



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Título: Estudio de factibilidad de una propuesta de mejora del sistema de prevención y protección contra incendios de una terminal de contenedores y multipropósito en la ciudad de Guayaquil.

Title: Feasibility study of a proposal to improve the fire prevention and protection system of a multipurpose container terminal in the city of Guayaquil.

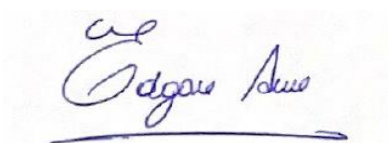
Autor: Edgar Joel Arce Herrera

Director: Armando Fabrizio López Vargas Ph.D

Guayaquil, mayo del 2021

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

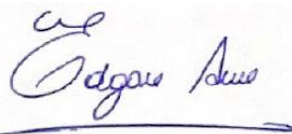
Yo, **Edgar Joel Arce Herrera**, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES Y MULTIPROPÓSITO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in blue ink, reading "Edgar Arce", with a horizontal line underneath.

Edgar Joel Arce Herrera
CI: 0953231461

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES Y MULTIPROPÓSITO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



Edgar Joel Arce Herrera
CI: 0953231461

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES Y MULTIPROPÓSITO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**” desarrollado por el estudiante **Edgar Joel Arce Herrera** previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 16 días del mes de mayo del 2021



Ing. Armando Fabrizzio López Vargas Ph.D

Docente Director del Proyecto Técnico

DEDICATORIA

A mi padres y hermana por ser unos de los apoyos fundamentales en el transcurso de este proyecto técnico.

A la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, por brindarme las herramientas necesarias, a través de los docentes los cuales brindaron su totalidad apoyo durante la elaboración del proyecto.

A la terminal de contenedores y multipropósito la cual fue base de estudio para la elaboración del proyecto técnico, el cual me abrió las puertas desde que me encontraba culminando mis estudios académicos, otorgándome todas las facilidades para la finalización de los mismo.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios, por darme salud para poder cumplir con mis objetivos a lo largo de esta travesía.

A mi madre por su total apoyo incondicional durante estos 5 años de mis estudios académicos.

A mi padre por brindarme su conocimiento y apoyo económico para finalizar mis estudios académicos.

A mi hermana por brindarme su apoyo moral durante todo este tiempo.

También va dedicado de alguna u otra manera a todas las personas que aportaron con sus conocimientos y apoyos morales para la finalización de este trabajo de titulación.

A mis amistades que he conocido durante estos 5 años, los cuales hemos luchado para cumplir con nuestras metas.

A los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, los cuales, por medio de su conocimiento y experiencia en el campo, han sido participes en nuestras enseñanzas, dándonos consejos sabios a lo largo de esta aventura.

Todo este trabajo ha sido posible culminarlo, gracias a ellos.

Resumen

El presente proyecto surge a través de las interrogantes que se plantearon en las diferentes áreas de la terminal de contenedores y multipropósitos, posterior al estudio de campo realizado en el mencionado lugar, en donde se logró evidenciar que el sistema convencional de prevención y protección contra incendio instalado actualmente no permite una rápida respuesta de actuación en caso de presentarse una emergencia, denominado conato o incendio de gran magnitud.

Dentro de la evaluación realizada se logró determinar lecturas erróneas a través del panel de control principal marca “Honeywell” mostrando la activación de los elementos secundarios del sistema contra incendio entre las cuales tenemos alarmas sonoras y luces estroboscópicas. Dando como consecuencia una falsa activación del plan de contingencia siendo uno de las principales la evacuación parcial de la zona afectada.

Adicional se logró evidenciar que el caudal que arroja los hidrantes de la terminal portuaria no cuenta con la presión adecuada (Aproximadamente 5 PSI) para combatir un incendio en caso de presentarse una emergencia, debido a caída de presión durante la conducción del flujo en las tuberías, presuntamente por fallos en la bomba del sistema contra incendio, en donde su activación se la ejecuta de forma manual. Cabe mencionar que según lo mencionado por el acuerdo No. 01257 “Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios del ministerio de inclusión económica y social” indica que la presión mínima requerida es de 70 PSI en las industrias, la misma que deberá salir de la columna de agua para incendio.

Por ende, se elaboró un estudio de factibilidad de la propuesta de mejora del sistema de prevención y protección contra incendio por uno con características análogo digitales que permitan mostrar con exactitud el comportamiento de un incendio al presentarse una situación de emergencia y su actuación de forma inmediata. Por ello se planteó una metodología investigativa analizando todas las características tanto técnicas – económicas y de campo en los elementos que intervinieron en la mejora del sistema preservando tanto la mercadería de importación / exportación como la salud de los colaboradores.

Palabras claves: Emergencia, Terminal portuaria, Plan contingencia, Sistema contra incendio, Mercadería IMO.

Abstract

The present project arises through the questions that were raised in the different areas of the container and multipurpose terminal, after the field study carried out in the aforementioned place, where it was possible to demonstrate that the conventional system of prevention and protection against fire currently installed does not allow a rapid response to action in the event of an emergency, called outbreak or large-scale fire.

Within the evaluation carried out, it was possible to determine erroneous readings through the main control panel “Honeywell”, showing the activation of the secondary elements of the fire system, among which we have audible alarms and strobes. Resulting in a false activation of the contingency plan, one of the main ones being the partial evacuation of the affected area.

In addition, it was possible to show that the flow released by the port terminal hydrants does not have the adequate pressure (approximately 5 PSI) to fight a fire in the event of an emergency, due to a pressure drop during the conduction of the flow in the pipes, presumably due to failures in the firefighting system pump, where its activation is carried out manually. It is worth mentioning that as mentioned by the agreement No. 01257 "Regulation of prevention, mitigation and protection against fires of the Ministry of Economic and Social Inclusion" indicates that the minimum pressure required is 70 PSI in industries, the same that should come out of the water column for fire.

Therefore, a feasibility study of the proposal to improve the fire prevention and protection system was prepared by one with analogue digital characteristics that allow to accurately show the behavior of a fire when an emergency situation arises and its action immediately. For this reason, an investigative methodology was proposed analyzing all the technical - economic and field characteristics in the elements that intervened in the improvement of the system, preserving both the import / export merchandise and the health of the collaborators.

Keywords: Emergency, Port terminal, Contingency plan, Firefighting system, IMO merchandise.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	II
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
CAPITULO I.....	21
EL PROBLEMA	21
1.1 Antecedentes.....	21
1.2 Importancia y alcances.....	29
1.2.1 Grupo objetivo (Beneficiario)	29
1.3 Delimitación.....	29
1.3.1 Delimitación Temporal.....	29
1.3.2 Delimitación Geográfica.....	29
1.3.3 Delimitación Académica.....	30
1.4 Objetivos.....	30
1.4.1 Objetivo general.....	30
1.4.2 Objetivos específicos.....	31
CAPÍTULO II.....	32
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	32
2.1 Operatividad en buque porta-contenedores.....	32
2.1.1 Sector importador.....	32
2.1.2 Sector exportador.....	33
2.2 Operatividad en buque de carga generalizada.....	34
2.2.1 Carga general.....	34
2.2.2 Carga al granel o paletizada.....	35
2.3 Pictogramas.....	35
2.4 Mercadería peligrosa.....	37
2.4.1 Clase 2: Gases.....	38
2.4.2 Clase 3: Líquido Inflamable.....	40
2.4.3 Clase 4: Sólido Inflamable.....	41
2.4.4 Clase 5: Sustancia Oxidante.....	42
2.4.4.1 División 5.1: Materias comburentes.....	42
2.4.5 Clase 6: Sustancia infecciosa.....	44
2.4.5.1 División 6.1: Sustancias tóxicas.....	44

2.4.6	Clase 8: Corrosivo.....	45
2.4.7	Clase 9: Misceláneo.....	46
2.5	Mercadería peligrosa de salida directa.....	47
2.5.1	Clase 1: Explosivos.....	49
2.5.2	División 5.2: Peróxido Orgánicos.....	50
2.5.3	División 6.2: Sustancias infecciosas.....	51
2.5.4	Clase 7: Radiactivo.....	52
2.6	¿Qué es el fuego?.....	53
2.7	Métodos de extinción del fuego.....	55
2.7.1	Clase A: Materiales sólidos.....	55
2.7.2	Clase B: Líquidos Inflamables.....	56
2.7.3	Clase C: Fuego Eléctrico o electrónico.....	57
2.7.4	Clase D: Fuego con metales.....	58
2.7.5	Clase K: Aceites y grasas.....	58
2.8	Descripción de los elementos del sistema contra incendio.....	60
2.8.1	Tanque reservorio de agua.....	60
2.8.1.1	Capacidad de los tanques de almacenamiento.....	61
2.8.2	Extintores.....	62
2.8.2.1	Extintor de polvo químico seco.....	62
2.8.2.2	Extintor de dióxido de carbono.....	63
2.8.3	Equipos de protección personal.....	63
2.8.3.1	Chaquetas de bomberos.....	64
2.8.3.2	Pantalones de bomberos.....	65
2.8.4	Hidrantes.....	65
2.8.4.1	Hidrantes de columna seca.....	65
2.8.4.2	Hidrante de columna húmeda.....	66
2.8.4.3	Instalación de los hidrantes exteriores.....	67
2.8.5	Bocas de incendio equipada (BIE).....	68
2.8.6	Sprinklers de respuesta rápida.....	68
2.8.6.1	Sprinklers con elemento termo sensible.....	68
2.8.6.2	Sprinklers por detector de incendio.....	69
2.8.7	Detectores de humo.....	69
2.9	Centros de distribución en la terminal portuaria.....	70
2.9.1	Bodega almacenaje de carga general en gran dimensión.....	70
2.9.2	Patio 7: Consolidación de madera teca.....	73
2.9.3	Zona A-21: Consolidación y des-consolidación de frutas.....	74

2.9.4	Bodega No. 07: Mercadería IMO aforada (Menor peligrosidad).....	74
2.9.5	Bodega No. 08: Mercadería IMO aforada (Mayor peligrosidad).....	76
CAPITULO III.....		78
MARCO METODOLÓGICO		78
3.1	Tipos de investigación.....	78
3.2	Técnica o Instrumento de estudio.....	78
3.3	Método	78
3.4	Estudio de factibilidad	79
3.4.1	Factibilidad operativa.....	80
3.4.1.1	Ventajas de la factibilidad operativa.....	81
3.5	Sistema contra incendio actual de la terminal portuaria	81
3.6	Funcionamiento del sistema contra incendio.....	81
3.6.1	Cálculos de la bodega #05 – 06.....	90
3.6.2	Cálculos de la bodega #61 - 66	99
3.6.3	Cálculos para la bodega#07.....	104
3.6.4	Cálculos para facturación	108
3.6.5	Cálculos para operaciones.....	112
3.6.6	Cálculos para modulo #03	116
3.6.7	Cálculos para financiero.....	120
3.6.8	Sistema de bomba contra incendio (PEDJ 50Hz).....	126
3.6.9	Electrobomba Centrífuga de pureza (PST)	128
3.6.10	Bomba de agua diésel contra incendio (PSD 50Hz)	130
3.6.11	Bomba Jockey.....	132
3.6.12	Panel de control de bomba de fuego.....	133
3.6.13	Sistema detección convencional	135
3.6.14	Sistema contra incendio – Oficinas de personal administrativo	136
3.6.15	Sistema contra incendio – Centros de distribución.....	138
3.6.16	Sistema contra incendio – Cuartos celdas y transformadores	139
3.7	Desventaja del sistema prevención y protección contra incendio.....	140
3.8	Factibilidad técnica.....	142
3.8.1	Sistema de detección análogo	142
3.8.1.1	Detectores termovelocimétricos	143
3.8.1.2	Detectores ópticos.....	143
3.8.1.3	Detectores óptico-térmicos	143
3.8.1.4	Pulsadores	143
3.8.1.5	Tuberías de acero - soldadas o ranuradas por laminado	143

3.8.1.6	Tuberías de acero roscada.....	144
3.8.1.7	Tubería de cobre	144
3.8.1.8	Sistema detección analógico	144
3.8.1.9	Rociadores	145
3.9	Factibilidad económica.....	146
3.9.1	Análisis económico	147
CAPITULO IV		150
RESULTADOS		150
CONCLUSIONES.....		153
RECOMENDACIONES.....		154
BIBLIGORAFÍA.....		155
ANEXOS.....		157

INDICE DE ANEXOS

Figura 1: Sectorización convencional.....	23
Figura 2: Rociadores de bulbo termo – sensible.....	25
Figura 3: Almacenamiento de carga en general.....	26
Figura 4: Motor de la bomba contra incendio “CLARKE”	27
Figura 5: Cuartos eléctricos (Celdas y transformadores).....	28
Figura 6: Ubicación geográfica de la terminal portuaria	30
Figura 7: Almacenamiento de contenedores en los patios.....	34
Figura 8: Embarque de banana paletizado – granel.....	35
Figura 9: Especificaciones técnicas del pictograma	36
Figura 10: Rotulación de mercadería IMO en contenedores	37
Figura 11: Pictograma de gas no inflamable	39
Figura 12: Isotanke con almacenamiento de IMO 2.....	39
Figura 13: Pictograma de líquido inflamable	40
Figura 14: Pictograma de sólido inflamable	42
Figura 15: Pictograma de peróxido orgánico.....	43
Figura 16: Pictograma de sustancias tóxicas	44
Figura 17: Pictograma de sustancias corrosivas	45
Figura 18: Pictograma de sustancias misceláneos	46
Figura 19: Contenedores de salida directa IMO 1	48
Figura 20: Pictograma de explosivos.....	50
Figura 21: Pictograma de peróxido orgánicos	51
Figura 22: Pictograma de sustancias infecciosas.....	52
Figura 23: Pictograma de sustancias radiactivas	53
Figura 24: Triángulo de fuego	54
Figura 25: Incendio de clase A	56
Figura 26: Incendio de clase B	57
Figura 27: Incendio de clase C	58
Figura 28: Incendio de clase K.....	59
Figura 29: Tanques reservorios de agua para red contra incendio.....	61
Figura 30: Activación de un extintor de PQS	62
Figura 31: Activación De un extintor de CO2.....	63
Figura 32: Hidrante de columna seca	66
Figura 33: Hidrante de columna húmeda.....	66
Figura 34: Detector de humo	69
Figura 35: Vista de la bodega #05	72
Figura 36: Vista externa de la bodega #06	72
Figura 37: Patio #07 – Consolidación de madera teca.....	73
Figura 38: Zona A-21 – Consolidación de frutas	74
Figura 39: Bodega #07 – Almacenaje de importación	75
Figura 40: Bodega #08 – Mercadería de mayor peligrosidad.....	76
Figura 41: Motor de la bomba contra incendio.....	82
Figura 42: Especificaciones técnicas del motor.....	83
Figura 43: Fuga de líquido en unión de la bomba centrífuga	85
Figura 44: Especificaciones técnicas de la bomba centrífuga	85
Figura 45: Bomba Jockey	87

Figura 46: Reservorio de diésel	87
Figura 47: Determinación de la densidad descarga	90
Figura 48: Descarga del caudal en un rociador de ½”	91
Figura 49: Características del rociador de ½”	92
Figura 50: Tabulación de tuberías para riesgo ordinario	93
Figura 51: Bosquejo de posible implementación de rociadores en financiero	126
Figura 52: Bomba contra incendio PEDJ	127
Figura 53: Distribución geográfica de la terminal portuaria.....	129
Figura 54: Bomba centrífuga PST	130
Figura 55: Bomba de agua diésel PSD	131
Figura 56: Bomba Jockey	133
Figura 57: Panel de control del Sistema contra incendio.....	133
Figura 58: Sistema automatizado de sofocación en los cuartos eléctricos	135
Figura 59: Sistema detección convencional	136
Figura 60: Funcionamiento del Sistema convencional	137
Figura 61: Sistema de rociadores.....	139
Figura 62: Sistema contra incendio en los cuartos eléctricos	140
Figura 63: Sistema detección analógica	144
Figura 64: Rociador de supresión temprano	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tarifas de servicio al sector importador	33
Tabla 2: Tarifas de servicio al sector exportador.....	33
Tabla 3: Uso de agente extintor de acuerdo con el tipo fuego.....	60
Tabla 4: Instalación de hidrantes exteriores.....	67
Tabla 5: Nivel de agua para hidrantes exteriores.....	67
Tabla 6: Tipo de riesgo en cada centro de distribución	77
Tabla 7: Especificaciones técnicas de los rociadores bulbo termo-sensible	86
Tabla 8: Dimensiones de los centros de distribución.....	89
Tabla 9: Requisitos de suministro de agua para Sistema de rociadores.....	89
Tabla 10: Coeficiente de pérdidas menores en los elementos de la red contra incendio	97
Tabla 11: Cálculos de potencia en cada centro distribución	124
Tabla 12: Cálculos del caudal y presión total en los centros de distribución	125
Tabla 13: Abastecimiento de rociadores en los centros de distribución	125
Tabla 14: Diferentes modelos de bombas contra incendios.....	128
Tabla 15: Especificaciones técnicas de las bombas centrífugas	133
Tabla 16: Especificaciones técnicas de la bomba jockey	134
Tabla 17: Análisis FODA	147
Tabla 18: Determinación de precios del plan de mejora.....	147

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Determinación de la potencia de una bomba	82
Ecuación 2: Caudal de refrigeración	90
Ecuación 3: Determinación del número de rociadores	92
Ecuación 4: Velocidad de caudal de salida	93
Ecuación 5: Área interna de la tubería	94
Ecuación 6: Ecuación de Reynolds	94
Ecuación 7: Ecuación de rugosidad	95
Ecuación 8: Ecuación diseño de distribución	95
Ecuación 9: Longitudes equivalentes	96
Ecuación 10: Pérdida de carga en tubería	98
Ecuación 11: Altura dinámica o carga de trabajo	98
Ecuación 12: Potencia teórica	99
Ecuación 13: Determinación de la presión total de la red rociadores	124
Ecuación 14: Fórmula de la bomba PEDJ	126
Ecuación 15: Fórmula del Valor actual neto	148

INTRODUCCIÓN

La terminal de contenedores y multipropósito de la ciudad Guayaquil, cuya concesión por una empresa privada se llevó a cabo el 4 de mayo del 2007, cuya finalidad es la operación y prestación de servicios y actividades portuarias desde el 1ero de Agosto del 2007, siendo en la actualidad por este puerto se moviliza el 70 % del comercio exterior ecuatoriano que maneja el sistema portuario nacional, situándose en el ranking con el puesto No. 09 entre los principales puertos de Latinoamérica y el Caribe. (Contecon Guayaquil , 2007).

Principalmente, el puerto marítimo cuenta con grandes extensiones de territorios en donde se almacenan tanto contenedores como carga generalizada debido a procesos de desembarque u embarque. Dichas actividades se realizan de forma simultánea en varios buques atracados en los muelles de la terminal sometidos a una gran cantidad de ruido. Existen diversas bodegas para el respectivo almacenamiento de la mercadería, muchas de estas instalaciones demandan exigentes medidas de seguridad y requieren una especializada integración de los elementos que intervienen en el sistema contra incendio. (Moore, 2020)

Tanto los muelles y desembarcaderos necesitan un sistema de detección y respuesta inmediata contra incendio que pueda operar en diversas condiciones extremas (Lluvia – Sol) entre los cuales podemos obtener elementos secundarios como las columnas de agua hechas de hierro galvanizado. Los buques atracados en la terminal portuaria pueden constituir una amenaza de incendio por sí mismo generando un desafío para el personal de seguridad industrial para combatir dicha emergencia.

Las condiciones de acceso dificultosas tanto en muelle como en buque son un reto para el personal especializado en combatir este tipo de emergencia. Los depósitos de materiales inflamables tanto en muelle como en buques representan una alta vulnerabilidad tanto al personal de la terminal portuaria como el personal a bordo, como lo hemos determinado en las inspecciones posteriores previo al arribo del buque al recinto portuario, en donde se logra evidenciar el almacenamiento de materiales inflamable (Acetileno – Pinturas – Propano) sobre la cubierta expuesto a condiciones climáticas que pueden afectar las características de dichos materiales.

Generalmente, la detección de humo con forma de nube o hilo, y del calor es utilizada para proteger los depósitos comunes, y la detección de calor de tipo alineada es a menudo aplicada en la protección de muelles y desembarcaderos. Existen disponibles en el mercado una serie de aparatos para la detección de este tipo de calor que van, del sensor térmico lineal continuo que consiste de un cable coaxial de pequeño diámetro capaz de captar cambios de temperatura a lo largo de todo su recorrido, al cable de detección de incendio que contiene un fusible o un par de cables de acero enroscados.

Diversas áreas de la terminal marítima entre las cuales tenemos: Galpones – Oficinas, Cuartos de rack, cuentan con pulsadores manuales permitiendo un rápido acceso a su activación manual en caso de presenciar un incendio para que de esta manera el personal encargado de seguridad industrial se mantenga informado de la novedad. La dificultad en la notificación de un incendio a los trabajadores en las zonas de carga o descarga de mercadería es el alto grado de ruido y las condiciones hostiles a campo abierto. Uno estima que los elementos de notificación de emergencia (Alarmas sonoras o luces estroboscópicas) cuenten con un rango de alcance suficiente para que el personal que se encuentre en el rincón más alejado de cualquier área de trabajo logre identificar la emergencia y procede a evacuar con todas las medidas de prevención.

Debido a que varias mercaderías que se manipulan dentro de la terminal portuaria son consideradas como material peligroso es necesario la comunicación por alarma y voz sonora; con la finalidad de comunicar al personal que se encuentra dentro de área afectada las rutas y medidas de evacuación.

Debido a los recientes acontecimientos, la seguridad de los puertos marítimos se ha convertido en una alta prioridad, como por ejemplo tenemos el evento ocurrido el 4 de agosto del 2020 en el puerto de Beirut en donde a las 5H54PM (Hora local) se evidencia humo y posterior incendio dentro de un almacén en el recinto portuario; el cual según por fuente del corresponsal de los “*Ángeles Times*” se encontraban almacenados 2750 toneladas de nitrato de amonio lo que causaría la explosión posterior al incendio. Causando 135 muertos e hirió 5000 personas incluyendo a las desaparecidas.

Después de una breve introducción, analizaremos la situación actual en referencia al sistema de prevención y protección contra incendio de la terminal de contenedores y multipropósito, mencionando lo siguiente: El recinto portuario cuenta con un sistema contra incendio convencional en todo su territorio geográfico dividido en 5 zonas, es decir que el sistema se encuentra seccionado por sub-zonas, en donde un fallo en cualquier elemento del sistema contra incendio (Generalmente se da en los detectores de humo) emite una lectura errónea activando sistema de acuerdo con la zona asignada.

Por ende, este sistema no permite una fiabilidad completa en caso de presentarse una emergencia real, debido a que no permitirá una respuesta inmediata por varios motivos, entre los cuales se evidencia que el sistema convencional instalado sirve como equipo de detección general. En pocas palabras es un sistema detección generalizado y no específico tomando en consideración que la terminal portuaria cuenta con cientos de sub-cuartos de almacenamiento.

Recordando que dentro de los acopios se almacena diversos tipos de mercaderías entre ellas IMO (International Maritime Organization) los cuales necesitan un monitoreo constante debido a las condiciones de almacenamiento y las características que presenta dicho producto como tal.

Dentro de los puntos a considerar tenemos múltiples lecturas erróneas en el panel de control principal “Honeywell” asignado a cada zona, posterior a la evaluación se logró determinar que este tipo de lectura se da por varios motivos entre los detallaremos a continuación:

- Errónea instalación (Polarización invertida de cableado) generando cortocircuito dando falsas alarmas al sistema
- Daño en los elementos secundarios al SCI, originalmente daño por contacto por agua debido a las condiciones climáticas, cortando la sucesión del sistema activando la alarma contra incendio.

Es importante mencionar que otro punto a considerar es la pérdida de presión que existe durante el flujo de caudal en las tuberías dando como consecuencia una escasa presión en la salida de la columna de agua, presuntamente por falla en la bomba del sistema contra incendio, en donde es necesario mencionar que el sistema debe ejecutarse de forma automática y no manualmente listo para combatir emergencias.

Por ende, la solución al inconveniente es proponer una mejora del sistema contra incendio mediante un análisis de factibilidad en donde se analizará el uso de un sistema análogo digital que permita una rápida detección de la emergencia y del mismo modo su rápida respuesta de forma automatizada, evitando que el personal encargado (Sea este personal brigadista o de seguridad industrial) se exponga ante la emergencia. Del mismo modo es necesario tomar en consideración que con este tipo de sistema lograremos saber el comportamiento del incendio (Temperatura ambiente – Velocidad de propagación – Cantidad de humo, etc.) en caso de tener que realizar un rescate debido al atrapamiento de una persona en estructura colapsada.

Regiremos en base legales para cumplir con los requerimientos específicos de funcionamiento como, por ejemplo: acuerdo No. 01257 Art1.- Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios. En el mandato legal ecuatoriano, exponiendo su vida a diferentes tipos de riesgos, específicamente en centros de almacenamiento con carga IMO, basado en el acuerdo Art. 12 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) – Unidad de Seguridad e Higiene en el trabajo del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente. Base legal del Art 42 del código de trabajo, Art 1-2 del Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendio del MIES, Ministerio de Inclusión Económica y Social No. 01257

Para cumplir lo indicado en el presente proyecto técnico esta se encuentra estructurado de tal forma que se logre comprender los objetivos expuestos en el mismo.

En el capítulo I: Se describe el problema el cual se basa los antecedentes de la empresa en la que se analizará su estudio de factibilidad, mediante visitas técnicas para recolectar la información necesaria y verídica que permita conocer la situación actual de la terminal de contenedores y multipropósito y determinar el problema formulado, del mismo modo encontraremos el grupo beneficiario del proyecto técnico, la delimitación temporal y geográfica en el cual se desarrollará para obtener excelentes resultados, su importancia y el alcance juntos con los objetivos correspondientes.

En el capítulo II: Se describe la fundamentación teórica, donde se describen los antecedentes investigativos que se han ido dando en las terminales de contenedores, las cuales han implementado diferentes metodologías para aumentar su eficiencia y productividad.

En el capítulo III: Se describe el marco metodológico, es decir los métodos, procedimientos y técnicas que se utilizaron para obtener la información necesaria para la solución al problema determinado en el capítulo I.

En el capítulo IV: Se describe los resultados obtenidos por cada objetivo planteado posterior a la metodología usada en el capítulo III.

Posterior a esto se especificará las conclusiones del proyecto técnico, estas conclusiones dan respuestas a los objetivos específicos y generales definido al inicio del proyecto técnico. Se dará recomendaciones para que se vea reflejado a futuro en la productividad de la terminal de contenedores y multipropósito.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

La terminal de contenedores y multipropósito para llevar a cabo sus actividades portuarias como puerto principal en el transporte de contenedores y mercadería multipropósito debe contar con un sistema de prevención y protección contra incendio listo para actuar en situaciones de emergencia debido al tipo de mercadería que transita por mencionado lugar. Por ende, luego de varios análisis hemos determinado varias lecturas erróneas en los paneles principales “Honeywell” asignada a cada zona, originalmente por falla en uno o varios elementos del sistema contra incendio lo que genera una desconfianza al momento de presentarse un incendio como tal. Describiremos a continuación ciertos detalles posterior a la inspección realizada.

- **Sectorización convencional del sistema contra incendio**

Antes de mencionar el origen de la activación del sistema contra incendio es necesario recapitular el sistema convencional mencionado en la introducción, la cual se encuentra instalada en la terminal portuaria, indicando que todo el marco territorial se encuentra dividido en 5 zonas generales y estos a su vez en sub-zonas, abarcando tantas oficinas como centro de almacenamiento tanto contenedores y mercadería. Dicho sistema cuenta con un módulo de estación o cuartos de rack, mediante una codificación básica permite asignar sub-zonas a nuestro panel de control principal “Honeywell” para re-asignar centros de almacenamiento u oficinas.

Posterior a las inspecciones realizadas hemos determinado que el sistema convencional que actualmente cuenta la terminal de contenedores y multipropósito no garantiza la exactitud necesaria para determinar un punto de ignición del fuego, es decir, debido al sistema convencional que actualmente presenta nos indicará únicamente la zona afectada, más no con precisión el lugar exacto del punto de origen de la emergencia.

Siendo este esencial en las instalaciones portuarias, recordemos que las instalaciones cuentan con varias oficinas, cuartos de rack, diversos lugares en los cuales se puede originar una emergencia en donde un sistema más preciso como un análogo digital ayudaría mucho al momento de direccionarse a combatir un incendio o determinar una falla en un elemento del sistema contra incendio. Sin tomar en consideración que es de vital ayuda saber el comportamiento del incendio durante su propagación y extinción.

- **Fallo y activación de los elementos del sistema contra incendio**

Este tipo de lecturas erróneas se originan por una falla en los elementos secundarios del sistema contra incendio, entre los cuales tenemos “Detectores de humo y luces estroboscópicas” originalmente la falla se origina por algún tipo de cortocircuito en uno de estos elementos antes mencionados, en donde un desperfecto en cualquiera de estos elementos desencadena una activación de los elementos del sistema contra incendio los cuales son mostrados en el panel de control principal. Pero el problema no termina en este punto, al momento de visualizar el origen del problema se evidencia en el panel de control que la posición mostrada del lugar de la activación de los elementos es de forma generalizada y no específica dificultando aún más lograr determinar el lugar exacto sea de la emergencia como tal o del fallo imprevisto ejecutado en dicho momento tal como lo podemos observar en la Figura 1.

Por ende, nos realizamos la siguiente incógnita ¿Cómo ocurre esto? La respuesta a dicha respuesta es la siguiente, se logró identificar que las condiciones estructurales (Tumbados mayor de los casos en las oficinas) se encuentran deterioradas (Fuga ligera de agua) afectando a los detectores de humo ocasionando que sufran cortocircuito; dando lecturas erróneas al paso de la señal, tomando en consideración que dichos detectores son los HONEYWELL 5193SDT DETECTOR DE HUMO FOTOELÉCTRICO, los mismos que se activan no solo en presencia de humo sino ante la presencia de suciedad, polarización invertida o mal funcionamiento.

En varias ocasiones, las falsas alarmas contra incendio surgen por la suciedad de los detectores de humo, los cuales no reciben mantenimiento de manera continua, lo que no permite garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Tomando en consideración que actualmente por las medidas sanitarias ante la emergencia del Covid19, el personal técnico de una empresa privada se encarga de realizar la desinfección en todas las áreas de las instalaciones portuarias en forma de neblina afectando los detectores de humo, siendo otra causa probable de activación de los elementos del sistema contra incendio. Como lo hemos mencionado este tipo de sistema se encuentra entrelazado con varios elementos que funcionan entre sí, ocasionando que la activación del sistema sin ser una emergencia real, cause un descomfort acústico (115 hasta 165 Db) (health, 1986) dependiendo de la distancia que el personal se encuentra del sistema contra incendio. Adicionalmente genera que se ponga en marcha la activación del plan de contingencia liderada por el personal de seguridad industrial y brigadista portuarios, teniendo como consecuencia pérdida de tiempo y de recursos.



Figura 1: Sectorización convencional

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

- **Escasa presión en salida de la columna de agua**

La columna de agua o más conocido como hidrante, es un elemento del sistema contra incendio generalmente fabricado de hierro galvanizado ubicado en la superficie de la calzada que permite obtener agua que proviene de la red contra incendio a una presión determinada para combatir los incendios generados dentro del sector industrial, en base acuerdo No. 01257 del MIES menciona que mínimo se requiere de 70PSI en un sector industrial en cada columna de agua ubicada dentro del sector.

Debido al gran territorio que ocupa la terminal de contenedores y multipropósito, se logró evidenciar que la presión del caudal que sale de las columnas de agua en varios puntos de la terminal es escasa (Entre 3 a 5 PSI) Este origen de la falla se puede determinar por múltiples factores de acuerdo con las investigaciones realizadas y lo consultado al personal técnico de mantenimiento, en donde mencionaremos ciertos aspectos a considerar:

- Pérdida de presión en las tuberías durante el transcurso del caudal; esta falla se podría originar presuntamente por fugas de caudales debido a grietas presentadas a lo largo de las tuberías posiblemente por falta de mantenimiento (Corrosión)
- Fallo en la bomba del sistema contra incendio, ocasionando que no envíe la presión necesaria del caudal mediante las tuberías.

Esta escasa presión se lo puede evidenciar en la columna de agua ubicado en el punto más alejado del recinto portuario denominado como módulo delta (Intersección de la calle “P” y “J”)

- **Tanque de almacenamiento de agua SCI**

Un tanque de almacenamiento es un reservorio con caudal (Generalmente de agua) ubicado en cada sector industrial para satisfacer las emergencias como incendio las cuales envían agua mediante las tuberías hasta llegar a las rociadores o columnas de agua para combatir la emergencia.

Actualmente la terminal portuaria, cuenta con un tanque de almacenamiento de agua con capacidad de 400m³ listo para ser usados en caso de presentarse una emergencia, pero es importante detallar ciertos aspectos observados durante la inspección:

- La estructura general del tanque de almacenamiento presenta oxidación.
- Es evidente la falta de mantenimiento preventivo al visualizar corrosión influenciada microbiológicamente (MIC: Microbiologically Influenced Corrosión) dentro del tanque.
- Presencia de moho en el fondo del tanque, los cuales pueden afectar las tuberías (Degradación) al momento de hacer uso del caudal.
- No se evidencia un sistema de lavado interno de las tuberías posterior al uso de la red contra incendio.

- **Rociadores termo sensibles deteriorados**

Los sprinkler o más conocidos como rociadores son elementos de la red contra incendio los cuales permite controlarlo evitando su propagación a través del mecanismo del disparo hacia el deflector permitiendo la dispersión del caudal (Agua) Actualmente en los galpones de almacenamiento del recinto portuario mantiene instalado rociadores bulbos termo sensibles como lo podemos observar en la Figura 2, el mismo que actúa alcanzando una temperatura determinada. En donde, el calor hace que el líquido se dilate y la presión hace que el cristal se rompa liberando el tapón permitiendo el flujo del caudal. Cabe mencionar que los elementos de almacenaje consistente son los siguientes como lo podemos observar en la Figura 3.

- Nitrato de amonio
- Urea
- Bobinas de alambres metálicos
- Cemento.

Por ende, al momento de realizar análisis y verificaciones previas se determina que muchos de estos rociadores están fuera de servicio, en varios casos por falta de mantenimiento (Corrosión) lo que no permite su correcta activación al evidenciarse incremento de temperatura, otros simplemente han sido activados con anterioridad, pero hasta la fecha presente no han sido reemplazados por unos nuevos.

Analizando las condiciones estructurales, podemos determinar lo siguiente:

- Galpones tienen aproximadamente 15 metros de alto y son semi-cerrados (Cuenta con varios accesos de entrada y salida) en donde al presentarse un conato de incendio este no podrá ser combatido a tiempo por medio de los rociadores de bulbos termo sensibles debido a que el incremento de temperatura no logrará alcanzar el rociador debido a la propagación de la temperatura por los accesos.
- Los rociadores de bulbos termo sensibles no se activan de forma automática si es que la bomba del sistema contra incendio no se encuentra activada.
- Se evidencia que en las oficinas del personal administrativo en todo el recinto portuario no cuenta con los rociadores instalados, considerando un riesgo alto con gran potencial de daño en caso de presentarse una emergencia.

En pocas palabras el incendio debería considerarse fuera de control para así recién poder activarse los rociadores a través del encendido manual de la bomba contra incendio. La cantidad de rociadores y distribución es la adecuada para cubrir gran parte del marco territorial del galpón.



Figura 2: Rociadores de bulbo termo – sensible

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito



Figura 3: Almacenamiento de carga en general

Fuente: terminal de contenedores y multipropósito

- **Bomba contra incendio**

Actualmente la instalación portuaria cuenta con una bomba contra incendio de marca “CLARKE” en donde su motor es operado de forma manual. En donde se logra divisar otras características a considerar como, por ejemplo:

- Bomba contra incendio centrífuga de marca “ITT INDUSTRIES” tipo 393H8100 con un caudal de 1500 m³ y una presión 150 PSI.
- Un reservorio de diésel con capacidad de 1.80m³ controlado mediante un panel de control de marca “FIRETROL” en donde se evidencia de forma automática las fallas técnicas y el funcionamiento del sistema.
- Una bomba jockey de marca “ITT INDUSTRIES” de marca 2SVB1J5N0 con capacidad máxima de 360 PSI.

Las características negativas que se han podido determinar son las siguientes:

- El motor de la bomba contra incendio es operado de forma manual como lo podemos observar en la Figura 4, es decir, el encendido del sistema contra incendio nace de este punto debido a que la función automática se encuentra fuera de servicio.

- La presión máxima de la bomba centrífuga con capacidad de 150% de funcionamiento es solo de 175 PSI no abasteciendo todo el sistema contra incendio de la terminal portuaria.
- La bomba jockey presenta falla en su funcionamiento en donde podemos observar la pérdida de presión en el sistema contra incendio (Tuberías – Columnas de agua) al divisar que no existe presión en la salida del caudal.
- Observamos fuga de líquido en las tuberías del sistema de la bomba centrífuga afectando tanto la presión del sistema como el no correcto funcionamiento.



Figura 4: Motor de la bomba contra incendio “CLARKE”

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

- **Sistema extinción en los cuartos de celdas – transformadores**

Los cuartos de transformadores son instalaciones los cuales permiten recibir desde sub-estación la energía eléctrica en alta tensión (30000 Voltios) y media tensión (Entre 5000 a 20000 voltios) para posteriormente transformarla en baja tensión (400 Voltios) mediante el cual el usuario final le dará uso.

Siendo así, actualmente las instalaciones portuarias cuentan con cuartos de transformadores y celdas prefabricados ubicados en los interiores de los patios refrigerados para alimentar tanto las conexiones refrigeradas (En caso del cuarto de transformadores) y alimentando de energía a las grúas pórtico 13800 voltios (En caso del cuarto de celdas) ubicados en los siguientes puntos:

- Patio# 04: Entre los bloques A-B
- Patio 3: En el bloque A
- Patio 2: En el bloque A-E
- Patio 1: En el bloque E

La finalidad de estos cuartos prefabricados es alimentar de energía eléctrica en baja tensión (440 Voltios) a las conexiones reefers para su posterior conexión es los contenedores refrigerados para conservación de los alimentos perecibles y a las grúas pórticos para realizar actividades de carga y descarga de contenedores desde los buques hacia muelle (Viceversa)

Una vez realizada la inspección se logró evidenciar que el sistema de extinción contra incendio de estos cuartos prefabricados es demasiado antiguo y obsoleto en donde se evidencia que cuenta con 2 extintores de dióxido de carbono con capacidad de 100 libras en la parte externa los cuales deben ser accionados de forma manual para combatir cualquier emergencia que se presente en los mismos, tal como lo observamos en la Figura 5. En donde es necesario especificar que dichos cuartos prefabricados se mantienen cerrados todo el tiempo a través de un candado en donde el personal técnico de mantenimiento tiene acceso único, es decir el tiempo de respuesta tampoco sería el adecuado en esta situación mencionada.



Figura 5: Cuartos eléctricos (Celdas y transformadores)

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

1.2 Importancia y alcances

Terminal de contenedores y multipropósito situada en la parroquia Ximena de la ciudad de Guayaquil y que se desea realizar un estudio de factibilidad del plan de mejora del sistema de prevención y protección contra incendio, para evitar accidentes que puedan afectar tanto a las mercaderías de los clientes como las vidas humanas que laboran en este lugar. Se logró observar oportunidades de mejora en el sistema de prevención y protección del sistema contra incendio, el cual se analizará los estudios de factibilidad tanto técnicos – económicos y temporales, que sean viables favoreciendo tanto en la seguridad y prestigio de la terminal de contenedores considerando que dicha terminal es auditable con la norma ISO 28000 “*Sistemas de gestión de seguridad de la cadena de suministro*”

1.2.1 Grupo objetivo (Beneficiario)

Los principales beneficiarios de este proyecto técnico, es el autor del mismo, por ende, podrá obtener el título de Ingeniero Industrial con la ayuda del conocimiento adquirido a lo largo de su formación profesional. Todas las empresas interesadas, principalmente la terminal de contenedores y multipropósito, la cual es campo de estudio. La cual analizará las factibilidades más viables tanto económicamente y técnicamente para mejorar su sistema contra incendio de tal modo, pueda satisfacer las necesidades del cliente. Del mismo modo a las empresas contratistas y sub-contratistas brindándole mayor seguridad dentro de la terminal al momento de ejecutar actividades (Contratos eventuales) ya sea este por reparación de alguna estructura (Equipos en caliente).

1.3 Delimitación

1.3.1 Delimitación Temporal

El proyecto técnico fue desarrollado a principios del mes de septiembre del 2020 y a finales del mes de marzo del 2021, para analizar los estudios de factibilidad del plan de mejora del sistema contra incendio.

1.3.2 Delimitación Geográfica

Av. De la Marina, Puerto Libertador Simón Bolívar. Localizado en la costa occidental de América del Sur, en un brazo de mar (Estero Salado) a 10 Km al sur del centro de la ciudad de Guayaquil. Ver figura 6

Latitud: 2° 16'51" S.

Longitud: 79° 54'49" O.



Figura 6: Ubicación geográfica de la terminal portuaria

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

1.3.3 Delimitación Académica

Para el desarrollo de este proyecto se requiere de orientación de varios conocimientos adquiridos de la materia en la malla de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil.

- Logística
- Ingeniería de métodos
- Supervisión Industrial
- Fundamentos de materiales
- Administración de proyectos
- Resistencia de materiales

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer una mejora del sistema de prevención y protección contra incendios de una terminal de contenedores y multipropósito en la ciudad de Guayaquil

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar los riesgos existentes en los diversos centros de almacenamientos, especialmente aquellos categorizados como carga IMO y oficinas de la terminal de contenedores y de multipropósito.
2. Rediseñar el sistema de prevención y protección contra incendio.
3. Determinar los costos del plan de mejora del sistema de prevención y protección contra incendio, en caso de una posible implementación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La Terminal de contenedores y multipropósito de la ciudad de Guayaquil operada por una empresa privada, es la encargada de prestar el servicio de importación / exportación de mercancías demostrando ser líder dentro del mercado internacional, en donde se menciona que aproximadamente el 70% del comercio exterior pasa por dicho puerto antes mencionado. El sistema operacional de la terminal de contenedores y multipropósito se basa en un mismo criterio el cual es brindar un buen servicio al cliente, satisfaciendo los intereses en el menor tiempo posible. Dentro del grupo operacional para el embarque o descarga de mercaderías lo podemos categorizar de dos maneras:

2.1 Operatividad en buque porta-contenedores

Comúnmente son los más observados dentro de la terminal, debido a que son los encargados de transportar mercaderías dentro de los contenedores estandarizados. (Contenedores marítimos , 2021) Comúnmente son usados para transportar mercaderías al por mayor y aquellas que necesitan refrigeración. Dentro de este grupo numeroso encontramos navieras como: MAERSK – MSC – SEALAND – SEABOARD MARINE. Entre los cuales su precio varía de acuerdo al tipo de servicio que requiera el cliente, como lo observaremos en las tablas 1 y 2.

2.1.1 Sector importador

Entidad o persona natural encargada de recibir su mercadería dentro de las políticas de la terminal portuaria, luego de un exhaustivo proceso de inspección o desconsolidación por parte del personal del puerto marítimo/ policía antinarcótico / aduana y representante de la mercadería.

Tabla 1: Tarifas de servicio al sector importador

SERVICIO	UNIDAD	TARIFA
Consolidación / Desconsolidación de contenedores	\$ (Teu)	136.28
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	3.41
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	4.09
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	5.45
Conexión y Energía (Contenedores refrigerados)	\$ (Box/hora)	4.34
Operaciones de aforo / inspección de contenedores	\$ (Box)	117.73
Porteo de contenedores (3)	\$ (Box)	54.94
Recepción / Despacho de contenedores	\$ (Box)	47.09

En la presente tabla se muestran los valores tarifarios correspondiente a los movimientos o almacenaje de contenedores dentro de la terminal portuaria.

Fuente: Valores tarifarios de la terminal de contenedores y multipropósito

2.1.2 Sector exportador

Entidad o persona natural encarga de enviar su mercadería a diferentes partes del mundo mediante contenedores refrigerados, entre las más comunes tenemos elementos perecibles como el banano, camarón y cacao, aquellos alimentos que por sus condiciones necesitan estar en temperaturas apropiadas para evitar su descomposición.

Tabla 2: Tarifas de servicio al sector exportador

SERVICIO	UNIDAD	TARIFA
Consolidación de contenedores (Servicios al exportador)	\$ (Teu)	136.28
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	3.41
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	4.09
Tarifa de almacenaje de contenedores full (2)	\$ (Teu/día)	5.45
Conexión y energía (Servicio al exportador)	\$ (Box/hora)	3.85
Operaciones de aforo / inspección (Serv. Al exportador)	\$ (Box)	120.56
Porteo de contenedores (Servicio al exportador)	\$ (Box)	46.88
Recepción de contenedores (Servicio al exportador)	\$ (Ton)	40.19

En la presente tabla se muestran los valores tarifarios correspondiente a los movimientos o almacenaje de contenedores dentro de la terminal portuaria

Fuente: Valores tarifarios de la terminal de contenedores y multipropósito



Figura 7: Almacenamiento de contenedores en los patios

Fuente: Ocean Containers Trading S.L

2.2 Operatividad en buque de carga generalizada

Comúnmente son aquellas embarcaciones destinadas para el transporte de mercadería de menor tamaño y en unidades independientes. Dentro de este grupo numeroso de naviera encontramos el más reconocido como son los buques ISLAND, categorizados por ser los principales transportadores de banano ecuatoriano al exterior.

La categorización de este tipo de carga generalizada tenemos los siguientes:

2.2.1 Carga general

Categorizados por ser transportadores de mercaderías de menor tamaño y por unidades; entre los cuales observamos mercaderías como: Sacos de big – bags, Bobinas y Tuberías metálicas, entre otros.

2.2.2 Carga al granel o paletizada

Categorizados por ser transportadores de mercaderías en abundancia y sin embalajes entre los cuales tenemos el segundo mayor producto de exportación del Ecuador como lo es el banano. (Portal especializado en ecomercio exterior de los negocios internacionales, 2017) Los cuales son cargados en las bodegas de los buques aproximadamente 73000 cajas diarias de banano para su traslado a las diferentes partes del mundo, tal como lo observamos en la Figura 8



Figura 8: Embarque de banana paletizado – granel

Fuente: Diario el Exportador

2.3 Pictogramas

Los pictogramas son tipos de señalizaciones que permiten identificar algún tipo de peligrosidad, seguridad o información necesaria para estar atento al peligro. La rotulación es importante en cualquier mercadería o artículo que se esté transportando en las instalaciones portuarias debido a que nos permite identificar no solo el peligro sino las medidas de seguridad que debemos tomar al respecto de la mercadería que llevamos transportando. Los cuales lo podemos realizar mediante gráficos acompañados de letras y números.

Para que un contenedor pueda transportar mercadería IMO, esta deberá encontrarse rotulado en sus 4 caras laterales indicando la categorización respectiva de la carga. Los rótulos de las mercaderías peligrosas basado en las normas IMO conllevan un formato estándar, como lo observamos en la Figura 9, con las siguientes especificaciones técnicas. (INEN)

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de un color específico de acuerdo a la categorización de la mercadería
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor
- Medidas estándares: 25cm x 25 cm o 10cm x 10cm

Dentro de esta categorización lo clasificamos en 9 grupos, como lo observamos en la Figura 10, en donde es necesario especificar que la numeración no corresponde con el nivel de peligrosidad; en cuanto a su nivel de peligro depende de factores técnicos o químicos. (Visual Graf , s.f.)

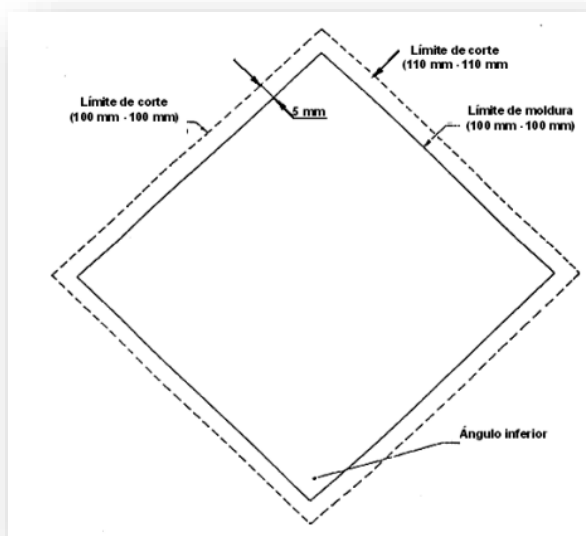


Figura 9: Especificaciones técnicas del pictograma

Fuente: INEN Transporte y almacenamiento de materiales peligrosos



Figura 10: Rotulación de mercadería IMO en contenedores

Fuente: Mercadería Peligrosa exportación de Hidrosulfito de sodio

2.4 Mercadería peligrosa

Las mercaderías peligrosas son todas aquellas sustancias o artículos, los cuales representan un riesgo para la salud, propiedad, seguridad o al medio ambiente, al momento que son transportados hacia un destino específico.

Las mercaderías peligrosas que circulan dentro de las instalaciones portuarias sean estas en forma de granel o contenedor, se almacenan de acuerdo a una categorización del código IMDG (Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas) a través de la organización IMO (Organización Marítima Internacional), el cual es la entidad encargada de establecer normas para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental en el transporte marítimo internacional. Por ende, indicaremos los puntos de almacenamiento de acuerdo a la categorización establecida en las instalaciones portuarias. (Wordpress, s.f.)

Almacenamiento IMO en contenedores:

- Patio#01: IMO 3, 8, 9
- Patio#02: IMO 2.2, 6.1
- Módulo Delta: IMO 2 (Isotanques) IMO 5.1

Almacenamiento IMO en forma de granel:

- Bodega#07:
- Bodega#08:

Almacenamiento IMO en forma de Isotank:

- Módulo delta: IMO 2, 5.1

A continuación, mencionaremos los tipos de mercadería IMO que el recinto portuario permite su almacenamiento sea esta al granel o en contenedores.

2.4.1 Clase 2: Gases

El gas es un estado de agregación de la materia el cual adopta la forma del recipiente al cual se encuentra almacenado, permanecerá en estado gaseoso debido a las condiciones de temperatura o presión, es necesario mencionar que las moléculas poseen movimiento libre entre sí, sin enlazarse molecularmente.

Dentro de este grupo se encuentran gases que son transportados en “Isotank”, como lo observamos en la Figura 12, es decir, que al momento de ser transportados no solo facilita la reducción de espacio, sino que posee una presión determinada. Es necesario aclarar que los Isotank posee una válvula de alivio o válvula de seguridad, la cual permite la liberación de la presión cuando el isotank sobrepasa la presión límite, evitando que el isotank explote dentro del recinto portuario. (DSV Global , s.f.)

Dichos gases pueden presentarse en diferentes aspectos:

- Licuado
- Refrigerado
- Comprimido

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de los siguientes colores: Rojo (Gas Inflamable) – Verde (Gas no inflamable – No tóxico) – Blanco (Gas tóxico), como lo observamos en la Figura 11
- Estará acompañada de un gráfico (Sea una llama – Cilindro de aire comprimido – Calavera respectivamente) y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 2.1, 2.2, 2.3
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor

El recinto portuario cuenta con un espacio al campo abierto denominado “Módulo Delta” destinado para para el almacenamiento de Isotanques. Dentro de este grupo lo podemos sub-clasificar de la siguiente manera:

- **División 2.1:** Gases Inflamables
- **División 2.2:** Gases no inflamables – no tóxicos
- **División 2.3:** Gases Tóxicos



Figura 11: Pictograma de gas no inflamable

Fuente: Global Transport and Logistics



Figura 12: Isotank con almacenamiento de IMO 2

Fuente: Terminal portuaria

2.4.2 Clase 3: Líquido Inflamable

Los líquidos inflamables son aquellas sustancias o mercaderías que tiene la capacidad para encenderse con facilidad a temperatura ambiente o simplemente por frotamiento. Se considera líquidos inflamables aquellas que puedan causar un incendio con una temperatura menor a los 37.8°C

Es importante analizar estos dos aspectos:

Punto de inflamación: La temperatura más baja de ese líquido a la que sus vapores emitidos forma con el aire una mezcla inflamable.

Punto de ignición: La temperatura a la que hay que elevar la mezcla aire-vapores para provocar una explosión. Dentro de esta categorización tenemos varias mercaderías que son almacenadas en las instalaciones portuarias: Gasolina – Diluyente – Queroseno – Pintura.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de un color rojo, como lo observamos en la Figura 13
- Estará acompañada de un gráfico de una llama y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 3
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 13: Pictograma de líquido inflamable

Fuente: Global Transport and Logistics

2.4.3 Clase 4: Sólido Inflamable

Los sólidos inflamables son aquellas sustancias o mercaderías las cuales pueden ser granuladas, pastosas, por ende, al estar en contacto bajo ciertas condiciones físicas pueden desencadenar incendios dentro del recinto portuario. Las condiciones físicas pueden ser denominadas de las siguientes formas:

- Por fricción
- Por combustión instantánea
- Por entran en contacto con agua

Dentro de esta categoría podemos mencionar ciertos ejemplos:

- Sodio
- Potasio
- Metales ferrosos

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de fondo color blanco con líneas paralelas en sentido vertical de color rojo, como lo observamos en la Figura 14.
- Estará acompañada de un gráfico de una llama y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 4.1, 4.2, 4,3
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor

Dentro de este grupo lo podemos sub-clasificar de la siguiente manera:

- **División 4.1:** Mercadería inflamables – auto reactivas y explosivas
- **División 4.2:** Mercadería con inflamación espontánea
- **División 4.3:** Mercaderías con gases inflamables en contacto con agua



Figura 14: Pictograma de sólido inflamable

Fuente: Global Transport and Logistics

2.4.4 Clase 5: Sustancia Oxidante

Las sustancias oxidantes son aquellas mercaderías las cuales mediante sus compuestos químicos producen oxidación a otras mercaderías, denominado como proceso “REDOX” es decir, gana electrones.

Son considerados como materiales peligrosos debido a su aporte de oxígeno aun estando en ambientes cerrados, lo que permite la combustión de otros materiales. Entre estos ejemplos tenemos uno en particular: “Nitrato de amonio”

2.4.4.1 División 5.1: Materias comburentes

Esta sub-clasificación resulta ser muy reactivo debido a la alta presencia de oxígeno en la mercadería. Puede reaccionar con otros materiales inflamables y el calor generado puede generar combustión en forma tardía, provocando un incendio dentro del centro de almacenamiento. En caso de querer apagar el conato de incendio, hacerlo con un agente extintor de polvo químico seco, no tendría resultados favorables debido a que el oxígeno está presente en el agente subyacente. La única forma efectiva de

combatir este incendio es suministrando una gran cantidad de agua fría directamente desde la red del sistema contra incendio por medio de los aspersores. Un dato importante a considerar es que muchas de esta mercadería al ser altamente reactivas se pueden convertir en explosivos en presencia de carbono, por ende, una rápida actuación del sistema contra incendio es esencial para evitar que este tipo de acontecimiento ocurra.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de color rojo en la parte superior y amarillo en la parte inferior p de color amarillo en su totalidad en caso de considerar un IMO 5.1, como lo observamos en la Figura 15.
- Estará acompañada de un gráfico de una llama y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 5.2
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 15: Pictograma de peróxido orgánico

Fuente: Global Transport and Logistics

2.4.5 Clase 6: Sustancia infecciosa

Son consideradas las sustancias infecciones como toda mercadería que contiene patógenos que pueden causar infecciones a los seres humanos o animales. Por ende, este tipo de mercadería denominada como IMO 6.2 está prohibido el respectivo almacenamiento dentro del recinto portuario, pero a continuación analizaremos la mercadería IMO 6.1 “Sustancias tóxicas” la cual no tiene restricción de almacenamiento en la terminal.

2.4.5.1 División 6.1: Sustancias tóxicas

Aquellas mercaderías que contienen venenos, los cuales pueden ser perjudicial para el ser humano tanto en su totalidad o en forma parcial. Por ende, debe ser evitado que penetren o entre en contacto con la piel humana.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de un color blanco, como lo observamos en la Figura 16.
- Estará acompañada de un gráfico de una calavera y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 6.1
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 16: Pictograma de sustancias tóxicas

Fuente: Global Transport and Logistics

2.4.6 Clase 8: Corrosivo

Las sustancias corrosivas son aquellas que, por sus propiedades químicas, pueden llegar a causar lesiones al ser humano o ser viviente en el cual entre en contacto directo. Del mismo al existir un escape de este tipo de sustancias puede llegar a traer consecuencias con daños materiales, sea entre en contacto con otro tipo de mercadería o simplemente con la infraestructura.

Posterior a las inspecciones realizadas en las instalaciones portuarias, se logra evidenciar que este tipo de mercadería si se almacena en las bodegas de material peligroso denominada “Bodega No.08” en donde comúnmente se observa embalajes o tanques metálicos que contiene en su interior elementos como por ejemplo Hidróxido de sodio, potasio o amoníaco, en donde los auxiliares multipropósitos deben contar con el equipos de protección personal adecuado para ejecutar actividades de aforo antes que la mercadería salga de las instalaciones portuarias. Debemos tomar en consideración para el transporte marítimo de esta mercadería IMO se debe contar con la normativa IMDG “International Maritime Dangerous Goods Code”

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de fondo color blanco en la parte superior y negro en la parte inferior, como lo observamos en la Figura 17.
- Estará acompañada de un gráfico de una mano en contacto con sustancias corrosivas y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 8
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 17: Pictograma de sustancias corrosivas

2.4.7 Clase 9: Misceláneo

Las mercaderías consideradas como misceláneas, son aquellas las cuales no encajan en ninguna categoría antes expuesta del mismo modo que su manipulación debe ser analizada de acuerdo al tipo de mercadería transportada.

Dentro de esta categorización tenemos las siguientes mercaderías:

- Una gran bombona de gas comprimido.
- Bengalas explosivas, humos de colores
- Materiales sólidos inflamables

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) con fondo de color blanco donde la mitad superior deberá señalarse con líneas paralelas de color negro, como lo observamos en la Figura 18.
- Dicho pictograma no posee simbología alguna, pero si debe ir colocado el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 9.
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor.

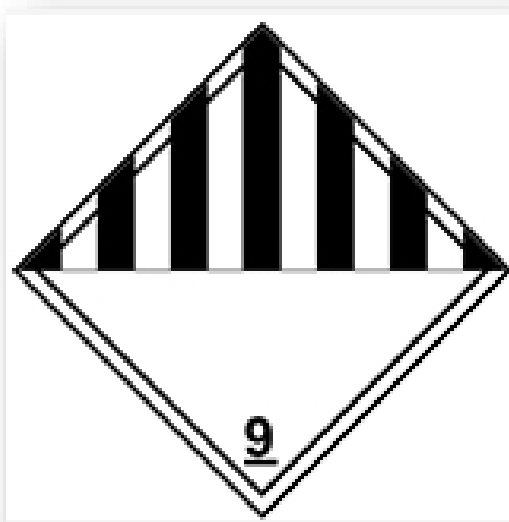


Figura 18: Pictograma de sustancias misceláneas

Fuente: Global Transport and Logistics

2.5 Mercadería peligrosa de salida directa

Las mercaderías de salida directa son aquellas que no pueden permanecer almacenada dentro del recinto portuaria debido al gran riesgo que esta representa, sean estos por factores químicos o físicos. Por ende, las instalaciones portuarias han adoptados por 4 segregación de mercadería IMO los cuales serán considerados de salida directa, los que serán descritos a continuación:

➤ **IMO 1: Explosivos**

➤ Pictograma: Figura geométrica romboidal de color naranja, acompañado de un gráfico de proyección de partículas indicando la sub-división correspondiente.

➤ **IMO 5.2: Peróxidos orgánicos**

➤ Pictograma: Figura geométrica romboidal de color rojo en la pared superior y amarillo en la parte inferior acompañada de una llamarada.

➤ **IMO 6.2: Sustancias infecciosas**

➤ Pictograma: Figura geométrica romboidal de color blanco acompañado de un gráfico de riesgo biológico

➤ **IMO 7: Sustancias radiactivas**

➤ Pictograma: Figura geométrica romboidal de color amarillo en la parte superior y blanco en la parte inferior acompañada de un gráfico de radiactividad

Pero al momento de leer esta sección de párrafo se preguntarán ¿Cómo se ejecuta la logística de este tipo de mercadería tipo IMO? Al momento que este tipo de IMO arriba a la terminal portuaria, se coordina previamente entre el personal de Operaciones – Aduana – CFS Logística – Seguridad Industrial y el representante de la mercadería, previo a la descarga del contenedor hacia el muelle para su posterior embarque en los cabezales particulares que sacarán el contenedor de forma inmediata de la terminal portuaria posterior a su des-consolidación en caso de ser necesaria la misma, como lo observamos en la Figura 19. Para una mejor apreciación lo mostraremos en el siguiente esquema.

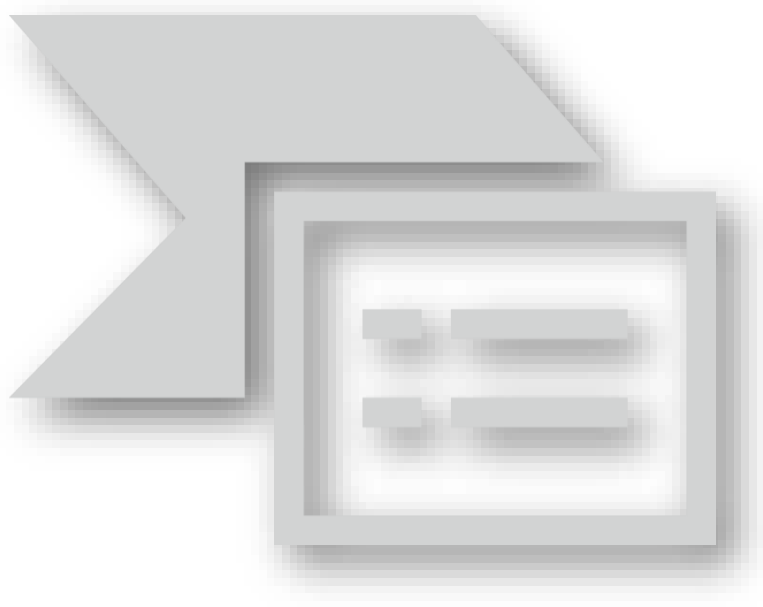
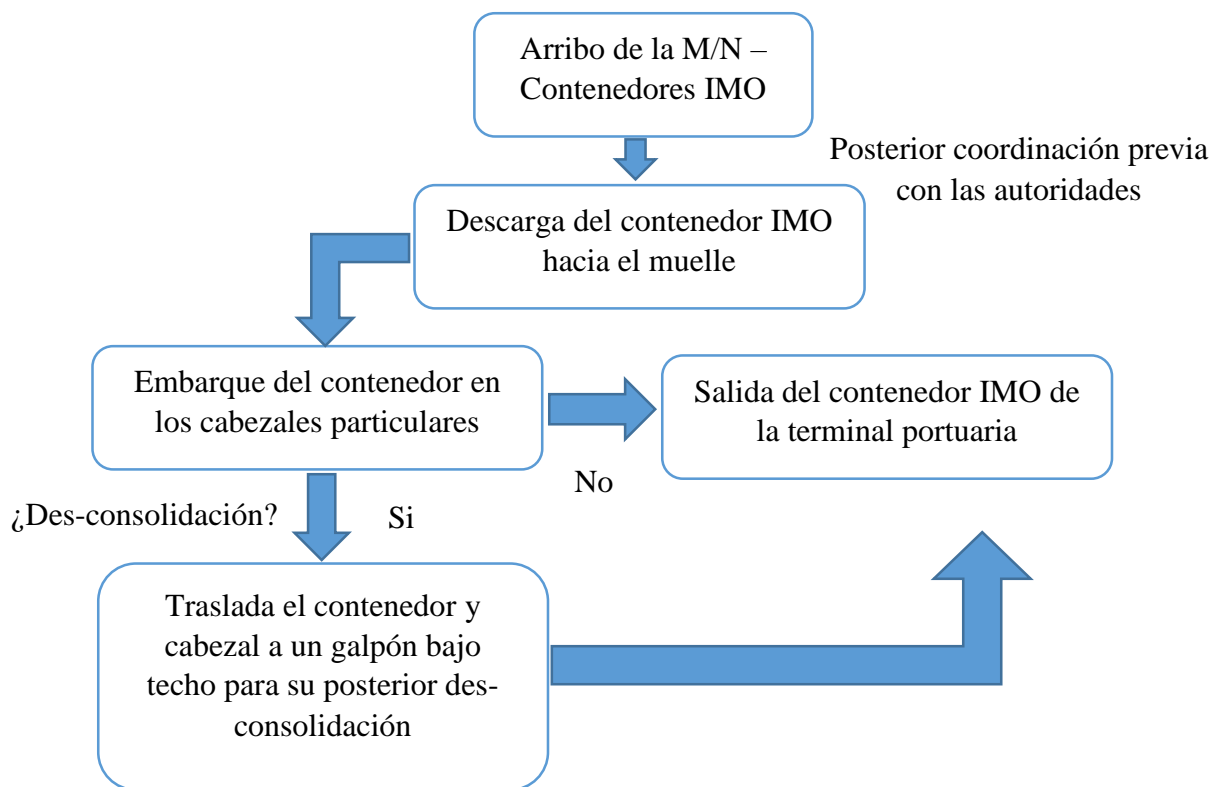


Figura 19: Contenedores de salida directa IMO 1

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

A continuación, haremos una breve descripción las mercaderías IMO consideradas de salida directa.

2.5.1 Clase 1: Explosivos

Los explosivos son aquellas sustancias las cuales por motivos externos sean estos (Golpes, roces, choques, movimientos bruscos, activación accidental, calor) se transforman en estado gaseoso, ocasionando liberación de calor, gases, presión o radiación en forma expansiva, dando como consecuencias grandes afectaciones tanto en infraestructura, medio ambiente y vidas humanas.

Dentro de este grupo encontraremos mercaderías con alto riesgo de explosión en masa, proyecciones o en algunas ocasiones incendio, debido a que los explosivos contienen moléculas que cambian drásticamente su estado (Desde un sólido hasta un gas caliente) para producir una explosión; como ejemplos de varias mercaderías tenemos las siguientes: bombas, granadas, detonadores, municiones y juegos pirotécnicos.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de un color naranja, como lo observamos en la Figura 20.
- Estará acompañada de un gráfico con proyección de partículas y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 1.5, IMO 1,6 etc.
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor

Dentro de este grupo, lo podemos sub-clasificar de la siguiente manera:

- **División 1.1:** Mercadería con riesgo de explosión.
- **División 1.2:** Mercadería con riesgo de proyección
- **División 1.3:** Mercadería con riesgo de incendio
- **División 1.4:** Mercadería que no representan riesgos considerables
- **División 1.5:** Mercadería con riesgo de explosión con poca sensibilidad
- **División 1.6:** Mercadería con poca sensibilidad, la cual no representa riesgo de explosión.



Figura 20: Pictograma de explosivos

Fuente: Global Transport and Logistics

2.5.2 División 5.2: Peróxido Orgánicos

Los peróxidos orgánicos son aquellos derivados de los peróxidos de hidrógeno, donde su composición química es cambiada al sustituir los átomos de hidrógeno por radicales orgánicos. Son considerados de salida directa debido a las propiedades físicas y químicas que los mismo representa, como, por ejemplo:

- Descomposición exotérmica debido a contactos con temperatura normales o elevadas.
- Descomposición por contactos con impurezas
- Descomposición por frotamiento o choques

Este tipo de mercadería al combinarla oxígeno lo hace más peligroso como material combustible independiente, debido a estos son inestables y explosivos. Por ende, suele ser necesario mantenerlos refrigerados para mantenerlos inactivos.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de color rojo en la parte superior y color amarillo en la parte inferior, como lo observamos en la Figura 21.
- Estará acompañada de un gráfico de una llama y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 5.2
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 21: Pictograma de peróxido orgánicos

Fuente: Mecalux Logismarket

2.5.3 División 6.2: Sustancias infecciosas

Las sustancias infecciosas son aquellas mercaderías que contienen patógenos, es otras palabras dichas mercaderías que contienen microorganismos que causan enfermedades infecciosas a los seres humanos o animales. Dentro de esta división se pueden categorizar de la siguiente manera:

Categoría A: Materia infecciosa que causan incapacidad permanente o mortal

Categoría B: Materia infecciosa que no cumplen criterios de la categoría A

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) con fondo de color blanco, como lo observamos en la Figura 22.
- Estará acompañada de un gráfico de una sustancia infecciosa y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 6.2
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 22: Pictograma de sustancias infecciosas

Fuente: Visual Graf

2.5.4 Clase 7: Radiactivo

Los materiales radiactivos son aquellas mercaderías que son perjudiciales para el ser humano, debido a que contiene átomos inestables que cambian su estructura de forma repentina en cada periodo de tiempo. Al momento de transportar dicha mercadería el embalaje debe constar señales de advertencia para indicar los riesgos adherentes. Dentro de la terminal de contenedores no se permite el almacenamiento de este tipo de mercadería.

El pictograma de este tipo de mercadería IMO lo podemos identificar mediante las siguientes características:

- El pictograma debe llevar una figura geométrica romboidal (4 Lados y vértices iguales) de color amarillo en la parte superior y de color blanco en la parte inferior, como lo observamos en la Figura 23.
- Estará acompañada de un gráfico con simbología radiactiva y el número de división de acuerdo a la categorización IMO que represente. Es decir, IMO 7
- Debe ser de material PVC autoadhesivo permitiendo la fácil colocación en el contenedor



Figura 23: Pictograma de sustancias radiactivas

Fuente: Global Transport and Logistics

2.6 ¿Qué es el fuego?

Basado en las normas NFPA, el fuego es toda combustión, en la cual consiste la oxidación del material combustible con desprendimiento de energía, sea esta en forma de calor, luz o gases.

Para comprender mejor el concepto, indicaremos el origen del fuego mediante el gráfico **triángulo de fuego**, como lo observamos en la Figura 24.



Figura 24: Triángulo de fuego

Fuente: Asociación española de laboratorio de fuego

Describiendo el triángulo de fuego podemos indicar que para que nazca el fuego es necesario la presencia de 3 elementos en condiciones mínimas: (AELAF, s.f.)

- Aire debe contener hasta un 16% de oxígeno
- Combustible debe estar a 1% en relación al oxígeno
- Calor debe llegar a una temperatura de ignición o auto-ignición del combustible

Describiendo las reacciones químicas originadas en el triángulo de fuego tenemos:

- **Comburente:** Principalmente siempre es el oxígeno
- **Calor:** Es la energía necesaria para iniciar la combustión, generalmente puede ser una chispa, un contacto eléctrico
- **Combustible:** Es el elemento como tal de la combustión, puede encontrarse en estado sólidos, líquido o gaseoso. Entre las cuales tenemos: Rollos de papel, Diésel, o Gases inflamables.

Es importante mencionar que para evitar o propagar el fuego es necesario cortar la reacción química, con el retiro completo de cualquiera de estos elementos.

2.7 Métodos de extinción del fuego

- **Eliminación del calor por enfriamiento:** Consiste en controlar el calor mediante un agente de enfriamiento, en este caso puede ser el agua. Método apropiado para este tipo de eventualidades.
- **Eliminación del material combustible:** Consiste en la remoción del material combustible que se está quemando o se va quemar, sea este parcialmente o totalmente.
- **Eliminación del oxígeno:** Consiste en cortar la circulación de oxígeno, mediante la sofocación. Es importante mencionar que este método de extinción es necesario usarlo en conatos de incendio en donde el uso del agua no es el apropiado, como, por ejemplo: Incendio con líquido inflamables: Aceites de cocina.

2.7.1 Clase A: Materiales sólidos

Son fuegos que involucran a los materiales sólidos como madera, cartón y plástico, como lo observamos en la Figura 25. Este tipo de generación de incendio lo podemos observar dentro de la terminal de contenedores y multipropósito en las oficinas del personal administrativo o bodega de archivos, debido al gran almacenamiento de documentación es un riesgo al cual se expone de acuerdo a lo indicado en la matriz de riesgo. Este tipo de materiales se muestra en dos formas de combustión:

- **Combustión flamable:** Controlada por la difusión del vapor combustible de la fuente de oxígeno
- **Combustión candente:** Controlada por la difusión del oxígeno en el aire hacia la masa del combustible

El agente extintor para sofocar este tipo de conato de incendio es el agua, el cual enfría el material combustible llevándolo por debajo de su punto de ignición.



Figura 25: Incendio de clase A

Fuente: Página 24 Incendio de una maredería

2.7.2 Clase B: Líquidos Inflamables

Son fuegos que involucran combustibles líquidos los cuales emiten vapores inflamables como aceite, gasolina o pintura, como lo observamos en la Figura 26. Dentro de la terminal de contenedores y multipropósito encontramos este tipo de riesgo de incendio en las bodegas de almacenamiento de importación con mercaderías IMO como es la bodega No. 07, Cocina general, la estación de GLP y de combustible siendo este la de mayor riesgo evaluada dentro de la matriz.

Para combatir este tipo de incendio es necesario contar con un agente extintor que permita sofocar el combustible (Reductor de oxígeno) como el “Polvo Químico Seco” o más conocido como “PQS” o con espuma

Realizando una inspección visual por la estación de combustible y GLP, se logra evidencia que consta con equipos extintor de CO₂ (Dióxido de carbono) aproximadamente 7 agentes extintores en los diferentes puntos de la zona mencionada debido al alto riesgo de peligrosidad, adicionalmente cuenta con una botonera de paro de emergencia para evitar la propagación del combustible (Diesel)



Figura 26: Incendio de clase B

Fuente: El universal – Incendio en una refinera venezolana

2.7.3 Clase C: Fuego Eléctrico o electrónico

Son aquellos fuegos que involucran equipos eléctricos energizados, el cual el pasaje de la corriente eléctrica mantendrá el fuego, una vez el pasaje ceda, el fuego se extinguirá, como lo observamos en la Figura 27. Para combatir este tipo de incendio es necesario contar con agentes extintores sean estos de polvo químico seco o dióxido de carbono.

De igual manera en la terminal de contenedores y multipropósito este tipo de riesgo lo podemos encontrar en casi toda la terminal portuaria en donde indicaremos los puntos más críticos: Cuartos de rack o comunicaciones, Bomba del sistema contra incendio, Cuarto de transformadores y generadores, Cocina, Taller de mantenimiento.

Al momento de realizar una inspección en los patios de las instalaciones portuarias, se logró identificar que los cuartos de transformadores y generadores cuentan con dos extintores de capacidad de 50lbs de dióxido de carbono los cuales deben ser accionados de forma manual por parte de un inspector de seguridad industrial para combatir cualquier tipo de emergencia de categorización “Incendio” que se presente en el mencionado lugar.

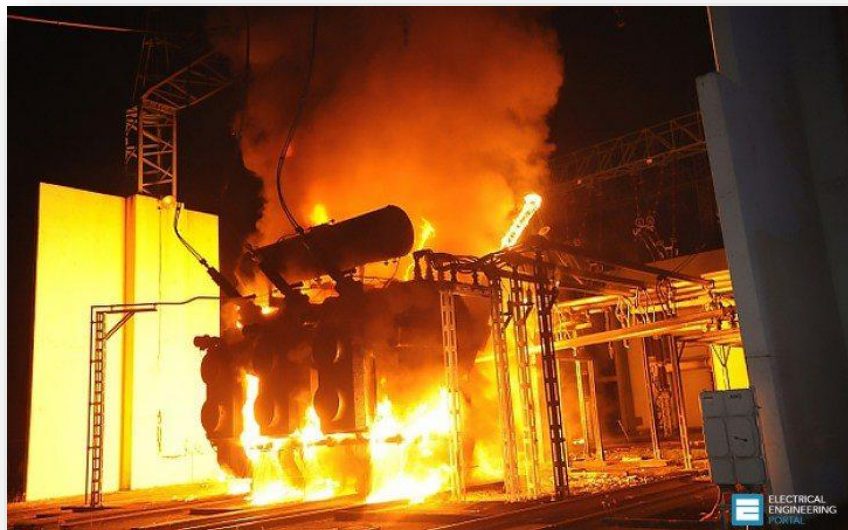


Figura 27: Incendio de clase C

Fuente: Crushtmkx – Incendio en sub-estaciones eléctricas

2.7.4 Clase D: Fuego con metales

Son aquellos fuegos que involucran sustancias generalmente sintéticas autoinflamables como por ejemplo: Magnesio, Titanio y Uranio. Al momento de realizar inspección para el levantamiento de información podemos mencionar que este tipo de riesgo lo podemos evidenciar en las bodegas de almacenamiento de importación con mercaderías IMO (Mayor peligrosidad) como lo es la bodega No. 08 en donde se logran almacenar mercaderías de categorización 7 y 8 (Corrosivos y Misceláneos respectivamente). Adicionalmente se evidencia el almacenamiento de elementos químicos los cuales se encuentran aislados de los demás para evitar reacciones químicas y posteriores eventos no deseados como incendios.

2.7.5 Clase K: Aceites y grasas

Son aquellos fuegos que involucran grasas y aceites con cocción o artefactos de cocina como lo observamos en la Figura 28. Al momento de realizar inspección dentro de la terminal de contenedores y multipropósito podemos evidenciar que este tipo de riesgo lo encontramos en el área del comedor en donde una empresa contratista ofrece su servicio de alimento a la terminal portuaria. Denominada con el nombre de “Cheff

Express” empresa encarga de la preparación y el servicio de alimentación a los colaboradores que conforman la terminal marítima. Del mismo modo esta empresa está encargada del mantenimiento de su espacio de trabajo, por ende los inspectores de seguridad industrial realizando evaluaciones constantes en el sistema contra incendio para evitar futuros eventos no deseados a los colaboradores que prestan servicio dentro de la terminal. Se logró evidenciar que en el lugar denominado “Preparación de alimentos” existen diversos sistemas de dióxido de carbono que están conectados entre sí, los cuales son activados de forma manual por un colaborador para activar el sistema contra incendio. Cabe mencionar que los agentes extintores ubicados dentro del área de cocina pertenecen únicamente a la empresa contratista “Cheff Express” por lo cual los ubicados en la parte externa pertenecen a la terminal de contenedores y multipropósito así mismo su respectivo cambio y mantenimiento.



Figura 28: Incendio de clase K

Fuente: AMI – Incendio en domicilios

A continuación, se mostrará una tabla para especificar los tipos de fuego junto con los agentes extintores eficaz para la sofocación de los mismos. Ver la tabla 3

Tabla 3: *Uso de agente extintor de acuerdo con el tipo fuego*

SOFOCACIÓN DE LOS TIPOS DE FUEGO	
Tipos de fuego	Agente extintor
A	Agua
B	Espuma – PQS
C	CO2
D	CO2

Se muestra el tipo de agente extintor de acuerdo al tipo de fuego (Origen de un conato de incendio) previa a una emergencia para su respectiva sofocación.

2.8 Descripción de los elementos del sistema contra incendio

2.8.1 Tanque reservorio de agua

Es un reservorio el cual permite el almacenamiento de agua, para su posterior activación y funcionamiento de los sistema de extinción contra incendios; como por ejemplo: Hidrantes, Aspersores, etc. Dicho suministro de agua puede provenir de las siguientes fuentes: Ver Figura 29

- Conexión de red pública o privada.
- Tanque de almacenamiento a nivel: Terreno, Subterráneo o Elevado.
- Tanques presurizados (Tanques Hidroneumáticos)

Actualmente la terminal de contenedores y multipropósito cuenta con un tanque de almacenamiento a nivel de piso el cual tiene una capacidad de 400m³. Ubicado en nivel de la superficie. Dicho reservorio de agua debe cumplir con las normas NFPA22 “Standard for water tanks for private fire station” el mismo el cual establece los requisitos mínimos tanto por el diseño, construcción, instalación y mantenimiento preventivo de los tanques que suministran el agua para la prevención y protección contra incendio. Dicho suministro debe satisfacer la demanda en cuanto caudal, presión y duración del combate contra incendio. Los únicos materiales habilitados para la construcción de dichos tanques de almacenamiento son: Acero – Madera – Hormigón – Plástico. (SYNERTECH, s.f.)



Figura 29: Tanques reservorios de agua para red contra incendio

Fuente: Synertech water Technologies

2.8.1.1 Capacidad de los tanques de almacenamiento

De acuerdo a la norma establecida NFPA22 NFPA22 “Standard for water tanks for private fire station” tenemos la siguiente información:

- 18.93m³ equivalente a 5000 galones
- 37.85m³ equivalente a 10000 galones
- 56.78m³ equivalente a 15000 galones
- 75.70m³ equivalente a 20000 galones
- 94.63m³ equivalente a 25000 galones
- Hasta una capacidad máxima de 1892.50m³ equivalente a 500000 galones

Cabe mencionar que se permite tanques de almacenamiento fuera del estándar establecido, el cual depende del perímetro analizado.

2.8.2 Extintores

Es un elemento portátil utilizado para combatir conatos de incendios, los cuales pueden ser extinguidos de forma breve en la primera intervención. De esta manera podemos evitar que el incendio se propague y se transforme en un incendio peligroso.

2.8.2.1 Extintor de polvo químico seco

Básicamente es un cilindro metálico que contiene un agente extintor el cual debe encontrarse presurizado. Generalmente el gas el cual se consigue dicha presión debe ser uno el cual no contenga humedad como el CO₂. Generalmente dichos extintores no son tóxicos, pero pueden repercutir en problemas respiratorios o dificultad en la visibilidad durante su descarga. Generalmente este tipo de extintores son usados para conatos de incendio con clasificación B y C (Líquidos inflamables y origen eléctrico). Ver Figura 30 Cabe recalcar que al ser polvo es altamente corrosivo, tomando como sugerencia que los lugares con equipos eléctricos delicados o de suma importancia deberá usarse otro tipo de agente extintor. (Expower, s.f.)



Figura 30: Activación de un extintor de PQS

Fuente: Expower

2.8.2.2 *Extintor de dióxido de carbono*

Básicamente es un cilindro metálico que contiene un gas (Dióxido de carbono) el cual no es combustible y que no reacciona químicamente con demás sustancias. Adicional cabe mencionar qdebido a las propiedades del dióxido de carbono; este no conduce la electricidad por lo cual es considerado como una opción para apagar conatos de incendios con clasificación C (Origen eléctrico) como lo observamos en la Figura 31. Este tipo de extintor es usado para combatir conatos de incendio mediante técnica de enfriamiento; más no usado para combatir conatos de incendio producidos por la combustión; es decir; en sustancias que produzcan su propio oxígeno entre las cuales tenemos: Sodio, magnesio.



Figura 31: Activación De un extintor de CO2

Fuente: Altair centro educativo

2.8.3 **Equipos de protección personal**

Los equipos de protección personal son elementos utilizados en cualquier tipo de trabajo cuya finalidad es proteger y minimizar los riesgos originados durante la ejecución de sus actividades, como lo indica el Art 8 del Instituto ecuatoriano de normalización: *“Desarrollará las normas técnicas y códigos de prácticas para la normalización y homologación de medios de protección colectiva y personal”* Entre

los cuales tenemos equipos de protección: Cabeza, Cuerpo, Manos, Brazos, Ojos, Auditiva entre otros. Del mismo modo es importante tener conocimiento de los equipos de protección personal necesario a utilizar al momento de combatir un incendio dentro de la terminal de contenedores y multipropósito y el funcionamiento del sistema de prevención y protección contra incendio como lo menciona el Art 15 de la Unidad de seguridad e Higiene en el trabajo. *“Asesoramiento técnico, en materias de control de incendios, almacenamientos adecuados, protección de maquinaria, instalaciones eléctricas, primeros auxilios, control y educación sanitarios, ventilación, protección personal y demás materias contenidas en el presente Reglamento”*

Actualmente la terminal de contenedores y multipropósito cuenta con 14 equipos contra incendio listos para ser utilizados por el personal de seguridad industrial y brigadista portuarios en caso de presentarse una emergencia de incendio los cuales se encuentran almacenados en sus respectivos casilleros en el departamento de seguridad industrial ubicado en la intersección de la calle “J” y “T” frente al patio 1. A continuación detallaremos los equipos de protección personal:

- Chaquetas de bomberos
- Pantalones de bomberos
- Guantes de bomberos
- Botas de bomberos
- Cascos de bomberos con sus respectivos visores

2.8.3.1 Chaquetas de bomberos

La norma que rige las características esenciales es NFPA 1971, la cual brinda protección superior del torso y brazos, con exclusión de las manos y cabeza. Siendo así los chaquetones o chaquetas de bomberos están cubiertos de tres componentes como lo son:

- Capa exterior
- Barrera hidratante
- Barrera termal

La capa externa está prácticamente hecha de materiales retardante denominado Nomex, PBI o Kevlar. Adicionalmente esta capa está equipada con una correa de rescate del bombero en caso de evacuar a un bombero inconsciente o que haya sufrido una contusión que impida su movilidad por sí solo. Dichos elementos de protección sirven para actuar en contacto directo a las llamas, consiguiendo que el bombero no sufra daño alguno a su cuerpo. Actúa sobre demás elementos como, por ejemplo: Vapores calientes, Temperaturas bajas y cualquier otro elemento que intervenga en el medio ambiente. (Brito, 2018)

2.8.3.2 *Pantalones de bomberos*

La norma que rige las características esenciales es NFPA 1971, la cual brinda protección al torso y las piernas inferiores, con exclusión de los tobillos y los pies. El material fabricante es el mismo que los chaquetones de bombero, Nomex, PBI o Kevlar.

2.8.4 Hidrantes

El hidrante contra incendio es diseñado para suministrar agua para la lucha contra incendio dentro de cualquier instalación, indiferente del mecanismo de producción a la que se dedique. Basado técnicamente la UNE-EN 14384, lo define como una conexión a un suministro de agua que incluye una válvula de aislamiento o seccionamiento. (Planas Cored & Esplugas Vidal , 2016)

2.8.4.1 *Hidrantes de columna seca*

En estos tipos de hidrantes tenemos una pieza denominada “Carrete” ubicada en la parte superior del hidrante con la válvula, ver Figura 32, cuya función es ajustar la distancia entre estos dos elementos antes mencionados, en donde interviene elementos como las condiciones de la superficie o las temperaturas de las zonas en donde son instaladas. Estos tipos de hidrantes son utilizados mayoritariamente en instalaciones en donde el tránsito de los vehículos es continuo, ya que la rotura de la columna del hidrante produciría una fuga de agua y no podría ser utilizada hasta que sea reparada en su totalidad.

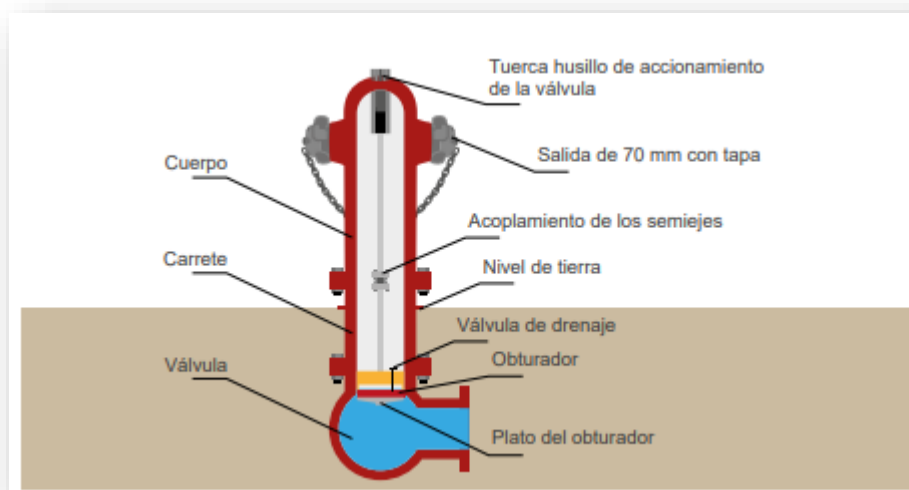


Figura 32: Hidrante de columna seca

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.8.4.2 Hidrante de columna húmeda

Estos tipos de hidrantes se diferencian de los demás por tener bocas de salidas inclinadas (15° aproximadamente de inclinación) ver Figura 33, lo cual evita que la manguera de bombero sufra una rotura facilitando la extinción del incendio. Cabe recalcar que cada boca de salida funciona de manera independiente por medio de su llave de paso.

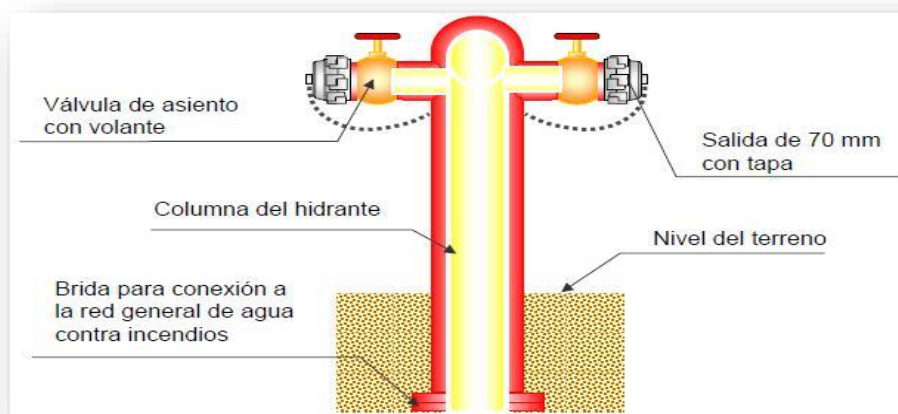


Figura 33: Hidrante de columna húmeda

Fuente: Docplayer

2.8.4.3 Instalación de los hidrantes exteriores

Basado en el cuadro presentado, denominaremos el tipo de riesgo intrínseco en base al tipo de establecimiento industrial analizado, para su posterior análisis del caudal de agua que necesita para cubrir el marco territorial, ver Tabla 4 y 5.

Tabla 4: Instalación de hidrantes exteriores

CONFIGURACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL	SUPERFICIE DEL ÁREA DE INCENDIO (M2)	RIESGO INTRÍNSECO		
		BAJO	MEDIO	ALTO
A	>300	NO	SI	--
	>1000	SI	SI	--
B	>1000	NO	NO	SI
	>2500	NO	SI	SI
	>3500	SI	SI	SI
C	>2000	NO	NO	SI
	>3500	NO	SI	SI
D O E	>5000	--	SI	SI
	>15000	SI	SI	SI

Se muestra el cuadro en donde se analiza la posible instalación de hidrantes según la categorización del sector industrial en base a los metros cuadrados de superficie, determinando si existe riesgo alguno.

Fuente: ASEPEYO – Sistema de hidrante exteriores contra incendio

Tabla 5: Nivel de agua para hidrantes exteriores

CONFIGURACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL	RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)	CAUDAL (l/min)	AUTON (min)
A	500	30	1000	60	--	--
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D Y E	1000	30	2000	60	3000	90

Se muestra el nivel de caudal necesario (Unidades en L/min) de acuerdo al tipo de sectorización industrial.

Fuente: Fuente: ASEPEYO – Sistema de hidrante exteriores contra incendio

2.8.5 Bocas de incendio equipada (BIE)

La boca de incendio equipada es una instalación semi-fija de extinción de incendios que se encuentran en los centros de almacenamiento de materiales de diversas índoles (Sólidos o tipos de fuego A) los cuales presentan características esenciales para su funcionamiento como lo son:

- Conectada a la red de abastecimiento de agua para apagar los incendios
- Eficaz para combatir incendio con longitud limitada y el alcance del agua
- Incluye elementos básicos como: Manómetro, Carrete o manguera, Válvula, Boquilla.

2.8.6 Sprinklers de respuesta rápida

Los sprinklers o rociadores están compuestos de un orificio en la parte central que permita la salida del agua, el cual es el mecanismo de disparo, adicionalmente tiene un deflector que convierte el chorro de agua en dispersión, originando que abarca todo el territorio en donde se encuentre el fuego. De esta manera estos tipos de sprinklers son ubicados en zonas estratégicas para actuar como primera línea de combate ante la emergencia. Comúnmente es usado en determinados lugares como oficina u hoteles, es decir, espacios cerrados que permitan retener la mayor cantidad de calor para determinar rápidamente el incendio como tal. (social, 2008) Dentro de este conjunto tenemos diversos tipos de sprinklers como los que detallaremos a continuación:

2.8.6.1 *Sprinklers con elemento termo sensible*

El funcionamiento de dicho sprinklerls, se basa en la salida de agua la cual se encuentra taponeada por un elemento termo sensible el mismo que va a ser destruido cuando se alcance una temperatura alta dentro de la habitación afectada.

- **Fusible de disparo:** Formado por dos placas metálicas, unidos mediante soldadura. Su forma de activación radica cuando el fuego ablanda la soldadura, ejerciendo que la presión del agua actúe sobre el tapón, liberando el mismo.
- **Bulbo termo sensible:** Compuesto por un cristal que contiene líquido, resguardando al tapón, al momento de presentarse el fuego, el calor generado hace que el líquido dilate, y la presión generada hace que el cristal se rompa, permitiendo el flujo del agua hacia el sprinkler. (Chacarrex, 2020)

2.8.6.2 *Sprinklers por detector de incendio*

Actúa sobre una electroválvula que permite la apertura del sprinklers y da el respectivo aviso de un incendio. A diferencia del sprinklers con elemento termo sensible, es que este no necesita alcanzar una temperatura determinada para empezar a funcionar simplemente con la presencia de humo, se activa dando la respectiva alerta de emergencia. Siendo de este modo el método más eficaz para combatir el fuego en sus fases iniciales. (Chacarrex, 2020)

2.8.7 Detectores de humo

Los detectores de humo son dispositivos que captan una determinada partícula en el medio ambiente (En nuestro caso es humo) el cual al pasar el valor fijado en la programación envía una señal de alerta a la central de monitoreo para determinar el punto de emergencia, como lo observamos en la Figura 34. Hay que tomar en consideración que, en un sistema convencional, la señal proporcionada por la central es común en todos los detectores de una zona, es decir no permite diferenciar la activación de un detector o de un circuito de detección. En otras palabras, se podrá determinar el punto en general de la emergencia, pero no el lugar exacto en donde fue producido.

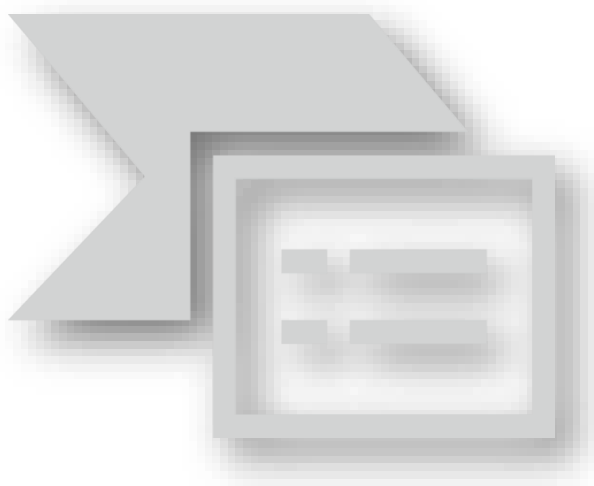


Figura 34: Detector de humo

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.9 Centros de distribución en la terminal portuaria

Los centros de distribución o denominado por sus abreviaturas como CEDI, son aquellas que permiten no solo el almacenaje del producto sean estos, de importación o exportación, sino que permite a su vez la respectiva distribución o el despacho de dicha mercadería conforme a la demanda.

Por lo cual denominados exportación a un régimen aduanero que permite la salida definitiva de mercancías en libre circulación, fuera del territorio aduanero ecuatoriano o a una zona especial de desarrollo económico, con sujeción a las disposiciones establecidas en la normativa legal vigente. (Servicio nacional de aduana del Ecuador , 2021)

Mientras que la importación es la compra de un bien o un servicio en un país diferente al de residencia, sea este por un mejor precio – calidad o variedad.

Considerando los conceptos previos, mencionamos que la terminal de contenedor y multipropósito circula aproximadamente el 70% del comercio exterior lo es de suma importancia saber en dónde, cómo y cuáles son las condiciones de estos centros de distribución en donde se almacena mercadería de (Importación / exportación) dentro de la terminal marítima. Ecuador actualmente es exportador de varias mercaderías; tanto en el ámbito de la construcción como alimenticio. La terminal de contenedores y multipropósito de la ciudad de Guayaquil es la entidad intermediara para exportar elementos como: Banano – Cacao – Camarón- Helado salcedo los cuales por sus condiciones de salubridad necesitan refrigeración y libres de exposición a vapores inorgánicos que afecten a dicha carga. Adicional existen otros tipos de productos exportación como por ejemplo Cemento – Madera teca.

A continuación, se irá describiendo los centros de distribución ubicados en el recinto portuario.

2.9.1 Bodega almacenaje de carga general en gran dimensión

Este tipo de bodega es considerada como centro de distribución, debido a que no solo almacena mercadería de exportación, sino también de importación y a su vez distribuye en base a la demanda de vehículos para despacho. Actualmente cuenta con una dimensión aproximada de 49.21 x 82.02 ft (Bodega No. 05 y 06 independientemente) y aproximadamente unos 49.21 x 65.61 ft (Desde la 61 hasta 66) Ubicado frente a los muelles de atraque.

- Cuenta con una infraestructura de concreto tanto en paredes como superficie y un techo de zinc.

- Evidencia instalación del sistema contra incendio un poco deteriorado, observando que ciertos rociadores de bulbo termo-sensible ya han sido accionados y estos no han sido reemplazados.
- Evidencia que ciertos cajetines de emergencia no cuentan con los equipos necesarios para combatir una emergencia (Incendio)
- Ciertos de los equipos de emergencia (Cajetines) son obstruidos por la mercadería almacenada.
- Se evidencia que consta con un sistema de ventilación natural (Bodega semi-abierta cuenta con dos portones de acceso)

Cabe mencionar, regularmente el tipo de almacenamiento en las bodegas No. 05 y 06 (Exportación – Importación) varía constantemente en base al esquema de planificación del atraque de buques y operatividad tanto en despacho del mismo. Por ende, mencionaremos las mercaderías las cuales hemos podido observar hasta la presente realización de este proyecto técnico.

Mercadería de importación

- Nitrato de amonio
- Sulfato de zinc
- Uria
- Bobinas galvanizadas
- Calamina
- Alambrones
- Rollos de papel

Mercadería de exportación

- Banano
- Cemento

Es importante mencionar dos puntos específicos:

- Almacenamiento de nitrato de amonio – uria, se lo realiza en sacos de big bag y no al granel.
- Almacenamiento de banano, se lo realiza en forma paletizada, regularmente ocurre bajo petición de la exportadora



Figura 35: Vista de la bodega #05

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito



Figura 36: Vista externa de la bodega #06

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.9.2 Patio 7: Consolidación de madera teca

Este tipo centro de distribución, se encuentra ubicado en el patio de aforo dentro de la terminal portuaria, caracterizado por la consolidación de la madera teca y cacao, es decir, el almacenamiento directo de la madera teca o cacao dentro del contenedor para su posterior embarque en las motonaves atracadas en los muelles de la terminal. Generalmente conllevan destino a la India.

Con estos antecedentes Ecuador se convierte en el primer país exportador de madera teca generando un ingreso económico de 37 millones de dólares anuales. Es por ende que las medidas de seguridad en temas de prevención son estrictas.

Cabe mencionar que debido a que este patio de consolidación se encuentra en campo abierto bajo un techado, pero se ha determinado un aspecto el cual se mencionará a continuación:

- No se logra visualizar la colocación de agentes extintores para combatir alguna emergencia ocurrido en el área que se labora.



Figura 37: Patio #07 – Consolidación de madera teca

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.9.3 Zona A-21: Consolidación y des-consolidación de frutas

Dicha zona es reconocida por actividades de consolidación y des-consolidación de frutas (Banano) en donde el personal de estiba, es el encargado de almacenar las frutas dentro de los contenedores para su posterior conexión a una toma trifásica la cual proveerá de temperatura adecuada para que la mercadería no sufra descomposición alguna hasta que la misma se encuentre embarcada sobre la cubierta del buque. Debido a que esta zona se encuentra en un lugar abierto bajo techado, no se considera la instalación de un sistema de prevención y protección contra incendio, pero se ha determinado un aspecto el cual se mencionará a continuación:

- No existe la colocación de agentes extintores para ser usados en caso de presentarse una eventualidad o conato de incendio.



Figura 38: Zona A-21 – Consolidación de frutas

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.9.4 Bodega No. 07: Mercadería IMO aforada (Menor peligrosidad)

Ubicado frente al patio No. 02, este centro de distribución se categoriza específicamente por el almacenaje y despacho de mercadería en general de menor dimensión y peligrosidad luego de realizar el aforo a los contenedores de importación bajo petición del cliente, por ende, representa de cualquier manera algún tipo de riesgo para la terminal portuaria, lo que podría originar conatos de incendio por el tipo de mercadería manipulada y las condiciones en la que es importada la mercadería, en muchas condiciones presentan daños físicos los cuales conllevan a derrames de aceites

o en ocasiones derrames de pintura considerables como inflamables. Generalmente las mercaderías peligrosas almacenadas en este centro de distribución son:

- IMO 3 (Líquidos inflamables)
- IMO 4 (Sólidos inflamables)
- IMO 9 (Misceláneos)

Posterior a la inspección realizada se logra evidenciar ciertos puntos los cuales mencionaremos:

- Carece de señalización para indicar los equipos de protección antes de manipular algún tipo de mercadería.
- Rociadores de bulbo termo-sensible presentan corrosión por falta de mantenimiento
- Un mapa indicando los puntos en donde se encuentran los agentes de extinción o pulsadores de emergencia, debido a la gran dimensión del centro de distribución es un poco complicado la orientación de estos puntos de emergencia.



Figura 39: Bodega #07 – Almacenaje de importación

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

2.9.5 Bodega No. 08: Mercadería IMO aforada (Mayor peligrosidad)

Ubicado frente al patio No. 01. Este centro de distribución se categoriza específicamente por el almacenaje de mercadería IMO 8 y 9 (Corrosivos y Misceláneos) luego de haber sido aforo el contenedor, bajo petición del cliente. Este tipo de mercadería almacenada son aquellos que por sus condiciones representan un mayor riesgo potencial dentro de la terminal portuaria.

La bodega No. 08 es considerada como bodega de materiales peligrosos, entre las mercaderías más comunes que encontramos tenemos: Ácido sulfúrico, Ácido nítrico, los cuales no deben tener contacto directo con la piel del ser humano para evitar incidentes o accidentes laborales, los mismos que pueden causar una incapacidad física o temporal al colaborador dependiendo el nivel de exposición con la sustancia. Posterior a la inspección se ha determinado ciertos aspectos a considerar en donde se evidencia la instalación de un sistema contra incendio, pero existe mercadería almacenadas las cuales no pueden tener contacto con el agua, y no se evidencia la presencia de otro tipo de elementos extinguidor para sofocar la emergencia.



Figura 40: Bodega #08 – Mercadería de mayor peligrosidad

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

De acuerdo a la norma NFPA-13-2016, especifica que los tipos de riesgo se consideran de la siguiente manera:

- **Riesgo ligero:** Considerado los centros de distribución en donde la cantidad de material combustible es baja y se esperan incendios con bajo índice de calor.
- **Riesgo ordinario (Grupo #01):** Considerado los centros de distribución en donde la cantidad de material combustible es baja, y el apilamiento de dicho material no excede los 2.4 metros de altura y al momento de presentarse un incendio sea considerado como moderado.
- **Riesgo ordinario (Grupo #02):** Considerado los centros de distribución en donde la cantidad de material combustible es baja, y el apilamiento de dicho material no excede los 3,7 metros de altura y al momento de presentarse un incendio sea considerado como moderado.
- **Riesgo extra (Grupo #01):** Considerado los centros de distribución en donde la cantidad de material combustible es alta, están presentes polvos, pelusa, pero ningún líquido inflamable.
- **Riesgo extra (Grupo #02):** Considerado los centros de distribución en donde la cantidad de material combustibles es alta, están presente líquidos inflamables o combustibles.

A continuación, mencionaremos la clasificación de los tipos de riesgo, en base a la siguiente tabla. Ver la tabla 6.

Tabla 6: Tipo de riesgo en cada centro de distribución

TIPO DE RIESGO	
Bodega #06	Riesgo ordinario – Grupo #01
Bodega #05	Riesgo ordinario – Grupo #01
Bodega #61 – 66	Riesgo ordinario – Grupo #01
Bodega #07	Ordinario
Facturación	Ligero
Operaciones	Ligero
Módulo #03	Ligero
Financiero	Ligero

Se muestra el nivel de riesgo que existe en cada centro de distribución, tomando en consideración el tipo de mercadería que se almacena en la terminal de contenedores y multipropósito

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipos de investigación

El proyecto técnico se basa en el estudio de factibilidad de una propuesta de mejora del sistema contra incendio dentro de la terminal de contenedores y multipropósito para corregir los errores mostrados al momento de presentarse una emergencia.

Por lo cual el tipo de investigación que se aplica en el presente trabajo tiene como base la investigación aplicada científica, descriptiva, tecnológica, cualitativa y experimental, con el fin de recolectar datos reales que permitan analizar el comportamiento del sistema contra incendio dentro de la instalación portuaria, del mismo modo analizar los tipos de equipos tecnológicos utilizados en el estudio de factibilidad para satisfacer las necesidades y cumplir con la normativa como lo indican las leyes como el MIES.

3.2 Técnica o Instrumento de estudio

Los instrumentos utilizados para el presente trabajo son de estudio descriptivo, basando en el análisis observable de los errores emitidos en el sistema contra incendio sin presentarse una emergencia alguna. Basado en el análisis realizada se detallará las herramientas necesarias para actualizar dicho sistema, de tal forma, que este sea eficiente y confiable al momento de generarse una emergencia, por otro lado, actúe de forma rápida para la extinción del fuego sin necesidad de exponer las vidas humanas de los colaboradores.

3.3 Método

La metodología empleada para la ejecución de dicho proyecto se realizará mediante el estudio de varios pasos a seguir para el cumplimiento de dichos objetivos:

A continuación, se detallarán los pasos:

- a) Conocimiento del funcionamiento actual del sistema contra incendio
- b) Análisis de los errores visualizados durante la inspección realizada
- c) Análisis de viabilidad de elementos pertenecientes al SCI
- d) Estudios analíticos del SCI
- e) Propuesta de mejora técnica del SCI
- f) Estudio de factibilidad de la propuesta diseñada

3.4 Estudio de factibilidad

Se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto. El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso. Entre otras palabras es un análisis amplio que se realiza a nivel Económico, Financiero y Social que se elabora a una determinada Empresa o Institución para lograr o alcanzar los mejores resultados.

El estudio de factibilidad le permitirá a una empresa u organización, determinar si el proyecto, sea este de producción de un producto o implementación de un servicio, ya sea para su uso interno o comercialización externa, es viable, es decir, traerá beneficios a la empresa en varios aspectos. Para lograr estas conclusiones, se realiza un estudio en diferentes aspectos como: social, legal, de mercado, económico, técnico, ambiental, etc., dependiendo de las necesidades para el estudio y producto en cuestión, según se aplique en el caso. Con este análisis se determinará si la implementación procede además de la mejor manera de lograrlo. La finalidad de dicho proyecto es mejorar el sistema de prevención y protección contra incendio, lo que permita descubrir y avisar que hay un incendio en un determinado lugar. Las características más importantes para valorar este tipo de sistema es la rapidez y la fiabilidad del mismo, los cuales determinarían los siguientes factores. (Ecuador, Quito Patente nº 1, 2015)

- La rapidez del plan de emergencia para lograr suprimir el incendio en el menor tiempo posible logrando evitar tener pérdidas humanas y materiales.
- La credibilidad y confianza que debe constar el sistema para evitar enviar falsas alarmas, lo que desembocaría en una pérdida de tiempo en la puesta en marcha del plan de emergencia.
- Podemos determinar características básicas en esta mejora del sistema de prevención y protección contra incendio.
- Escalable; en donde podemos determinar que conforme se determine los presupuestos de mejora se determinará la implementación del plan en etapas.
- Progresivo; en donde podemos determinar que la propuesta de mejora irá constante en evolución en donde se determinará al principio una activación de alarma con sistema manual, para luego generar a una detección semiautomática y de este nivel pasar a uno de totalmente automático.

El sistema de prevención y protección contra incendio de forma totalmente automática debe de funcionar en cualquier momento que este detecte un conato de incendio y a su vez realizar un seguimiento permanente de todo el sistema interconectado con el mismo; entre los cuales intervendrían cables, detectores conectados, sistemas eléctricos etc. Con el fin de verificar el comportamiento del mismo y lograr controlarlo de manera efectiva evitando su propagación a diferentes áreas.

3.4.1 Factibilidad operativa

Para continuar con las operaciones de la terminal de contenedores y multipropósito debe cumplir con ciertos parámetros que permitan salvaguardar la vida de los colaboradores, es por ende que el sistema contra incendio dentro del campo de estudio debe ser lo más eficiente y eficaz posible. Siendo así el sistema el sistema de prevención y protección contra incendio actual se encuentra divididos en zonas estratégicas. Dichas divisiones poseen cuartos de rack independientes para cada zona, es decir que obtendremos 7 sistemas contra incendio diferentes dentro de la misma terminal, los cuales son operados de forma manual por el personal operativo que se encuentre en cada turno laboral de 8 horas. Actualmente los únicos colaboradores de activar o desactivar dicho sistema es el personal encargado del área de Seguridad Industrial y Ambiente, el mismo que se encuentra capacitado para combatir cualquier emergencia dentro de la terminal de contenedores y multipropósito.

Se ha iniciado un proceso de modernización y automatización de equipos, en los cuales se busca modificar el sistema completo de la terminal, podemos visualizar tuberías de la red contra incendio, las cuales han cumplido su vida útil y se evidencia desgaste del mismo. Se espera obtener un sistema automatizado en donde la intervención manual no tenga validez, de este modo es necesario capacitar al personal específicamente dentro de las bodegas de almacenamiento de importación IMO, para que de este modo el colaborador se sienta seguro de su ambiente laboral y del mismo modo el cliente tenga la certeza que su mercadería no sufrirá daños mayores.

Dentro de la terminal de contenedores y multipropósito laboran únicamente dos colaboradores en el área de seguridad industrial encargado de verificar que todo se encuentre en perfectas condiciones, pero realizando la evaluación respectiva, se logró evidenciar que el personal de Seguridad Industrial durante su jornada laboral gran parte de su tiempo se encuentra realizando controles operacionales; es decir verificando operaciones en muelles, uso de equipos de protección personal, uso de equipos de bioseguridad, cumplimiento de normas dentro de la terminal de contenedores, por ende descuidan un poco el tema del panel contra incendio de marca HONEWELL el cual se encuentra ubicado dentro del departamento, específicamente en el ingreso a la oficina de los inspectores operativos.

En base a lo especificado con anterioridad; se logra deducir que, si los inspectores de seguridad industrial no se encuentran dentro de la oficina, no logra determinar un incendio de forma rápida. Por ende, en la propuesta de mejora se logrará determinar un sistema automatizado en donde la central de comunicación y monitoreo (C3) logre ser los primeros en determinar un conato de incendio mediante rastreador o detectores de temperatura ubicados en los diferentes puntos de la terminal portuaria, el mismo que estará a cargo de informar al personal de Seguridad Industrial operativo para que dé inicio al plan de contingencia para combatir la emergencia.

3.4.1.1 Ventajas de la factibilidad operativa

- Actualización constante del SCI automatizado al personal operativo.
- Eliminación de los errores observables en el sistema convencional del SCI.
- Rápida activación del plan de contingencia para combatir la emergencia presente.

3.5 Sistema contra incendio actual de la terminal portuaria

Actualmente la terminal de contenedores y multipropósito cuenta con un sistema contra incendio convencional que fue construido a la par y montado en el mismo tiempo que la construcción de la terminal portuaria; sin embargo, con el pasar de los tiempos dicho sistema contra incendio ha sido remodelado en aumento de equipos o mantenimiento tantos preventivos o correctivos, pero en sí el sistema contra incendio se ha mantenido intacto desde su montaje.

El presente estudio es para analizar la factibilidad de un plan de mejora del sistema contra incendio, en donde abarcaremos temas de modernización de equipos, automatización de software y procedimientos para que de esta manera podamos detectar y controlar los posibles conatos de incendios que se originen dentro de la terminal de contenedores y multipropósito haciendo uso equipos como: Detectores de humo, estaciones manuales, módulo de identificación, cuartos de rack, aspersores, sistema automático de activación en cuarto eléctricos. Para las diversas bodegas de almacenamiento (Cargas de importación – exportación) es necesario renovar estructuralmente y tecnológicamente todo el sistema, siendo la única forma de obtener un sistema modernizado que logre solventar una contingencia de forma rápida y segura.

3.6 Funcionamiento del sistema contra incendio

La terminal de contenedores y multipropósito cuenta con los siguientes equipos para combatir emergencia en caso de presentarse una eventualidad los cuales describiremos en los siguientes puntos:

- **Motor de la bomba contra incendio**

El motor de la bomba contra incendio es la parte esencial del sistema contra incendio para combatir las emergencias dentro de la terminal portuaria.

Por ende, el motor instalado en la terminal portuaria cuenta con las siguientes características:

- Motor de marca “CLARKE” con sistema de forma automática – manual. Cabe mencionar que la funcionabilidad automática se encuentra fuera de servicio.
- Alimentada con dos baterías de 12 V marca “BOSCH”
- Evidencia 4 indicadores: Presión de aceite – Baterías #01-02 – Temperatura del agua
- Capacidad máxima de funcionamiento desde 2100 hasta 2350 RPM
- Alimentado mediante diésel



Figura 41: Motor de la bomba contra incendio

Fuente: CLARKE

Para la determinación de la potencia del motor de la bomba contra incendio marca “CLARKE” se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$Potencia = \frac{T \times RPM}{K}$$

Ecuación 1: Determinación de la potencia de una bomba

Fuente: Mecánica de fluidos – Universidad de Alicante

En donde:

P : Potencia dada en HP

RPM : Revoluciones por minutos en la que trabaja el motor

K : Constante de conversión equivalente a 745

Tomando en consideración los datos obtenidos mediante la inspección obtenemos los siguientes resultados:

$$Potencia\ del\ motor = \frac{(71,73 \times 2100\ Rpm)}{745}$$

$$Potencia\ del\ motor = 200\ HP$$

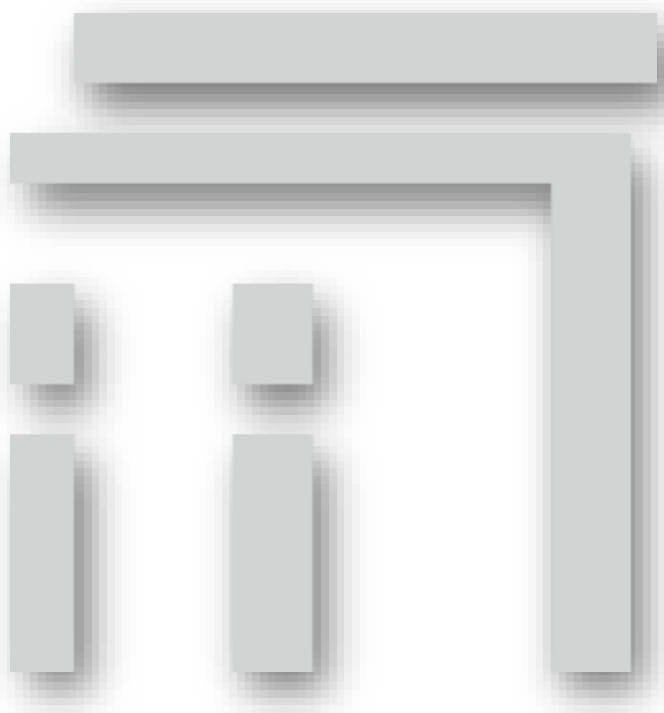


Figura 42: Especificaciones técnicas del motor

Fuente: CLARKE

- **Bomba centrífuga contra incendio (Split Case)**

La bomba centrífuga “Split case” o más conocida como bomba de carcasa partida, es aquella bomba de agua ubicada de forma horizontal ofreciendo un diseño compacto, para simplificar el espacio en el cuarto de bomba. Permitiendo el flujo de agua desde

el reservorio de almacenamiento para abastecer el sistema completo de la red contra incendio.

Por ende, analizaremos las características que presenta este tipo de bomba centrífuga (Split Case)

- Bomba de marca “Split Case” de la empresa “ITT INDUSTRIES” serie “8X6X18F”
- Capacidad de caudal 1500 GPM a una presión e 150 PSI
- Capacidad de 2100 RMP
- Presión neta máxima de trabajo de 175 PSI
- Presión neta de trabajo al 150% de capacidad es de 111 PSI.
- Presión de succión máxima positiva es de 85 PSI.

Para la determinación de la potencia de la bomba centrífuga marca SPLIT CASE se hizo uso de la siguiente ecuación:

$$Potencia = \frac{T \times RPM}{K}$$

En donde:

P : Potencia dada en HP

RPM : Revoluciones por minutos en la que trabaja el motor

K : Constante de conversión equivalente a 745

Tomando en consideración los datos obtenidos mediante la inspección obtenemos los siguientes resultados:

$$Potencia\ del\ motor = \frac{(68.18 \times 2100\ Rpm)}{745}$$

$$Potencia\ del\ motor = 192.18\ HP$$



Figura 43: Fuga de líquido en unión de la bomba centrífuga

Fuente: ITT Industries



Figura 44: Especificaciones técnicas de la bomba centrífuga

Fuente: ITT Industries

Del mismo modo, podemos determinar el caudal que otorgara cada rociador, para determinar qué tipo de bulbo termosensible se puede lograr utilizar con mejor eficacia.

Tabla 7: Especificaciones técnicas de los rociadores bulbo termo-sensible

°T MÁXIMA		RANGO DE °T		CLASIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA	CÓDIGO DE COLOR	COLORES DE VIDRIO EN AMPOLLA
°F	°C	°F	°C			
10	38	135 – 170	57 – 77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
150	66	175 -225	79 – 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250 – 300	121 – 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 – 375	163 – 191	Extra alta	Rojo	Violeta
375	191	400 – 475	204 – 246	Extra muy alta	Verde	Negro
475	246	500 – 575	260 – 302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

En el presente cuadro, damos a conocer las especificaciones técnicas de cada rociador de acuerdo a la exposición de temperatura.

Fuente 1: National Fire Protection Association

Fuente 2: Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendio , enfocada en redes internas de edificaciones

- **Bomba Jockey**

La bomba jockey es una bomba auxiliar diseñada especialmente en el sistema contra incendio para mantener la presión del caudal en todo el sistema, evitando la puesta de marcha de las bombas principales en caso de presentarse pequeñas demandas en la red contra incendio.

Por ende, las características que presentan este tipo de bomba son las siguientes:

- Bomba Jockey, de Serie SSV
- Capacidad de trabajo 5 HP y una presión máxima de 360 PSI
- Temperatura máxima de 250°F



Figura 45: Bomba Jockey

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

- **Reservorio de diésel**

Dentro del cuarto del sistema contra incendio se encuentra un reservorio de diésel para alimentar el motor de la bomba contra incendio con capacidad de 1.80m³ en donde son controlados mediante un panel electrónico.



Figura 46: Reservorio de diésel

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

- **Panel electrónico de motor a diésel**

Este panel permite controlar de forma automatizada el funcionamiento correcto del sistema contra incendio. El que encontramos en la terminal portuaria es de marca FIRETROL y actúa bajo las siguientes características:

- Operatividad con 110 – 120 V
- Presión máxima permisible de 300 PSI
- Temperatura de control 40°F (5°C)

Dentro de las características de análisis podemos interpretar lo siguiente:

- Funcionamiento del motor a diésel
- Fallo en el sistema
- Pérdida de presión
- Alarmas de fallo
- Vida útil de las baterías

- **Cálculos actuales de la red contra incendio**

En este punto, analizaremos los cálculos matemáticos del sistema de red contra incendio, en base a las características obtenidas de los elementos observados durante la inspección (Motor de la bomba – Bomba Jockey, entre otros)

1. Dimensiones

Como primer punto debemos estableceremos las dimensiones de cada uno de los centros de distribución, para determinar el caudal y potencia del motor de la bomba contra incendio para abastecer el sistema de rociadores.

Tabla 8: Dimensiones de los centros de distribución

Centro distribución	Largo	Ancho	Área total (Ft2)
Bodega #06	47.85	82.02	3924.65
Bodega #05	47.85	82.02	3924.65
Bodega #61 – 66	49.21	65.61	3228.66
Bodega #07	65.22	53.87	3513.40
Facturación	32.80	65.61	2217.61
Operaciones	55.77	49.21	2744.44
Módulo #03	55.77	39.37	2195.66
Financiero	52.49	47.24	2479.62

En el presente cuadro, damos a conocer dimensiones de los centros de distribución. Las unidades determinadas en Ft2

Fuente 1: Terminal de contenedores y multipropósito

A continuación, lograremos observar mediante la siguiente tabla el nivel de caudal aceptable de acuerdo al tipo de riesgo presentado en cada centro de distribución:

Tabla 9: Requisitos de suministro de agua para Sistema de rociadores

Clasificación de actividad	Presión residual necesaria	Caudal aceptable	Duración en minutos
Riesgo ligero	15 PSI	500 – 750 Gpm	30 – 60
Riesgo ordinario (Grupo #01)	15 PSI o más	700 – 1000 Gpm	60 – 90
Riesgo ordinario (Grupo #02)	15 PSI o más	850 – 1500 Gpm	60 – 90
Riesgo ordinario (Grupo #03)	Deben ser determinadas por la autoridad competente		60 – 120
Almacenes	Deben ser determinadas por la autoridad competente		
Edificios de gran altura	Deben ser determinadas por la autoridad competente		
Riesgo extra	Deben ser determinadas por la autoridad competente		

Muestra el nivel de caudal necesario que debe tener un centro de distribución de acuerdo al tipo de riesgo en el cual se categoriza, dependiendo de su almacenaje.

Fuente: Manual de protección de sistemas contra incendio

A continuación, determinaremos el valor de la potencia del motor de la bomba “CLARKE” dentro de la terminal marítima.

3.6.1 Cálculos de la bodega #05 – 06

- **Cálculo total de refrigeración**

En este punto, determinaremos el caudal necesario que debe obtener en su totalidad el centro de distribución para combatir una emergencia en este caso, un incendio.

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

Ecuación 2: Caudal de refrigeración

Fuente: Implementación de una red hídrica del sistema de prevención de incendios

Donde:

Q_t : Caudal del centro de distribución analizado

Como el valor del centro de distribución analizado es de 3924.65ft² (Bodega #06) entonces nos ubicamos en el cuadrante de “Área vs Densidad” Ver Figura 47 para determinar la densidad de descarga. En donde obtenemos un valor de 0.11 Gpm /Ft²

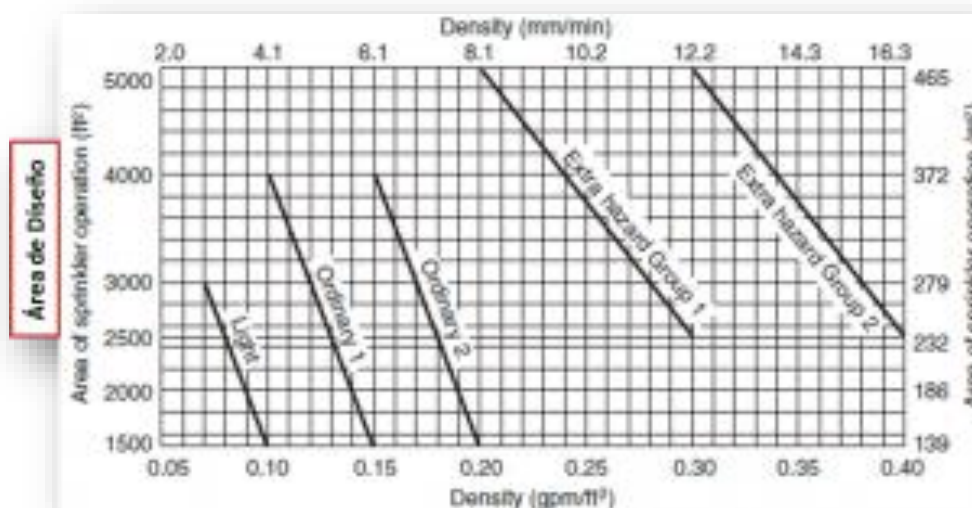


Figura 47: Determinación de la densidad descarga

Fuente: National Fire Protection Association

Reemplazando los valores obtenemos los siguientes resultados:

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 3924.65 \text{ ft}^2 * 0.11 \text{ Gpm}$$

$$Q_t = 431.71 \text{ Gpm}$$

Tomando en consideración que el rociador estudiado en el presente proyecto técnico es de ½” estándar termo sensible con ampolla se obtiene los siguientes datos a través del cuadrante de descarga de caudal de un rociador tal como lo indica la norma NFPA.

- **Presión: 15 PSI**
- **Caudal del rociador: 22 Gpm**

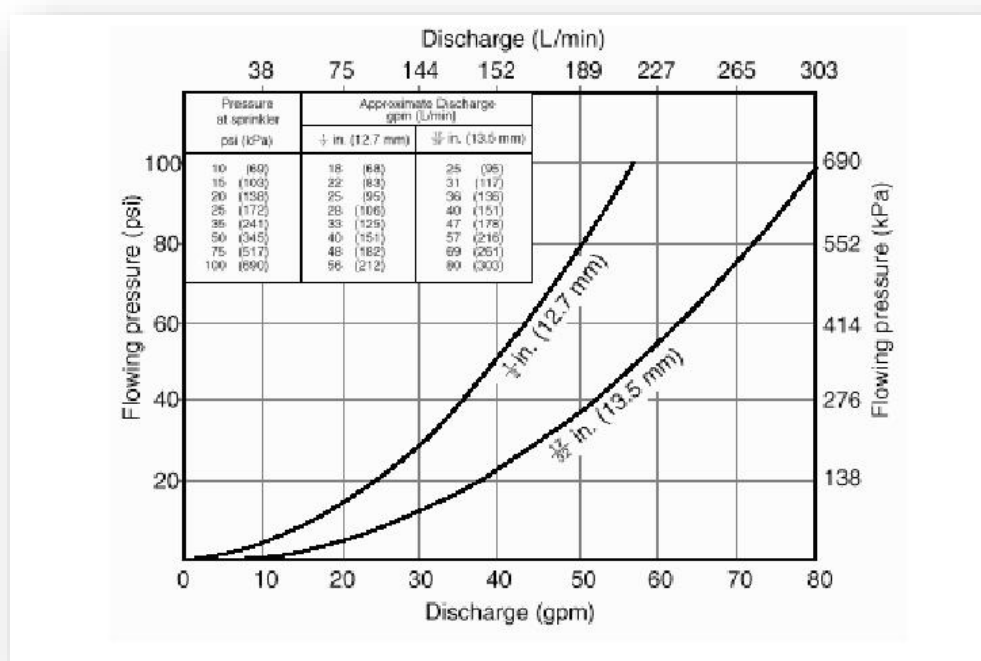


Figura 48: Descarga del caudal en un rociador de ½”

Fuente: Norma NFPA

Tipo de rociadores	Estándar de ½” termosensible con ampolla
Presión de descarga	15 psi
Caudal de descarga mínimo	22gpm
Factor k (coeficiente nominal)	5.6 gpm/psi ^{1/2}
Tipo de respuesta	Rápida
Temperatura nominal	154.4°F, 68°C
Clasificación de la temperatura	Ordinaria
Código de color del rociador	Sin color o negro
Color de la ampolla de vidrio	Naranja o rojo
Máxima área de cobertura del rociador	129.2 pies ² (12 m ²)
Distancia mínima entre rociadores	6.6 pies (2 m)
Distancia máxima entre rociadores	13 pies (4 m)
Distancia máxima con paredes	6.6 pies (2m)
Método de distribución	Distribución en ramales
Numero de rociadores en ramales	Entre 6 a 9 unidades (según caso y respetando las pérdidas de carga admisibles)

Figura 49: Características del rociador de ½”

Fuente: Norma NFPA

Para obtener la cantidad de rociadores en el centro de distribución, haremos uso de la siguiente ecuación:

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T \text{)}}{\text{Caudal del rociador (} Q_R \text{)}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{437.71 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 20 \text{ Rociadores}$$

Ecuación 3: Determinación del número de rociadores

Fuente: Implementación de red hídrica del sistema de prevención de incendios

- **Determinación velocidad de salida del caudal en el rociador**

Para la determinación, de la velocidad es necesario indicar con el tipo de tubería con el cual nos basamos para la determinación de los cálculos, mencionando lo siguiente:

1. Tubería de 1 ½" de diámetro, sea esta de cobre o de acero tal como lo indica la norma NFPA 13

Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1¼ pulg	3 rociadores	1¼ pulg	3 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores
2½ pulg	20 rociadores	2½ pulg	25 rociadores
3 pulg	40 rociadores	3 pulg	45 rociadores
3½ pulg	65 rociadores	3½ pulg	75 rociadores
4 pulg	100 rociadores	4 pulg	115 rociadores
5 pulg	160 rociadores	5 pulg	180 rociadores
6 pulg	275 rociadores	6 pulg	300 rociadores
8 pulg	Ver Sección 8.2	8 pulg	Ver Sección 8.2

Figura 50: Tabulación de tuberías para riesgo ordinario

Fuente: Norma NFPA 13

Para la determinación de la velocidad haremos uso de la siguiente fórmula.

$$Q_T = \text{Área interna}_{\text{Tubería}} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área interna tubería}}$$

$$V_2 = \frac{0.96 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{V_2 = 80 \text{ Ft/sg}}$$

Ecuación 4: Velocidad de caudal de salida

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

Es necesario mencionar que el valor del área lo determinamos de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Área}_{\text{Tubería}} &= \pi \frac{D^2}{4} \\ \text{Área}_{\text{Tubería}} &= \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4} \\ \text{Área}_{\text{Tubería}} &= \mathbf{0.012 \text{ ft}^2} \end{aligned}$$

Ecuación 5: Área interna de la tubería

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

- **Determinación pérdida de carga en las tuberías**

En esta sección haremos uso de tres ecuaciones las cuales son: Método de Reynolds, determinación de la Rugosidad y la determinación de las longitudes equivalente incluyendo las pérdidas por accesorios.

- **Determinación del número de Reynolds**

$$\begin{aligned} N_e &= \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu} \\ N_e &= \frac{(0.125 \text{ Ft} * 80 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb}/\text{ft}^3)}{0.001} \\ N_e &= \mathbf{283200} \end{aligned}$$

Ecuación 6: Ecuación de Reynolds

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

Donde:

N_e : Número de Reynolds

V_2 : Velocidad de salida del caudal

δ_{Agua} : Densidad del agua

μ : Viscosidad del agua (0.001 Cp – Centipoises)

- **Determinación de la Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.0001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \mathbf{0.008}$$

Ecuación 7: Ecuación de rugosidad

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

- **Determinación de las longitudes en tuberías y accesorios.**

Para la determinación de la longitud de las tuberías se hará uso de la siguiente ecuación.

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{3924.65 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 75.17 \text{ ft}}$$

Ecuación 8: Ecuación diseño de distribución

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

- **Determinación de la longitud en accesorio**

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 9 accesorios (9 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{accesorio} = W * D_{tubería}$$

$$Lomgitud_{accesorio} = (75.17 \text{ ft} * 0.125)$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 9.39 \text{ ft} / \text{accesorio}**$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 9 accesorios:

$$Lomgitud_{accesorio} = (9.39 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 9 \text{ accesorio})$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 86.31 \text{ ft}**$$

Ecuación 9: Longitudes equivalentes

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{accesorio} = 75.17 \text{ ft} + 86.31 \text{ ft}$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 161.48 \text{ ft}**$$

Tabla 10: Coeficiente de pérdidas menores en los elementos de la red contra incendio

ACCESORIO	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de ángulo, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Válvula de compuerta con ¾ de apertura	1.00 – 1.15
Válvula de compuerta con ½ de apertura	5.6
Válvula de compuerta con ¼ de apertura	24
Codo de radio corto (r/d) = +-1)	0.9
Codo de radio mediano	0.75 – 0.80
Codo de gran radio (r/d= +- 1.5)	0.6
Codo 45°	0.4 – 0.42
Codo 90°	0.84
Retorno (Curva en U)	2.2
Tee en sentido recto	0.3
Tee a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45° en sentido recto	0.3
Ye de 45° en sentido lateral	0.8
Entrada recta a tope	0.5
Entrada con boca acampanada	0.1
Entrada con tubo reentrante	0.9
Salida	1

En el presente cuadro se analiza los coeficientes de pérdidas menores que existe en los elementos del sistema contra incendio, mediante el teorema de Darcy Weisbach

Fuente: Manual de protección contra incendio

Como siguiente punto se determinará los valores de la pérdida de carga en tuberías a través de la siguiente ecuación:

$$Hf_{total} = \frac{f * Longitud_{equivalente} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{total} = \frac{(0.008 * 161.48 \text{ ft} * 80 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$Hf_{total} = 12.85 \text{ ft}$$

Ecuación 10: Pérdida de carga en tubería

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

- **Determinación de la altura dinámica**

Para la determinación de la altura dinámica o carga de trabajo es necesario hacer uso de la siguiente ecuación:

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 12.85ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 \frac{Kg}{ft^3} * 32.15 \frac{ft}{sg^2}} + \frac{80 \frac{ft}{sg}}{2 * 32.15 \frac{ft}{sg^2}} + 31,68 ft \right] - [-22.35ft]$$

$$H_b = 170.47ft$$

Ecuación 11: Altura dinámica o carga de trabajo

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

- **Cálculo de la potencia del motor de la bomba contra incendio**

Para la determinación de la potencia de la bomba es necesario mencionar la siguiente ecuación:

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 170.47 * 28.32 * 32.15 * 0.96$$

$$P_{Teórica} = 149002.45 W$$

Ecuación 12: Potencia teórica

Fuente: Cálculo de la potencia de la bomba del sistema de rociadores para enfriamiento del tanque y sistema contra incendio

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 200Hp$$

Eficiencia del 85%

$$**P_{Teórica} = 235.30Hp**$$

3.6.2 Cálculos de la bodega #61 - 66

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 3328.66 \text{ ft}^2 * 0.12 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$**Q_t = 387.43 Gpm**$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T)}{\text{Caudal del rociador (} Q_R)}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{387.43 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 17.61 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \mathbf{18 \text{ Rociadores}}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área Tubería} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área Tubería} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área Tubería} = \mathbf{0.012 \text{ ft}^2}$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área interna Tubería} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área interna tubería}}$$

$$V_2 = \frac{0.86 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{V_2 = 71.67 \text{ ft /sg}}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{Agua}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 71.67 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$N_e = 253711.8$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D} = 0.008\right)$$

- **Longitud de tuberías y accesorios**

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{3228.66 \text{ ft}^2}$$

$$W = 68.19 \text{ ft}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios (7 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{accesorio} = W * D_{tubería}$$

$$Lomgitud_{accesorio} = (68.19 \text{ ft} * 0.125)$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 8.52 \text{ ft} / \text{accesorio}**$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$Lomgitud_{accesorio} = (8.52 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 7 \text{ accesorio})$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 59.64 \text{ ft}**$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{accesorio} = 68.19 \text{ ft} + 59.64 \text{ ft}$$

$$**Lomgitud_{accesorio} = 127.83 \text{ ft}**$$

- **Determinación de pérdida de carga**

$$Hf_{total} = \frac{f * Longitud_{equivalente} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{total} = \frac{(0.008 * 127.83 \text{ ft} * 71.67 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$**Hf_{total} = 9.11 \text{ ft}**$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 9.11ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 lb/ft^3 * 32.15} + \frac{71.67 ft/sg}{2(32.15 ft/sg^2)} + 31,68 ft \right] - [-22.35ft]$$

$$**H_b = 143.04ft**$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 143.04ft * 28.32 lb/ft^3 * 32.15 lb/sg^2 * 0.86 Gpm$$

$$P_{Teórica} = 112004.09 W$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 150.34 Hp$$

Eficiencia del 85%

$$**P_{Teórica} = 176.87Hp**$$

3.6.3 Cálculos para la bodega#07

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 3513.40 \text{ ft}^2 * 0.11 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_t = 386.47 \text{ Gpm}$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T)}{\text{Caudal del rociador (} Q_R)}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{386.47 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 17.57 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 18 \text{ Rociadores}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área Tubería} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área Tubería} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área Tubería} = \mathbf{0.012 \text{ ft}^2}$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área interna Tubería} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área interna tubería}}$$

$$V_2 = \frac{0.86 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{V_2 = 71.66 \text{ ft /sg}}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 71.66 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$\mathbf{N_e = 253676.4}$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D} = \mathbf{0.008}\right)$$

- **Longitud de tuberías y accesorios**

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{3513.40 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 71.13 \text{ ft}}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios 8 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = W * D_{\text{tubería}}$$

$$\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = (71.13 \text{ ft} * 0.125)$$

$$\mathbf{\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = 8.89 \text{ ft} / \text{accesorio}}$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = (8.89 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 8 \text{ accesorio})$$

$$\mathbf{\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = 71.12 \text{ ft}}$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = 71.13 \text{ ft} + 71.12 \text{ ft}$$

$$\mathbf{\text{Lomgitud}_{\text{accesorio}} = 142.25 \text{ ft}}$$

- **Determinación de pérdida de carga**

$$Hf_{\text{total}} = \frac{f * \text{Longitud}_{\text{equivalente}} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{\text{total}} = \frac{(0.008 * 142.25 \text{ ft} * 71.66 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$\mathbf{Hf_{\text{total}} = 10.15 \text{ ft}}$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 10.15ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15} + \frac{71.66 \frac{ft}{sg}}{2 \left(32.15 \frac{ft}{sg^2} \right)} + 31.68 ft \right] - [-22.35ft]$$

$$H_b = 144.05ft$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \partial_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 144.05ft * 28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15 \frac{lb}{sg^2} * 0.86 Gpm$$

$$P_{Teórica} = 112793.98 W$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 151.40 Hp$$

Eficiencia del 85%

$$P_{Teórica} = 178.12Hp$$

3.6.4 Cálculos para facturación

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 2217,61 \text{ ft}^2 * 0.09 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_t = 199.58 \text{ Gpm}$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T)}{\text{Caudal del rociador (} Q_R)}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{199.58 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 9.07 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 9 \text{ Rociadores}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = 0.012 \text{ ft}^2$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área}_{\text{interna Tubería}} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área}_{\text{interna tubería}}}$$

$$V_2 = \frac{0.44 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$V_2 = 36.67 \text{ ft /sg}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 36.67 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$N_e = 129811.8$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D}\right) = 0.008$$

- Longitud de tuberías y accesorios

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{2217.61 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 56.50 \text{ ft}}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios 9 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = W * D_{\text{tubería}}$$

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (56.50 \text{ ft} * 0.125)$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 7.06 \text{ ft} / \text{accesorio}}$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (7.06 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 9 \text{ accesorio})$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 63.56 \text{ ft}}$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = 56.50 \text{ ft} + 63.56 \text{ ft}$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 120.06 \text{ ft}}$$

- Determinación de pérdida de carga

$$Hf_{\text{total}} = \frac{f * Longitud_{\text{equivalente}} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{\text{total}} = \frac{(0.008 * 120.06 \text{ ft} * 36.67 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$\mathbf{Hf_{\text{total}} = 4.38 \text{ ft}}$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 4.38 ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15} + \frac{36.67 \frac{ft}{sg}}{2 \left(32.15 \frac{ft}{sg^2} \right)} + 31,68 ft \right] - [-22.35ft]$$

$$**H_b = 79.33ft**$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 79.33ft * 28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15 \frac{lb}{sg^2} * 0.44 Gpm$$

$$P_{Teórica} = 31784.48 W$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 42.66 Hp$$

Eficiencia del 85%

$$**P_{Teórica} = 50.19Hp**$$

3.6.5 Cálculos para operaciones

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 2744.44 \text{ ft}^2 * 0.07 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_t = 192.08 \text{ Gpm}$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T)}{\text{Caudal del rociador (} Q_R)}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{192.08 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 8.73 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 9 \text{ Rociadores}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = 0.012 \text{ ft}^2$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área}_{\text{interna Tubería}} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área}_{\text{interna tubería}}}$$

$$V_2 = \frac{0.43 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$V_2 = 35.83 \text{ ft /sg}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 35.83 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$N_e = 126838.2$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D} = 0.008\right)$$

- **Longitud de tuberías y accesorios**

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{2744.44 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 62.86 \text{ ft}}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios 10 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = W * D_{\text{tubería}}$$

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (62.86 \text{ ft} * 0.125)$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 7.86 \text{ ft} / \text{accesorio}}$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (7.86 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 10 \text{ accesorio})$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 78.6 \text{ ft}}$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = 62.86 \text{ ft} + 78.6 \text{ ft}$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 141.46 \text{ ft}}$$

- **Determinación de pérdida de carga**

$$Hf_{\text{total}} = \frac{f * Longitud_{\text{equivalente}} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{\text{total}} = \frac{(0.008 * 141.46 \text{ ft} * 35.83 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$\mathbf{Hf_{\text{total}} = 5.04 \text{ ft}}$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 5.04 ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15} + \frac{35.83 \frac{ft}{sg}}{2 \left(32.15 \frac{ft}{sg^2} \right)} + 31,68 ft \right] - [-22.35ft]$$

$$H_b = 79.08ft$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 79.08ft * 28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15 \frac{lb}{sg^2} * 0.43 Gpm$$

$$P_{Teórica} = 30962.76 W$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 41.56 Hp$$

Eficiencia del 85%

$$P_{Teórica} = 48.90Hp$$

3.6.6 Cálculos para modulo #03

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 2195.66 \text{ ft}^2 * 0.09 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_t = 197.60 \text{ Gpm}$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T \text{)}}{\text{Caudal del rociador (} Q_R \text{)}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{197.60 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 8.98 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 9 \text{ Rociadores}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = 0.012 \text{ ft}^2$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área}_{\text{interna Tubería}} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área}_{\text{interna tubería}}}$$

$$V_2 = \frac{0.44 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$V_2 = 36.66 \text{ ft /sg}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 36.66 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$N_e = 29776.4$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D} = 0.008\right)$$

- **Longitud de tuberías y accesorios**

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{2195.66 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 56.22 \text{ ft}}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios 10 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = W * D_{\text{tubería}}$$

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (65.22 \text{ ft} * 0.125)$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 7.02 \text{ ft} / \text{accesorio}}$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (7.02 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 10 \text{ accesorio})$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 70.2 \text{ ft}}$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = 56.22 \text{ ft} + 70.2 \text{ ft}$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 126.42 \text{ ft}}$$

- **Determinación de pérdida de carga**

$$Hf_{\text{total}} = \frac{f * Longitud_{\text{equivalente}} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{\text{total}} = \frac{(0.008 * 126.42 \text{ ft} * 36.66 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$\mathbf{Hf_{\text{total}} = 4.61 \text{ ft}}$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 4.61 ft + \left[\frac{15PSI}{28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15} + \frac{36.66 \frac{ft}{sg}}{2 \left(32.15 \frac{ft}{sg^2} \right)} + 31,68 ft \right] - [-22.35 ft]$$

$$H_b = 79.49 ft$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 79.49 ft * 28.32 \frac{lb}{ft^3} * 32.15 \frac{lb}{sg^2} * 0.44 Gpm$$

$$P_{Teórica} = 31844.86 W$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 42.74 Hp$$

Eficiencia del 85%

$$P_{Teórica} = 50.28 Hp$$

3.6.7 Cálculos para financiero

- **Cálculo de refrigeración**

$$Q_t = \text{Área}_{\text{Diseño}} * \text{Densidad}_{\text{Descarga}}$$

$$Q_t = 2479.62 \text{ ft}^2 * 0.07 \frac{\text{Gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_t = 173.57 \text{ Gpm}$$

Es importante mencionar que el valor densidad descarga se lo obtuvo de la Figura 47.

- **Determinación de la cantidad de rociadores**

En este caso usaremos rociadores de ½” estándar de bulbo termo sensibles con las siguientes características:

Presión: 15 PSI

Caudal: 22Gpm

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Caudal total (} Q_T)}{\text{Caudal del rociador (} Q_R)}$$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{173.57 \text{ Gpm}}{22 \text{ Gpm}}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 7.88 \text{ Rociadores}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 8 \text{ Rociadores}$$

- **Velocidad de salida del caudal**

Como primer punto es necesario determinar el valor del área para posteriormente determinar el valor velocidad de salida.

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = \pi \frac{(0.125 \text{ ft})^2}{4}$$

$$\text{Área}_{\text{Tubería}} = 0.012 \text{ ft}^2$$

El valor de velocidad de salida se lo obtiene de la siguiente manera:

$$Q_T = \text{Área}_{\text{interna Tubería}} * V_2$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Área}_{\text{interna tubería}}}$$

$$V_2 = \frac{0.39 \text{ Ft}^3/\text{sg}}{0.012 \text{ ft}^2}$$

$$V_2 = 32.5 \text{ ft /sg}$$

- **Determinación del valor de pérdida de carga en tubería y altura dinámica**

Para la obtención de los siguientes valores es necesario determinar las siguientes incógnitas:

- **Número de Reynolds**

$$N_e = \frac{D * V_2 * \delta_{\text{Agua}}}{\mu}$$

$$N_e = \frac{(0.125 \text{ Ft} * 32.5 \frac{\text{Ft}}{\text{sg}} * 28.32 \text{ Lb/ft}^3)}{0.001}$$

$$N_e = 115050$$

- **Rugosidad**

$$\left(\frac{E}{D}\right) = \left(\frac{0.001}{0.125}\right)$$

$$\left(\frac{E}{D} = 0.008\right)$$

- **Longitud de tuberías y accesorios**

$$W = 1,2 \sqrt{\text{Área total}}$$

$$W = 1,2 \sqrt{2479.62 \text{ ft}^2}$$

$$\mathbf{W = 59.75 \text{ ft}}$$

Para la determinación de la longitud equivalente de los accesorios, se consideran en este caso el uso de 7 accesorios 9 codos de 90°) por lo cual haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = W * D_{\text{tubería}}$$

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (59.75 \text{ ft} * 0.125)$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 7.47 \text{ ft} / \text{accesorio}}$$

Por lo consiguiente en base a lo especificado se hace uso de 7 accesorios:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = (7.47 \frac{\text{ft}}{\text{accesorio}} * 9 \text{ accesorio})$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 67.23 \text{ ft}}$$

Por lo cual la longitud equivalente total es igual a:

$$Lomgitud_{\text{accesorio}} = 59.75 \text{ ft} + 67.23 \text{ ft}$$

$$\mathbf{Lomgitud_{\text{accesorio}} = 126.98 \text{ ft}}$$

- **Determinación de pérdida de carga**

$$Hf_{\text{total}} = \frac{f * Longitud_{\text{equivalente}} * V_2}{2 * D * g}$$

$$Hf_{\text{total}} = \frac{(0.008 * 126.98 \text{ ft} * 32.5 \frac{\text{ft}}{\text{sg}})}{(2 * 0.125 \text{ ft} * 32.15 \text{ ft} / \text{sg}^2)}$$

$$\mathbf{Hf_{\text{total}} = 4.10 \text{ ft}}$$

- **Determinación de altura dinámica**

$$H_b = Hf_{total} + \left[\frac{P_2}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_2}{2g} + Z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\sigma_{Agua} * g} + \frac{V_1}{2g} + Z_1 \right]$$

$$H_b = 4.10 \text{ ft} + \left[\frac{15 \text{ PSI}}{28.32 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} * 32.15} + \frac{32.5 \frac{\text{ft}}{\text{sg}}}{2 \left(32.15 \frac{\text{ft}}{\text{sg}^2} \right)} + 31.68 \text{ ft} \right] - [-22.35 \text{ ft}]$$

$$H_b = 74.53 \text{ ft}$$

- **Determinación de la potencia**

$$P_{Teórica} = H_b * \rho_{agua} * g * Q_t$$

$$P_{Teórica} = 74.53 \text{ ft} * 28.32 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} * 32.15 \frac{\text{lb}}{\text{sg}^2} * 0.39 \text{ Gpm}$$

$$P_{Teórica} = 26480.29 \text{ W}$$

Tomando en consideración la transformación de unidades y una eficiencia del 85% obtenemos lo siguiente:

1Hp: 745 W

$$P_{Teórica} = 35.54 \text{ Hp}$$

Eficiencia del 85%

$$P_{Teórica} = 41,82 \text{ Hp}$$

A continuación, se muestra una tabla con los valores de potencia en cada centro de distribución:

Tabla 11: Cálculos de potencia en cada centro distribución

CUADRO DEMOSTRATIVO	
CENTRO DISTRIBUCIÓN	POTENCIA (HP)
Bodega #05	235.30
Bodega #06	235.30
Bodega 61 hasta 66	176.87
Bodega #07	178.12
Facturación	50.19
Operaciones	48.90
Módulo #03	50.28
Financiero	41.82

En el presente cuadro mostraremos los cálculos obtenidos de la potencia de la bomba (HP) para cada centro de distribución de la terminal portuaria.

Fuente: Autor del proyecto técnico

En base a los cálculos ejecutados en el presente proyecto técnico menciona que el sistema contra incendio de la terminal portuaria debe contar con un motor al menos de 235.30 HP de capacidad para satisfacer la demanda de caudal y presión en el centro de distribución analizado, tomando en consideración que es aquel con mayor longitud del conjunto antes mencionado.

A continuación, se demuestra la tabla No. 12 en donde se muestra el valor de caudal y presión de salida total de cada centro de distribución analizado en el presente proyecto técnico. Para la determinación de la presión de salida en todo el centro de distribución hacemos uso de la siguiente ecuación.

$$Presión_{Total} = \# Rociadores \times Presión_{1 Rociador}$$

Ecuación 13: Determinación de la presión total de la red rociadores

Fuente: Contra incendio

Tabla 12: Cálculos del caudal y presión total en los centros de distribución

TIPO DE RIESGO			
CENTRO DISTRIBUCIÓN	SISTEMA INSTALADO	CAUDAL TOTAL (GPM)	PRESIÓN TOTAL (PSI)
Bodega #05	SI	457	440
Bodega #06	SI	457	440
Bodega 61 hasta 66	SI	387.43	396
Bodega #07	--	386.47	396
Facturación	--	199.58	198
Operaciones	--	192.08	198
Módulo #03	--	197.60	198
Financiero	--	173.57	176

En el presente cuadro mostraremos los cálculos obtenidos de los caudales y presiones que pasan por el sistema actual de rociadores en los centros de distribución de la terminal portuaria.

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

Tabla 13: Abastecimiento de rociadores en los centros de distribución

TIPO DE RIESGO		
CENTRO DISTRIBUCIÓN	ROCIADORES ACTUALES	ROCIADORES REDISEÑO
Bodega #05	20	20
Bodega #06	20	20
Bodega 61 hasta 66	10	18
Bodega #07	--	18
Facturación	--	9
Operaciones	--	9
Módulo #03	--	9
Financiero	--	8

En la presente tabla mostraremos la cantidad de rociadores instalados y rediseñados para combatir la emergencia dentro de los centros de distribución

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

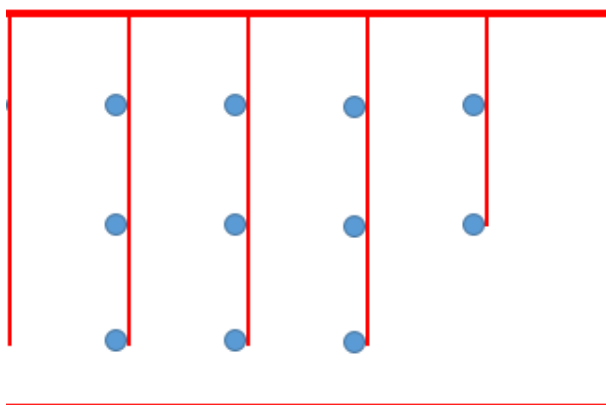


Figura 51: Bosquejo de posible implementación de rociadores en financiero

Fuente: Autor del proyecto técnico

Por ende, se recomienda el plan de mejora con la instalación de una bomba de marca PEDJ de 50Hz en donde basado en la ficha técnica se menciona que la bomba tiene capacidad de trabajo hasta de **430 HP** cumpliendo con los requisitos tanto de caudal como presión requerida por los centros de distribución. En donde se mencionarán las características técnicas del mismo haciendo énfasis en los datos de mayor relevancia.

3.6.8 Sistema de bomba contra incendio (PEDJ 50Hz)

La bomba eléctrica diésel tipo jockey (PEDJ) es una bomba centrífuga estándar EN733 motor diésel para bomba centrífuga multi-etapa vertical PEDJ (PST – PSD – PV). Este tipo de bomba del sistema contra incendio es la unión de varias de ellas la cual la describiremos de la siguiente manera: (Purity Copyright Taizhou, s.f.)

Bomba Eléctrica (PST)

Bomba Diésel (PSD)

Bomba Jockey 8PV

$$\text{PEDJ} = \text{PST} + \text{PSD} + \text{PV}$$

Ecuación 14: Fórmula de la bomba PEDJ

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

A continuación, mencionaremos la ficha técnica de la bomba eléctrica diésel tipo jockey (PEDJ)

- Capacidad de flujo: 0-5000GPM
- Puerto de succión: DN25-DN400
- Puerto de descarga: DN25-DN350
- Temperatura máxima: 120 °C
- Conjunto de sistema de bomba contra incendios serie PEDJ / PDJ / PEJ / PEEJ
- Velocidad de funcionamiento: 3500 rpm / 2900 rpm
- Presión de trabajo: 0-15 bar
- **Potencia del motor hasta: 315kW / 430HP**
- Voltaje de funcionamiento: 220 / 380V o 380 / 660V
- Carcasa de la bomba: hierro fundido gris
- Impulsor de la bomba: AISI 304 / Latón / Hierro fundido
- Sello del eje: sello mecánico
- Rodamiento del eje: rodamiento de lubricación con grasa
- Eje de la bomba: AISI304
- Frecuencia de trabajo: 50 Hz / 60 Hz
- Deber de trabajo: uno usando / uno en espera

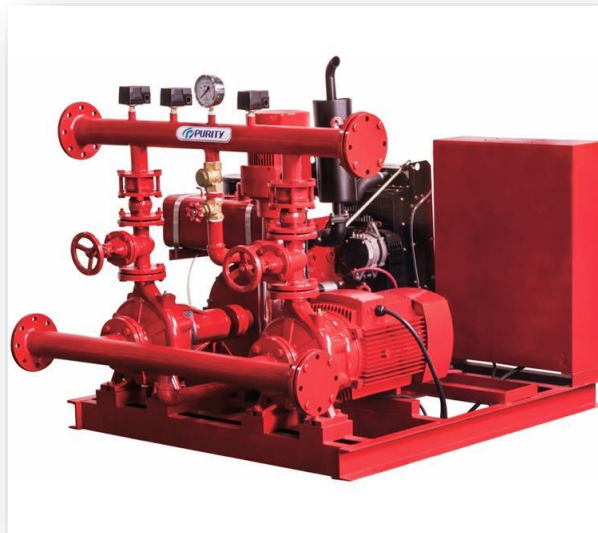


Figura 52: Bomba contra incendio PEDJ

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

Tabla 14: Diferentes modelos de bombas contra incendios

GPM	BAR	MODELO REGULAR	BOMBA ELÉCTRICA	BOMBA DIESEL	JOCKEY PUMP	MOTOR
200	7	PEDJ200/7-20-27-3	PST 50-250/158	PSD 40-250-150	PV 6X11-3HP	15KW
250	7	PEDJ250/7-25-27-4	PST 50-250/185	PSD 50-250/185	PV 8X12-4HP	18.5KW
350	7	PEDJ350/7-30-32-4	PST 50-250/220	PSD 50-250/220	PV 8X12-4HP	22KW
500	8	PEDJ500/8-50-58-5.5	PST 65-250/370	PSD 65-250/370	PV 12X12-5.5HP	37KW
750	8	PEDJ750/8-75-75-7.5	PST 80-250/550	PSD 80-250/440	PV 12X17-7.5HP	55KW

Se muestra los diferentes modelos de las bombas contra incendio en donde se especifica el nivel de caudal y la presión de trabajo

Fuente: PURITY – Bombas contra incendio

3.6.9 Electrobomba Centrífuga de pureza (PST)

Las diversas aplicaciones de este tipo de bomba centrífuga estándar EN733 es para uso exclusivo de agua limpia es por ende que es necesario que la terminal portuaria conste con sistema de almacenamiento de agua para poder poner en marcha el sistema. En caso de hacerlo con algún tipo de líquido no adecuado por las características técnicas del sistema, se genera el riesgo que no cumpla con las funciones especificadas o en caso extremos se dañe el sistema por completo.

Es aplicable para juegos de limpieza, generación de aumento de presión, juegos de lucha contra incendio (Rociadores) o riesgo industrial. Este tipo de bomba es esencial dentro de la terminal por dos factores que denominaremos a continuación:

- Actualmente la bomba que consta la terminal portuaria no cubre todo el marco perimetral de la terminal portuaria, por ende, en necesidad de extinguir un incendio en el punto más lejano de la terminal portuaria este no tendría efecto por la falta de presión. La cual se ve en la necesidad de cubrir el marco perimetral de la terminal portuaria. (Aproximadamente 113.38Hectáreas) el cual necesita de presión necesario para atender la emergencia durante el tiempo necesario de sofocación. **“Evitar pérdida de presión por distancia”**

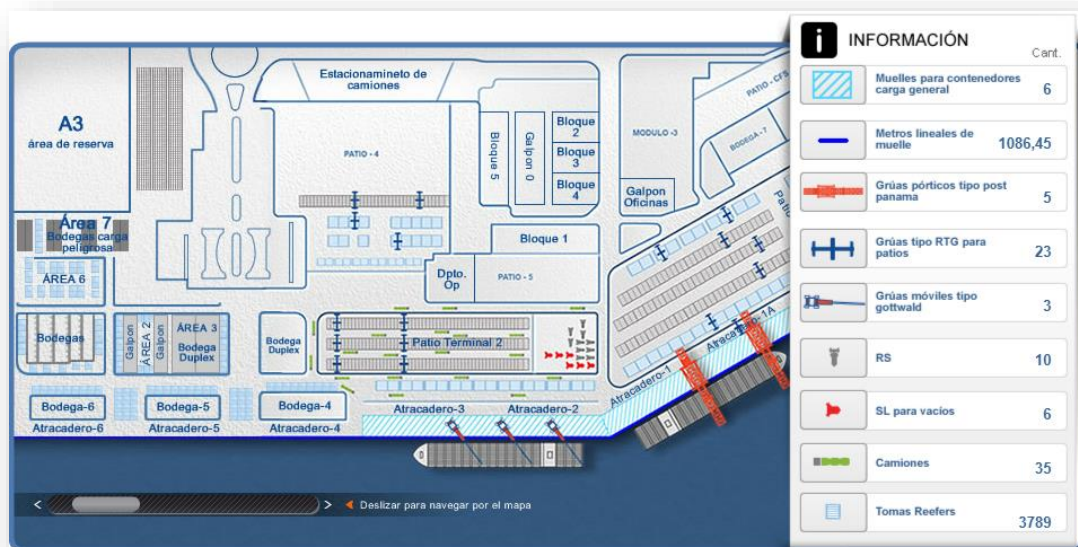


Figura 53: Distribución geográfica de la terminal portuaria

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

- Otro factor adicional es el sistema de rociadores dentro de la terminal portuaria en donde muchos de estos son observables en galpones y bodegas de almacenamiento. Mucho de estos elementos antes mencionados no cuenta con la garantía necesario debido a la presencia de corrosión y en muchos de estos son obsoletos (Fuera de funcionamiento) en donde no solo la presión y distribución de agua se ve afectada, sino que el sistema es activado de forma manual no garantizando el uso adecuado del mismo e insatisfiriendo la necesidad para la cual ha sido instalada.

A continuación, se denominará las características técnicas de la bomba centrífuga EN733 emitidos por la compañía PURITY (Especialista en sistema contra incendio)

- Nueva bomba centrífuga estándar EN733
- Diseño original por PURITY (patentado).
- Motor cuadrado y motor redondo disponibles
- Motor YE3 de alta eficiencia, con protección IP55 clase F
- Caja de bomba con recubrimiento anticorrosivo
- Impulsor en acero inoxidable AISI 304 o hierro fundido.
- Eje en acero inoxidable AISI 304 o en hierro galvanizado.
- Contra brida galvanizada con tornillos, tuercas y juntas
- Rodamiento NSK de calidad, resistencia mecánica al desgaste.
- Potencia del motor hasta 100 Hp

Cabe mencionar que este tipo de bomba centrífuga cuenta con limitaciones en su uso los cuales mencionaremos a continuación:

- Temperatura del líquido usado (Agua) ronda en los -10°C y 120°C
- Puede estar expuesto a una temperatura ambiente hasta los 50°C
- Presión máxima de trabajo de 16 Bares; equivalente a 232.06 PSI (Elementos contra incendio como pitones mangueras tienen una resistencia de 100 PSI como máximo)
- Flujo máximo de trabajo es de $360\text{m}^3/\text{h}$



Figura 54: Bomba centrífuga PST

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

3.6.10 Bomba de agua diésel contra incendio (PSD 50Hz)

A continuación, mencionaremos las características esenciales en este tipo de bomba:

- El caudal y la presión u otros parámetros son los mismos que los de la bomba eléctrica,
- El motor diésel está conectado al cabezal de la bomba a través del acoplamiento.
- La bomba diésel incluye radiador, bastidor base, eje de PTO, solenoide de parada (WOODWARD), absorción de vibraciones, filtro de aire, controlador, silenciador, caja de herramientas, caja de madera contrachapada

A continuación, mencionaremos la ficha técnica de la bomba agua diésel contra incendio (PSD – 50Hz)

- **Capacidad de flujo: 0-3000GPM**
- Puerto de succión: DN50-DN300
- Puerto de descarga: DN32-DN150
- Temperatura máxima: 120 °C
- Bomba de eje desnudo serie PS / PSD para diésel 2900 rpm
- Velocidad de funcionamiento: 2900 rpm
- Presión de trabajo: 0-15 bar
- Potencia diésel hasta: 300kW / 410HP
- Cilindro No: 1,3,4,6 cilindros
- Tipo de admisión: aspiración natural / turbocompresor
- Voltaje de inicio: 12V / 24V
- Carcasa de la bomba: hierro fundido gris
- Impulsor de la bomba: AISI 304 / Latón / Hierro fundido
- Eje de la bomba: AISI304
- Sello del eje: sello mecánico
- Rodamiento del eje: rodamiento de lubricación con grasa



Figura 55: Bomba de agua diésel PSD

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

3.6.11 Bomba Jockey

La bomba jockey, es una bomba auxiliar de pequeño caudal cuya función principal radica en mantener la presión del sistema de prevención y protección contra incendio. Este tipo de bomba tiene paro de forma automática una vez que la presión del sistema haya llegado a su capacidad máxima. La importancia de esta bomba es absorber las pérdidas de presión de forma automática. Este tipo de bomba es visualizada de forma rápida debido a su forma de posicionamiento dentro del sistema PEDJ, la cual es ubicada de forma vertical.

A continuación, mencionaremos la ficha técnica de la bomba jockey:

- Capacidad de flujo: 0-200GPM
- Puerto de succión: DN25-DN65
- Puerto de descarga: DN25-DN65
- Temperatura máxima: 120 °C
- Bomba jockey de múltiples etapas serie PV
- Velocidad de funcionamiento: 3500 rpm
- **Presión de trabajo: 0-22 bar**
- Potencia del motor hasta: 11kW / 15HP
- Voltaje de funcionamiento: 220 / 380V o 380 / 660V
- Carcasa de la bomba: hierro fundido gris
- Impulsor de la bomba: Plástico tecno polímero
- Sello del eje: sello mecánico
- Rodamiento del eje: rodamiento de lubricación con grasa
- Eje de la bomba: AISI304
- Frecuencia de trabajo: 60 Hz.
- Clase de aislamiento: Clase F / IP 55
- Deber de trabajo: S1 continuo



Figura 56: Bomba Jockey

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

3.6.12 Panel de control de bomba de fuego

El panel de control de la bomba contra incendios es el cerebro del sistema de la bomba que está diseñado para controlar y monitorear la operación de los controladores de las bombas eléctricas, diésel y jockey, y compensa las bombas para ambos. Los modelos manuales y automáticos, así como enciende y apaga los controladores de las bombas en condiciones específicas.



Figura 57: Panel de control del Sistema contra incendio

Fuente: Purity – Bombas contra incendio

A continuación, mostraremos un cuadro comparativo entre las bombas del sistema contra incendio tanto la actual como en la propuesta de mejora

Tabla 15: Especificaciones técnicas de las bombas centrífugas

CUADRO COMPARATIVO		
Características	Bomba IIT Industries	Bomba Purity
Capacidad de caudal	1500Gpm	3000 Gpm
Presión neta de trabajo	150 PSI	319 PSI
Capacidad del motor	2100 Rpm	3500 Rpm

Se indica las comparaciones técnicas entre las bombas centrífugas “ITT Industries” instalada actualmente y la bomba PURITY analizado en el plan de mejora

Fuente: PURITY – Bomba contra incendio

Tabla 16: Especificaciones técnicas de la bomba jockey

CUADRO COMPARATIVO		
Características	Bomba Jockey	Bomba Jockey Purity
Potencia	5 HP	15 HP
Presión de trabajo	360 PSI	320 PSI
Temperatura	120 °C	120°C

Se indica las comparaciones técnicas entre las bombas jockey, mencionando la potencia de trabajo como la presión en la que actúa.

Fuente: PURITY – Bomba contra incendio

1. Sistema automático de sofocación en cuarto eléctricos

El sistema automatizado de los cuartos eléctricos (Celdas – Transformadores) consiste en la instalación de cilindros de dióxido de carbono, para activarlos mediante una palanca de accionamiento desde la parte exterior de dichos cuartos.

Se provee utilizar el método de la sofocación, eliminando el nivel de oxígeno tal como se lo menciona en el triángulo de fuego para eliminar el conato de incendio. Se establecerán las dimensiones para establecer la cantidad necesaria para colocación de los equipos de extinción.

2. Dimensiones y cálculos de los cuartos eléctricos.

Cuartos de celdas – Transformadores: (49.21 x 16.40) ft

La propuesta de mejora es colocar 4 agentes extintores con categorización clase “C” con capacidad de 100 lb como respuesta inmediata ante una emergencia suscita en el mencionado lugar.



Figura 58: Sistema automatizado de sofocación en los cuartos eléctricos

Fuente: IT y Seguridad Electrónica

3.6.13 Sistema detección convencional

Es el sistema más básico, de más sencilla instalación. Está pensado para espacios diáfanos como aparcamientos o similares en el que no haya gran número de cuartos cerrados, en el que el campo visual permita ver rápidamente los sensores (detectores) de incendio y pulsadores. Porque cuando el detector y/o pulsador esté en alarma se le encenderá el led Rojo que tiene. A la hora de realizar la instalación se debe dividir el "plano" de la superficie a vigilar en zonas. En cada zona se instalará un ramal de detectores, los pulsadores deben ir en su propio ramal independiente. Las sirenas se instalan en su propia línea que sale de la central y debe ser con cableado resistente al fuego, tipo AS+.

De esta forma cuando un detector/pulsador se active por un incendio, la central indicará alarma de la zona en la que está instalado. La persona responsable de

seguridad acudirá a la zona indicada y buscará el conato de incendio o el detector/pulsador con el led iluminado. Es por esta búsqueda visual que este sistema no sea el más adecuado para otro tipo de superficies, oficinas, hoteles o locales con numerosos habitáculos (S.A, 2020)

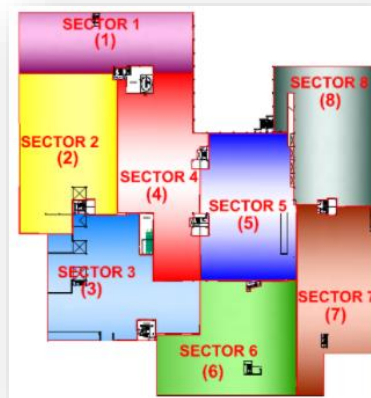


Figura 59: Sistema detección convencional

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

3.6.14 Sistema contra incendio – Oficinas de personal administrativo

Actualmente el sistema de protección y prevención contra incendio dentro de una oficina cuenta con los siguientes elementos: Detectores de humo, estaciones manuales, luces estroboscópicas, luces de emergencia y central de vista 128fbp. Al momento que un error en cualquier punto sectorizado, automáticamente llega una señal al departamento de seguridad industrial el cual aparece mediante el panel central de vista 128fbp especificando el lugar general en donde se produce la emergencia. Pero se preguntarán **¿CÓMO FUNCIONA ESTO?**

Los módulos 4101sn o más conocidos como módulos de expansión Vplex (Relevadores) de marca HONEYWELL son insertados en puntos específicos de las diferentes oficinas de la terminal portuaria el cual son anexados mediante cableado a la central de vista 128fbp, dando como resultado que al momento de presentarse una emergencia dentro de la oficina el módulo Vplex, actúa como sensor dando la alarma al departamento de Seguridad Industrial especificando el lugar de la emergencia.

Dentro de esta categorización también se activan elementos del sistema contra incendio luces estroboscópicas; los cuales envían señales sonoras (120 decibeles aproximadamente) y lumínicas de forma constante.

Por otro lado, en caso de que un colaborador dentro de la oficina se percate de un conato de incendio o a su vez este ha crecido drásticamente, dentro de la instalación del sistema contra incendio cuenta con un pulsador de emergencia, el cual cumple la función de dar aviso directo mediante el panel central de vista 128fbp el lugar de la emergencia; del mismo modo esto activa otros elementos del sistema contra incendio como por ejemplo las luces estroboscópicas. Adicional a todo este sistema cada departamento administrativo cuenta con agentes extintores los cuales permiten una rápida extinción en caso de presentarse un conato de incendio.

Es importante mencionar que las oficinas de las instalaciones portuarias no cuentan con sistema de rociadores que permitan apagar un conato de incendio de forma automática, tomando en consideración que la distancia entre estos puntos y los equipos de emergencia (Columnas de agua) son distantes.

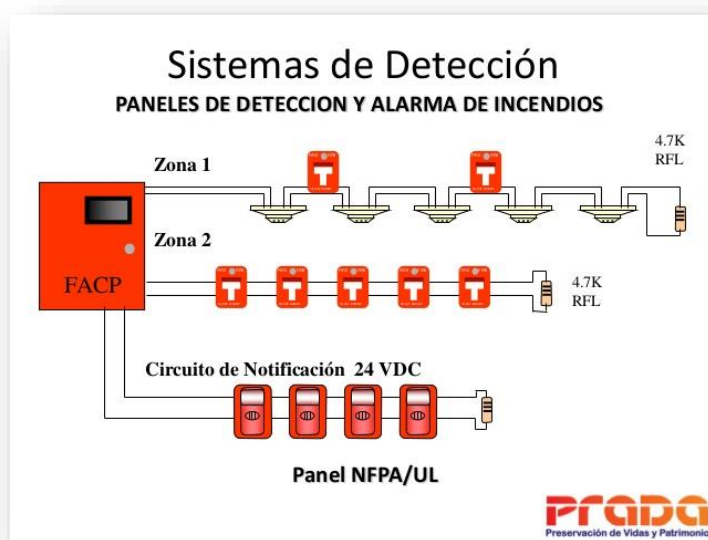


Figura 60: *Funcionamiento del Sistema convencional*

Fuente: PRADA

3.6.15 Sistema contra incendio – Centros de distribución

Actualmente el sistema de protección y prevención contra incendio dentro de estos centros de distribución cuenta con los siguientes elementos:

3. Tuberías roscadas
4. Rociadores
5. Pulsadores manuales.

Al momento que se presenta una emergencia dentro de estos centros de distribución (Conato de incendio) el humo caliente que llega hasta la parte superior del techado de zinc, permite que los rociadores de bulbo termo - sensible se activen, arrojando agua en forma espiral para permitir solventar la emergencia de una forma rápida. Adicional a esto dentro de cada uno de estos centros de distribución cuenta con un sistema manual, cual no se encontrará activo si es que un colaborador no gira la escotilla permitiendo el paso de agua para la activación de los aspersores.

La altura aproximada entre la superficie y el techado del zinc es aproximadamente unos 10 metros lo que equivale que el incendio debería encontrarse en su punto máximo de propagación para que el sistema empiece activarse. Estos tipos de galpones no cuentan con un sistema automático que permitan identificar rápidamente la presencia de una emergencia.

Incluso cierto centro de distribución no cuenta con un sistema de extinción mediante enfriamiento como puede ser el caso de los rociadores evidenciándolo en las bodegas #07-08 almacena mercadería categorizada como IMO por lo cual debe contar con un eficiente sistema contra incendio, el cual es vital para atender algún tipo de emergencia que se produzca dentro del mismo.

Debido a las pérdidas de presión y el sistema automático no se encuentra en funcionamiento se dificulta la extinción de los conatos en caso de presentarse una emergencia.



Figura 61: Sistema de rociadores

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

3.6.16 Sistema contra incendio – Cuartos celdas y transformadores

Cabe indicar que estos cuartos eléctricos reciben corriente (Alta tensión) desde la sub-estación eléctrica ubicada dentro de la terminal portuaria para transformarla (Baja tensión) y su posterior alimentación a las tomas trifásicas de 440V, permitiendo la conexión de un contenedor refrigerado para mantener la mercadería en condiciones adecuadas para su exportación.

Actualmente estos cuartos de celdas y transformadores cuentan con dos extintores de dióxido de carbono ubicado en la parte externa para combatir cualquier tipo de incendio que produzca en el mencionado lugar. Utilizando el método de la sofocación del oxígeno para cortar la propagación del triángulo de fuego.

Cabe recalcar que estos cuartos eléctricos (Celda o Transformadores) permanecen cerrados todo el tiempo en donde el personal técnico de mantenimiento es el autorizado en apertura de los portones.



Figura 62: Sistema contra incendio en los cuartos eléctricos

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

3.7 Desventaja del sistema prevención y protección contra incendio

- **Tiempo de respuesta.** – Como sabemos al no contar con un sistema automatizado, tarda mucho en conseguir una respuesta inmediata para solventar la emergencia. En donde se puede deducir que aproximadamente son entre 2 a 3 minutos desde la visualización del conato de incendio hasta que un colaborador especializado procede con la extinción del fuego siempre y cuando aún se encuentra en su punto más bajo de ignición.
- **Los equipos no abastecen a solventar la emergencia.** – Este sistema no cuenta con una activación inmediata de los aspersores lo que retrasaría la extinción del incendio. Se puede visualizar que tantos los galpones como las bodegas de almacenamiento cubren toda su totalidad para combatir este tipo de emergencia, pero debido a que los equipos se encuentran en estado regular ya no brindan las garantías eficientes a su operación.
- **Riesgo mayor para los colaboradores.** – Debido a que el sistema actúa de forma manual en muchas de las zonas de almacenamiento, esto genera como consecuencia que los colaboradores corran mayor riesgo de exposición al momento de activar las válvulas o pulsadores manuales para combatirlos.

- **Riesgo mayor para las instalaciones o mercaderías.** – Debido a que el sistema actual funciona de manera manual, al presentarse una emergencia y no poder suprimir el fuego de forma inmediata, esto generará grandes pérdidas materiales no solo a la instalación portuaria, sino a la mercadería de importadores / exportadores, dejando una mala imagen a la instalación.
- **Caída de presión de la bomba.** - Las instalaciones portuarias al abarcar gran parte del territorio, no cuenta con una bomba del sistema contra incendio que abarque toda la totalidad de la terminal portuaria, por ende, en los puntos más alejados la presión del agua caerá lo que no permitirá a los inspectores de seguridad industrial / brigadistas portuarios combatir el incendio por una caída de presión, entre estos puntos alejados se encuentra las bodegas No. 07 - 08 y almacenamiento de ISOTANQUES.
- **Riesgo mayor de impacto ambiental.** – Al no contar con un sistema de supresión automático, la contaminación al ambiente por la generación de humo consecuencia de un incendio, deberá ser asumido por la terminal portuaria.
- La capacitación o socialización del funcionamiento del sistema de prevención y protección contra incendio no es suficiente para los colaboradores, tomando en cuenta que es un sistema manual, por ende, al momento de pasar a un sistema de modernización y automatización es necesario la capacitación del mismo, debido a la que la visión de la compañía va relacionada con la tecnología.
- Los periodos de las capacitaciones al personal de la terminal de contenedores y multipropósito no son constantes.
- El sistema actúa de forma manual lo que incurre exponer al personal a riesgo de quemadura por querer activar el sistema en medio de una emergencia (Incendio)
- Se visualiza que el panel de identificación de punto de emergencia, se activan de forma automática dando errores de lectura en donde no existe una emergencia como tal, por lo cual genera pérdida de tiempo al personal de Seguridad Industrial.
- Sistema poco eficiente debido a la falta de mantenimiento preventivo.

- Errores de lectura en el panel HONEYWELL debido a una mala polarización de cables en detectores de humo.

3.8 Factibilidad técnica

Para determinar la factibilidad técnica, se detallarán todos los implementos del hardware, los cuales serán analizados en el estudio de factibilidad en la propuesta de mejora sistema de prevención y protección contra incendio. A continuación, especificaremos los equipos necesarios con sus características analizados en la propuesta del sistema contra incendio.

3.8.1 Sistema de detección análogo

La terminal de contenedores y multipropósito actualmente cuenta con un sistema convencional contra incendio, por ende, analizando la factibilidad del caso se puede determinar la implementación de un sistema análogo en donde se permite verificar el estado de funcionamiento de los elementos que conforman el sistema contra incendio del mismo modo la exactitud posicional en caso de presentarse una emergencia.

En este tipo de sistema los detectores se convierten en sensores, los cuales no solo transmiten su dirección exacta sino la cantidad de humo o calor que se está registrando en determinado lugar, en el cual de acuerdo a su parametrización dará aviso de alarma en caso de no concordar la información requerida. Ciertas funciones son requeridas bajo la norma NFPA entre las cuales tenemos:

- Compensación de deriva / Alerta de mantenimiento.
- Sensibilidad ajustable por detector.
- Ajuste de sensibilidad Día/Noche.
- Sensor Análogo Direccional.
- Compensación de Deriva.
- Alerta de Mantenimiento.
- Sensibilidad ajustable por detector.
- Ajuste Día/Noche.
- Métodos de prueba.
- Protocolos de comunicación.
- Comparación de protocolos.

Basado en un sistema analógicos tenemos los siguientes elementos:

3.8.1.1 Detectores termovelocimétricos

La función primordial de este tipo de detector es detectar un incendio en fases iniciales, es caso que el desarrollo del incendio sea muy lento, el detector se activará automáticamente suele ser entre 5°C/minuto a 10°C/minuto. Posee ciertas características esenciales que describiremos a continuación:

- Doble LED rojo de alarma.
- Fácil conexionado, es decir no posee polaridad

3.8.1.2 Detectores ópticos

Dicho elemento es usado para detectar el humo ya sea este; por oscurecimiento o por dispersión del aire en el espacio. De acuerdo para nuestro campo de estudio podemos deducir que deberíamos usar un detector óptico digital y direccionable; es decir incluye un pequeño software el cual nos indica bajo parámetros matemáticos si en realidad es humo o suciedad; en pocas palabras es un método de precisión.

3.8.1.3 Detectores óptico-térmicos

Dicho elemento es usado para detectar los cambios y comportamiento de temperatura dentro de una habitación o un galpón cerrado.

3.8.1.4 Pulsadores

Equipo diseñado para ser activado en caso de presentarse un incendio, al ser accionado se informa directamente al sistema de detección para especificar el lugar exacto de la emergencia. Actualmente los pulsadores cuentan con un LED de color rojo para indicar que estos han sido activados.

3.8.1.5 Tuberías de acero - soldadas o ranuradas por laminado

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi, el espesor nominal debe ser: Para tubería de 5" de acuerdo a la cedula 10, tubería de 6"- (3.4mm) tubería de 8" y 10"- (4.78mm), y para tuberías de 12" - (8.38mm).

3.8.1.6 Tuberías de acero roscada

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi el espesor mínimo nominal deberá estar de acuerdo a la cedula, para tubería de diámetro mayor de 8"- cedula 30, y para tubería de diámetro inferior a 8"- cedula 40.

3.8.1.7 Tubería de cobre

Cuando se utiliza tubería de cobre en sistemas de rociadores, el espesor de pared deberá ser tipo K, L, o M. esta denominación de letras en la tubería de cobre indica características del material tales como su presión, su color o el espesor.

3.8.1.8 Sistema detección analógico

Es un sistema más complicado debido a su amplio potencial de configuración. Su instalación, en lugar por ramales es por lazos cerrados que entran y salen de la central. En estos lazos de lectura bidireccional se intercalan los sensores, pulsadores y sirenas. Cada equipo tiene asignada una dirección numérica, dependiendo del modelo esta dirección se asigna con unas ruedas integradas en el equipo o se debe usar un programador. Esta identificación hace que en la central se refleje cada equipo de forma unívoca, lo que permite etiquetar cada elemento con su posición. Lo que provocará una respuesta más rápida y eficaz por parte del personal de seguridad, ya que se indica el lugar exacto de la alarma



Figura 63: Sistema detección analógica

Fuente: Purity

3.8.1.9 Rociadores

Dentro del análisis realizado se pudo determinar los diferentes tipos de rociadores o sprinklers para su uso dentro de las instalaciones portuarias.

- **Rociador de control de modo densidad/ área (CMDA):**

Tiene como propósito controlar el fuego en sitios de almacenaje, utilizando el criterio de densidad / área.

- **Rociador de control de aplicación específica (CMSA):**

Es capaz de producir gotas grandes de agua con la finalidad de atender riesgos de incendio de alto desafío.

- **Rociador de supresión temprana – respuesta rápida (ESFR):**

Cumple con los requisitos para trabajar mediante los principios de sensibilidad térmica. Tiene la capacidad de controlar fuegos de alto desafío pues maneja un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos.

- **Rociador de cobertura extendida:**

Maneja un sistema de pulverizado con el fin de cubrir amplias distancias

- **Rociador convencional:**

Dirige el agua en una proporción del 40% al 60% en dirección hacia abajo, se caracteriza porque en su instalación el deflector se ubica colgante o montante.

- **Rociador abierto:**

No tiene ningún tipo de elemento de respuesta al calor

- **Rociador de respuesta rápida y cobertura extendida:**

Trabaja mediante los principios de sensibilidad térmica, maneja un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos y tiene un desempeño en áreas de cobertura extensas

- **Rociador de respuesta rápida (QR):**

Tiene la particularidad de que su rociado es pulverizado y con sensibilidad térmica, con un índice de tiempo de respuesta de 50 m/s o menos. 58

- **Rociador residencial:**

Es un rociador de uso específico para viviendas, cumple con el criterio de sensibilidad térmica y el índice de tiempo que uso los rociadores de respuesta rápida.

- **Rociador especial**

Es un tipo de rociador al cual se le realiza una serie de pruebas con el fin de determinar su desempeño, dentro de esta prueba se evalúa la humedad de los muros y suelos, tipo de riesgo, sensibilidad térmica, entre otros.



Figura 64: Rociador de supresión temprano

Fuente: Williams Tancredi Comunicaciones

3.9 Factibilidad económica

En este punto, analizaremos los costos – ingresos del proyecto técnico el cual estamos redactando. *“Estudio de factibilidad de una propuesta de mejora del sistema de prevención y protección contra incendios de una terminal de contenedores y multipropósito en la ciudad de Guayaquil”* Entre otras palabras es un análisis de costo – beneficio para determinar si es viable o no, la futura implementación del mismo.

Tabla 17: Análisis FODA

<p>FORTALEZA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Personal capacitado para actuar en caso de emergencia - Rediseñar el sistema de prevención contra incendio - Tiempo de detección rápida. 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ser una empresa libre de desastres debido a una emergencia (Incendio) - Propuesta de implementación, generando empleo
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de implementación - Costo de inversión 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Errónea programación puede conllevar a una mala ejecución del sistema. - Impericia del colaborador al no aprender en su totalidad la funcionalidad del sistema

3.9.1 Análisis económico

Dentro de esta sección, analizaremos los costos de cada elemento que se tendría que obtener para llevar a cabo el proyecto técnico. Dichos valores mencionado se tomó como base la moneda norte-americana (Dólares americanos)

Tabla 18: Determinación de precios del plan de mejora

ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR (\$)
Bomba contra incendio eléctrica diésel tipo Jockey	1	15000.00
Central de detección contra incendio 2 bucles 199 puntos	1	1087.00
Detector óptico analógico cofem A30Xhas	1	59.98
Rociadores montantes	1	12.02
Pulsador de alarma analógico	1	52.25
Software CYPE contra incendios	1	713.68
Instalación de sistema de supresión de CO2	1	1500.00
Total aproximado	--	12424.80

Determinación de los costos de inversión aproximado durante el proyecto técnico

Fuente: Purity – Bombas contra incendios

Dichos costos de los elementos del sistema contra incendio, fueron analizados y obtenidos mediante páginas web de los locales a nivel nacional como, por ejemplo:

- Software para arquitectura, ingeniería y construcción
- Purity
- MEG Global contra incendios.

Dentro del contexto del análisis económico podemos determinar ciertos puntos favorables y desfavorables dentro de la terminal portuaria como los que mencionaremos a continuación:

Se genera gastos en procesos de mantenimiento en equipos contra incendio en donde el problema no radica únicamente en dar un mantenimiento como tal sino en cambiar un sistema obsoleto en ciertas partes para favorecer el sistema en general. En otras palabras, es mitigar el error de una forma temporal. De acuerdo a los ingresos obtenidos por las operativas de las instalaciones portuarias, las cuales no se pueden mencionar en dicha redacción, se logra determinar que la relación costo – beneficio es óptimo para el rediseño del sistema de prevención contra incendio no solo para cumplir con las normativas vigentes emitidas por MIES y el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil sino para consolidar a la terminal marítima como un área de trabajo seguro –eficiente con una rápida detección y activación de protocolos de emergencia en caso de presentarse una.

Para realizar un análisis económico más exhaustivo es necesario basarse en el criterio VAN (Valor actual neto), es decir, es aquel que nos permite indicar que, si el proyecto que estamos presentando es rentable o no, se lo evalúa de la siguiente manera:

Lo podemos determinar mediante la siguiente ecuación:

$$VAN = -I_{Inicial} + \frac{FC_1}{(1+k)^1}$$

$$I_{Inicial} = FC_1$$

$$VAN = 0$$

Ecuación 15: Fórmula del Valor actual neto

Fuente: Estudio de factibilidad económica – 3C Tecnología

Como resultados podemos observar que el valor de inversión es el equivalente al flujo de caja, por lo tanto, el resultado obtenido va a ser CERO.

Dentro del rango característico de este tipo de estudio, menciona que cuando el valor del $VAN=0$, esto implica que el proyecto no genera ni ganancia ni pérdida, por ende, es lo que se tenía como finalidad este mencionado proyecto técnico, en donde lo que se busca es el cumplimiento de las normas vigentes actuales dentro del territorio nacional.

- $VAN>0$: Proyecto genera ganancia
- $VAN=0$: Proyecto no genera ganancia ni costo, incluye intereses adicionales.
- $VAN<0$: Proyecto no es rentable

Posterior al análisis de la fórmula se pudo determinar que el valor $VAN=0$ demuestra que el proyecto no generará ganancias ni pérdidas en su realización, por ende, los intereses no se basan en situaciones económicas, más bien en ver la viabilidad de obtener un mejor sistema contra incendio precipitándonos a las emergencias.

CAPITULO IV

RESULTADOS

La terminal de contenedores y multipropósito, posterior al análisis realizando se logra determinar que cuenta con un sistema contra incendio un poco eficiente para la determinar de una emergencia; en este caso, la detección de un conato de incendio o una de gran magnitud. Aunque cuenta con todos los elementos requeridos solicitados por los protocolos gubernamentales, es necesario mencionar que dicho sistema se puede mejorar en todo aspecto con la implementación de un sistema análogo digital, en el cual cada proceso se lo realice de forma automatizada en donde solo el personal operativo se encargue de una inspección de su correcto funcionamiento. Dentro del marco de resultados nos podemos percatar que la potencia de la bomba del sistema contra incendio marca “CLARKE” tiene un rango de rendimiento entre **192,18 – 200 HP**, los cuales no abastecen los centros de almacenamiento de gran magnitud como por ejemplos las bodegas #05-06, los cuales requieren mínimo una potencia de **235.30 HP**. Tomando en consideración los cálculos realizados, podemos determinar que la bomba ideal para satisfacer la demanda generada puede ser **“Bomba centrífuga estándar EN733 motor diésel para bomba centrífuga multi-etapa vertical PEDJ, la cual tiene como potencia hasta 430HP”**

A continuación, se muestra un cuadro detallado en donde se menciona la presión necesaria en cada centro de almacenamiento y departamentos administrativos, obtenido mediante cálculos matemáticos. (Ver tabla 11)

Tabla 19: Cálculos de potencia en cada centro distribución

CUADRO DEMOSTRATIVO	
CENTRO DISTRIBUCIÓN	POTENCIA (HP)
Bodega #05	235.30
Bodega #06	235.30
Bodega 61 hasta 66	176.87
Bodega #07	178.12
Facturación	50.19
Operaciones	48.90
Módulo #03	50.28
Financiero	41.82

En el presente cuadro mostraremos los cálculos obtenidos de la potencia de la bomba (HP) para cada centro de distribución de la terminal portuaria.

Fuente: Autor del proyecto técnico

Luego de una inspección exhaustiva dentro de los departamentos administrativos de las instalaciones portuarias, logramos observar que no cuenta con un sistema de rociadores, lo cual puede ser perjudicial al momento de presentarse un conato y desencadenar un incendio. Es por ende que hemos determinado un sistema de rociadores en áreas administrativas como:

- Facturación
- Operaciones
- Módulo #03
- Financiero

Los cuales manejan grandes cantidades de material combustible (Papel y equipos electrónicos) en donde se necesita una respuesta inmediata para combatir la emergencia. Realizando las operaciones matemáticas correspondientes se logró determinar la cantidad de rociadores necesarios detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 20: Abastecimiento de rociadores en los centros de distribución

TIPO DE RIESGO		
CENTRO DISTRIBUCIÓN	ROCIADORES ACTUALES	ROCIADORES REDISEÑO
Bodega #05	20	20
Bodega #06	20	20
Bodega 61 hasta 66	10	18
Bodega #07	--	18
Facturación	--	9
Operaciones	--	9
Módulo #03	--	9
Financiero	--	8

En la presente tabla mostraremos la cantidad de rociadores instalados y rediseñados para combatir la emergencia dentro de los centros de distribución

Fuente: Terminal de contenedores y multipropósito

Del mismo modo se logró mejorar el sistema de rociadores en la bodega #61 – 66, en una cantidad de 8 unidades (Rociadores bulbo-termo sensibles) debido a incremento de infraestructura en años anteriores. Posterior al análisis realizado se determinó que el sistema de tuberías debe ser reemplazo debido a que presentan deterioro y corrosión en ciertas partes estructurales los cuales se puede ver afectados productos del sistema presurizado y el accionamiento respectivo, dando como consecuencia desprendimiento de tuberías y posibles afectaciones a la carga como tal. Es necesario mencionar que la

carga que se almacena en los centros de distribución, no deben ser afectados por condiciones climáticas (Lluvia o sistema de agua artificial)

Como punto adicional, hasta el momento de la elaboración de este proyecto técnico, se encuentra en planes la elaboración de los cuartos eléctricos con sistema automatizado con extintores de CO₂, los cuales permiten combatir una emergencia en caso de presenciarse de una forma muy rápida y eficiente, sobre todo sin exponer al personal de terminal portuaria, a las posibles quemaduras que este pueda sufrir por intentar combatir el incendio.

Se logra identificar los tipos de riesgo dentro de los centros de distribución con mercadería IMO, en donde se llega a la conclusión que el sistema de rociadores solo se puede colocar y dar mantenimiento en la bodega #07, debido a que la mercadería no reacciona con el agua.

Es necesario la implementación de un software CYPE contra incendios, que permita identificar a tiempos y con información exacta el conato de una emergencia, en caso contrario determinar qué elementos del sistema contra incendio está presentado una falla alguna. El indicador de la alarma que aparece en el panel Honeywell se debe a los detectores de humo instalados en las oficinas administrativas de la terminal portuaria, esto se debe por varios motivos los cuales mencionaremos a continuación:

- Polarización invertida al momento de instalar los elementos contra incendio, lo que genera que, al pasar la corriente, activa la alarma del SCI ocasionando falla en los demás circuitos cerrados.
- Estructura de los tumbados en malas condiciones (Factores climáticos) generando en muchas condiciones que los detectores de humo sufran daños por afectaciones con agua quemando dicho detector, dando como consecuencia un corto circuito el cual puede desencadenar en un incendio.

CONCLUSIONES

1. En el presente proyecto técnico, se identificó riesgos físicos, químicos, mecánico, ergonómico en cada centro distribución debido al tipo de mercancía IMO que se almacenó en la terminal portuaria.
2. En el presente proyecto técnico, se mejoró el sistema de rociadores en 61 unidades adicionales, 26 unidades en los centros de distribución (**8 unidades en bodegas #61-66 y 18 unidades en la bodega #07**) del mismo modo en 35 unidades en los departamentos administrativos (**9 unidades en Facturación – 9 unidades en operaciones - 9 unidades en módulo #03 y 8 unidades en financiero**).
3. En el presente proyecto técnico, se mejoró el rendimiento de la bomba del sistema contra incendio tanto en caudal como en presión de trabajo (**CLARKE con potencia de 200HP, reemplazada por una de marca PURITY con potencia de 430HP**) con un rendimiento mejorado del 85% de capacidad para satisfacer la mayor demanda de presión en los centros de almacenamiento **235.30 PSI**.
4. Mediante el estudio de factibilidad económica se determinó que el proyecto técnico es viable al obtener un VAN equivalente a cero, en donde se hará uso de una inversión de **\$12424.80** dólares americanos en donde no se generará ganancia ni tampoco pérdida.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda segregar las mercancías por el tipo de riesgo para evitar que las mismas reaccionen entre sí, del mismo modo poder identificar de una manera el tipo de riesgo y poner en activación el plan de contingencia.
2. Se recomienda dar mantenimiento preventivo por un personal capacitado y certificado (Semestral) a los equipos de la red contra incendio (Detectores – Rociadores – Tuberías) para evitar que presenten corrosión.
3. Se recomienda ejecutar simulaciones para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos del sistema contra incendio.

BIBLIORAFÍA

- AELAF. (s.f.). *Asociación española de laboratorios de fuego* . Obtenido de Asociación española de laboratorios de fuego : <http://www.aelaf.es/el-triangulo-del-fuego/>
- Blanco Duarte , M. Á., & Martínez Jamaica , J. F. (2016). *Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes interna de edificaciones*. Bogotá - Colombia: Creative Commons .
- Brito, A. (17 de Noviembre de 2018). *Academia*. Obtenido de Equipos de protección personal de bomberos: https://www.academia.edu/23847469/Equipos_de_Protecci%C3%B3n_Personal_de_Bomberos
- Chacarrex. (25 de Marzo de 2020). *Fire protection & Safety Engineering Technology*. Obtenido de Fire protection & Safety Engineering Technology: <https://www.chacarrex.com/sprinklers-o-rociadores-de-incendios-que-son-y-para-que-sirven>
- Contecon Guayaquil . (4 de Agosto de 2007). *Contecon Guayaquil* . Obtenido de An ICTSI GROUP COMPANY : <http://www.cgsa.com.ec/quienes-somos/historia>
- Contenedores marítimos . (2021). *Ocean Containers Trading SL*. Obtenido de Ocean Containers Trading SL.
- DSV Global . (s.f.). *DSV Global Transport Logistics*. Obtenido de DSV Global Transport Logistics: <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas/9-clases-de-mercancias-peligrosas/clase-2-gases>
- Expower. (s.f.). *Expower Management System*. Obtenido de Expower: <https://www.expower.es/extintores-polvo-quimico.htm>
- Godoy, M. M. (2016). *Técnicas de aprendizaje aplicado a la hidrodinámica en sistema de riego para la agricultura*. Riobamba - Ecuador : Universidad de Chimborazo.
- health, O. s. (1986). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Quito: Registro Oficial, 1986-11-17, N. 565, p. 1-175 (INFORM).
- INEN. (s.f.). *Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos*. Obtenido de Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos: www.inen.gob.ec
- Moore, W. D. (20 de Octubre de 2020). *NFPA Journal en español*. Obtenido de La revista de la national fire protection association: <https://www.nfpajla.org/nfpa-en-latioamerica/nfpa-en-espanol>
- Naranjo, M. F. (2015). *Ecuador, Quito Patente n° 1*.

- Planas Coreo , G., & Esplugas Vidal , J. P. (2016). *Guía para la instalación, uso y mantenimiento de los sistemas de hidrantes exteriores contra incendio*. Madrid, España: Asepeyo.
- Portal especializado en ecomercio exterior de los negocios internacionales. (2017). *Diario del exportador*. Obtenido de Diario del exportador .
- Purity Copyright Taizhou. (s.f.). *Purity*. Obtenido de Purity : <http://www.purityincendio.com/fire-fighting-pumps/end-suction-pumps/end-suction-fire-pumps-coupling-motor-high-c.html>
- S.A, S. S. (20 de Enero de 2020). *Sistema detección incendio* . Obtenido de Sistema detección incendio : <https://www.spvsistemas.es/inicio.aspx>
- Servicio nacional de aduana del Ecuador . (18 de Febrero de 2021). Exportación . Guayaquil, Guayas, Ecuador .
- social, M. d. (2008). *Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios* . Latacunga: Lexisfinder.
- SYNERTECH. (s.f.). *SYNERTECH Water Technologies*. Obtenido de SYNERTECH: <https://www.nyfdecolombia.com/tanques/tanques-de-almacenamiento-de-agua>
- Visual Graf . (s.f.). *Rotulado de producto químicos* . Obtenido de Rotulado de producto químicos: <https://visualgraf.com.co/senalizacion/rotulado-de-productos-quimicos/>
- Wordpress. (s.f.). *Mercadería peligrosa*. Obtenido de Mercadería peligrosa : <https://mercaderiapeligrosa.wordpress.com/preparacion-de-la-carga-para-el-transporte-internacional/unitarizacion/>

ANEXOS

