altura de flama		12.51 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	6.94	0.77	52.07
4.00	7.43	0.77	45.19
5.00	8.01	0.76	38.58
6.00	8.67	0.76	32.70
8.00	10.16	0.75	23.49
10.00	11.80	0.74	17.18
12.00	13.53	0.73	12.89
16.00	17.18	0.71	7.83
24.00	24.80	0.69	3.63
40.00	40.49	0.66	1.31
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	20.15		
12.50	12.23		
37.50	5.18		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TU-02-PF

DESCRIPCIÓN

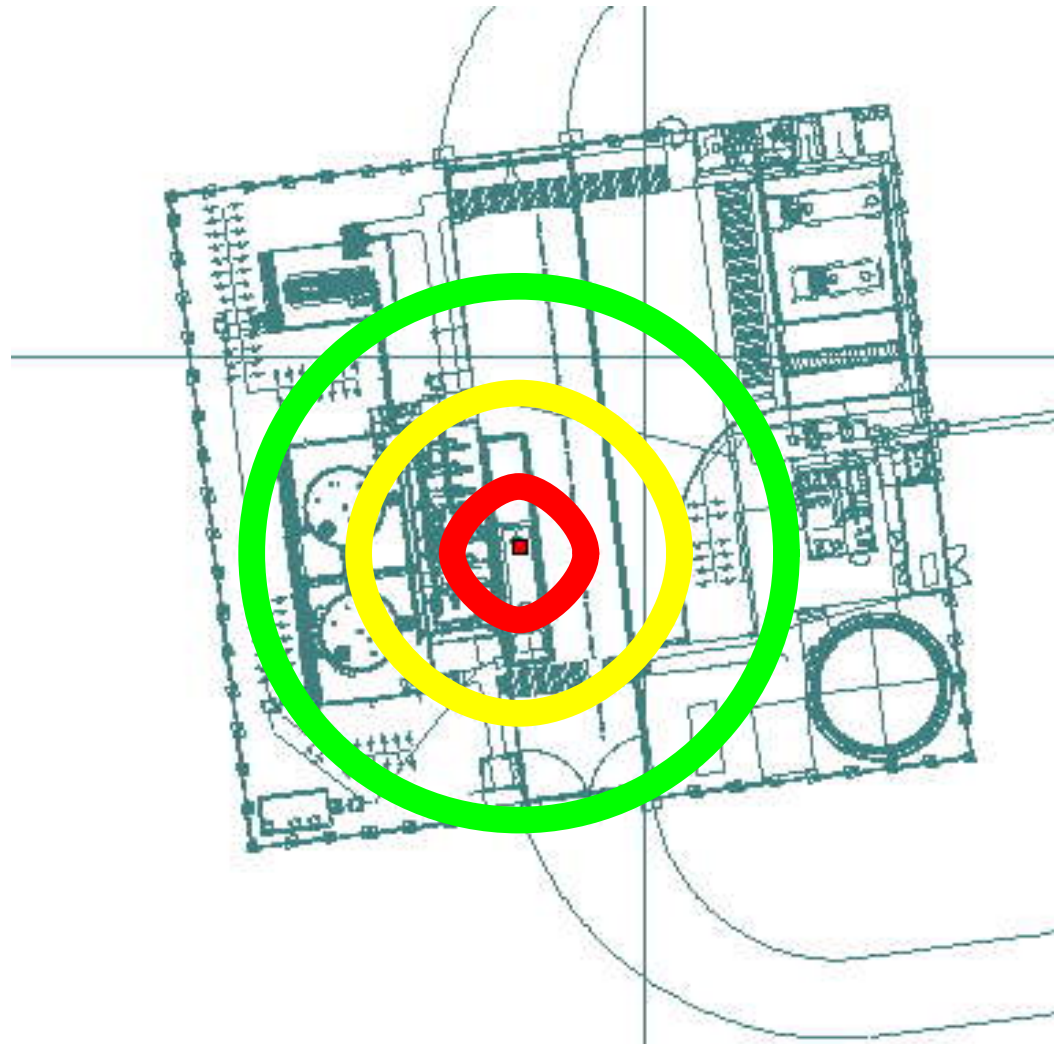
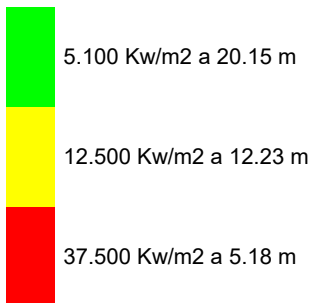
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3".

Instalación: Manguera de Despacho.

Producto: Turbo A1.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -38.57
X máxima = 40.43
Y máxima = 41.26
Y mínima = -37.74

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-AV-01-PF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Gasolina 100 LL a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.			
Instalación: Manguera de Despacho.			
Producto: Gasolina 100LL.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43700.00 kJ/kg
Calor de vaporización			348900.00 J/kg
Temp. de ebullición			300.0 K (26.9 °C)
Tasa de combustión			0.055 kg/m ² s
Fracción de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			312.2 K (39.0 °C)
Humedad relativa			86.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			14.00 m
Ancho del área			3.38 m
Área del derrame			47.32 m ²
Altura de la base del fuego			0.00 m
Tasa de combustión total			2.60 kg/s
Altura de flama			13.26 m
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	7.28	0.77	52.68
4.00	7.74	0.77	46.27
5.00	8.31	0.76	39.98
6.00	8.94	0.76	34.26
8.00	10.39	0.75	25.03
10.00	12.00	0.74	18.53
12.00	13.71	0.73	14.02
16.00	17.32	0.71	8.61
24.00	24.90	0.69	4.03
40.00	40.55	0.66	1.45
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	21.24		
12.50	12.89		
37.50	5.42		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-AV-01-PF

DESCRIPCIÓN

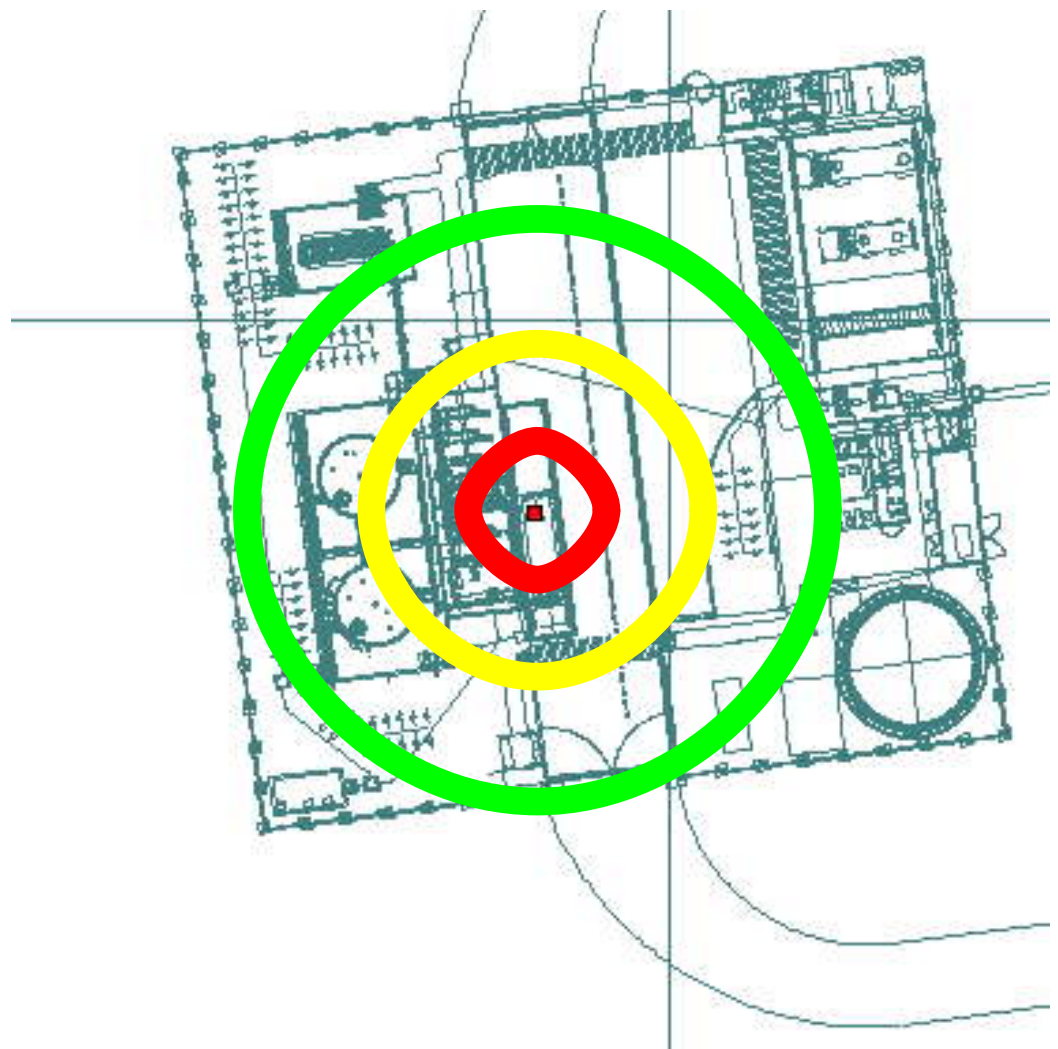
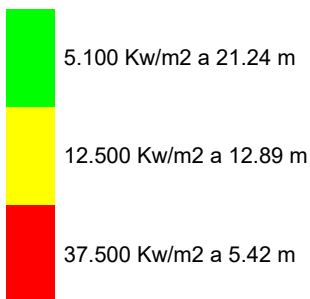
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Gasolina 100 LL a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.

Instalación: Manguera de Despacho.

Producto: Gasolina 100LL.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------



X mínima = -38.65
X máxima = 37.65
Y máxima = 36.84
Y mínima = -39.45

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-AV-02-PF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Gasolina 100LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.			
Instalación: Manguera de despacho.			
Producto: Gasolina 100LL.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43700.00 kJ/kg
Calor de vaporización			348900.00 J/kg
Temp. de ebullición			300.0 K (26.9 °C)
Tasa de combustión			0.055 kg/m ² s
Fracción de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			312.2 K (39.0 °C)
Humedad relativa			86.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			3.38 m
Ancho del área			14.00 m
Área del derrame			47.32 m ²
Altura de la base del fuego			0.00 m
Tasa de combustión total			2.60 kg/s
Altura de flama			13.26 m
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	7.28	0.77	52.68
4.00	7.74	0.77	46.27
5.00	8.31	0.76	39.98
6.00	8.94	0.76	34.26
8.00	10.39	0.75	25.03
10.00	12.00	0.74	18.53
12.00	13.71	0.73	14.02
16.00	17.32	0.71	8.61
24.00	24.90	0.69	4.03
40.00	40.55	0.66	1.45
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	21.24		
12.50	12.89		
37.50	5.42		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-AV-02-PF

DESCRIPCIÓN

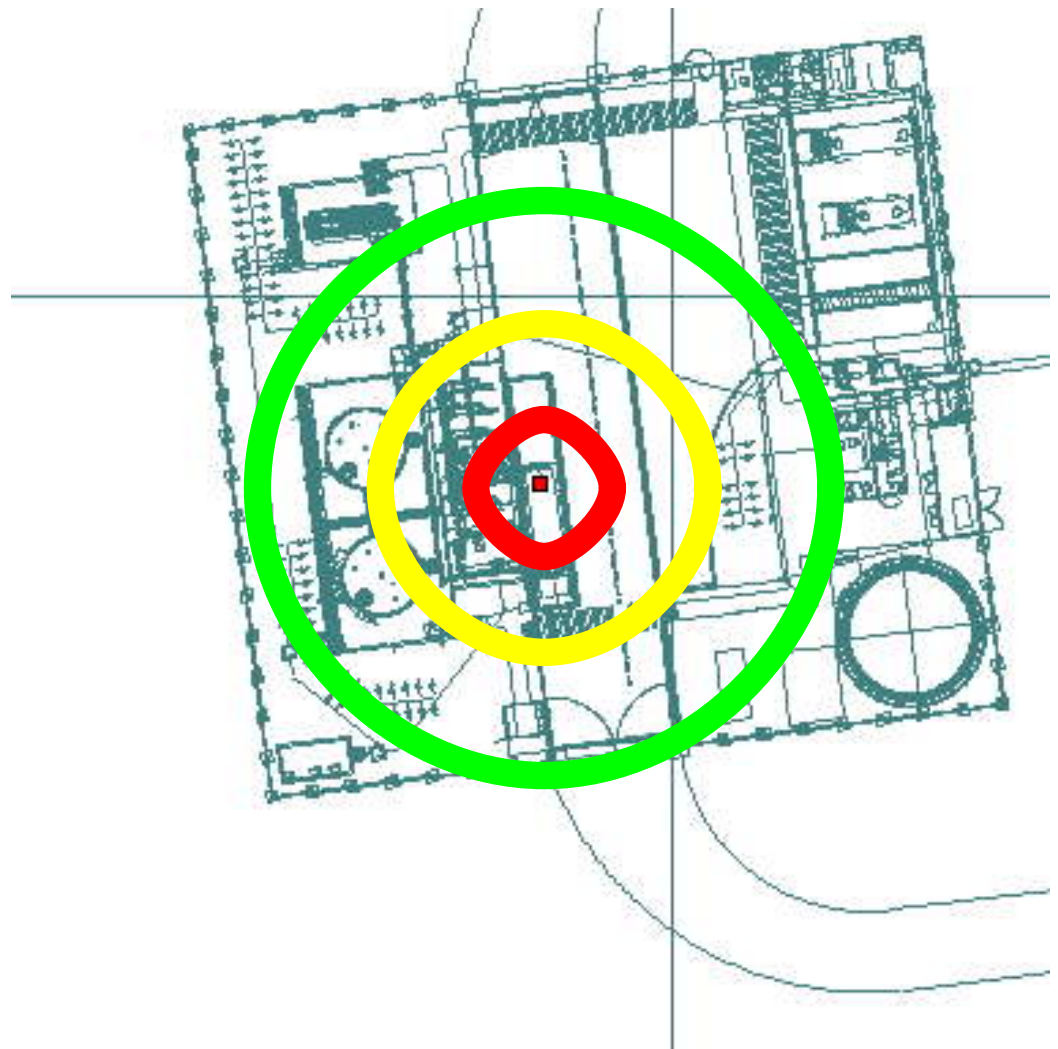
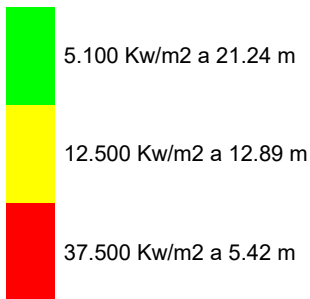
Incendio tipo Pool Fire a partir de una fuga de Gasolina 100LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.

Instalación: Manguera de despacho.

Producto: Gasolina 100LL.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------



X mínima = -39.55
X máxima = 37.73
Y máxima = 35.50
Y mínima = -41.79

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-AE-01			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir del Impacto de un Rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de Turbo A1			
Diametro = 5.73 m Altura = 4.50 m Producto = Turbo A1			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del área		5.73 m	
Área del derrame		25.79 m ²	
Altura de la base del fuego		3.50 m	
Tasa de combustión total		1.29 kg/s	
Altura de flama		10.13 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	9.08	0.76	16.19
4.00	9.45	0.75	14.87
5.00	9.92	0.75	13.45
6.00	10.46	0.75	12.04
8.00	11.72	0.74	9.49
10.00	13.17	0.73	7.44
12.00	14.74	0.72	5.87
16.00	18.15	0.71	3.80
24.00	25.48	0.69	1.87
40.00	40.91	0.66	0.70
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	13.25		
12.50	5.67		
37.50	0.00		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-AE-01

DESCRIPCIÓN

Incendio tipo Pool Fire a partir del Impacto de un Rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de Turbo A1.

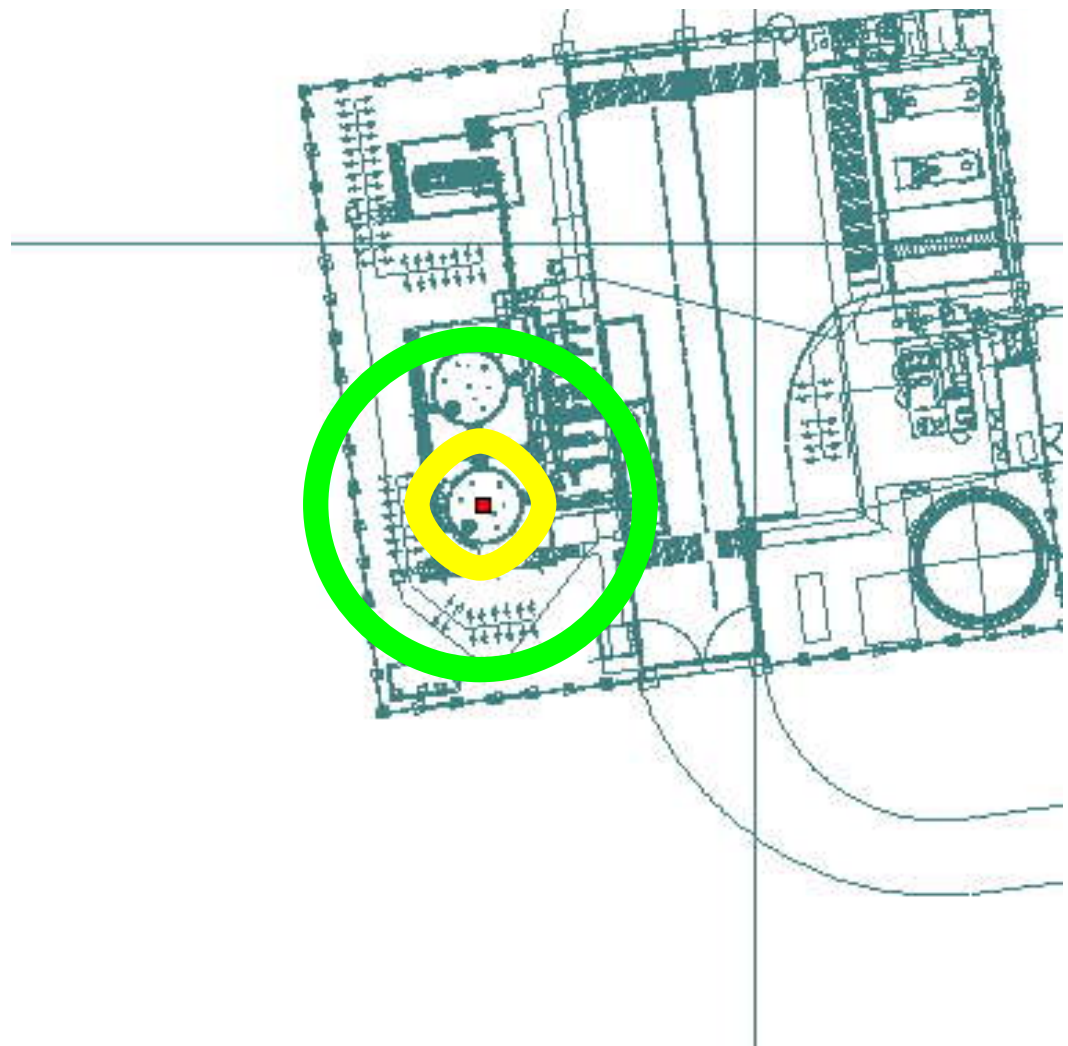
Diametro = 5.73 m

Altura = 4.50 m

Producto = Turbo A1

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -37.67
X máxima = 46.05
Y máxima = 40.46
Y mínima = -43.27

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-AE-03			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Pool Fire a partir del Impacto de un Rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de Gasolina 100LL			
Tanque = TK-121. Diámetro = 2.4 m Largo = 6.0 m Producto = Gasolina 100LL			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43700.00 kJ/kg
Calor de vaporización			348900.00 J/kg
Temp. de ebullición			300.0 K (26.9 °C)
Tasa de combustión			0.055 kg/m ² s
Fracción de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			312.2 K (39.0 °C)
Humedad relativa			86.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			9.51 m
Ancho del área			5.80 m
Área del derrame			55.16 m ²
Altura de la base del fuego			0.00 m
Tasa de combustión total			3.03 kg/s
Altura de flama			13.99 m
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	7.61	0.77	55.94
4.00	8.06	0.76	49.65
5.00	8.60	0.76	43.36
6.00	9.22	0.75	37.50
8.00	10.63	0.75	27.85
10.00	12.20	0.74	20.85
12.00	13.89	0.73	15.91
16.00	17.46	0.71	9.86
24.00	25.00	0.69	4.66
40.00	40.61	0.66	1.69
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	22.90		
12.50	13.94		
37.50	6.00		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-AE-03

DESCRIPCIÓN

Incendio tipo Pool Fire a partir del Impacto de un Rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de Gasolina 100LL

Tanque = TK-121.

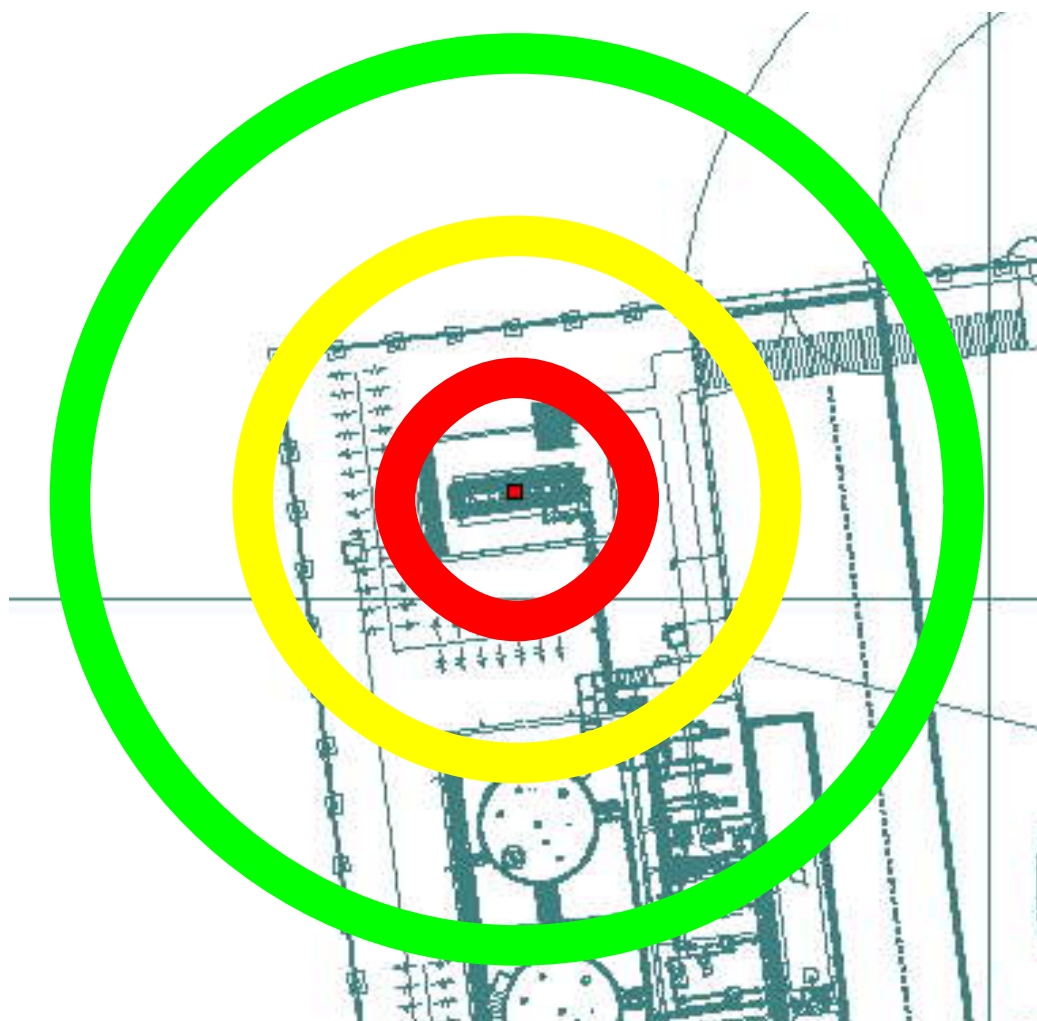
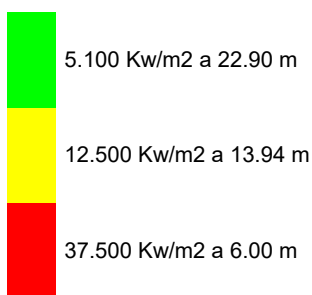
Diámetro = 2.4 m

Largo = 6.0 m

Producto = Gasolina 100LL

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------



X mínima = -25.60
X máxima = 26.60
Y máxima = 25.29
Y mínima = -26.91



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

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TK-111-TU-EQ			
DESCRIPCIÓN			
Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-111.			
Diametro = 5.73 m			
Altura = 4.50 m			
Producto = Turbo A1			
Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre tanques aledaños.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del área		5.73 m	
Área del derrame		25.79 m ²	
Altura de la base del fuego		0.00 m	
Tasa de combustión total		1.29 kg/s	
Altura de flama		10.13 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	5.89	0.79	39.99
4.00	6.46	0.78	33.00
5.00	7.12	0.77	26.90
6.00	7.85	0.77	21.91
8.00	9.47	0.75	14.82
10.00	11.21	0.74	10.41
12.00	13.03	0.73	7.61
16.00	16.78	0.72	4.48
24.00	24.53	0.69	2.03
40.00	40.32	0.66	0.72
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	14.94		
12.50	8.94		
37.50	3.35		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TK-111-TU-EQ

DESCRIPCIÓN

Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-111.

Diametro = 5.73 m

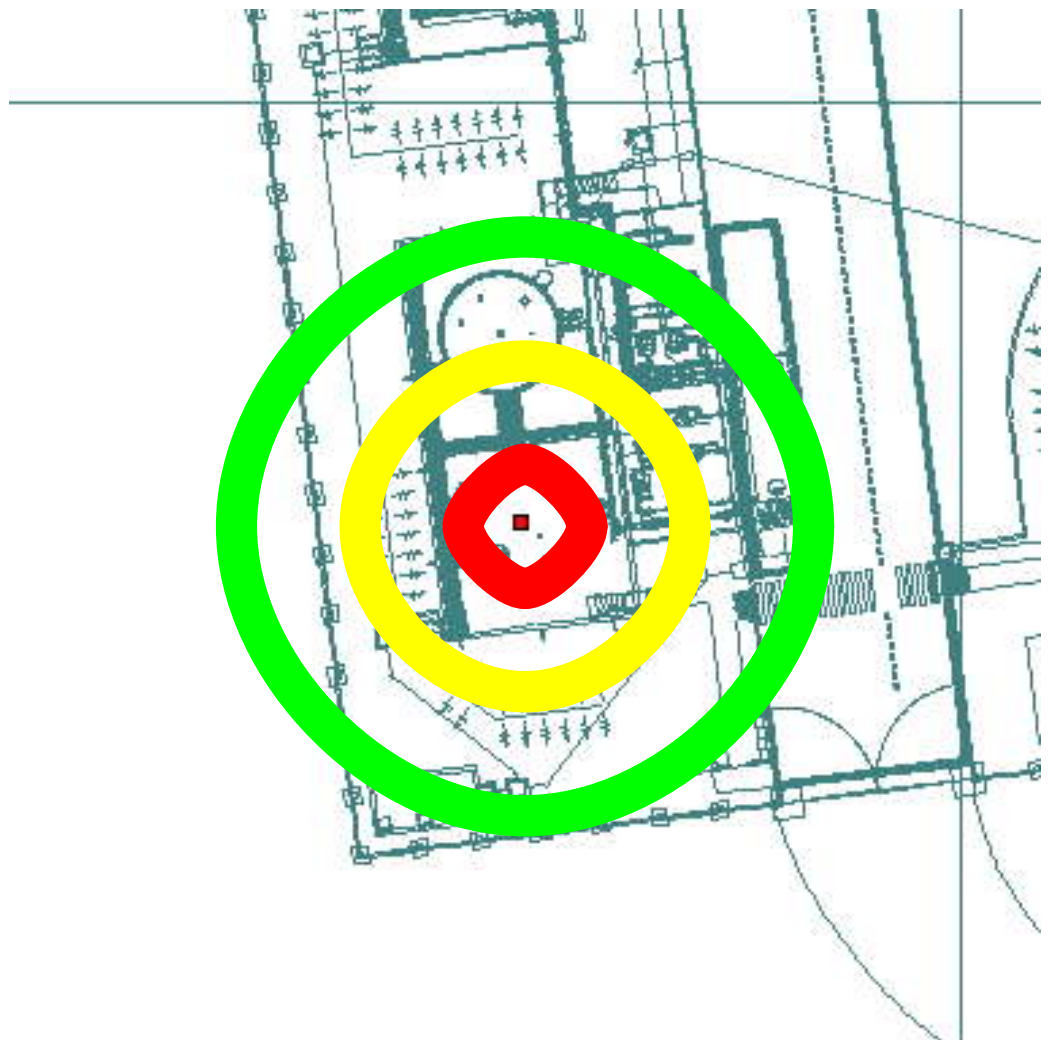
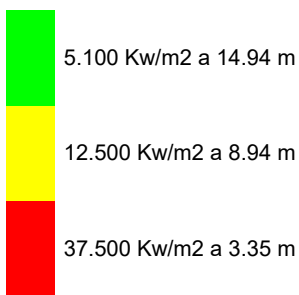
Altura = 4.50 m

Producto = Turbo A1

Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre tanques aledaños.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -25.49
X máxima = 25.63
Y máxima = 25.37
Y mínima = -25.75

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TK-111-TU-PE			
DESCRIPCIÓN			
Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-111.			
Diametro = 5.73 m			
Altura = 4.50 m			
Producto = Turbo A1			
Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre personas y equipos.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del área		5.73 m	
Área del derrame		25.79 m ²	
Altura de la base del fuego		3.50 m	
Tasa de combustión total		1.29 kg/s	
Altura de flama		10.13 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	9.08	0.76	16.19
4.00	9.45	0.75	14.87
5.00	9.92	0.75	13.45
6.00	10.46	0.75	12.04
8.00	11.72	0.74	9.49
10.00	13.17	0.73	7.44
12.00	14.74	0.72	5.87
16.00	18.15	0.71	3.80
24.00	25.48	0.69	1.87
40.00	40.91	0.66	0.70
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	13.25		
12.50	5.67		
37.50	0.00		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TK-111-TU-PE

DESCRIPCIÓN

Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-111.

Diametro = 5.73 m

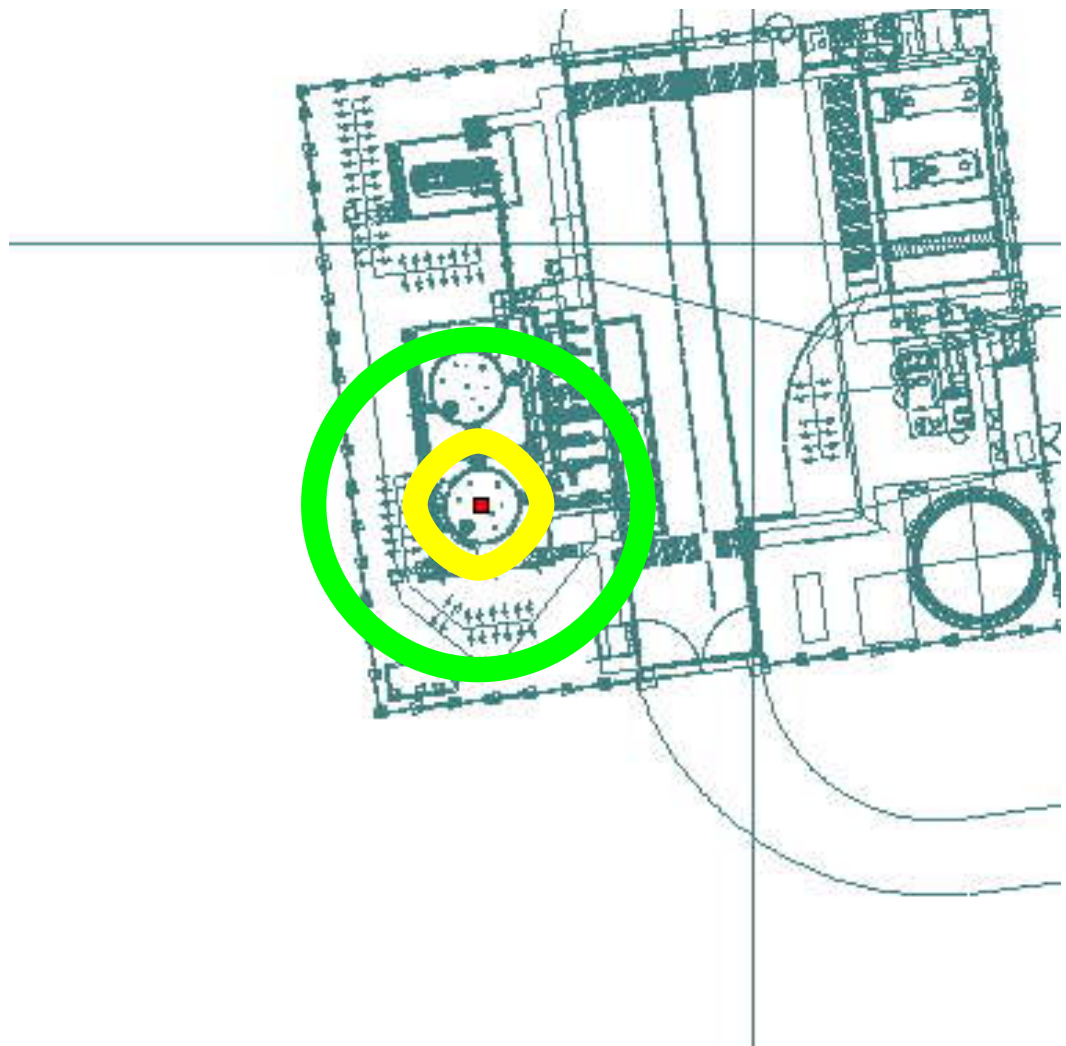
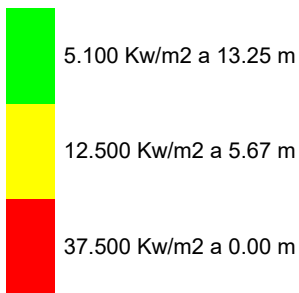
Altura = 4.50 m

Producto = Turbo A1

Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre personas y equipos.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -37.67
X máxima = 46.05
Y máxima = 40.46
Y mínima = -43.27

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TK-112-TU-EQ			
DESCRIPCIÓN			
Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-112.			
Diametro = 5.73 m			
Altura = 4.50 m			
Producto = Turbo A1			
Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre tanques aledaños.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del área		5.73 m	
Área del derrame		25.79 m ²	
Altura de la base del fuego		0.00 m	
Tasa de combustión total		1.29 kg/s	
Altura de flama		10.13 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	5.89	0.79	39.99
4.00	6.46	0.78	33.00
5.00	7.12	0.77	26.90
6.00	7.85	0.77	21.91
8.00	9.47	0.75	14.82
10.00	11.21	0.74	10.41
12.00	13.03	0.73	7.61
16.00	16.78	0.72	4.48
24.00	24.53	0.69	2.03
40.00	40.32	0.66	0.72
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	14.94		
12.50	8.94		
37.50	3.35		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TK-112-TU-EQ

DESCRIPCIÓN

Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-112.

Diametro = 5.73 m

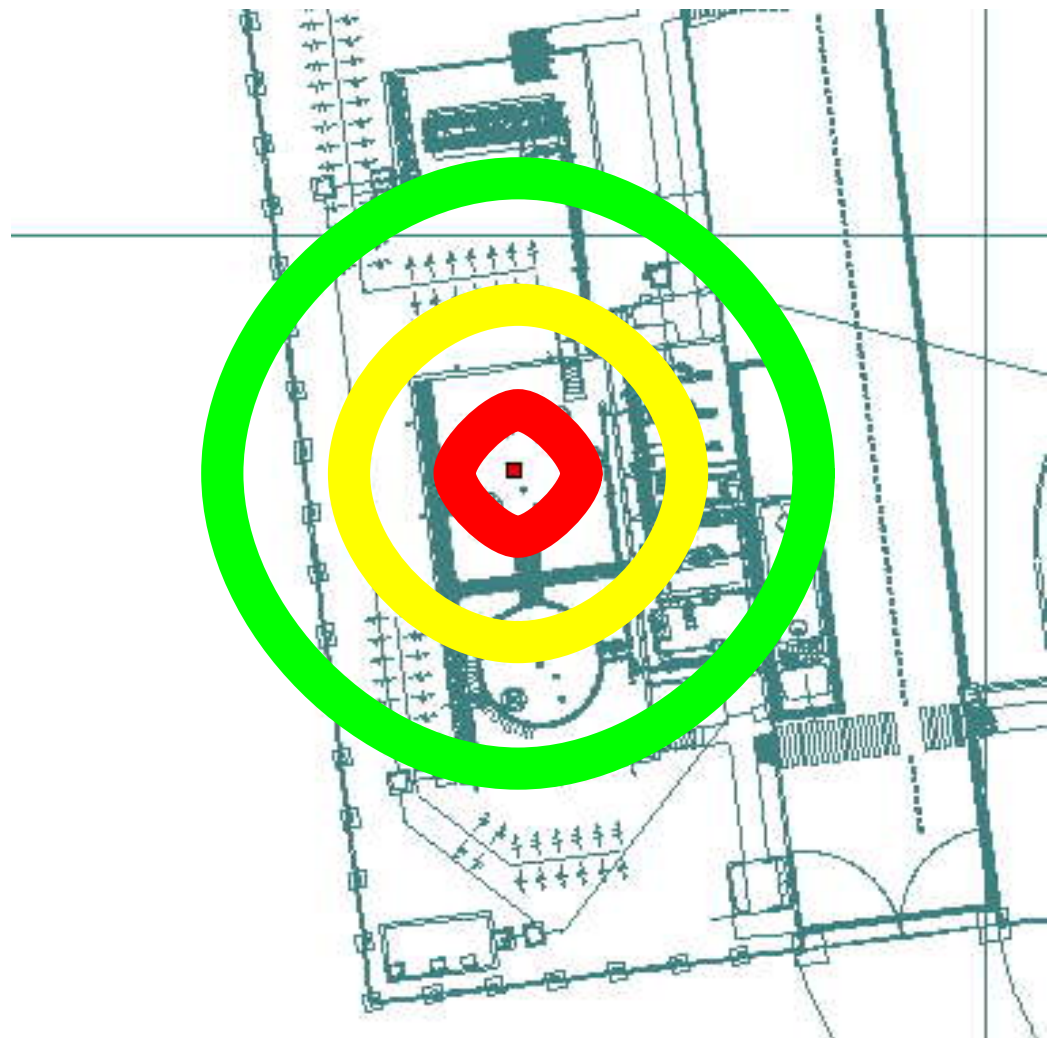
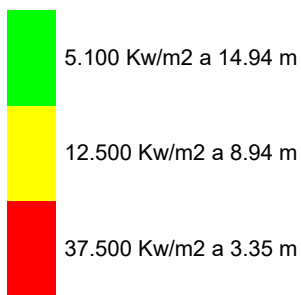
Altura = 4.50 m

Producto = Turbo A1

Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre tanques aledaños.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -24.44
X máxima = 25.78
Y máxima = 22.43
Y mínima = -27.79

**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TK-112-TU-PE			
DESCRIPCIÓN			
Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-112.			
Diametro = 5.73 m			
Altura = 4.50 m			
Producto = Turbo A1			
Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre personas y equipos.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		250000.00 J/kg	
Temp. de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Tasa de combustión		0.050 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del área		5.73 m	
Área del derrame		25.79 m ²	
Altura de la base del fuego		3.50 m	
Tasa de combustión total		1.29 kg/s	
Altura de flama		10.13 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	9.08	0.76	16.19
4.00	9.45	0.75	14.87
5.00	9.92	0.75	13.45
6.00	10.46	0.75	12.04
8.00	11.72	0.74	9.49
10.00	13.17	0.73	7.44
12.00	14.74	0.72	5.87
16.00	18.15	0.71	3.80
24.00	25.48	0.69	1.87
40.00	40.91	0.66	0.70
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	13.25		
12.50	5.67		
37.50	0.00		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TK-112-TU-PE

DESCRIPCIÓN

Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el Tanque de Almacenamiento Vertical TK-112.

Diametro = 5.73 m

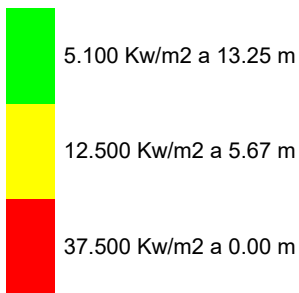
Altura = 4.50 m

Producto = Turbo A1

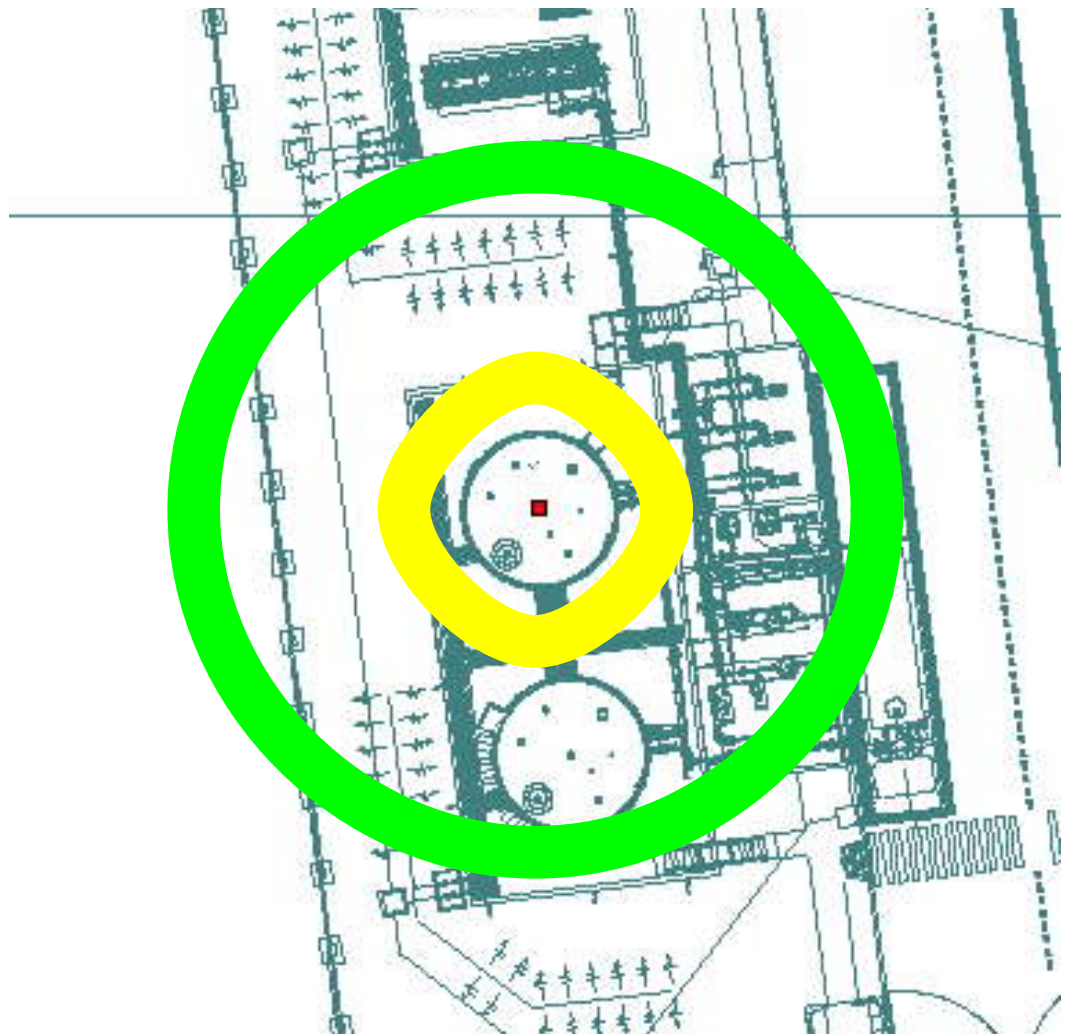
Objetivo: evaluar los efectos de la radiación térmica sobre personas y equipos.

DATOS DE LA SUSTANCIA

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



X mínima = -20.46
X máxima = 20.07
Y máxima = 20.31
Y mínima = -20.23



**Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)**

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TK-121			
DESCRIPCIÓN			
Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el dique de contención del Tanque de Almacenamiento Horizontal TK-121.			
Tanque = TK-121. Diámetro = 2.4 m Largo = 6.0 m Producto = AVGAS100LL			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43700.00 kJ/kg	
Calor de vaporización		348900.00 J/kg	
Temp. de ebullición		300.0 K (26.9 °C)	
Tasa de combustión		0.055 kg/m ² s	
Fracción de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
Humedad relativa		86.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área		9.51 m	
Ancho del área		5.80 m	
Área del derrame		55.16 m ²	
Altura de la base del fuego		0.00 m	
Tasa de combustión total		3.03 kg/s	
Altura de flama		13.99 m	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
3.00	7.61	0.77	55.94
4.00	8.06	0.76	49.65
5.00	8.60	0.76	43.36
6.00	9.22	0.75	37.50
8.00	10.63	0.75	27.85
10.00	12.20	0.74	20.85
12.00	13.89	0.73	15.91
16.00	17.46	0.71	9.86
24.00	25.00	0.69	4.66
40.00	40.61	0.66	1.69
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.0s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.0 s
5.10	22.90		
12.50	13.94		
37.50	6.00		



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

TÍTULO DEL MODELO

PP-TK-121

DESCRIPCIÓN

Incendio de tipo POOL FIRE Confinado en el dique de contención del Tanque de Almacenamiento Horizontal TK-121.

Tanque = TK-121.

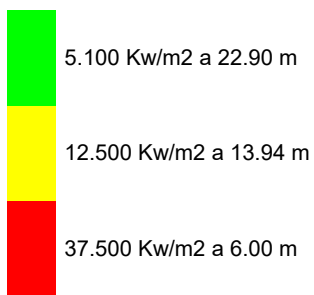
Diámetro = 2.4 m

Largo = 6.0 m

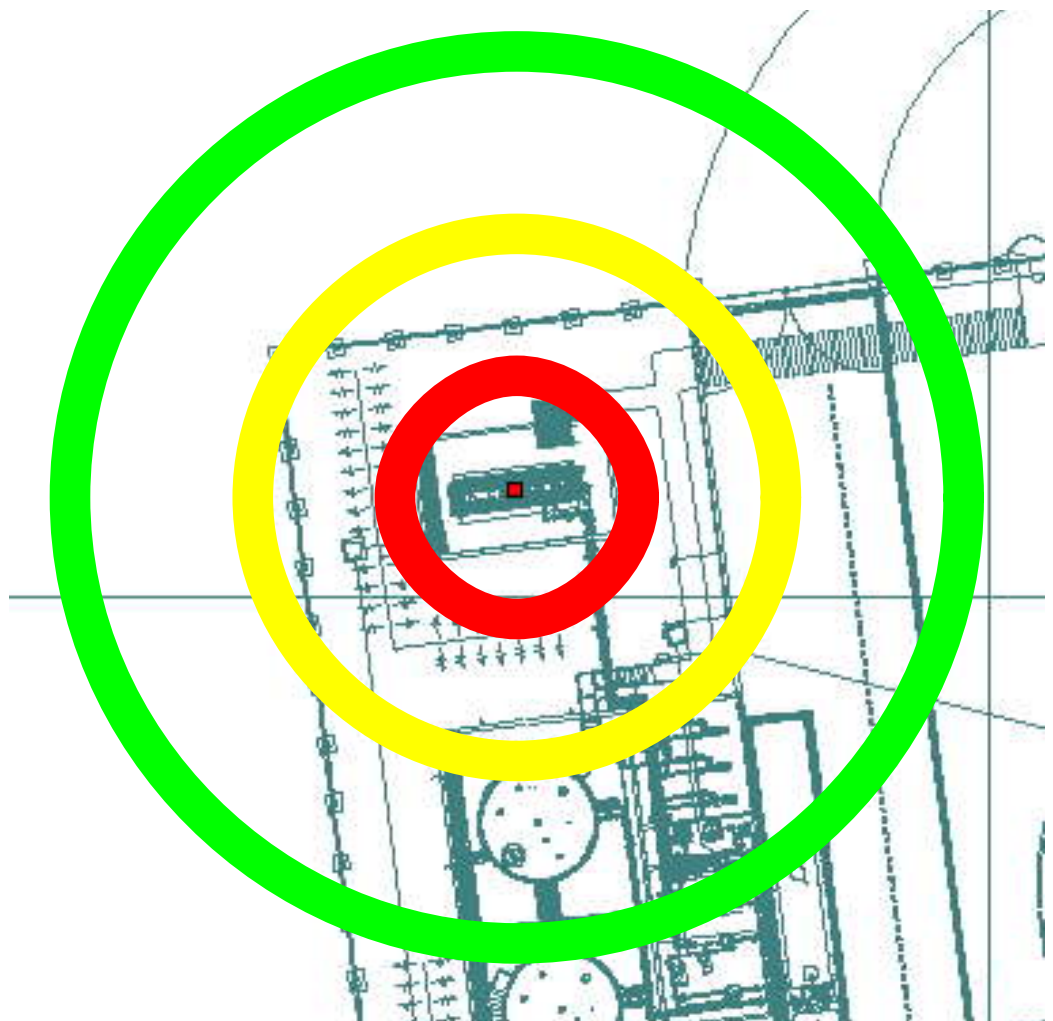
Producto = AVGAS100LL

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------



X mínima = -25.60
X máxima = 26.60
Y máxima = 25.29
Y mínima = -26.91





Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DEL MODELO			
PP-TU-01-JF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de Turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho. Instalación: Manguera de Despacho. Producto: Turbo A1.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso molecular		185.000 kg/kmol	
Calor de combustión		43000.000 kJ/kg	
Concentración estequiométrica		9.5 %	
Temperatura de ebullición		473.0 K (199.9 °C)	
Humedad relativa		86 %	
Temperatura ambiente		312.2 K (39.0 °C)	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio		0.008 m	
Presión en la tubería		344.730 kPa	
Coefficiente de descarga		0.620	
Longitud de la flama		0.48 m	
Tasa de emisión de masa		0.05493 kg /s	
Clase de emisión		Flujo Sónico	
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
1.00	1.24	0.90	43.98
2.00	2.13	0.86	14.24
3.00	3.09	0.83	6.56
4.00	4.07	0.81	3.69
5.00	5.05	0.80	2.34
6.00	6.05	0.78	1.61
7.00	7.04	0.77	1.17
8.00	8.03	0.76	0.89
9.00	9.03	0.76	0.70
10.00	10.03	0.75	0.56
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.00 s
5.10	3.41		
12.50	2.15		
37.50	1.12		



Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

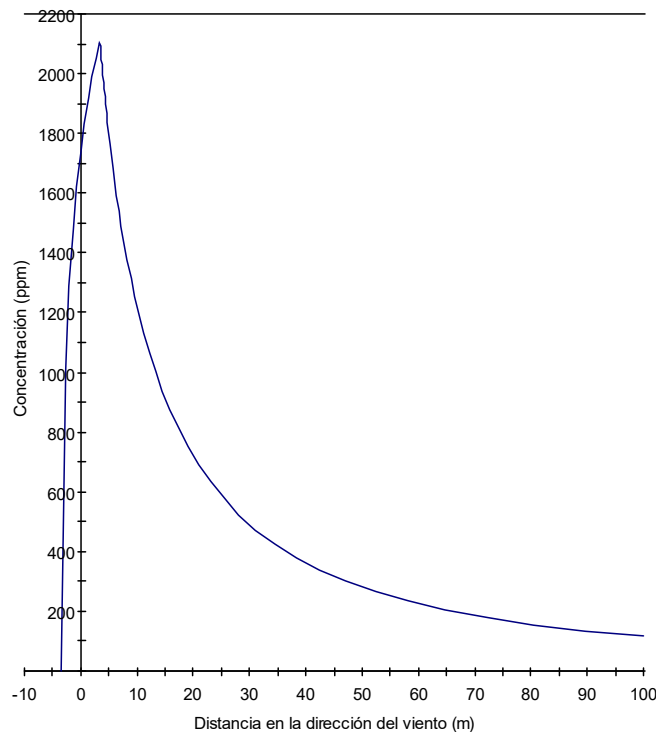
TÍTULO DEL MODELO			
PP-AV-01-JF			
DESCRIPCIÓN			
Incendio tipo Jet Fire a partir de una fuga de todo el contenido de Gasolina 100LL a través de un orificio de diámetro efectivo igual a 7.62 mm en la manguera de despacho.			
Instalación:- Manguera de Despacho.			
Producto: Gasolina 100LL.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
PARAMETROS DE ENTRADA			
Peso molecular	114.000 kg/kmol		
Calor de combustión	43700.000 kJ/kg		
Concentración estequiométrica	9.5 %		
Temperatura de ebullición	300.0 K (26.9 °C)		
Humedad relativa	86 %		
Temperatura ambiente	312.2 K (39.0 °C)		
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Diámetro del orificio	0.010 m		
Presión en la tubería	344.738 kPa		
Coefficiente de descarga	0.620		
Longitud de la flama	0.80 m		
Tasa de emisión de masa	0.08567 kg /s		
Clase de emisión	Flujo Sónico		
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.00	1.08	0.92	93.50
2.00	2.04	0.86	24.72
3.00	3.03	0.83	10.85
4.00	4.02	0.81	5.99
5.00	5.02	0.80	3.77
6.00	6.01	0.78	2.58
7.00	7.01	0.77	1.87
8.00	8.01	0.76	1.42
9.00	9.01	0.76	1.11
10.00	10.01	0.75	0.89
DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de exposición= 0.00s	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de duración= 0.00 s
5.10	4.33		
12.50	2.80		
37.50	1.62		



**Modelo de nube inflamable por evaporación de un derrame (SLAB)
Gráfica de concentración contra distancia**

PROPIEDADES DEL GAS DE EMISION			CARACTERISTICAS DE LA EMISION		
Peso molecular del gas fuente (kg/mol)	wms	1.140 E-01	Sustancia emitida	GASOLINA	
Capacidad calorífica del vapor a presión constante (J/kg- K)	cps	2.220 E+03	Tipo de emisión	Emisión por evaporación de un derrame	
Temperatura del gas fuente (K)	ts	0.000 E+00	Tasa de emisión de la masa fuente (kg/s)	qs	3.740 E-01
Densidad del gas fuente (kg/m3)	rhos	4.631 E+00	Duración de la fuente continua (s)	tsd	6.000 E+04
Temperatura del punto de ebullición (K)	tbp	3.000 E+02	Masa de la fuente continua (kg)	qtcs	2.244 E+04
Fracción de masa del líquido	cmedo	0.000 E+00	Masa de la fuente instantánea (kg)	qtis	0.000 E+00
Capacidad calorífica del líquido (J/kg- K)	cpsl	2.010 E+03	Area de la fuente (m2)	as	4.730 E+01
Calor de vaporización (J/kg)	dhe	3.489 E+05	Velocidad del vapor vertical (m/s)	ws	1.707 E-03
Densidad del líquido fuente (kg/m3)	rhosl	7.000 E+02	Ancho medio de la fuente (m)	bs	3.439 E+00
Constante de presión de saturación	spa	1.595 E+01	Altura de la fuente (m)	hs	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spb	- 1.000 E+00	Velocidad del vapor horizontal (m/s)	us	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spc	0.000 E+00			
PARAMETROS DE CAMPO			PROPIEDADES METEOROLOGICAS AMBIENTALES		
Tiempo promedio de concentración (s)	tav	5.000 E+00	Peso molecular del aire ambiental (kg)	wmae	2.825 E-02
Altura de capa de mezclado (m)	hmx	1.040 E+03	Capacidad calorífica del aire a presión constante (J/kg- K)	cpaa	1.041 E+03
Distancia máxima viento abajo (m)	xffm	1.000 E+02	Densidad del aire ambiental (kg/m3)	rhoa	1.103 E+00
Altura de medida de concentración (m)	zp(1)	2.500 E-01	Altura de medición ambiental (m)	za	1.000 E+01
	zp(2)	5.000 E-01	Presión atmosférica ambiental	pa	1.013 E+05
	zp(3)	7.500 E-01	Velocidad del viento ambiental (m/s)	ua	5.500 E+00
	zp(4)	1.000 E+00	Temperatura ambiental (K)	ta	3.122 E+02
			Humedad relativa (%)	rh	8.600 E+01
PARAMETROS ADICIONALES			Velocidad de fricción ambiental (m/s)	uastr	8.959 E-01
Multiplicador de subpaso	ncalc	1	Valor de estabilidad atmosférica	stab	4.000 E+00
Número de subpasos de cálculo	nssm	3	Longitud inversa de Monin-Obukhov (1/m)	ala	0.000 E+00
Aceleración de la gravedad (m/s2)	grav	9.807 E+00	Altura de rugosidad de superficie (m)	z0	8.000 E-01
Constante de los gases (j/mol- K)	rr	8.314 E+00			
Constante de Von Karman	xk	4.100 E-01			

PP-AV-01-FF

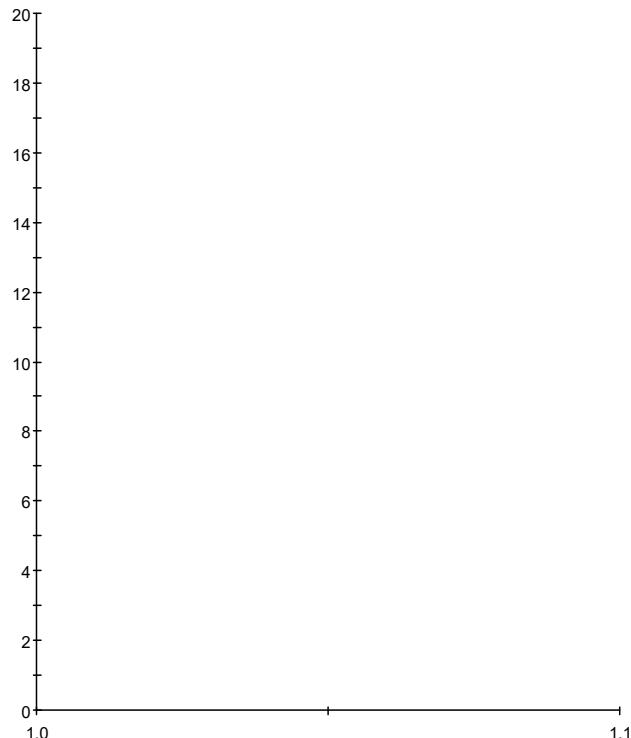




**Modelo de nube inflamable por evaporación de un derrame (SLAB)
Gráfica de isoconcentraciones**

PROPIEDADES DEL GAS DE EMISION			CARACTERISTICAS DE LA EMISION		
Peso molecular del gas fuente (kg/mol)	wms	1.140 E-01	Sustancia emitida	GASOLINA	
Capacidad calorífica del vapor a presión constante (J/kg- K)	cps	2.220 E+03	Tipo de emisión	Emisión por evaporación de un derrame	
Temperatura del gas fuente (K)	ts	0.000 E+00	Tasa de emisión de la masa fuente (kg/s)	qs	3.740 E-01
Densidad del gas fuente (kg/m3)	rhos	4.631 E+00	Duración de la fuente continua (s)	tsd	6.000 E+04
Temperatura del punto de ebullición (K)	tbp	3.000 E+02	Masa de la fuente continua (kg)	qtcs	2.244 E+04
Fracción de masa del líquido	cmedo	0.000 E+00	Masa de la fuente instantánea (kg)	qtis	0.000 E+00
Capacidad calorífica del líquido (J/kg- K)	cpsl	2.010 E+03	Area de la fuente (m2)	as	4.730 E+01
Calor de vaporización (J/kg)	dhe	3.489 E+05	Velocidad del vapor vertical (m/s)	ws	1.707 E-03
Densidad del líquido fuente (kg/m3)	rhosl	7.000 E+02	Ancho medio de la fuente (m)	bs	3.439 E+00
Constante de presión de saturación	spa	1.595 E+01	Altura de la fuente (m)	hs	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spb	- 1.000 E+00	Velocidad del vapor horizontal (m/s)	us	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spc	0.000 E+00			
PARAMETROS DE CAMPO			PROPIEDADES METEOROLOGICAS AMBIENTALES		
Tiempo promedio de concentración (s)	tav	5.000 E+00	Peso molecular del aire ambiental (kg)	wmae	2.825 E-02
Altura de capa de mezclado (m)	hmx	1.040 E+03	Capacidad calorífica del aire a presión constante (J/kg- K)	cpaa	1.041 E+03
Distancia máxima viento abajo (m)	xffm	1.000 E+02	Densidad del aire ambiental (kg/m3)	rhoa	1.103 E+00
Altura de medida de concentración (m)	zp(1)	2.500 E-01	Altura de medición ambiental (m)	za	1.000 E+01
	zp(2)	5.000 E-01	Presión atmosférica ambiental	pa	1.013 E+05
	zp(3)	7.500 E-01	Velocidad del viento ambiental (m/s)	ua	5.500 E+00
	zp(4)	1.000 E+00	Temperatura ambiental (K)	ta	3.122 E+02
			Humedad relativa (%)	rh	8.600 E+01
PARAMETROS ADICIONALES			Velocidad de fricción ambiental (m/s)	uastr	8.959 E-01
Multiplicador de subpaso	ncalc	1	Valor de estabilidad atmosférica	stab	4.000 E+00
Número de subpasos de cálculo	nssm	3	Longitud inversa de Monin-Obukhov (1/m)	ala	0.000 E+00
Aceleración de la gravedad (m/s2)	grav	9.807 E+00	Altura de rugosidad de superficie (m)	z0	8.000 E-01
Constante de los gases (j/mol- K)	rr	8.314 E+00			
Constante de Von Karman	xk	4.100 E-01			

PP-AV-01-FF

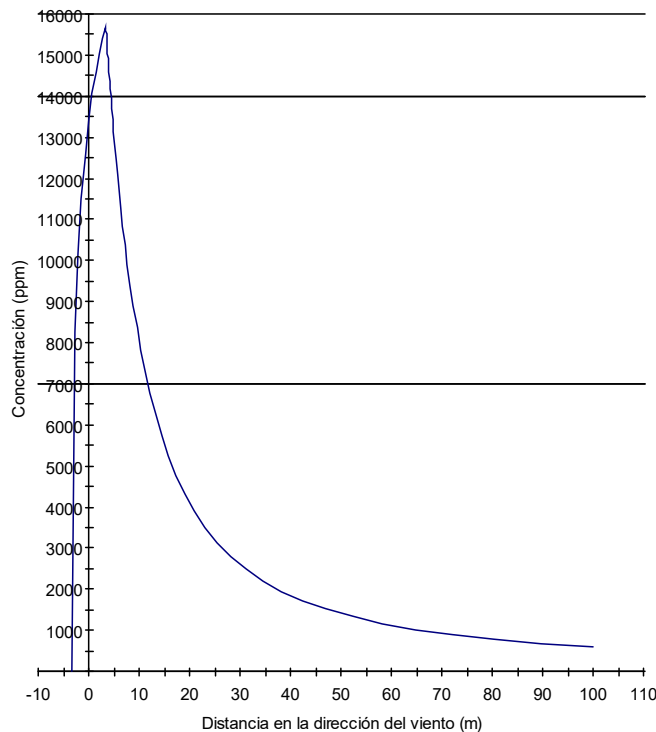




**Modelo de nube inflamable por evaporación de un derrame (SLAB)
Gráfica de concentración contra distancia**

PROPIEDADES DEL GAS DE EMISION			CARACTERISTICAS DE LA EMISION		
Peso molecular del gas fuente (kg/mol)	wms	1.140 E-01	Sustancia emitida	GASOLINA	
Capacidad calorífica del vapor a presión constante (J/kg- K)	cps	2.220 E+03	Tipo de emisión	Emisión por evaporación de un derrame	
Temperatura del gas fuente (K)	ts	0.000 E+00	Tasa de emisión de la masa fuente (kg/s)	qs	2.675 E+00
Densidad del gas fuente (kg/m3)	rhos	4.631 E+00	Duración de la fuente continua (s)	tsd	6.000 E+04
Temperatura del punto de ebullición (K)	tbp	3.000 E+02	Masa de la fuente continua (kg)	qtcs	1.605 E+05
Fracción de masa del líquido	cmedo	0.000 E+00	Masa de la fuente instantánea (kg)	qtis	0.000 E+00
Capacidad calorífica del líquido (J/kg- K)	cpsl	2.010 E+03	Area de la fuente (m2)	as	4.732 E+01
Calor de vaporización (J/kg)	dhe	3.489 E+05	Velocidad del vapor vertical (m/s)	ws	1.221 E-02
Densidad del líquido fuente (kg/m3)	rhosl	7.000 E+02	Ancho medio de la fuente (m)	bs	3.439 E+00
Constante de presión de saturación	spa	1.595 E+01	Altura de la fuente (m)	hs	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spb	- 1.000 E+00	Velocidad del vapor horizontal (m/s)	us	0.000 E+00
Constante de presión de saturación	spc	0.000 E+00			
PARAMETROS DE CAMPO			PROPIEDADES METEOROLOGICAS AMBIENTALES		
Tiempo promedio de concentración (s)	tav	5.000 E+00	Peso molecular del aire ambiental (kg)	wmae	2.825 E-02
Altura de capa de mezclado (m)	hmx	1.040 E+03	Capacidad calorífica del aire a presión constante (J/kg- K)	cpaa	1.041 E+03
Distancia máxima viento abajo (m)	xffm	1.000 E+02	Densidad del aire ambiental (kg/m3)	rhoa	1.103 E+00
Altura de medida de concentración (m)	zp(1)	2.500 E-01	Altura de medición ambiental (m)	za	1.000 E+01
	zp(2)	5.000 E-01	Presión atmosférica ambiental	pa	1.013 E+05
	zp(3)	7.500 E-01	Velocidad del viento ambiental (m/s)	ua	5.500 E+00
	zp(4)	1.000 E+00	Temperatura ambiental (K)	ta	3.122 E+02
			Humedad relativa (%)	rh	8.600 E+01
PARAMETROS ADICIONALES			Velocidad de fricción ambiental (m/s)	uastr	8.959 E-01
Multiplicador de subpaso	ncalc	1	Valor de estabilidad atmosférica	stab	4.000 E+00
Número de subpasos de cálculo	nssm	3	Longitud inversa de Monin-Obukhov (1/m)	ala	0.000 E+00
Aceleración de la gravedad (m/s2)	grav	9.807 E+00	Altura de rugosidad de superficie (m)	z0	8.000 E-01
Constante de los gases (j/mol- K)	rr	8.314 E+00			
Constante de Von Karman	xk	4.100 E-01			

PP-AV-02-FF





Modelo de nube inflamable por evaporación de un derrame (SLAB) Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO

PP-AV-02-FF

DESCRIPCIÓN

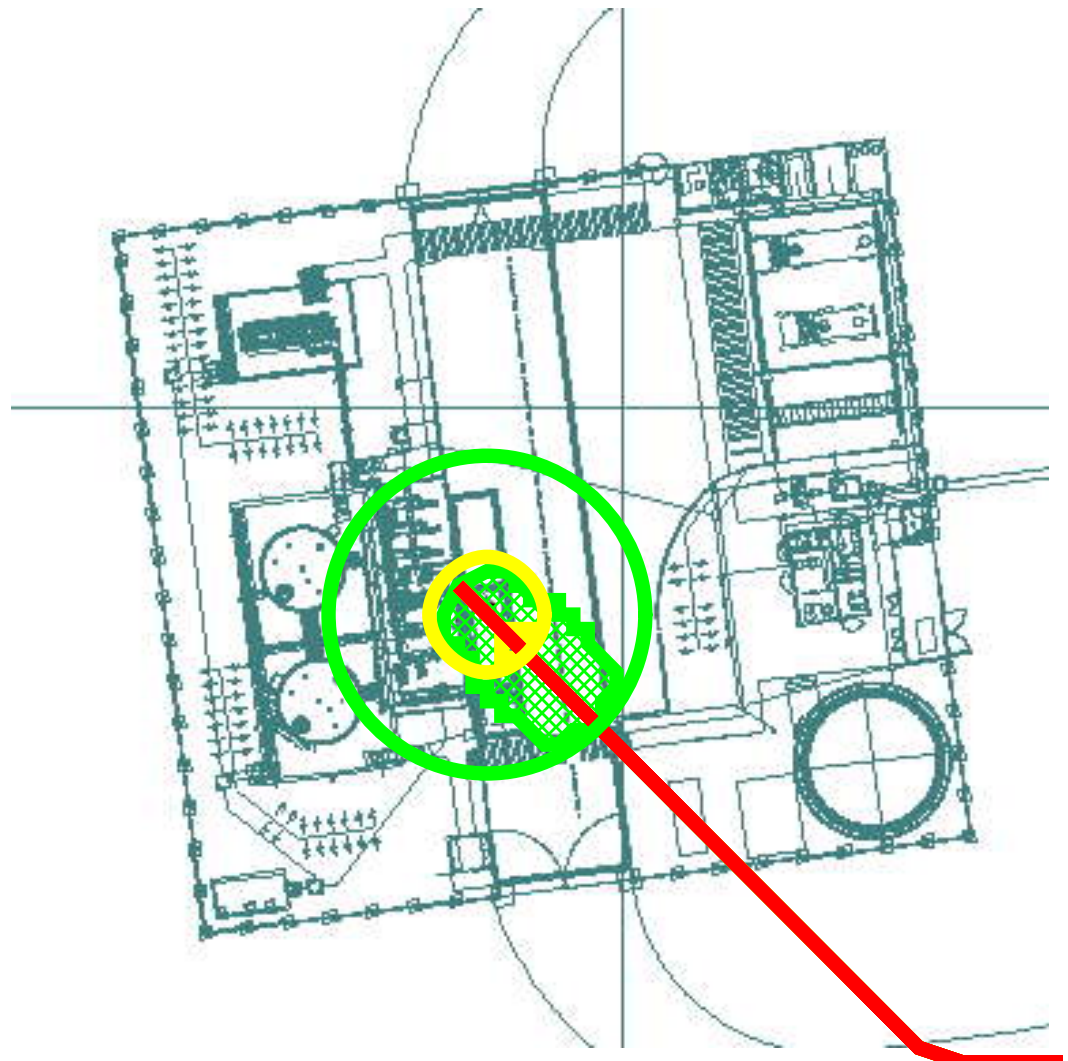
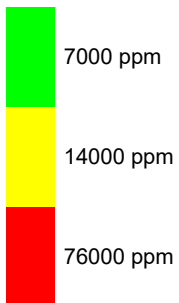
Incendio Tipo Flash Fire a partir de una fuga de Gasolina 100LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.

Instalación: Manguera de Despacho.

Producto: Gasolina 100LL.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------



X mínima = -33.90
X máxima = 39.91
Y máxima = 42.82
Y mínima = -31.00



Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

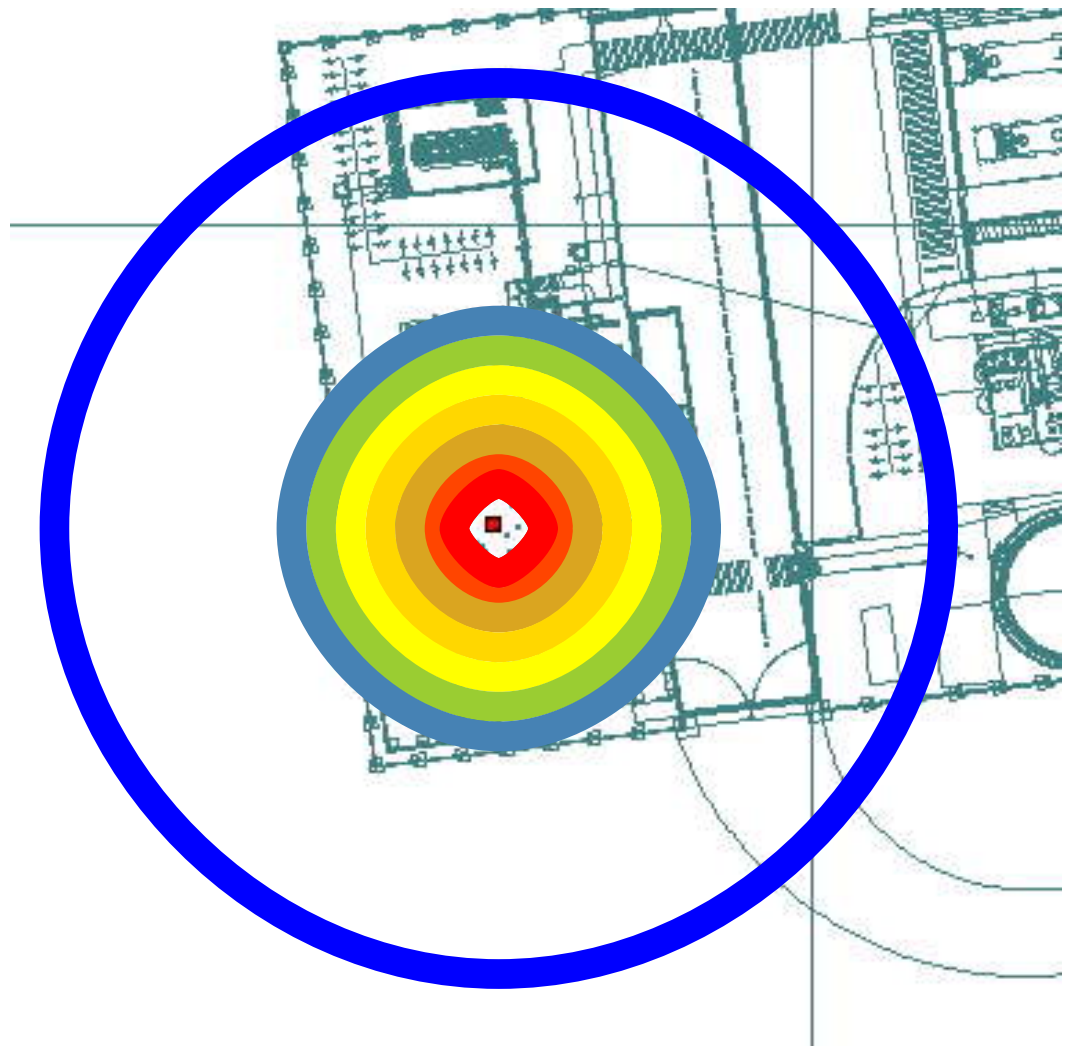
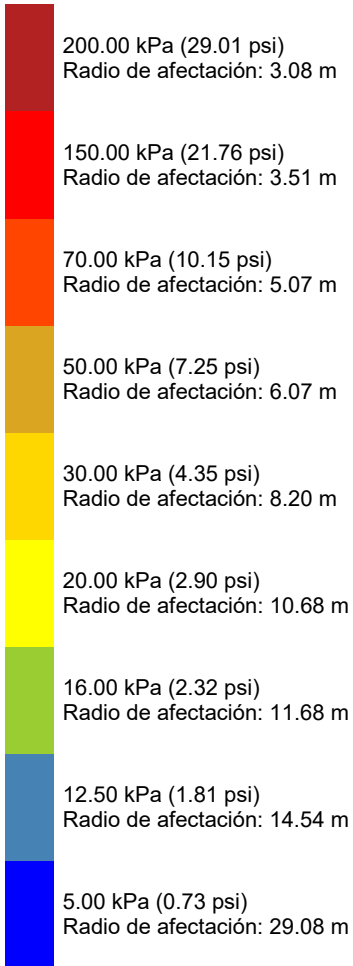
TÍTULO DEL MODELO					
PP-AE-01-VCE					
DESCRIPCIÓN					
Explosión de tanque de almacenamiento TK-111					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3		
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube			2.50 kg		
Factor de Eficiencia Explosiva			0.10		
Calor de Combustión			43000.00 kJ/kg		
Calor de Combustión del TNT (RMP)			4680.00 kJ/kg		
Masa Equivalente en TNT			2.30 kg		
Distancia mínima de cálculo			0.09		
Distancia máxima de cálculo			52.78		
Distancia total del cálculo			52.69		
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	72.03	10.45	5.29	75.61	3.33
10.00	22.04	3.20	15.04	40.43	4.38
20.00	8.58	1.24	36.02	20.74	5.47
30.00	5.16	0.75	57.81	14.00	6.15
50.00	2.55	0.37	101.57	8.37	7.03
70.00					
100.00					
150.00					
200.00					
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200.00	29.01	3.08	2.26	116.33	2.17
150.00	21.76	3.51	2.86	103.32	2.48
70.00	10.15	5.07	5.42	74.65	3.35
50.00	7.25	6.07	7.25	63.76	3.66
30.00	4.35	8.20	11.39	48.66	4.10
20.00	2.90	10.68	16.43	37.99	4.47
16.00	2.32	11.63	20.15	32.73	4.70
12.50	1.81	14.54	25.31	27.48	4.98
5.00	0.73	29.08	59.43	13.67	6.19



Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO			
PP-AE-01-VCE			
DESCRIPCIÓN			
Explosión de tanque de almacenamiento TK-111			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3

Energía equivalente a 2.297 kg de TNT



X mínima = -33.08
X máxima = 38.55
Y máxima = 35.63
Y mínima = -35.99

**Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas**

TÍTULO DEL MODELO					
PP-AV-02-VCE					
DESCRIPCIÓN					
Explosión por fuga de Gasolina 100 LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.					
Instalación: Manguera de Despacho.					
Producto: Gasolina 100LL.					
DATOS DE LA SUSTANCIA					
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9		
PARAMETROS DE ENTRADA					
Peso del material en la nube	534.91 kg				
Factor de Eficiencia Explosiva	0.10				
Límite Inferior de Explosividad	1.4 %				
Límite Superior de Explosividad	7.6 %				
Calor de Combustión	43700.00 kJ/kg				
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4680.00 kJ/kg				
Masa Equivalente en TNT	499.48 kg				
Distancia mínima de cálculo	0.53				
Distancia máxima de cálculo	317.37				
Distancia total del cálculo	316.83				
PRESION CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	3318.39	481.30	0.21	173.86	0.42
10.00	818.41	118.70	0.71	206.37	2.21
20.00	168.42	24.43	2.60	108.38	2.32
30.00	72.34	10.49	5.27	75.76	3.32
50.00	29.33	4.25	11.63	48.04	4.12
70.00	17.65	2.56	18.41	34.98	4.60
100.00	10.87	1.58	28.84	24.79	5.16
150.00	6.51	0.94	46.72	16.76	5.84
200.00	4.51	0.65	64.99	12.65	6.32
DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200.00	29.01	18.51	2.26	116.33	2.17
150.00	21.76	21.08	2.86	103.32	2.48
70.00	10.15	30.51	5.42	74.65	3.35
50.00	7.25	36.53	7.25	63.76	3.66
30.00	4.35	49.30	11.39	48.66	4.10
20.00	2.90	64.21	16.43	37.99	4.47
16.00	2.32	75.04	20.15	32.73	4.70
12.50	1.81	89.91	25.31	27.48	4.98
5.00	0.73	184.84	59.43	13.67	6.19



Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO

PP-AV-02-VCE

DESCRIPCIÓN

Explosión por fuga de Gasolina 100 LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.

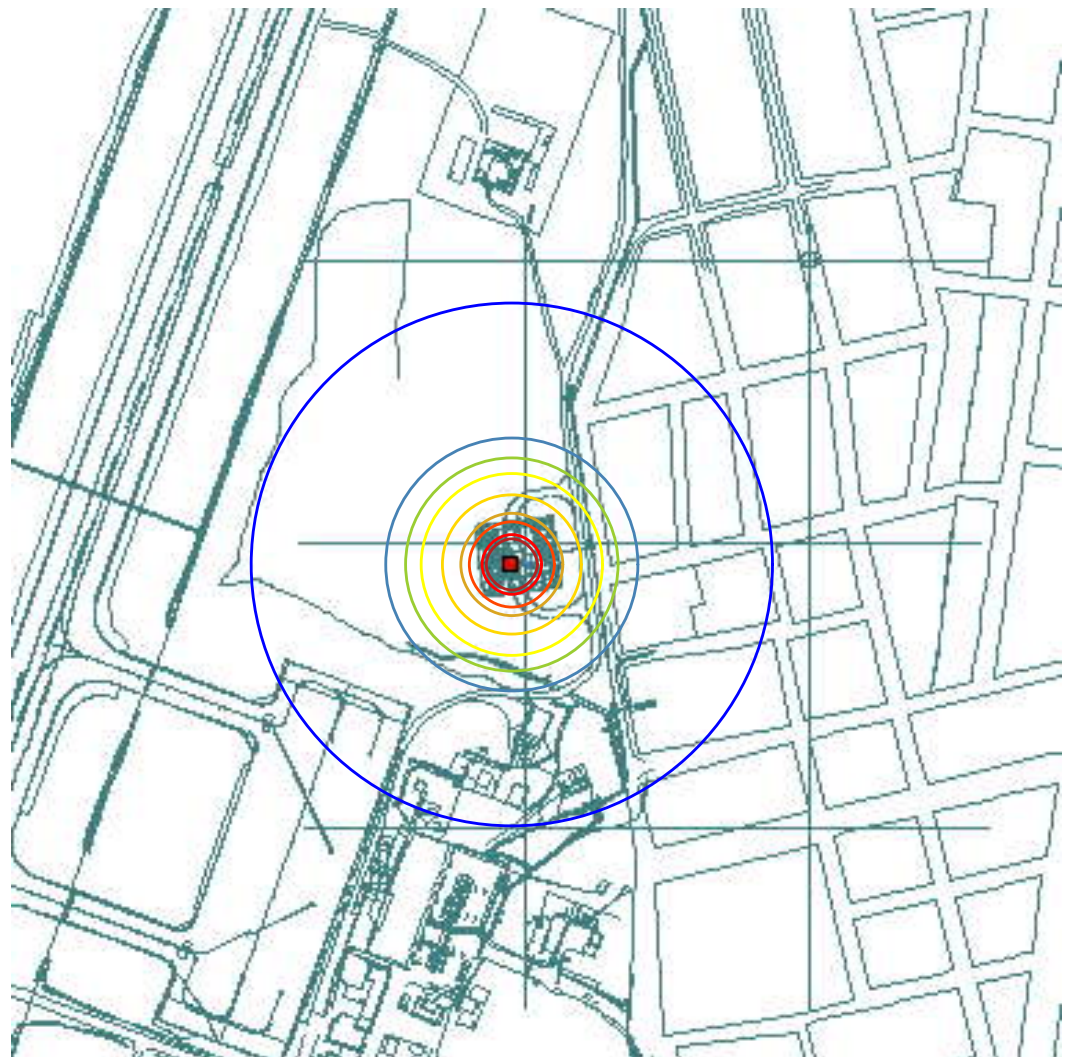
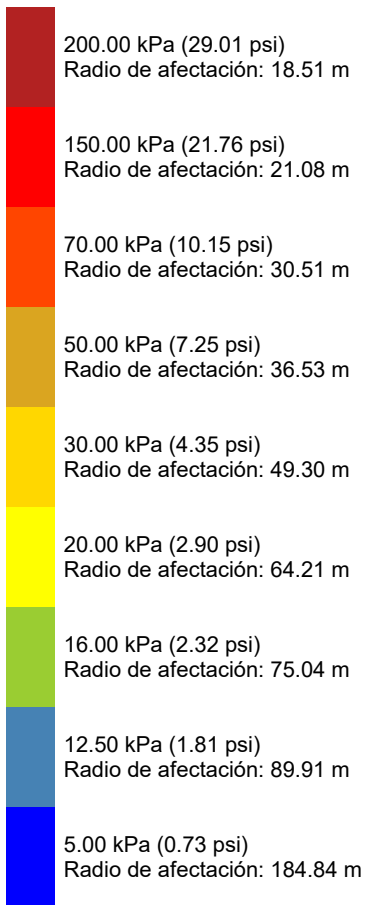
Instalación: Manguera de Despacho.

Producto: Gasolina 100LL.

DATOS DE LA SUSTANCIA

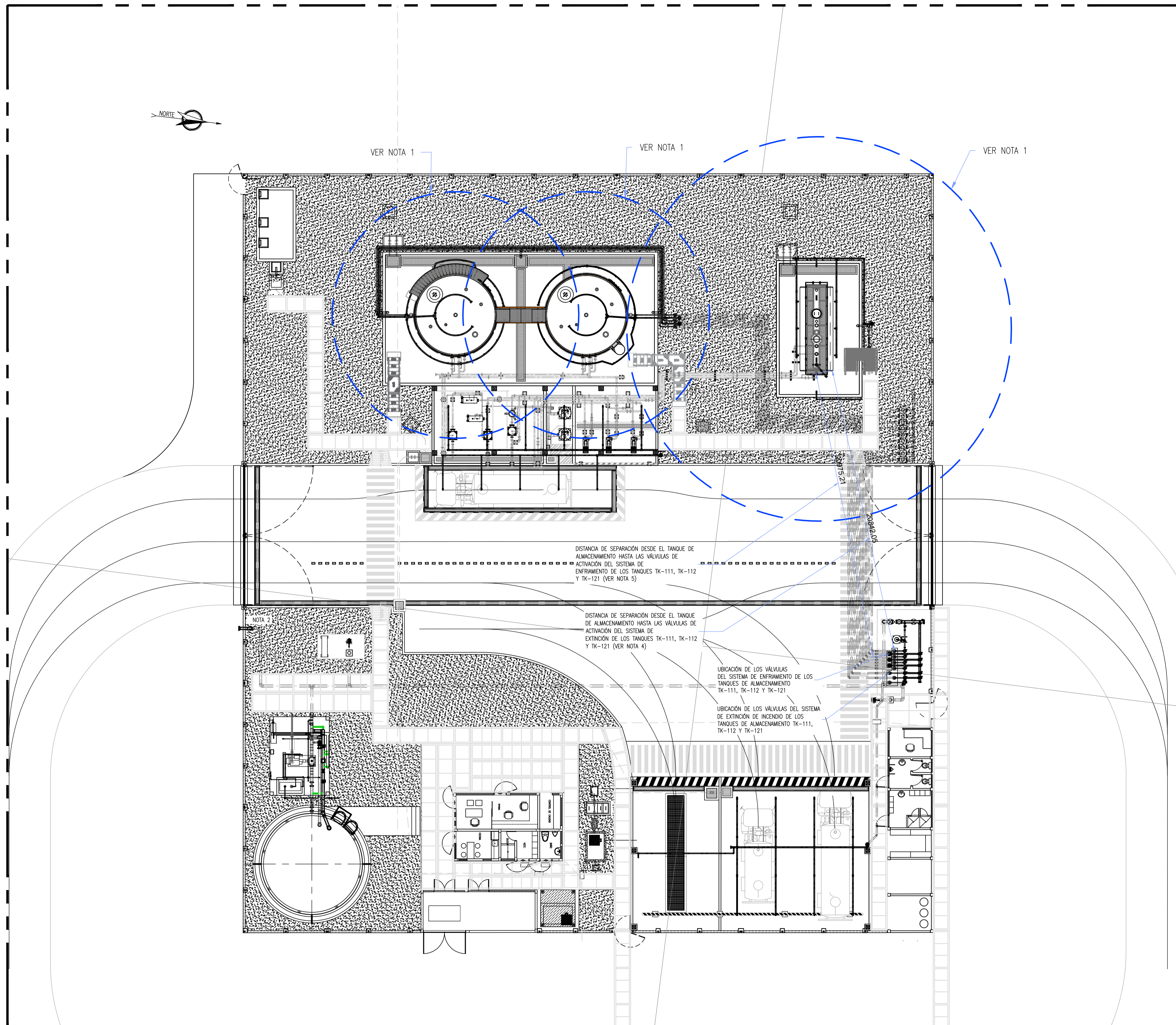
Nombre	GASOLINA	No. CAS	8006-61-9
--------	----------	---------	-----------

Energía equivalente a 499.478 kg de TNT



X mínima = -353.92
X máxima = 388.49
Y máxima = 391.93
Y mínima = -350.48

Anexo 8 Planos de radiaciones térmicas de incendio en tanques



VER NOTA 1

VER NOTA 1

VER NOTA 1

NOTA 2

DISTANCIA DE SEPARACIÓN DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO HASTA LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS TANQUES TK-111, TK-112 Y TK-121 (VER NOTA 5)

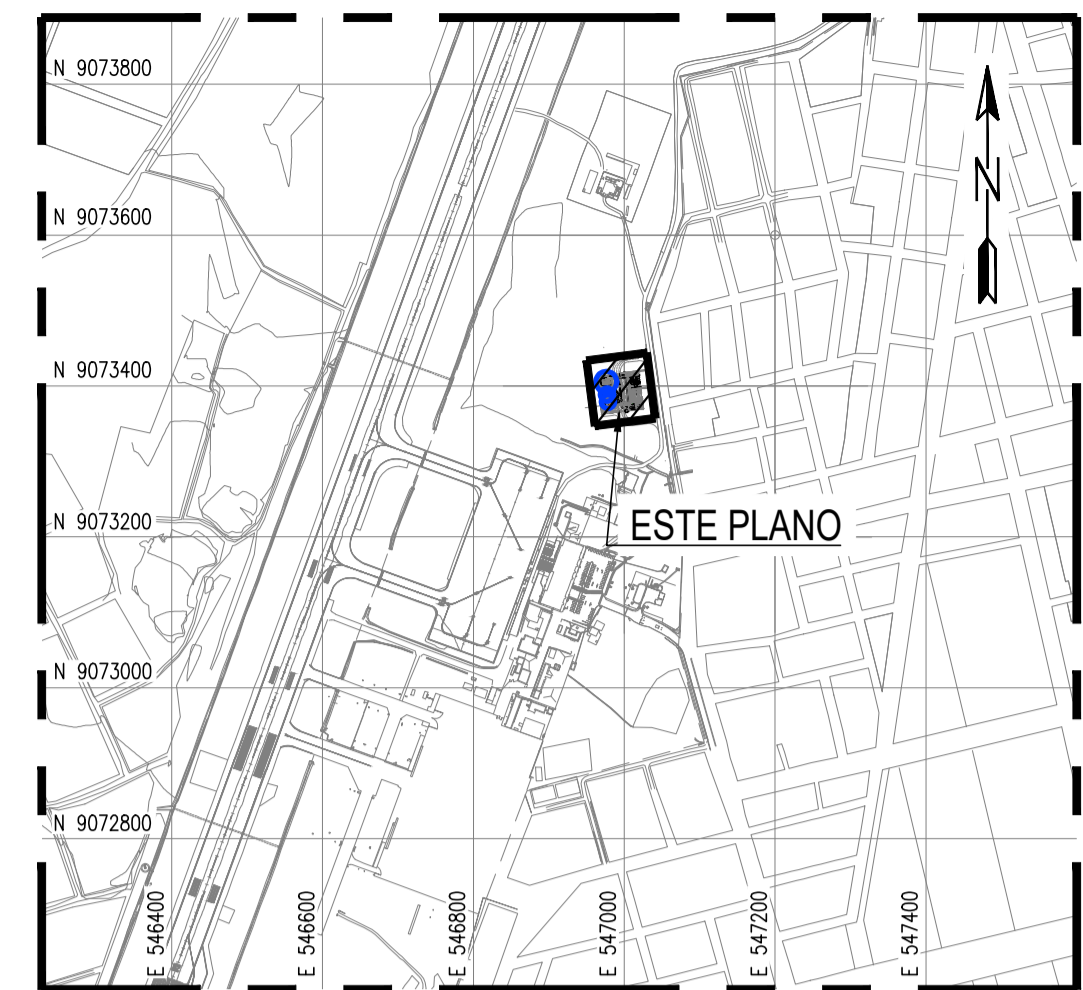
DISTANCIA DE SEPARACIÓN DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO HASTA LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE LOS TANQUES TK-111, TK-112 Y TK-121 (VER NOTA 4)

UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO TK-111, TK-112 Y TK-121

UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO TK-111, TK-112 Y TK-121

PLANO DE RADICIÓN TÉRMICA DE 12.5 Kw/m² A NIVEL DE FUEGO

1:150



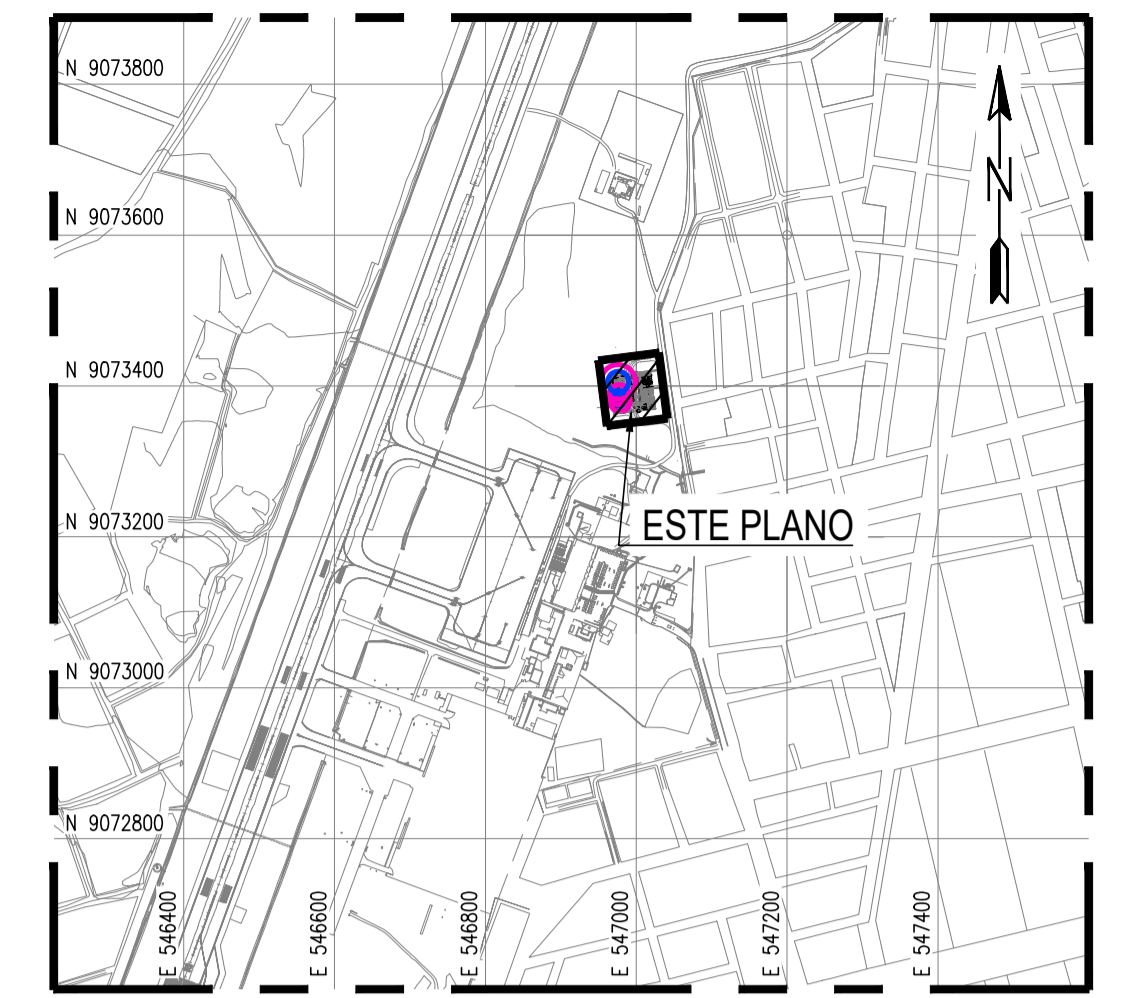
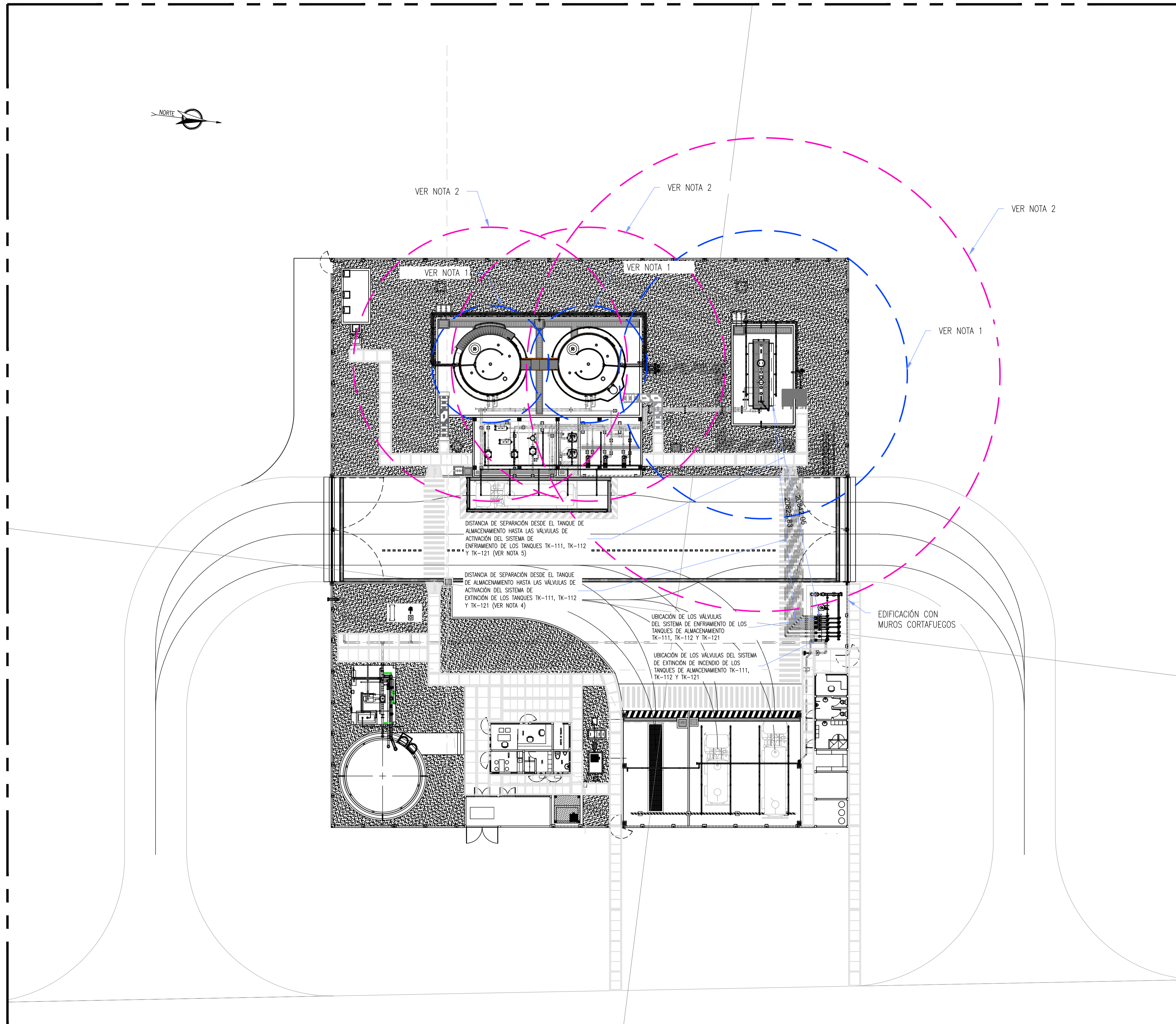
LOCALIZACIÓN
ESC. 1/10000

TANQUE n°	RADIO DE ALCANCE (m) A UN NIVEL DE RADICIÓN TÉRMICA DE 12.5 KW/m ² A NIVEL DE FUEGO
TK-111	8.94
TK-112	8.94
TK-121	13.94

DIMENSIONES DE LOS TANQUES			
TANQUE n°	DIÁMETRO (m)	ALTURA/LARGO (m)	PRODUCTO
TK-111	5.73	4.50	TURBO A1
TK-112	5.73	4.50	TURBO A1
TK-121	2.4	6.0	AVGAS100LL

NOTAS	
	1. PERFIL DEL FLUJO DE RADICIÓN TÉRMICA DE 12.5 KW/m ² A NIVEL DE FUEGO.

- NOTAS:
- LA CONEXIÓN DE BOMBEROS (SIAMESA) ESTARÁ UBICADA EN EL EXTERIOR DEL AEROPUERTO.
 - TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS, SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - LA DISTANCIA DE SEGURIDAD MÍNIMA REQUERIDA DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE HACIA LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN (ESPUMA CONTRA INCENDIO), ES DE AL MENOS UN DIÁMETRO DEL TANQUE A PROTEGER, PERO EN NINGÚN CASO MENOR A 1.5 m (50 PIES). VER SECCIÓN 9.5.1.1. DE LA NORMA NFPA 11.
 - LA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (AGUA CONTRA INCENDIO) QUE LAS UBICADAN EN UN ÁREA DONDE NO SE VEN AFECTADOS POR RADICIÓN INDICENTE DE CADA ESCENARIO DE INCENDIO EVALUADO QUE IMPIDA SU OPERACIÓN.



LOCALIZACIÓN
ESC. 1/10000

TANQUE n°	RADIO DE ALCANCE (m) A UN NIVEL DE RADIACIÓN TÉRMICA DE 12.5 KW/m ² A NIVEL DE PISO	RADIO DE ALCANCE (m) A UN NIVEL DE RADIACIÓN TÉRMICA DE 5.1 KW/m ² A NIVEL DE PISO
TK-111	5.67	13.25
TK-112	5.67	13.25
TK-121	13.94	22.90

DIMENSIONES DE LOS TANQUES			
TANQUE n°	DIÁMETRO (m)	ALTURA/LARGO (m)	PRODUCTO
TK-111	5.73	4.50	TURBO A1
TK-112	5.73	4.50	TURBO A1
TK-121	2.4	6.00	AVGAS100LL

NOTAS	
	1. PERFIL DEL FLUJO DE RADIACIÓN TÉRMICA DE 12.5 KW/m ² A NIVEL DE PISO.
	2. PERFIL DEL FLUJO DE RADIACIÓN TÉRMICA DE 5.1 KW/m ² A NIVEL DE PISO.

- NOTAS:
- LA CONEXIÓN DE BOMBEROS (SIEMSA) ESTARÁ UBICADA EN EL EXTERIOR DEL AEROPUERTO.
 - TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN MILÍMETROS, SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - LA DISTANCIA DE SEGURIDAD MÍNIMA REQUERIDA DESDE EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE HACIA LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN (ESPUMA CONTRA INCENDIO), ES DE AL MENOS UN DIÁMETRO DEL TANQUE A PROTEGER, PERO EN NINGÚN CASO MENOR A 15 m (50 PIES). VER SECCIÓN 9.5.1.1. DE LA NORMA NFPA 11.
 - LA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE LAS VÁLVULAS DE ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (AGUA CONTRA INCENDIO) QUE LAS UBICADAN EN UN ÁREA DONDE NO SE VEN AFECTADAS POR RADIACIÓN INCIDENTE DE CADA ESCENARIO DE INCENDIO EVALUADO QUE IMPIDA SU OPERACIÓN.

PLANO DE RADIACIÓN TÉRMICA DE 12.5 Kw/m² y 5.1 Kw/m² A NIVEL DE PISO

1:200

Anexo 9 Matriz de evaluación de riesgos de la planta

Codigo del escenario de peligro	Peligro o Facto de Riesgo o Fuente de Riesgo	Ubicación	Escenario de Riesgo	Indicador de alerta	Control existente	Calif. De Riesgos Previo			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De Riesgos Residual		
						Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO PREVIO		Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO RESIDUAL
PP-TU-01	Fuga de Turbo A1 a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	APP	Incendio tipo Pool Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles	2	4		- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refueler que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	2	4	
			Incendio tipo Jet Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Plan de Contingencias.	2	4		- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refueler que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	2	4	
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardinel - Control de Fuentes de Ignición. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	3	2		- Evaluar las competencias del personal.	3	1	
PP-TU-02	Fuga de Turbo A1 debido a la rotura total de la manguera de despacho de 3".	APP	Incendio tipo Pool Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Plan de Contingencias. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	2	4		- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refueler que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	2	4	
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardinel - Control de Fuentes de Ignición. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	3	2		- Evaluar las competencias del personal.	3	1	
			Incendio tipo Pool Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	3	4		- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refueler que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	3	3	
			Incendio tipo Jet Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Plan de Contingencias.	2	4		- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refueler que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	2	3	

Codigo del escenario de peligro	Peligro o Facto de Riesgo o Fuente de Riesgo	Ubicación	Escenario de Riesgo	Indicador de alerta	Control existente	Calif. De Riesgos Previo			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De Riesgos Residual		
						Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO PREVIO		Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO RESIDUAL
PP-AV-01	Fuga de Gasolina 100LL a través de un orificio de diámetro efectivo de 7.62 mm en la manguera de despacho.	APP	Flash Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Plan de Contingencias.	3	2	Yellow	- Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	2	Green
			Explosión (VCE)	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Plan de Contingencias.	3	5	Red	- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	5	Yellow
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardinel - Control de Fuentes de Ignición. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	2	2	Green		2	2	Green
PP-AV-02	Fuga de Gasolina 100LL debido a la rotura total de la manguera de despacho.	APP	Incendio tipo Pool Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Plan de Contingencias. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	2	4	Yellow	- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Completar los anillos de enfriamiento (aspersores) para los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1. - Implementar un sistema de aspersores para enfriamiento de los techos de los Tanques de Almacenamiento de Turbo A1 - Limitar la capacidad de los Camiones Cisternas/Refuellers que realizarán operaciones de recepción/despacho en la Planta, como máximo hasta 6,000 galones	2	4	Yellow
			Flash Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Plan de Contingencias.	2	2	Green		2	2	Green
			Explosión (VCE)	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Plan de Contingencias.	2	5	Yellow	- Implementar un sistema de aplicación de espuma en el Área de Recepción/Despacho para Camiones Cisternas y Refuellers (Plataformado). - Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	5	Yellow
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardinel - Control de Fuentes de Ignición. - Canaletas de contención conectadas al sistema de drenaje oleoso.	2	2	Green		2	2	Green

Codigo del escenario de peligro	Peligro o Facto de Riesgo o Fuente de Riesgo	Ubicación	Escenario de Riesgo	Indicador de alerta	Control existente	Calif. De Riesgos Previo			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De Riesgos Residual		
						Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO PREVIO		Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO RESIDUAL
PP-AE-01	Impacto de un Rayo en uno de los tanques de almacenamiento vertical de Turbo A1	AEPP	Incendio tipo Pool Fire	Reporte de proximidad de tormentas eléctricas de CORPAC.	- Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (Pararrayos). - Cámaras fijas de espuma en cada tanque de almacenamiento de Turbo A1. - Dique estanco	3	5	Alto	"- Verificar que el sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - Implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - Implementar un Programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del Tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. desde los límites de la Planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.	2	4	Medio
			Incendio tipo Pool Fire	Reporte de proximidad de tormentas eléctricas de CORPAC.	- Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (Pararrayos). - Cámaras fijas de espuma en cada tanque de almacenamiento de Turbo A1. - Dique estanco	3	5	Alto	"- Verificar que el sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - Implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - Implementar un Programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del Tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. desde los límites de la Planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.	2	4	Medio
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (Pararrayos). - Cámaras fijas de espuma en cada tanque de almacenamiento de Turbo A1. - Dique de contención	4	2	Medio	- Evaluar las competencias del personal.	4	1	Bajo
PP-AE-02	Impacto de un Rayo en el tanque de almacenamiento horizontal de Gasolina 100LL	AEPP	Incendio tipo Pool Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (Pararrayos). - Sistema de espuma en el dique del Tanque horizontal. - Dique estanco.- Sistema de espuma en el dique del Tanque horizontal.	3	5	Alto	"- Verificar que el sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas sea instalado conforme a NFPA-780 - Implementar procedimiento de trabajos en caliente, que incluya el uso de mantas ignífugas cuando se tenga que realizar trabajos de soldadura u otros que generen chispas, cerca de los tanques de almacenamiento de combustible, para evitar el ingreso de fuentes de ignición al interior de los mismos. - Implementar un Programa de limpieza periódica de la vegetación aledaña a la instalación del Tanque horizontal, hasta una distancia de 16 m. desde los límites de la Planta hacia exterior (protección para radiación térmica de 5.1 kw/m2), con la finalidad de evitar posibles incendios en zona de vegetación.	2	5	Medio
			Flash Fire	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Canaleta / Rejilla / sardineles - Plan de Contingencias.	3	3	Medio	- Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	3	Medio
			Explosión (VCE)	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Sistema de espuma en el dique del Tanque horizontal. - Plan de Contingencias.	3	5	Alto	"- Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	2	5	Medio
			Derrame	- Plan de Mantenimiento. - Programa de Inspecciones.	- Sistema de Protección Contra Tormentas Eléctricas (Pararrayos). - Sistema de espuma en el dique del Tanque horizontal. - Dique de contención	3	2	Medio	- Evaluar las competencias del personal.	3	1	Bajo

Codigo del escenario de peligro	Peligro o Facto de Riesgo o Fuente de Riesgo	Ubicación	Escenario de Riesgo	Indicador de alerta	Control existente	Calif. De Riesgos Previo			Medida de mitigación, prevención, monitoreo, control del riesgo	Calif. De Riesgos Residual		
						Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO PREVIO		Nivel de Frecuencia	Nivel de Consecuencia	RIESGO RESIDUAL
PP-AE-03	Impacto de aeronave con la Planta de Abastecimiento en Aeropuerto	AEPP	Incendio tipo Pool Fire	'Alarma de emergencias. - Protocolo de comunicación con el SEI del Aeropuerto y el Operador del Aeropuerto (ADP).	- Canaleta / Rejilla / sardineles. - Bordillo y sardinel de contención en el estacionamiento de Refuellers. - Sistema de alarma de incendios (Estaciones manuales, Sirena y Luz estroboscópica). - Control de Fuentes de Ignición. - Plan de Contingencias.	1	5		- Implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de ADP y la Planta, ante escenarios de impacto de aeronave en Planta. - Realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de Impacto de aeronave con la Planta. *. Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	4	
			Flash Fire	'Alarma de emergencias. - Protocolo de comunicación con el SEI del Aeropuerto y el Operador del Aeropuerto (ADP).	- Canaleta / Rejilla / sardineles. - Bordillo y sardinel de contención en el estacionamiento de Refuellers. - Sistema de alarma de incendios (Estaciones manuales, Sirena y Luz estroboscópica). - Control de Fuentes de Ignición. - Plan de Contingencias.	1	3		- Implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de ADP y la Planta, ante escenarios de impacto de aeronave en Planta. - Realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de Impacto de aeronave con la Planta. *. Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	3	
			Explosión (VCE)	'Alarma de emergencias. - Protocolo de comunicación con el SEI del Aeropuerto y el Operador del Aeropuerto (ADP).	- Canaleta / Rejilla / sardineles. - Bordillo y sardinel de contención en el estacionamiento de Refuellers. - Sistema de alarma de incendios (Estaciones manuales, Sirena y Luz estroboscópica). - Control de Fuentes de Ignición. - Plan de Contingencias.	1	5		- Implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de ADP y la Planta, ante escenarios de impacto de aeronave en Planta. - Realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de Impacto de aeronave con la Planta. *. Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	5	
			Derrame	'Alarma de emergencias. - Protocolo de comunicación con el SEI del Aeropuerto y el Operador del Aeropuerto (ADP).	- Canaleta / Rejilla / sardineles. - Bordillo y sardinel de contención en el estacionamiento de Refuellers. - Sistema de alarma de incendios (Estaciones manuales, Sirena y Luz estroboscópica). - Control de Fuentes de Ignición. - Plan de Contingencias.	1	2		- Implementar un medio de comunicación entre el área de seguridad de ADP y la Planta, ante escenarios de impacto de aeronave en Planta. - Realizar periódicamente simulacros de evacuación, por casos de Impacto de aeronave con la Planta. *. Evaluar las competencias del personal. - Mayor entrenamiento y capacitación del personal.	1	2	

Notas:

* El enfriamiento de los equipos evita el debilitamiento mecánico por efectos térmicos, esto a su vez impide, la rotura total del eq:

1.- APP:

Área de Planta Pucallpa

2.- AEPP:

Agentes Externos - Planta Pucallpa

3.- Se han realizado las presiones correspondientes a las medidas de mitigación y prevención incluidas en la presente Matriz de Evaluación de Riesgos, a un nivel adecuado para la etapa de Estudio de Riesgos. Mayores presiones para cada medida de mitigación, serán realizadas en el proyecto de ingeniería del sistema contra incendio que se recomie