

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AGENTE LIMPIO NOVEC PARA SALAS ELÉCTRICAS DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PAPEL”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial



Autor:

Raul Jhon Chipana Chuquimajo

Asesor:

Dr. Rafael Alberto Ortiz Condori

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

Para mi esposa y mis pedacitos de cielo que son el motor que me impulsan cada día para seguir adelante y luchar contra todos los obstáculos que nos pone la vida.

Para mi familia que son la influencia profesional y los buenos valores éticos y morales que me enseñaron y que a un sigo aprendiendo con el pasar del tiempo.

Para todas las personas que fallecieron y aquellas que siguen luchando contra el covid-19, sigan adelante que dios nos da pruebas difíciles, pero no imposibles de superar.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad privada del norte y todos los profesores, en especial a la Facultad de Ingeniería que gracias a sus enseñanzas y el apoyo puedo decir: ¡Que lo logre! ¡soy un ingeniero industrial!

Para mi Asesor Rafael A. Ortiz Condori, quien con su experiencia y paciencia me pudo guiar para poder presentar este proyecto en ocho semanas.

A la empresa AQPperuana SAC, que me brindaron el apoyo, la información y la experiencia para poder presentar mi diseño.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 10 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 12 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 15 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1.1. Descripción de la Empresa..... | 16 |
| 1.1.1. Ubicación de la Empresa AQPperuana SAC | 18 |
| 1.1.2. Objetivos de la Empresa AQPperuana SAC..... | 18 |
| 1.1.3. Misión de la Empresa AQPperuana SAC | 19 |
| 1.1.4. Visión de la Empresa AQPperuana SAC..... | 19 |
| 1.1.5. Servicios de la Empresa AQPperuana SAC..... | 19 |
| 1.1.5.1. Servicios de instalación de sistemas de protección contra incendios. | 19 |
| 1.1.5.1.1 Servicio de Instalación de Sistemas Pasivos. | 20 |
| 1.1.5.1.2 Servicio de Instalación de Sistemas Activos..... | 20 |
| 1.1.5.2. Servicios de instalación de sistemas de circuito cerrado de televisión..... | 20 |
| 1.1.5.2.1 Cableado Estructurado | 20 |
| 1.1.5.3. BMS | 21 |
| 1.1.6. Proveedores Estratégicos de la AQPperuana SAC | 21 |
| 1.2. Organigrama de la Empresa AQPperuana SAC | 22 |

| | | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3. | Realidad Problemática | 26 |
| 1.4. | Formulación del Problema General | 31 |
| 1.5. | Formulación del Problema Especifico | 31 |
| 1.6. | Justificación | 31 |
| 1.7. | Formulación de Objetivos..... | 32 |
| 1.7.1. | Objetivo General..... | 32 |
| 1.7.2. | Objetivos Específicos..... | 32 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | | 33 |
| 2.1. | Tipo de Investigación..... | 33 |
| 2.2. | Población..... | 33 |
| 2.3. | Muestra | 33 |
| 2.4. | Técnicas de Recolección de Datos..... | 33 |
| 2.4.1. | Método de observación Cuantitativa | 34 |
| 2.4.2. | Método Cualitativo | 34 |
| 2.4.3. | Por datos Secundarios: | 35 |
| 2.5. | Técnicas Análisis de Datos | 35 |
| 2.5.1. | Identificación de Riesgos por medio del Diagrama Causa y Efecto de Ishikawa:..... | 35 |
| 2.5.2. | El método “Check list” (Lista de Verificación)..... | 36 |
| 2.5.3. | Análisis e Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos: 36 | |
| 2.5.3.1. | Descripción de las Instalaciones y Procesos | 37 |
| 2.5.3.2. | Identificación de los Peligros por el Método ¿What If?... | 38 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.3.3. | Estimación de la Probabilidad y la Severidad..... | 38 |
| 2.5.3.4. | Valoración y Clasificación de Riesgos..... | 39 |
| 2.5.3.5. | Registro de Resultados..... | 40 |
| 2.6. | Antecedentes de la Investigación..... | 40 |
| 2.6.1. | Antecedentes Nacionales..... | 40 |
| 2.6.2. | Antecedentes Internacionales..... | 42 |
| 2.7. | Bases Teóricas..... | 45 |
| 2.7.1. | Salas Eléctricas..... | 45 |
| 2.7.2. | Sistemas de Agente Limpio..... | 46 |
| 2.7.2.1. | Tipos de Agente Limpio..... | 47 |
| 2.7.2.2. | Componentes del sistema de agente limpio..... | 53 |
| 2.7.3. | Sistemas de Detección & Alarma para agente limpio..... | 61 |
| 2.7.3.1. | Componentes del Sistema de Detección & Alarma..... | 61 |
| 2.7.3.1.1 | Panel de control de sistema de detección y alarma de incendios | 61 |
| 2.7.3.1.2 | Fuente de alimentación eléctrica principal del panel (FACP) | 63 |
| 2.7.3.1.3 | Fuente de alimentación eléctrica secundaria del panel FACP | 63 |
| 2.7.3.1.4 | Detector de humo..... | 64 |
| 2.7.3.1.5 | Estación manual de incendio..... | 66 |
| 2.7.3.1.6 | Módulo relay..... | 67 |
| 2.7.3.1.7 | Módulo de Control..... | 68 |

| | | |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.7.3.1.8 | Módulos de monitoreo | 69 |
| 2.7.3.1.9 | Modulo aislador..... | 70 |
| 2.7.3.1.10 | Sirena con luz estroboscópica | 71 |
| 2.7.3.1.11 | Estación de aborto convencional..... | 72 |
| 2.7.4. | Filosofía de funcionamiento del sistema de detección & alarma para sistemas de agente limpio..... | 73 |
| 2.7.5. | Definición de términos básicos..... | 75 |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA..... | | 77 |
| 3.1. | Información y Experiencial Profesional | 77 |
| 3.1.1. | Datos Personales | 77 |
| 3.1.2. | Estudios Realizados | 77 |
| 3.1.3. | Perfil Profesional | 77 |
| 3.1.4. | Experiencia Laboral | 78 |
| 3.2. | Diagnóstico de Causas que Ocasionan un Incendio | 81 |
| 3.2.1. | Verificación de protección contra incendio por método del check list | 85 |
| 3.2.2. | Análisis por el método de Identificación de peligros y evaluación de riesgos | 86 |
| 3.2.2.1. | Grupos de agentes generadores de peligros | 86 |
| 3.2.2.2. | Determinación de los Posibles Escenarios de Riesgo | 87 |
| 3.2.2.3. | Identificación de peligros y evaluación de riesgos..... | 87 |
| 3.3. | Registro de Resultados..... | 90 |
| 3.4. | Medidas de Control – Sala Eléctrica N° 6 | 90 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.1. | Recomendación por norma local | 90 |
| 3.4.2. | Recomendación por norma internacional | 91 |
| 3.5. | Selección del Agente Limpio..... | 92 |
| 3.6. | Resultado de la Selección del Agente Limpio | 93 |
| 3.6.1. | Datos del Área Para Proteger | 95 |
| 3.6.2. | Determinación de Volumen de Agente Limpio | 96 |
| 3.6.3. | Determinación de la Concentración Mínima de Diseño | 97 |
| 3.6.4. | Cálculo de cantidad de agente limpio | 101 |
| 3.6.5. | Ajuste de la cantidad de agente limpio por factor de corrección por altitud | 102 |
| 3.6.6. | Elección de la capacidad del tanque de agente limpio..... | 104 |
| 3.6.7. | Determinación de tuberías y accesorios para el sistema de agente limpio | 106 |
| 3.6.8. | Determinación de las boquillas de agente limpio | 111 |
| 3.6.9. | Diseño de recorrido de tuberías y boquillas por software de simulación SAPPHIRE | 112 |
| 3.6.10. | Resumen de diámetros de tuberías, accesorios y boquillas a utilizar | 118 |
| 3.7. | Dimensionamiento del Sistema de Detección & Alarma | 120 |
| 3.7.1.1. | Distribución de detectores de humo | 120 |
| 3.7.1.2. | Distribución de estaciones manuales y pulsados de aborto | 122 |
| 3.7.1.3. | Distribución de luces estroboscópicas..... | 123 |
| 3.7.1.4. | Distribución de dispositivos de monitoreo y desconexión | 126 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.7.1.5. Unifilar de conexión de dispositivos de Detección & Alarma | |
| 127 | |
| 3.7.1.6. Matriz de Salidas y Entradas..... | 129 |
| 3.7.1.7. Cálculo de Baterías..... | 131 |
| 3.8. Presupuesto de Implementación del Sistema de Supresión por Agente Limpio | |
| 133 | |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS..... | 135 |
| 4.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos bajo la propuesta de implementación del sistema de agente limpio en las salas eléctricas | 135 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 137 |
| 5.1. Conclusiones | 137 |
| 5.2. Recomendaciones | 138 |
| Referencias..... | 140 |
| ANEXOS | 146 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 <i>Proveedores Estratégicos de la Empresa AQPperuana según Sector y Categoría</i> | 22 |
| Tabla 2 <i>Estadísticas de Emergencia Atendidas a Nivel Lima, Callao e Ica - Tipo de Emergencia 2020</i> | 30 |
| Tabla 3 <i>Agentes considerados en NFPA 2001</i> | 48 |
| Tabla 4 <i>Características del Agente Limpio FM-200</i> | 49 |
| Tabla 5 <i>Características del Agente Limpio Novec 1230</i> | 50 |
| Tabla 6 <i>Características del Agente Limpio Ecaro 25</i> | 51 |
| Tabla 7 <i>Características del Agente Limpio Inergen</i> | 52 |
| Tabla 8 <i>Agentes Generadores de Peligros</i> | 86 |
| Tabla 9 <i>Resultados de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos</i> | 88 |
| Tabla 10 <i>Tabla Resumen de Riesgos</i> | 89 |
| Tabla 11 <i>Normas para la Instalación de Sistemas de Supresión de Incendios</i> | 92 |
| Tabla 12 <i>Resultado de Comparación de Agentes Limpios</i> | 94 |
| Tabla 13 <i>Resultados de Cálculo de Volumen</i> | 96 |
| Tabla 14 <i>Concentración Mínima de Agente Limpio</i> | 97 |
| Tabla 15 <i>Concentración de diseño agente Novec por Inundación Total</i> | 99 |
| Tabla 16 <i>Resultado de Cálculo de cantidad de Agente Limpio</i> | 101 |
| Tabla 17 <i>Factores de Corrección Atmosférica</i> | 103 |
| Tabla 18 <i>Calculo para Cantidad de Cilindros</i> | 104 |
| Tabla 19 <i>Lista de Contenedores Según Parte y Capacidad de Almacenamiento</i> | 105 |
| Tabla 20 <i>Presión de Recipiente según Agente Limpio</i> | 108 |
| Tabla 21 <i>Característica del Recipiente de Almacenamiento</i> | 109 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 22 | <i>Accesorios de Sistemas de Tuberías</i> | 110 |
| Tabla 23 | <i>Metrado de tuberías para Red de Agente Limpio</i> | 118 |
| Tabla 24 | <i>Metrado de Accesorios para Red de Agente Limpio</i> | 119 |
| Tabla 25 | <i>Metrado de Boquillas para Red de Agente Limpio</i> | 119 |
| Tabla 26 | <i>Modelo de Boquillas según Fabricante</i> | 120 |
| Tabla 27 | <i>Presupuesto para Implementación</i> | 133 |
| Tabla 28 | <i>Tabla Resumen de Riesgos</i> | 135 |
| Tabla 29 | <i>Tabla de Resumen de Riesgos después la Implementación</i> | 135 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 | <i>Logos Pertenecientes a los clientes del Sector Privado de la Empresa AQPperuana...</i> | 17 |
| Figura 2 | <i>Logo de los Clientes del Sector Publico de la Empresa AQPperuana SAC</i> | 17 |
| Figura 3 | <i>Localización de la Empresa AQPperuana SAC</i> | 18 |
| Figura 4 | <i>Organigrama de la Empresa AQPperuana SAC.....</i> | 25 |
| Figura 5 | <i>Estadísticas en Emergencias Ocurridas en la Ciudad de Lima en el año 2019-2020. .</i> | 27 |
| Figura 6 | <i>Diagrama de Causa y Efecto.....</i> | 36 |
| Figura 7 | <i>Flujograma de Riesgo</i> | 37 |
| Figura 8 | <i>Matriz de Evaluación de Riesgo de 6x6</i> | 39 |
| Figura 9 | <i>Valorización de Riesgo.....</i> | 40 |
| Figura 10 | <i>Imagen de Sala Eléctrica.....</i> | 45 |
| Figura 11 | <i>Sistema Típico de Agente limpio</i> | 47 |
| Figura 12 | <i>Cilindro Contenedor de Agente Limpio</i> | 54 |
| Figura 13 | <i>Lista de Tamaños de Cilindros.....</i> | 54 |
| Figura 14 | <i>Imagen de Switch de descarga</i> | 55 |
| Figura 15 | <i>Imagen de Switch de Baja Presión.....</i> | 56 |
| Figura 16 | <i>Imagen de Boquillas de descarga.....</i> | 57 |
| Figura 17 | <i>Lista de Tamaños de Boquillas.....</i> | 57 |
| Figura 18 | <i>Imagen de Actuador Eléctrico de 24 voltios</i> | 58 |
| Figura 19 | <i>Imagen de Actuador Mecánico.....</i> | 59 |
| Figura 20 | <i>Imagen de Switch de mantenimiento</i> | 60 |
| Figura 21 | <i>Imagen de Accesorios de Unión para Mangueras</i> | 60 |
| Figura 22 | <i>Imagen de Mangueras flexibles.....</i> | 61 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 23 <i>Imagen de Panel Contra Incendio</i> | 62 |
| Figura 24 <i>Imagen de Tablero Eléctrico</i> | 63 |
| Figura 25 <i>Imagen de Baterías en Serie</i> | 64 |
| Figura 26 <i>Imagen de Detector de Humo</i> | 65 |
| Figura 27 <i>Imagen de Estación Manual</i> | 67 |
| Figura 28 <i>Imagen de Modulo Relay</i> | 68 |
| Figura 29 <i>Imagen de Modulo de Control</i> | 69 |
| Figura 30 <i>Imagen de Módulo de monitoreo</i> | 70 |
| Figura 31 <i>Imagen de Modulo Aislador</i> | 71 |
| Figura 32 <i>Imagen de Sirena con Luz Estroboscópica</i> | 72 |
| Figura 33 <i>Imagen de Estación de Aborto Convencional</i> | 73 |
| Figura 34 <i>Análisis de Diagrama de Causa y Efecto</i> | 84 |
| Figura 35 <i>Formato de Lista de Verificación de Sistemas Contra Incendios</i> | 85 |
| Figura 36 <i>Formato de Datos para Calculo parte 1</i> | 95 |
| Figura 37 <i>Formato de Datos para Calculo parte 2</i> | 96 |
| Figura 38 <i>Calculo de Factor de Seguridad de Agente Limpio por Interpolación</i> | 100 |
| Figura 39 <i>Rango de Cobertura de Boquillas</i> | 111 |
| Figura 40 <i>Ejemplos de posición de Tes para Diseño de Red de Agente Limpio</i> | 112 |
| Figura 41 <i>Diseño Propuesto para Red de Tuberías de Agente Limpio</i> | 114 |
| Figura 42 <i>Datos ingresados en el Software SAPPHIRE</i> | 115 |
| Figura 43 <i>Imagen de Red de Tubería de Agente Limpio en Software SAPPHIRE</i> | 117 |
| Figura 44 <i>Posición de Detectores en Zona Cruzada</i> | 122 |
| Figura 45 <i>Instalación de Estaciones Manuales</i> | 123 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 46 <i>Parámetros del Patrón Temporal</i> | 124 |
| Figura 47 <i>Instalación de Sirena con Luz Estroboscópica</i> | 125 |
| Figura 48 <i>Espaciamiento en Salas para Aparatos Visibles Montados en Paredes</i> | 126 |
| Figura 49 <i>Conexión para el Sistema de Detección & Alarma</i> | 127 |
| Figura 50 <i>Matriz de Entradas y Salidas</i> | 130 |
| Figura 51 <i>Calculo de Baterías para Reserva</i> | 131 |

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente estudio de suficiencia profesional tiene como objetivo principal en proponer la implementación de un sistema de detección y extinción de incendios por agente limpio en una sala eléctrica de la planta productora de papel, que a través del método de recolección de datos y evaluación de riesgos de peligros se puede entender la situación actual de peligro en que se encuentra ante una amenaza de incendio. Así mismo como parte del estudio es demostrar la implementación del sistema por medio del Reglamento Nacional de Edificación (RNE) y el desarrollo del diseño bajo recomendaciones de la norma de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la Empresa

La empresa AQPperuana SAC se creó en el mes de mayo del año 2011 por la sociedad de dos profesionales arequipeños con más de 30 años de experiencia en el mercado de ventas e instalaciones de sistemas de seguridad, que siendo testigos y participes de la evolución tecnológica y comercial del mercado de los Sistemas de Seguridad Electrónica.

En este año la empresa AQPperuana SAC está cumpliendo con su primera década de funcionamiento interrumpido a pesar de la crisis empresarial que contrajo la pandemia, la empresa a través de sus objetivos, misión y visión ha superado la barrera de la crisis que dejó inoperativas al 24,5% de las empresas a nivel de Lima Metropolitana debido a la disminución de las ventas según publicación de INEI en su nota de Prensa. (INEI, 2020)

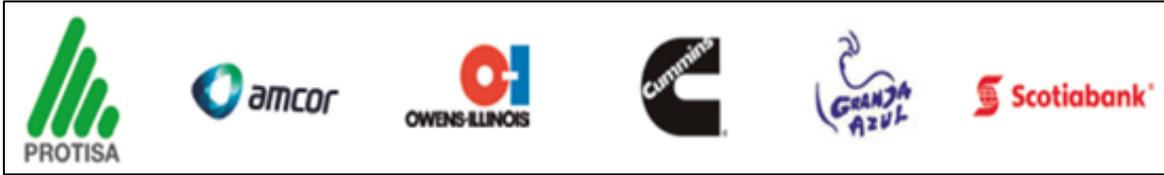
La empresa AQPperuana SAC en estos últimos dos años comenzó a crecer junto con su cartera de clientes pertenecientes al sector privado y público que a continuación, se enlistan:

Clientes Pertenecientes al Sector Privado:

- Productos Tissue del Perú SAC.
- Perúplast SA.
- Owens Illinois Perú SA.
- Distribuidora Cummins Perú SAC.
- Granja Azul SA.
- Scotiabank Perú SAA.
- Corporación de Industrias Plásticas SA.
- A continuación, se muestra los logos de los clientes pertenecientes al sector privado. Ver Figura 2.

Figura 1

Logos Pertenecientes a los clientes del Sector Privado de la Empresa AQPperuana



Tomada de (AQPperuana, 2020).

Clientes Pertenecientes al Sector Publico:

- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos
- Instituto Peruano de Energía Nuclear
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
- Superintendencia Nacional de los Registros Públicos

A continuación, se muestra los logos de los clientes pertenecientes al sector público. Ver

Figura 2

Figura 2

Logo de los Clientes del Sector Publico de la Empresa AQPperuana SAC



Tomada de (AQPperuana, 2020).

1.1.1. *Ubicación de la Empresa AQPperuana SAC*

El centro de operaciones de la empresa AQPperuana SAC se encuentra ubicado en la dirección Av. Arequipa # 4343 Oficina 21 en el distrito de Miraflores, ver localización en la Figura 3.

Figura 3

Localización de la Empresa AQPperuana SAC



Tomada de (AccesoPerú, 2021)

1.1.2. *Objetivos de la Empresa AQPperuana SAC*

El objetivo principal de la empresa AQPperuana SAC está enfocado a brindar el mejor servicio para lograr clientes satisfechos. Por ello la empresa tiene estándares altos en la selección de personal competente, con experiencia laboral y conocimientos en las áreas ya sea administrativas, de ventas y de servicio técnico. (AQPperuana, 2021)

1.1.3. Misión de la Empresa AQPperuana SAC

La misión de la empresa AQPperuana SAC está dirigido en brindar la mejor solución de forma inmediata en instalación y mantenimiento de los diferentes Sistemas, ya sea de Seguridad Electrónica o Contra Incendios y gracias a los años de experiencia en el mercado y de su personal competente han podido equilibrar el costo- beneficio logrando que el servicio sea eficiente, rápido y de calidad. Gracias al equilibrio logrado la empresa mantiene a sus clientes satisfechos con la venta y los servicios de post venta. (AQPperuana, 2021)

1.1.4. Visión de la Empresa AQPperuana SAC

La visión de la empresa AQPperuana SAC es sostener las fortalezas adoptadas en el día a día para así lograr convertirse y posicionarse como una de las primeras empresas de soporte confiable en el mercado en Sistemas Contra Incendios y Seguridad Electrónica. (AQPperuana, 2021)

1.1.5. Servicios de la Empresa AQPperuana SAC

La empresa AQPperuana SAC dentro de sus 10 años de funcionamiento brinda diferentes tipos de servicios de mantenimiento e instalación de Sistemas Contra Incendios y Seguridad Electrónica que son necesarias para las habilitaciones urbanas y las edificaciones.

1.1.5.1. Servicios de instalación de sistemas de protección contra incendios.

Los sistemas contra incendio se clasifican en pasivos y activos y que están conformados por grupos de equipos y dispositivos que ayudan a detectar, controlar y extinguir un incendio. Estos Sistemas son diseñados bajo recomendaciones de normas nacionales (RNE, NTP) e internacionales (NFPA) y que son de implementación obligatoria según lo establecido en el Decreto Supremo “Reglamento de SST para el Sector Industrial” (DS-042-F) que es parte de la legislación peruana.

1.1.5.1.1 Servicio de Instalación de Sistemas Pasivos.

Dentro de los servicios que cuenta la empresa AQPperuana SAC es la elaboración del diseño de ingeniería, instalación y mantenimiento de sistemas de Detección & Alarma, Sistema de Evacuación por Audio además de la certificación de la instalación y suministro de los componentes del sistema.

1.1.5.1.2 Servicio de Instalación de Sistemas Activos.

Dentro de los servicios que cuenta la empresa AQPperuana SAC es la elaboración del diseño de ingeniería, instalación y mantenimiento de sistemas que son necesarios para controlar y extinguir incendios, además de la certificación de la instalación y suministro de los componentes del sistema.

Estos servicios pueden ser del tipo automático por rociadores, sistemas de bombeo, red de hidrantes y gabinetes además de supresión por agente limpio con agente halocarbonado o inerte.

1.1.5.2. Servicios de instalación de sistemas de circuito cerrado de televisión.

Dentro de los servicios de Seguridad Electrónica que la empresa AQPperuana SAC ofrece, se encuentra el sistema de CCTV que significa circuito cerrado de televisión y está conformado por equipos y dispositivos que tienen la tecnología de proyectar imágenes que ayudan en la seguridad y vigilancia de los recintos.

1.1.5.2.1 Cableado Estructurado

Otro de los servicios de Seguridad Electrónica que la empresa AQPperuana SAC ofrece es el de Cableado Estructurado, este sistema está compuesto por cables tranzados del tipo UTP que significa “Par Trenzado no blindado” además de la utilización de cables del tipo coaxial, de fibra óptica y equipos integradores de redes componen el sistema de Red de Área Local.

1.1.5.3. BMS

Otro de los servicios de Seguridad Electrónica que la empresa AQPperuana SAC ofrece es el de Building Management System (BMS) que traducido al español significa Sistemas de Gestión de Edificios, este sistema como su nombre lo dice permite la gestión y el control de los sistemas automatizados de los edificios ya sea del tipo mecánico o electrónico y de alta tecnología como lo es el sistema de climatización, Accesos, Intrusión, Contra Incendio, Control de Iluminación y HVAC.

1.1.6. *Proveedores Estratégicos de la AQPperuana SAC*

La empresa AQPperuana SAC con el fin de alcanzar los más altos estándares en calidad y mantener la garantía de los productos que suministra dentro de sus trabajos de instalación se abastece de proveedores reconocidos a nivel mundial y son que son líderes en sus sectores. Como es el caso de la marca Xtralis Vesda que se encuentra en el mercado de sistemas de detección de incendios desde hace 30 años y viene brindando soluciones en detección de incendios en etapa temprana por medio de su método de aspiración de partículas de humo. La marca viene protegiendo a más de 250,000 sitios en más de 100 países alrededor del mundo. (Vesda, 2021)

Si bien Xtralis Vesda es un claro ejemplo del alto nivel de proveedores que tiene la empresa AQPperuana SAC podemos mencionar los siguientes proveedores en la Tabla 1 *Proveedores Estratégicos de la Empresa AQPperuana según Sector y Categoría* según su sector y categoría.

Tabla 1
Proveedores Estratégicos de la Empresa AQPperuana según Sector y Categoría

| Logo de Proveedor | Nombre del Proveedor | Sistema | Descripción |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Xtralis Vesda | Detección & Alarma | Empresa dedicada a la detección temprana de incendios por aspiración de partícula de humo. |
|  | Honeywell International, Inc. | Detección & Alarma | Empresa dedicada a la producción de productos aeroespaciales y Seguridad Industrial, entre otros sectores de la industria. |
|  | Simplex Grinnell LP | Detección & Alarma / Agua Contra Incendio | Empresa dedicada a la producción de productos especializados en sistemas de protección contra incendio. |
|  | Grundfos | Sistema de Agua Contra Incendio | Empresa dedicada a la fabricación de bombas hidráulicas. |
|  | The Siemon Company | Telecomunicaciones | Empresa dedicada a brindar servicios y hardware para data center, red local y edificios inteligentes. |
|  | Robert Bosch GmbH | Detección & Alarma | Empresa dedicada a la fabricación de productos tecnológicos de sistemas de detección y para la industria. |
|  | Samsung Electronics | Sistema de CCTV y Seguridad Electrónica | Empresa Surcoreana dedicada a la producción de equipos y dispositivos de imágenes. |
|  | Axis Communications AB | Sistemas de CCTV | Empresa Sueca dedicada a la producción de equipos de video vigilancia, control de acceso y dispositivos de audio en red. |
|  | Edwards | Agente Limpio | Desarrolladores y fabricante de productos de vacío y sistemas de gases. |
|  | Kidde | Agente Limpio y Detección & Alarma | Fabricante y distribuidores de productos de detección de incendios y de supresión. |
|  | Giacomini S.p.A. | Sistema de Agua Contra Incendio | Empresa dedicada a la fabricación de equipos y accesorios para refrigeración, calefacción, medición de energía térmica y de regulación de fluidos. |
|  | Johnson Control, Inc | Detección & Alarma, BMS | Empresa dedicada a la fabricación de equipos para el control de sistemas de alta tecnología como sistemas de refrigeración, supresión, detección de fuego, HVAC y otros. |

Nota: Tabla de Proveedores estratégicos de la empresa AQPperuana SAC (Fuente Propia)

1.2. Organigrama de la Empresa AQPperuana SAC

En la Figura 4 se muestra el organigrama de la empresa AQPperuana SAC que está conformada por las siguientes áreas:

- Representante Legal: Persona encargada de actuar en nombre de la empresa además de firmar los contratos de los empleados y las certificaciones laborales, financieras y contables.
- Jefa de Recursos Humanos: Persona encargada de crear el lazo de relación entre el empleado y el empleador además se encarga de la difusión de las políticas, los objetivos, la misión y visión de la empresa.

Realizar estrategias para atraer empleados con potencial y desarrollar planes que permitan la motivación, el monitoreo y la evaluación del empleado con el fin de afianzar el compromiso del empleado con la empresa.

- Jefatura de Administración y Logística: Grupo conformado por el jefe Administrativo, Asistente de Compras y Contador. Personas encargadas de gestionar y administrar los activos y llevar los libros contables además del estado financiero de la empresa.

También se encargan de comprar, almacenar y suministrar las herramientas, consumibles, equipos y materiales que se utilizan para la ejecución de los proyectos de instalación y mantenimiento.

- Jefatura de Operaciones y Proyectos: Grupo conformado por el jefe de Operaciones, Ingenieros de Proyectos, Cadistas, Supervisor de Obras de Servicio, Supervisor Directo de Obra, Personal de Obra, Supervisor de Mantenimiento, Personal de Mantenimiento y Supervisores de Seguridad de Obra y Mantenimiento. Liderados por el Jefe de Operaciones quien es el responsable de la asignación de recursos para los proyectos de instalación y mantenimiento. Es en el encargado de tomar las decisiones estratégicas por el beneficio de la empresa.

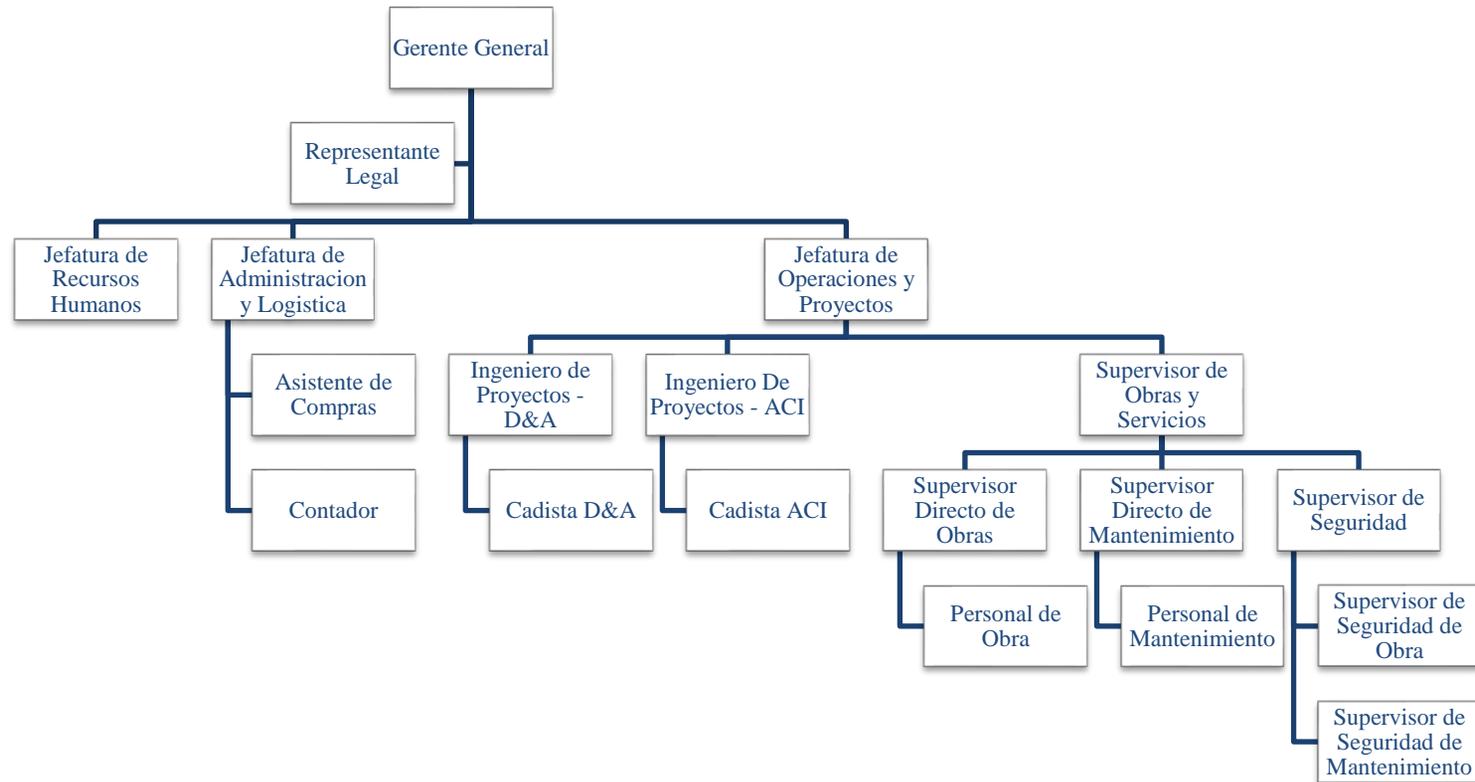
- Los Ingenieros de Proyectos con ayuda de los Cadistas: Son los responsables del desarrollo de los diseños tecnológicos basados en las normas y estándares nacionales e internacionales.

También son los encargados de resolver las consultas técnicas realizadas por los ejecutantes y los clientes.

- El supervisor de Obras y Servicios: Encargado de la planificación y controlar los trabajos realizados por el personal técnico y que son monitoreados por los Supervisores Directos de Obra y Mantenimiento.
- El Supervisor de Seguridad: Tiene la tarea de asesorar y vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 4

Organigrama de la Empresa AQPperuana SAC



Nota: Estructura Organizacional de la empresa AQPperuana SAC. Tomada de (AQPperuana, 2021)

1.3. Realidad Problemática

En un mundo globalizado en donde las empresas trabajan a una velocidad de crecimiento acelerado y constante, se pueden ver empresas a nivel nacional e internacional preocupadas y no es precisamente por mantener la producción constante si no en las grandes pérdidas que podría sufrir por un incendio y no solo a nivel económico sino también en daños materiales, pérdidas de vidas humanas, primas de seguros, perdidas de actividades entre otros.

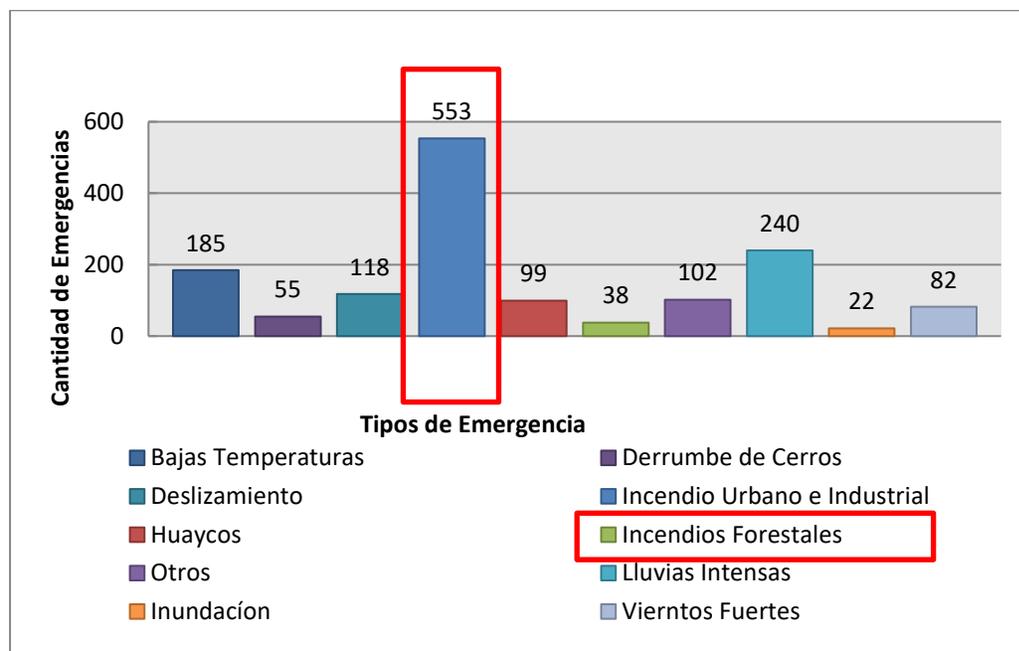
Como es el caso internacional de Reino Unido que siendo un país desarrollado tuvo pérdidas de 275 millones de libras en el año 2000 por 70 incendios industriales o como también en los daños materiales que ocurrió en EE.UU que costaron más de 10mil millones de dólares en el año 2001. (Mercortecresa, 2021).

Si bien Perú no es un país desarrollado a nivel de Reino Unido o EE.UU podemos entender que los incendios se pueden producir en cualquier lugar y hora del mundo.

Según INDECI por medio de las estadísticas en emergencias ocurridas en Lima en el año 2019-2020, ver Figura 5 nos da a conocer los registros de los desastres por incendio ocurridos en la ciudad limeña. Lo cual son alarmantes debido a que es una de las emergencias con mayor registro después de las emergencias por lluvias intensas y bajas temperaturas.

Figura 5

Estadísticas en Emergencias Ocurridas en la Ciudad de Lima en el año 2019-2020.



Nota: Estadísticas de las emergencias ocurridas en Lima, siendo incendios urbanos e industriales con mayor registro “553” en la ciudad de Lima en el año 2019-2020. Tomada de (INDECI, 2021)

Solo en el año 2021 en la ciudad de Lima se registraron grandes incendios como fueron en el caso de dos fábricas en Huachipa que fue calificada como código cuatro que significa tragedia local (RPP, 2021) o como también la fábrica textil de Comas que necesito de 27 vehículos para contener el incendio (Republica, 2021). Pero estos sucesos no solo pasan en Lima si no a nivel internacional como fue el caso de la ciudad de Barranquilla que tuvo un incendio en la subestación eléctrica del Barrio del Silencio y que dejo a 55mil personas sin fluido eléctrico (INFOBAE, 2021) o como también lo sucedido en la ciudad de San Juan en Puerto Rico que debido a un incendio en la subestación dejo gran parte de la población sin fluido eléctrico (CNN, 2021).

Estas emergencias de incendio no solo han ocurrido en los años en mención si no que a través de la historia han dejado marcas es el caso de los incendios ocurridos con consecuencias graves como fue en la fábrica de plásticos Pamolsa que si bien no hubo pérdidas de vidas humanas hubo pérdidas materiales dejando a la empresa en crisis financieras (Pamolsa, 2017), también podemos listar el incendio ocurrido en el distrito de Comas que destruyó tres fábricas (CGBVP, 2016) y aquellas que trajeron tragedias humanas como fue el caso de la discoteca Utopía aquel trágico suceso que tuvo como consecuencia la muerte de 29 personas y pérdidas materiales (INDECI, Informe Sobre el Incendio Ocurrido en la Discoteca Utopía, 2002) además podríamos mencionar el caso del incendio ocurrido en la zona céntrica de Lima conocido como “Mesa Redonda” aquel desastrosos incendio fue causado por la negligencia humana y que tuvo como consecuencia 277 muertos, 247 heridos y más de 10 millones de pérdidas materiales (INDECI, Informe de los Principales Desastres Ocurridos en el Peru - Mesa, Redonda, 2001).

Todos los sucesos mencionados tienen algo en común y fueron ocasionados por negligencia humana (explosión o corto circuito), y es tanto la ocurrencia que el año 2020 el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú dentro de sus estadísticas de tipos de emergencia han separado los incendios de los cortos circuitos ver *Tabla 2 Estadísticas de Emergencia Atendidas a Nivel Lima, Callao e Ica - Tipo de Emergencia 2020* Después de ver los casos de incendios transcurridos en los diferentes años podemos asegurar que las empresas están indefensas potencialmente a sufrir desastres por incendios. Como es el caso de la empresa que produce en gran escala productos de papel y que forma parte de la siguiente investigación de implementación, hasta la fecha la empresa viene desarrollando su producción de manera normal sin conocer los peligros potenciales que está creciendo en el interior de la planta.

Tabla 2*Estadísticas de Emergencia Atendidas a Nivel Lima, Callao e Ica - Tipo de Emergencia 2020*

| Tipo de emergencia | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Incendio | 762 | 630 | 697 | 351 | 343 | 357 | 439 | 483 | 467 | 511 | 530 | 592 | 6162 |
| Fuga de gas | 598 | 1013 | 862 | 579 | 530 | 498 | 595 | 571 | 531 | 511 | 404 | 556 | 7248 |
| Emergencia medicas | 3450 | 2848 | 2014 | 380 | 295 | 530 | 587 | 656 | 704 | 913 | 1122 | 1223 | 14722 |
| Rescates | 232 | 236 | 195 | 83 | 75 | 77 | 75 | 86 | 107 | 120 | 97 | 129 | 1512 |
| Derrame de productos | 4 | 3 | 4 | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 25 |
| Corto circuito | 115 | 122 | 91 | 72 | 58 | 44 | 75 | 74 | 63 | 81 | 70 | 79 | 944 |
| Servicio especial | 66 | 141 | 110 | 123 | 38 | 38 | 57 | 59 | 35 | 50 | 66 | 145 | 928 |
| Accidentes vehiculares | 843 | 708 | 537 | 180 | 241 | 382 | 485 | 484 | 522 | 663 | 660 | 814 | 6519 |
| Falsa alarma | 11 | 14 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 4 | 4 | 4 | 11 | 9 | 86 |
| Desastres naturales | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 17 |
| Total | 6086 | 5718 | 4520 | 1776 | 1590 | 1932 | 2321 | 2419 | 2436 | 2855 | 2960 | 3550 | 38163 |

Nota: La tabla muestra la cantidad de emergencias ocurridas en incendios y por corto circuito en el año 2020 en la ciudad de Lima,

Callao e Ica. Tomada de (CGBVP C. G., 2021).

1.4. Formulación del Problema General

- ¿Cómo analizar, desarrollar e implementar una propuesta para la instalación de un sistema de agente limpio que pueda detectar y suprimir un incendio en las salas eléctricas de la empresa productora de papel?

1.5. Formulación del Problema Especifico

- ¿Cómo identificar y evaluar los peligros que pueden ocasionar un incendio dentro de las salas eléctricas de la empresa productora de papel?
- ¿Cómo definir la información necesaria para desarrollar e implementar un sistema de agente limpio para las salas eléctricas de la empresa productora de papel?
- ¿Cómo definir el agente limpio con menos costo, seguro y amigable con el medio ambiente?

1.6. Justificación

Después de realizar el análisis previo sobre el estado de la empresa productora de papel y ver los sucesos que pasaron a través de la historia y afirmar los peligros latentes que hay en las empresas por no contar con las medidas necesarias de protección contra incendio en sus salas eléctricas nos obliga a encontrar medidas de control para el análisis de peligros, diseños de implementación basadas en las normativas escritas en los reglamentos nacionales e internacionales en sistemas de prevención y mitigación de incendios.

Mediante el presente trabajo de suficiencia profesional se quiere proponer la implementación de un sistema de agente limpio adecuado que ayude a detectar y mitigar posibles incendios que se puedan producir en las salas eléctricas de la empresa productora de papel y que

además tenga finalidad de proteger la vida de los trabajadores, los daños a la propiedad y proteger el medio ambiente.

1.7. Formulación de Objetivos

1.7.1. *Objetivo General*

- ✓ Analizar, desarrollar e implementar una propuesta de instalación de un sistema de agente limpio que pueda detectar y suprimir un incendio en las salas eléctricas de la empresa productora de papel.

1.7.2. *Objetivos Específicos*

- ✓ Identificar y evaluar los peligros que pueden ocasionar un incendio dentro de las salas eléctricas de la empresa productora de papel.
- ✓ Definir la información necesaria para desarrollar e implementar un sistema de agente limpio para las salas eléctricas de la empresa productora de papel.
- ✓ Definir el agente limpio con menos costo, seguro y amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Tipo de Investigación

El siguiente trabajo es desarrollado a través de la metodología de investigación descriptiva la cual consiste en la observación cualitativa y cuantitativa.

2.2. Población

Según la Real Academia Española (RAE, 2018) define población como un conjunto de personas que habitan en un determinado lugar además menciona que es un conjunto de edificios y espacios de una ciudad. Lo cual nos lleva a entender que son parte importante de estudio en una investigación.

Lo cual nos hace recordar la definición de (Levin & Rubin, 2004) “Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones u obtener un resultado”.

Como parte del presente trabajo se define como la población las salas eléctricas N°1, N°2, N°3, N°4, N°5 y N°6 que posee la empresa productora de papel.

2.3. Muestra

Según la Real Academia Española (RAE, 2018) define muestra como la parte o porción que se extrae de un grupo mayor y que sirve como representación. Como parte del presente trabajo se tomará como muestra la sala eléctrica N°6.

2.4. Técnicas de Recolección de Datos

Según (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006) quienes nos dicen a través de una pregunta: ¿Qué Implica la etapa de recolección de los datos?

Lo cual nos responde... con el desarrollo de un plan detallado de procedimientos que nos conducirán a reunir datos con un propósito específico.

Si bien este plan nos ayuda a determinar las fuentes de donde se obtendrá la información ya sean dadas por las mismas personas o por las documentaciones de la empresa.

Debemos aprender a localizar tales fuentes, para así poder elegir el método de recolección de datos confiable y concluir con la preparación para su análisis.

Para nuestra propuesta de implementación utilizaremos el método de recolección de datos cuantitativa teniendo como estudio la población, que en este caso son las salas eléctricas de la planta productora de papel.

2.4.1. Método de observación Cuantitativa

Este tipo de investigación se basa en la observación y en la utilización de herramientas y métodos que nos ayudan a cuantificar resultados de manera objetiva, se obtiene resultados medibles.

Según (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2006) esta técnica consiste en el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y conductas que se manifiestan.

Con el método de la observación cuantitativa tiene como principal enfoque la recolección de datos por medio de los sentidos, es decir de forma directa.

Como Instrumentos de recolección de datos utilizaremos métodos de identificación de riesgos por medio del Diagrama Causa y Efecto de Ishikawa, el cual nos ayudará a registrar el estado del objeto y será realizado por medio de la observación.

2.4.2. Método Cualitativo

Parte de la investigación es por el método cuantitativo el cual implica en observar resultados de manera objetiva, se toma en cuenta los métodos que permitan evaluar por medio del análisis.

Para el análisis se aplica el método de identificación de peligros y la evaluación de Riesgos ¿What If? Que en español significa ¿Qué Pasa Sí?

2.4.3. *Por datos Secundarios:*

Esta técnica de recolección de información se realiza por medio de documentos, registros estadísticos relacionados al desarrollo del estudio de implementación. Por ejemplo, Documentos informativos de desastres por incendios como también datos estadísticos de empresas que sufrieron incendios en el transcurso del año. Estos ejemplos mencionados tienen como base fundamental la recolección y análisis de datos.

Como instrumento de recolección de datos secundarios se utiliza una ficha, las cuales ayuda a procesar la información de documentos, revistas, datos estadísticos, entre otros.

2.5. Técnicas Análisis de Datos

A continuación, se muestra las técnicas de análisis de datos:

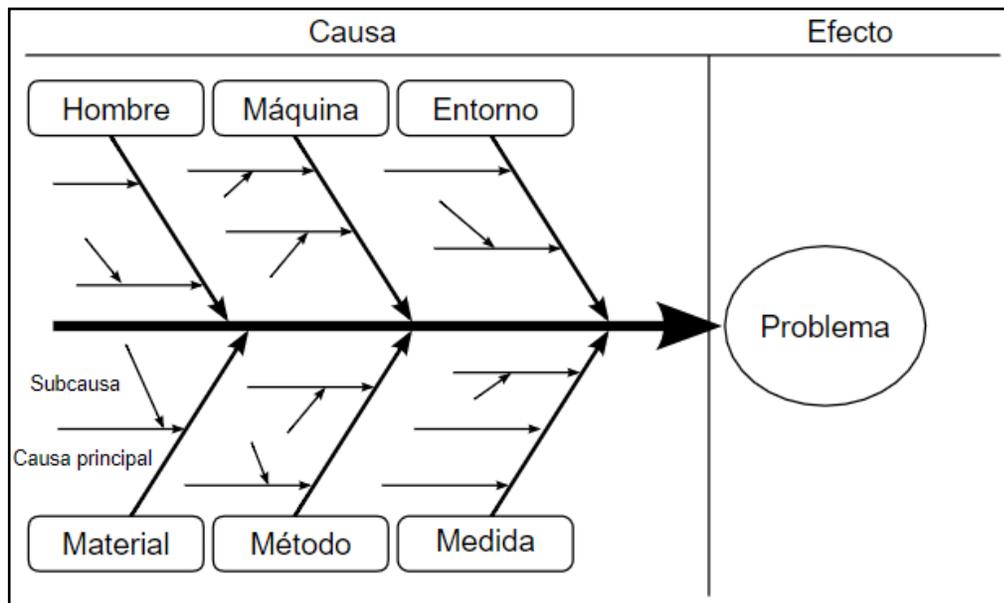
2.5.1. *Identificación de Riesgos por medio del Diagrama Causa y Efecto de Ishikawa:*

Según el Dr. Kaoru Ishikawa (Ishikawa, 2013) realizo un resumen sobre la creación del diagrama causa y efecto o también conocido como espina de pescado, que es una herramienta de ayuda para realizar análisis de problemas de cualquier índole y no solo referido a la salud. Se puede encontrar las causas en distintas importancias y encontrar el origen del problema y los efectos que lo están produciendo a través del análisis de los diferentes aspectos ver Figura 6

Diagrama de Causa y Efecto

Figura 6

Diagrama de Causa y Efecto



Nota: Diagrama de causa y efecto creada por Kaoru Ishikawa para el análisis de problemas, Reproducida de Gestión de Operaciones, 2019 (www.gestiondeoperaciones.net). CC BY 3.0.

2.5.2. El método “Check list” (Lista de Verificación)

Este método implica una revisión de las áreas de las empresas mediante una lista de verificación que dará a conocer si la empresa cuenta con sistemas de protección activa o pasiva.

Este método forma parte de la información de recolección y análisis que se necesita para identificación de peligros y la evaluación de riesgos. Ver formato en el **Anexo N° 1**. Formato de Check List de Verificación de Sistemas Contra Incendios

2.5.3. Análisis e Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos:

Esta herramienta está basada en el sistema de Gestión de seguridad y Salud en el Trabajo “SGSST”, OHSAS 18001, Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional y la normativa nacional: Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N° 005-2012-TR, nos ayuda a gestionar los riesgos a

través del análisis de los procesos, el cual inicia por el análisis después por las medidas de prevención y control (SGSST, 2013) . De esta forma podemos gestionar los riesgos a través de los siguientes análisis:

- a) Definir posibles escenarios de riesgos de incendio.
- b) Identificar riesgos potenciales que puedan afectar a los trabajadores y el activo de la empresa.
- c) Determinar medidas que ayuden a reducir los riesgos de incendios a niveles tolerables.

Una vez identificado cual es el objetivo del estudio y descritos a detalle se procederá a realizar la evaluación del riesgo ver Figura 7

Flujograma de Riesgo

Figura 7

Flujograma de Riesgo



2.5.3.1. Descripción de las Instalaciones y Procesos

En esta etapa se identifica los peligros asociados a los procesos de producción de las empresas, además de las características de los equipos que se encuentran dentro de las

instalaciones y los materiales. Se tomará como referencia los planos y registros documentarios de la empresa.

2.5.3.2. Identificación de los Peligros por el Método ¿What If?

Según (Goicochea, 2010) En una metodología de lluvia de ideas en la cual el grupo de gente experimentada familiarizada con el proceso realiza preguntas de algunos eventos indeseables.

Este método a través de su formato nos da a conocer sobre la importancia de hacer una evaluación en grupo ya que ayuda a identificar en donde se encuentra los peligros que podrían afectar en las actividades de operación de la empresa y que podría salir mal.

La cual gracias al método ¿What If? Podemos plantear interrogantes que nos ayuden a identificar rápidamente los peligros, Ejemplo:

¿Cómo puede afectar una actividad ese peligro?

¿Qué puede salir mal?

Después de realizar el análisis previo e identificar los posibles escenarios de riesgos se procederá a la estimación de probabilidad y la Severidad.

2.5.3.3. Estimación de la Probabilidad y la Severidad.

Basado en el cuadro de la Matriz de Evaluación de Riesgo de 6x6 establecido en el Anexo N° 1 del RM-050-2013-TR ver Figura 8 *Matriz de Evaluación de Riesgo de 6x6*. El cual se encuentra como un método comparativo y recomendado por el Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE, 2013) . Siendo un método generalizado podemos aplicar los principios en cualquier situación.

Figura 8

Matriz de Evaluación de Riesgo de 6x6

Severidad de las consecuencias Vs Probabilidad / frecuencia

| | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| SEVERIDAD | Catastróficos (50) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
| | Mayor (20) | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | Moderado alto (10) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| | Moderado (5) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | Moderado Leve (2) | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | Mínima (1) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | Escasa (1) | Baja probabilidad (2) | Puede suceder (3) | Probable (4) | Muy probable (5) |
| PROBABILIDAD | | | | | | |

Nota: Matriz de evaluación de riesgos entre la severidad y la probabilidad, Reproducida de Resolución Ministerial N°050.-2013-TR, 2013 (www.trabajo.gob.pe). CC BY 3.0.

2.5.3.4. Valoración y Clasificación de Riesgos.

Después de la estimación se realiza la valoración de los riesgos con la tabla establecida en el Anexo N° 1 del RM-050-2013-TR ver Figura 9 *Valorización de Riesgo* El cual dará a conocer el nivel de criticidad y la estimación mejorada para poder alcanzar el nivel de criticidad óptimo. Este método es recomendado por Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE, 2013).

Figura 9

Valorización de Riesgo

| VALORACIÓN DE RIESGOS | | |
|-----------------------|----------|-------------------|
| RIESGO CRITICO | ROJO | $50 < X \leq 250$ |
| RIESGO ALTO | NARANJA | $10 < X \leq 50$ |
| RIESGO MEDIO | AMARILLO | $3 < X \leq 10$ |
| RIESGO BAJO | VERDE | $X \leq 3$ |

Nota: Valorización de riesgos según nivel de criticidad, Reproducida de Resolución Ministerial N°050.-2013-TR, 2013 (www.trabajo.gob.pe). CC BY 3.0.

2.5.3.5. Registro de Resultados.

Ya teniendo los resultados de los niveles de criticidad de los riesgos, se realiza un cuadro valorando los riesgos de la planta productora de papel.

2.6. Antecedentes de la Investigación

A continuación, se mencionan los antecedentes de la investigación realizadas:

2.6.1. Antecedentes Nacionales

- Según (Erazo, 2019) presento en su Tesis Titulada “Diseño de un Sistema de Supresión de Incendios Basados en Agentes Limpios para las Salas Eléctricas de Mina Justa – ICA”, justifica que los costos implicados a implementar un sistema de agente limpio son pocos significativos al momento de afrontar un incendio y poder evitar las grandes pérdidas que generaría.
- Según (Cruz, 2020) Presento en su Tesis de Titulación “Diseño de un Sistema de Detección, Alarma y Extinción de Incendios para Optimizar la Protección del Equipamiento Dentro de la Sala Eléctrica – Planta de Cal – Yanacocha -2019”, justifica por medio de criterios técnicos, económicos, social y ambientales que la

implementación de un sistema contra incendio que sea capaz de prevenir un incendio y a la vez adaptar nuevos avances tecnológicos compatibles con la nueva sala eléctrica de la planta de cal de Yanacocha.

- Según (Gutierrez T. & Lapenta Y., 1983). Realizo la Tesis “Seguridad Contra Incendios en Edificaciones”, Nos da a conocer las carencias notables en el criterio del diseño en la infraestructura arquitectónica de los edificios además del análisis del fenómeno incendio y los criterios necesarios en la protección de un edificio a través de la selección adecuada de los equipos requeridos en la instalación contra incendio.

El autor nos da a conocer la importancia de contar con la arquitectura y equipos necesarios para la instalación con el fin de proteger la vida de las personas y hacer más resistentes los edificios a la furia de los incendios, los cuales nos servirá como referencia para considerar en los criterios de diseños la evaluación de la infraestructura existente de la sala eléctrica.

- Según (Nolasco, 2000). Realizo la Tesis “Análisis de Riesgo de Incendio en una Estación de almacenamiento y bombeo de GLP y Petróleo Crudo”, Nos muestra la importancia del método para el análisis y evaluación de riesgos como herramienta valiosa por medio del análisis las características de la operación y exposición además de la probabilidad de los riesgos que podrían causar un incendio en los almacenes de GLP.

Además, el autor da a conocer que a través del uso del método de análisis de riesgo por método cualitativo y cuantitativo detecta las causas más importantes y su probabilidad de ocurrencia con el fin de poder mitigar los riesgos que podrían

causar un incendio en los almacenes y proteger la vida humana, gracias al estudio en mención tomaremos como referencia el análisis para nuestra sala eléctrica y los peligros que estos pueden ocasionar en la planta.

- Según (Aguirre Vargas & Grimaldo Valencia, 2004). “Realizo la Tesis “Diseño Hidráulico de Sistemas Contra Incendio mediante Simulación Numérica”, Nos da a conocer los requisitos necesarios para implementar los cálculos numéricos en un sistema de extinción de incendios por medio de rociadores automáticos además del dimensionamiento de la red general desde su sistema de succión hasta la descarga. Además, el autor muestra los resultados del cálculo hidráulico y las normas técnicas utilizadas.

Todo el análisis es descrito con el fin de optimizar el adecuado funcionamiento del sistema y asegurar la protección de la vida humana.

Gracias al estudio en mención podremos tomar como referencia el dimensionamiento de la tubería y los cálculos del área que son requisitos necesarios para poder contar con un sistema contra incendio de agente limpio para la planta que es motivo de nuestro estudio.

2.6.2. Antecedentes Internacionales

- Según (Rincón, 2020) presento en su Tesis de Titulación “Diseño del Sistema Contra incendios por Agente Limpio para la Biblioteca de la Universidad Antonio Nariño Sede Sur, de acuerdo con las normas NFPA y NSR-10”, Da a conocer a través de su investigación realizada que por medio de la toma de datos y la identificación de riesgos además de los requisitos del reglamento Colombiano de Construcción NSR-10 y las recomendaciones de la NFPA la biblioteca de la

universidad Antonio Nariño requiere de un sistema de agente limpio y la implementación de mejoras a través del mantenimiento programado en las instalaciones de la biblioteca.

- Según (Moscoso Estrella & Nicola Naranjo, 2012) presentaron en su Tesis de Titulación “Diseño de un Sistema Fijo de Extinción de Incendios para las Bodegas de Materiales del NPF de REPSOL - Bloque 16”, A través del análisis inicial realizado en la bodega y en los materiales almacenados se determinaron la clasificación del fuego que sirvió como referencia para la elección de la protección de la bodega con agua contra incendio y agente limpio para el cuarto de frío, además el sistema será accionado de forma automática por medio del mecanismo de detección.
- Según (Soto, 2010) Realizo la Tesis “Elaboración e Implementación de un Plan de Emergencia y Evacuación Edificio Multimedia ante un riesgo de incendio”, Esta Tesis habla sobre la elaboración, implementación, establecer y actualizar un plan de Emergencia y Evacuación para prevenir incendios.

También la Autora nos da a conocer sobre los factores de una emergencia a través del conocimiento de su clasificación y los riesgos de un incendio además de las metodologías utilizadas para la realización del procedimiento que están basados en normas y reglamentos Nacionales Internacionales, todo lo analizado tiene como finalidad la protección de la vida humana y los bienes de la empresa.

Los cuáles serán referencia importante para nuestro estudio ya que analizaremos el tipo de metodologías utilizadas y los procedimientos basados a normas nacionales e internacionales.

- Según (Gamez, 2013). Realizo la Tesis “Propuesta para la Implementación de Sistemas de Prevención y Protección Contra Incendios en las Instalaciones del Centro Local Metropolitano de La Universidad Nacional Abierta, Esta Tesis nos da a conocer por medio del análisis e investigación por fases la importancia que es contar con un sistema contra incendios y la obligación de su implementación bajo los lineamientos de las autoridades gubernamentales del País.

Además de los métodos de protección y requisitos necesarios, costos de operación a las diferentes alternativas dadas. Todo lo descrito por el autor tiene como finalidad el de salvaguardar la vida de las personas de Centro Local y del material comprometido. Lo cuales nos servirán como referencia importante sobre el método de investigación además de los costos de implementación y las normas nacionales referentes a la extinción y detección de incendios.

- Según (Piedra G. & Valdivieso T., 2013). Realizo la Tesis “Evaluación del Riesgo de Incendio y Explosión en una Línea de Extrusión de Polietileno Expandido”, Esta Tesis nos da conocer la formación de los incendios, tipos y la explosión que se podrían desarrollar en una fábrica de plástico, además nos da a conocer los cálculos de los peligros en los procesos de la planta y los daños que se podrían presentar.

También nos da a conocer por medio del análisis los escenarios que podrían causar un incendio y poner en peligro la vida de los trabajadores y de los activos de la empresa.

Gracias al estudio mencionado en líneas anteriores tomaremos como referencia los daños que podrían causar los incendios además de su formación.

En conclusión, los antecedentes nacionales e internacionales mencionados en líneas arriba que fueron realizados por diferentes autores concuerdan con la importancia de poder implementar un sistema contra incendios que sea capaz de detectar, mitigar y de proteger la vida humana además de disminuir los daños en la propiedad que solo puede ser causado por un incendio.

2.7. Bases Teóricas

2.7.1. Salas Eléctricas

Las salas eléctricas son edificios que se encuentran dentro de las industrias o zonas residenciales del tipo convencional según la clasificación de Ministerio de Energía y Minas y que son diseñadas para albergar equipos eléctricos además tienen la capacidad de almacenar y distribuir energía eléctrica ver Figura 10

Imagen de Sala Eléctrica

Figura 10

Imagen de Sala Eléctrica



Estas edificaciones son construidas en proporción a la dimensión de los establecimientos industriales o zonas residenciales, así como también son edificadas como salas secundarias de menor tamaño que sirven como distribuidores de energía por áreas y que son alimentadas por medio de una sala eléctrica principal.

Si bien las salas eléctricas cumplen la función de distribuir energía eléctrica también son consideradas áreas de alto riesgo para las personas ya que en muchos casos han causado accidentes que han llevado incluso a la pérdida de vidas humanas. Por ello las salas eléctricas son restringidas para personal no calificado.

La construcción de estas salas es normada y cumplen con los códigos locales de construcción y normas internacionales como es el caso de sus componentes que según sea el caso de uso se pueden fabricar bajos los lineamientos de la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional “IEC” con código 60439-1. Como también el uso de la norma NFPA 70e que hace referencia sobre la seguridad en el lugar de trabajo y la evaluación de riesgo/peligro.

2.7.2. Sistemas de Agente Limpio

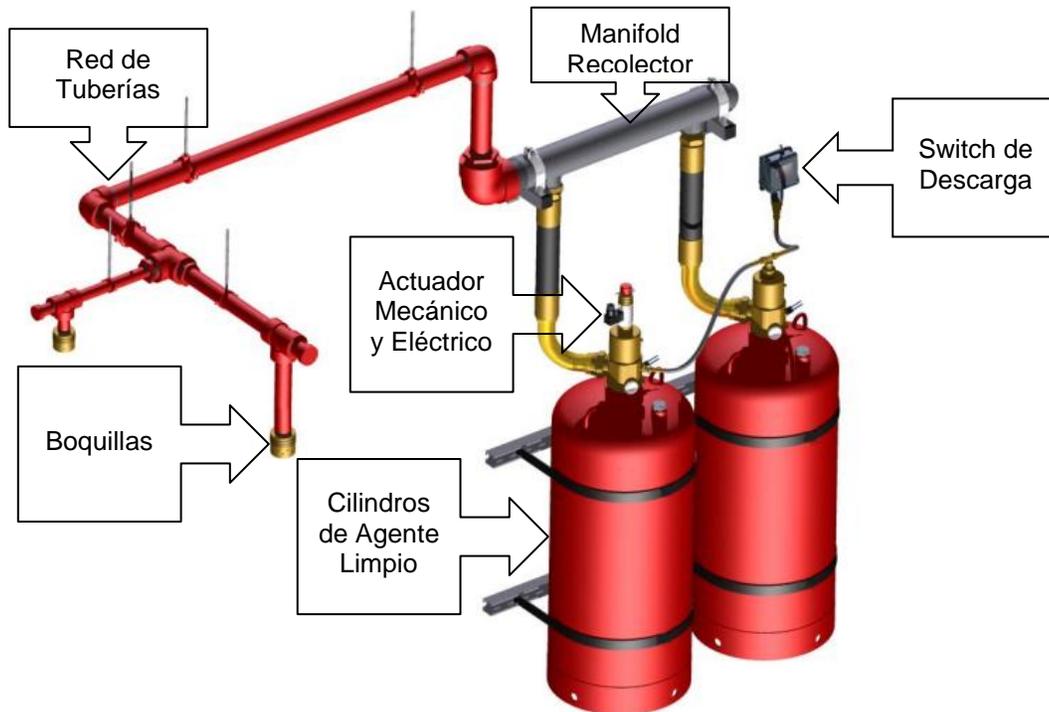
Conocido también como sistema de supresión de incendio y se utilizan para suprimir incendios de clase A, B y C. Siendo los de clase C los más típicos de suprimir.

Este sistema se puede utilizar en las diferentes áreas especiales de las empresas como es el caso de las salas eléctricas, cuartos de máquinas, salas de TI, Laboratorios además se pueden implementar en edificaciones públicas o privadas que se utilizan como bibliotecas, museos y galerías de alto valor entre otros ver Figura 11

Sistema Típico de Agente limpio

Figura 11

Sistema Típico de Agente limpio



Nota: Componentes de un sistema de agente limpio típico, Adaptado del manual (Hygood, 2010). CC BY 3.0.

2.7.2.1. Tipos de Agente Limpio

Los Agentes limpios son sustancias de tipo gaseoso o volátil que no dejan residuos al momento de hacer contacto con la superficie.

Estas sustancias tienen las características básicas de suprimir el fuego por inhibición, por extracción de calor o la disminución del oxígeno del aire de 21 por ciento al 14 por ciento a través de la inundación total del volumen a proteger.

Si bien en los años 1920 todavía no se hablaba de los agentes limpios debido a que se utilizaba el dióxido de carbono (CO₂) como gas extintor en las industrias, su peligrosidad dañina para las personas hizo que rápidamente se busquen nuevas alternativas. Es así como en los años

1960 se comenzó a utilizar el agente extintor por inundación total halón 1301 que no era tóxico para las personas. Ya en los años siguientes se demostró por medio de estudios que este compuesto orgánico es altamente nocivo para la capa de ozono.

Es así como en el año 1985 se firmó en la conferencia de Viena el Protocolo de Montreal que involucra a 33 países de Latino América y el Caribe en un acuerdo de protección de la capa de ozono. Dado que este acuerdo limita y anula la fabricación de ciertas sustancias dañinas para la capa de ozono la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA) por medio de la norma 2001 con título “Estándar Sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agente Limpio” considera el uso de 13 agentes del tipo halocarbonados e inertes. Ver Tabla 3 *Agentes considerados en NFPA 2001.*

Tabla 3

Agentes considerados en NFPA 2001

| | | |
|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| FK-5-1-12 | Dodecafluoro-2-metilpentano-3-uno | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ |
| HCFC | Diclorotrifluoroetano | CHCl_2CF_3 |
| Mezcla A | HCFC-123 (4.75%) | |
| | Clorodifluorometano | CHClF_2 |
| | HCFC-22 (82%) | |
| | Chlorotetrafluoroethane HCFC-124 (9.5%) | CHClFCF_3 |
| | Isopropenyl-1-methylcyclohexene (3.75%) | |
| HCFC-124 | Clorotetrafluoroetano | CHClFCF_3 |
| HFC-125 | Pentafluoroetano | CHF_2CF_3 |
| HFC-227ea | Heptafluoropropano | $\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$ |
| HFC-23 | Trifluorometano | CHF_3 |
| HFC-236fa | Hexafluoropropano | $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$ |
| FIC-1311 | Trifluoriodometano | CF_3I |
| IG-01 | Argón | Ar |
| IG-100 | Nitrógeno | N_2 |
| IG-541 | Nitrógeno (52%) | N_2 |
| | Argón (40%) | Ar |
| | Dióxido de carbono (8%) | CO_2 |
| IG-55 | Nitrógeno (50%) | N_2 |
| | Argón (50%) | Ar |
| Mezcla B | HFC Tetrafluoroetano (86%) | $\text{CH}_2\text{, FCF}_3$ |
| | Pentafluoroetano (9%) | $\text{CHF}_2\text{, CF}_3$ |
| | Dióxido de carbono (5%) | CO_2 |

Nota. Reproducido de Tabla 1.4.1.2, de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Dentro de los cuales son cuatro los agentes más usados en la supresión de incendios y son:

Agente Limpio HFC-227ea: Este gas incoloro e inodoro es más conocido como FM-200 y es utilizado para la mitigación de fuegos de clase A, B y en especial el C. Este agente tiene característica de mitigar el fuego por medio de la absorción del calor a través de la inundación total.

La fórmula química de este agente halocarbonado es $CF_3CH_2CF_3$, el estado inicial es liquido permitiéndose ser almacenado en cilindros de alta presión y al entrar en contacto con el ambiente se vuelve gas, a continuación, se menciona las características en la Tabla 4 *Características del Agente Limpio FM-200.*

Tabla 4

Características del Agente Limpio FM-200

| Datos | Valores |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| Nombre comercial: | FM-200 |
| Nombre químico: | Heptanofluoro- propano |
| Fórmula química: | $CF_3CH_2CF_3$ |
| Tipo de mitigación: | Inhibe reacción en cadena |
| Presión en PSI: | 360 |
| Reducción de Ozono (ODP): | Ninguno |
| Potencial de efecto invernadero (GWP): | 100 años – GWP de 3.300 |
| Tiempo de vida en la atmosfera: | 31/42 años |
| Toxicidad (LC50): | >800.000ppm |
| Concentración máxima NOAEL: | 9.00% |
| Concentración mínima LOAEL: | 10.50% |
| Concentración de diseño: | Según tipo de peligro varia de 6.7% a 8.7% |
| Tiempo de descarga: | en 10 segundos el 95% de la descarga |
| Costo aproximado en el mercado: | \$50/60 por libra |
| Cumple norma NFPA 2001: | Si |
| Aprobación UL: | Si |
| Aprobación FM: | Si |
| Residuos: | No |

Agente FK-5-1-12: Este gas incoloro e inodoro es más conocido como Novec 1230 y es utilizado para la mitigación de fuegos de clase A, B y en especial el C. Este agente es parte de la familia de las fluorocetonas y tiene característica de mitigar el fuego por medio del enfriamiento, es decir absorción del calor a través de la inundación total.

La fórmula química de este agente es $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ y el estado inicial es líquido permitiéndose ser contenido en cilindros y al entrar en contacto con el ambiente se vuelve gas, a continuación, se menciona las características en la Tabla 5

Características del Agente Limpio Novec 1230

Tabla 5

Características del Agente Limpio Novec 1230

| Datos | Valores |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| Nombre comercial: | Novec 1230 |
| Nombre químico: | fluorocetona C6 |
| Fórmula química: | $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ |
| Tipo de mitigación: | Absorbe el calor |
| Presión en PSI: | 360 |
| Reducción de Ozono (ODP): | 0 |
| Potencial de efecto invernadero (GWP): | 1 |
| Tiempo de vida en la atmosfera: | 0.014 años |
| Toxicidad (LC50): | >100.000ppm |
| Concentración máxima NOAEL: | 7.5% |
| Concentración mínima LOAEL: | 10% |
| Concentración de diseño: | Según tipo de peligro varia de 4.5% a 5.9% |
| Tiempo de descarga: | 10 segundos a concentración de diseño |
| Costo aproximado en el mercado: | \$20.02 por libra |
| Cumple norma NFPA 2001: | Si |
| Aprobación UL: | Si |
| Aprobación FM: | Si |
| Residuos: | No |

Agente HFC-125: Este gas incoloro e inodoro es más conocido como Ecaro-25 y es utilizado para la mitigación de fuegos de clase A especialmente, B y C. Este agente tiene característica de mitigar el fuego por medio de la absorción del calor a través de la inundación total y puede trabajar en temperaturas de -20°C.

La fórmula química de este agente es CF₃CHF₂ y el estado inicial es de gas comprimido almacenado en líquido permitiéndose ser contenido en cilindros de alta presión y al entrar en contacto con el ambiente se vuelve gas, a continuación, se menciona las características en la Tabla 6

Características del Agente Limpio Ecaro 25

Tabla 6

Características del Agente Limpio Ecaro 25

| Datos | Valores |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Nombre comercial: | Ecaro 25 |
| Nombre químico: | Pentafluoroetano |
| Fórmula química: | CF ₃ CHF ₂ |
| Tipo de mitigación: | absorbe la energía térmica (Químico y Físico) |
| Presión en PSI: | 360 |
| Reducción de Ozono (ODP): | 0 |
| Potencial de efecto invernadero (GWP): | 2800 |
| Tiempo de vida en la atmosfera: | 30 años |
| Toxicidad (LC50): | >700.000ppm |
| Concentración máxima NOAEL: | 10% |
| Concentración mínima LOAEL: | >10% |
| Concentración de diseño: | Según tipo de peligro varia de 6.7% a 8.7% |
| Tiempo de descarga: | 10 segundos a concentración de diseño |
| Costo aproximado en el mercado: | \$26.23 por libra |
| Cumple norma NFPA 2001: | Si |
| Aprobación UL: | Si |
| Aprobación FM: | Si |

Residuos:

No

Agente Limpio IG-541: Este gas incoloro e inodoro del tipo inerte es más conocido como Inergen y es utilizado para la mitigación de fuegos de clase A, B y en especial el C. Este agente tiene característica de mitigar el fuego por medio de la sofocación del oxígeno a través de la inundación total además este gas anhídrido carbónico se puede encontrar en el ambiente y se almacena en cilindros de 80 a 140 Litros en alta presión de aproximadamente 2900 a 4350 PSI, a continuación, se menciona las características en la Tabla 7

Características del Agente Limpio Inergen

Tabla 7

Características del Agente Limpio Inergen

| Datos | Valores |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Nombre comercial: | Inergen |
| Nombre químico: | Mezcla de gases atmosféricos |
| Fórmula química: | Nitrógeno 52% / Argón 40% / CO2 8% |
| Tipo de mitigación: | Disminución del oxígeno |
| Presión en PSI: | menor a 2900 psi (Gas alta presión) |
| Reducción de Ozono (ODP): | Ninguno |
| Potencial de efecto invernadero (GWP): | Ninguno |
| Tiempo de vida en la atmosfera: | Cero-Derivado de la atmósfera |
| Toxicidad (LC50): | No tóxico |
| Concentración máxima NOAEL: | 43% |
| Concentración mínima LOAEL: | 52% |
| Concentración de diseño: | Según tipo de peligro varia de 34.2% a 40.6% |
| Tiempo de descarga: | 60 segundos a concentración de diseño |
| Costo aproximado en el mercado: | \$1 por pie cúbico |
| Cumple norma NFPA 2001: | Si |
| Aprobación UL: | Si |
| Aprobación FM: | Si |
| Residuos: | No |

2.7.2.2. Componentes del sistema de agente limpio

Cilindro de agente limpio: Fabricado bajo la aprobación de la norma del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) y son hechos de acero en forma de cilindro con un cuello cónico que contiene una válvula de latón con un sifón interno que, al ser accionado rompe el disco interno que permite la descarga del agente.

La forma del cilindro se debe a que contienen de una forma eficaz los gases comprimidos que están presurizados con nitrógeno seco a 360 PSI.

Estos cilindros son fabricados en diferentes tamaños ver Figura 13 *Lista de Tamaños de Cilindros* y se llenan con agente según la capacidad calculada además cuentan con un sensor de baja presión y un indicador de nivel instalado en la parte superior ver Figura 12

Cilindro Contenedor de Agente Limpio

Figura 12

Cilindro Contenedor de Agente Limpio



Figura 13

Lista de Tamaños de Cilindros

| Nominal Tank Size lb (kg) | Agent Quantity lb (kg) | Approximate Empty Weight lb (kg) | Dimension "A" in. (cm) | Diameter in. (cm) | Valve Size | Equivalent Length ft (m) |
|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------|-----------------------------|
| 20 (9.1) | 9 to 21 (4.1 to 9.5) | 33 (15) | 12 (30.4) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 50 (22.7) | 18 to 42 (8.2 to 19.1) | 41 (18.6) | 19.8 (50.2) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 90 (40.8) | 36 to 84 (16.3 to 38.1) | 57.5 (26) | 32.8 (83.3) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 140 (63.5) | 58 to 137 (26 to 62.1) | 108 (49) | 23.5 (59.6) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 280 (127) | 117 to 280 (53.1 to 127) | 158 (71.7) | 40.2 (102) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 390 (177) | 163 to 388 (73.9 to 176) | 198 (90) | 53.3 (135) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 450 (204) | 199 to 459 (90.3 to 204) | 233 (106) | 64.3 (163) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 850 (386) | 379 to 851 (172 to 386) | 456 (207) | 57.7 (146.6) | 24 (61) | 3 in. | 85 (25.91) |

Nota: Adaptado del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

Switch de descarga: Conocido también como Switch Neumático de presión y tiene la función de encender o apagar equipos eléctricos.

El accionamiento del switch se produce por medio de la descarga del sistema de agente limpio. Esto ocurre cuando hay un incremento de presión mayores a 50 PSI y menor a 2900 PSI, el switch que previamente está conectado por su salida de 3/4" con una manguera flexible metálica de 1/4" a las tuberías de agente limpio o al cabezal del cilindro de agente limpio apertura los circuitos eléctricos ver Figura 14

Imagen de Switch de descarga

Figura 14

Imagen de Switch de descarga



Switch de baja presión: Fabricado en aluminio y se encuentra ubicado en la parte superior del tanque en la salida de 1/8" del cilindro y tiene la función de indicar cuando este tiene una caída de presión por debajo de los 290 PSI.

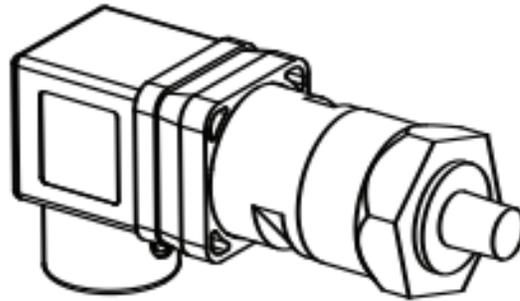
La corriente de funcionamiento máxima puede llegar hasta los cinco amperios (A) con una tensión de 24 voltios (V) por señal continua y además puede ser monitoreado por un módulo

capaz de identificar los cambios de estado de los contactos secos del dispositivo ver Figura 15

Imagen de Switch de Baja Presión

Figura 15

Imagen de Switch de Baja Presión



Nota: Producido del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

Boquillas de descarga: Son de bronce o acero inoxidable además se fabrican en diferentes diámetros y con rosca tipo hembra para ser instalado directamente a la tubería ver

Figura

16

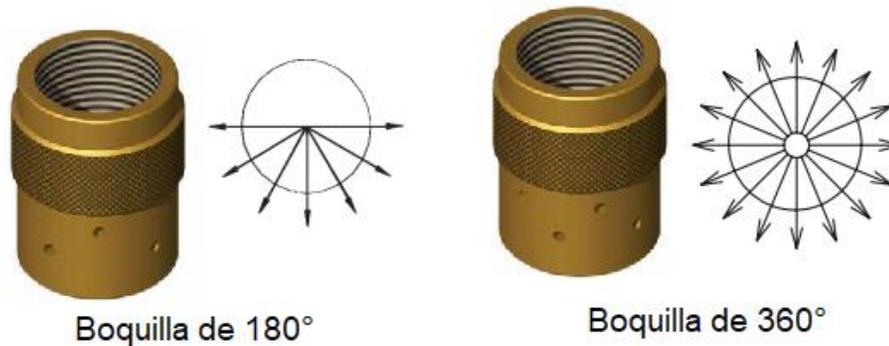
Imagen de Boquillas de descarga

Hay dos tipos de Boquillas, las de 180° que tienen siete agujeros y las boquillas de 360° que tienen 16 agujeros. El tamaño de los agujeros es seleccionado en el software de cálculo de tiempo de descarga de agente limpio ver Figura 17

Lista de Tamaños de Boquillas

Figura 16

Imagen de Boquillas de descarga



Nota: Producido del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

Figura 17

Lista de Tamaños de Boquillas

| Component | Material | Threads | Approvals |
|------------------|----------|---------------|-------------|
| 1/2 in. Nozzle | Brass | 1/2 in. NPT | UL Listed |
| 3/4 in. Nozzle | | 3/4 in. NPT | ULC Listed |
| 1 in. Nozzle | | 1 in. NPT | FM Approved |
| 1 1/4 in. Nozzle | | 1 1/4 in. NPT | |
| 1 1/2 in. Nozzle | | 1 1/2 in. NPT | |
| 2 in. Nozzle | | 2 in. NPT | |

Nota: Producido del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

Actuador Eléctrico de 24 Voltios: Fabricado de acero-latón y tiene la función de liberar el agente limpio contenido en el tanque por medio del accionamiento del pasador de actuación de acero inoxidable y que es liberado por un pulso de corriente de 0.25 A con tensión de 24V.

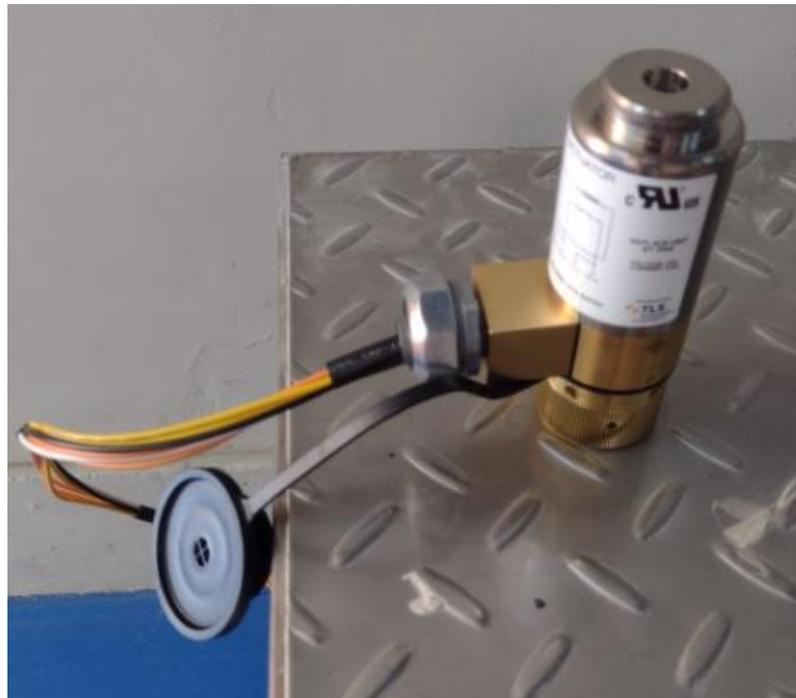
Se instala en la parte superior de la válvula del cilindro contenedor del agente limpio y que es enlazado a un sistema de control.

Después de la activación del actuador eléctrico este quedara pulsado hasta que se haga el procedimiento de reinicio que es básicamente colocar la tapa de fábrica de la parte inferior del actuador y girar hasta que suene un clic ver Figura 18

Imagen de Actuador Eléctrico de 24 voltios

Figura 18

Imagen de Actuador Eléctrico de 24 voltios



Actuador Mecánico: Conocido también como actuador manual son fabricados en latón y tiene la función de liberar el agente limpio contenido en el tanque por medio del accionamiento por un golpe “push”. Se instala en la parte superior de la válvula o encima del actuador de 24V automático además cuenta con un pin de seguridad que evita el push accidental.

Una vez accionado el actuador, este quedara pulsado hasta que se establezca por medio

de un giro ver Figura 19

Imagen de Actuador Mecánico

Figura 19

Imagen de Actuador Mecánico



Switch de mantenimiento: Llamado también switch de desconexión y tiene la función de desconectar el circuito de liberación automático de agente limpio. Esta desconexión se da cuando se requiere realizar trabajos de mantenimiento y además evitar que el personal pueda pulsar el actuador eléctrico de 24V.

La desconexión del switch se realiza por medio de una llave que solo se puede retirar cuando el led color rojo se encuentra apagado e indica que esta armado y cuando la luz led de color rojo este encendido indica que el switch se encuentra desarmado ver Figura 20

Imagen de Switch de mantenimiento

Figura 20

Imagen de Switch de mantenimiento



Accesorios de unión para mangueras: Fabricados de latón y tiene la función de conectar múltiples cilindros de agente limpio con el switch de descarga. La rosca de estos accesorios son NPT además podrían ser tipo macho o hembra y vienen en medidas de 1/4" ver

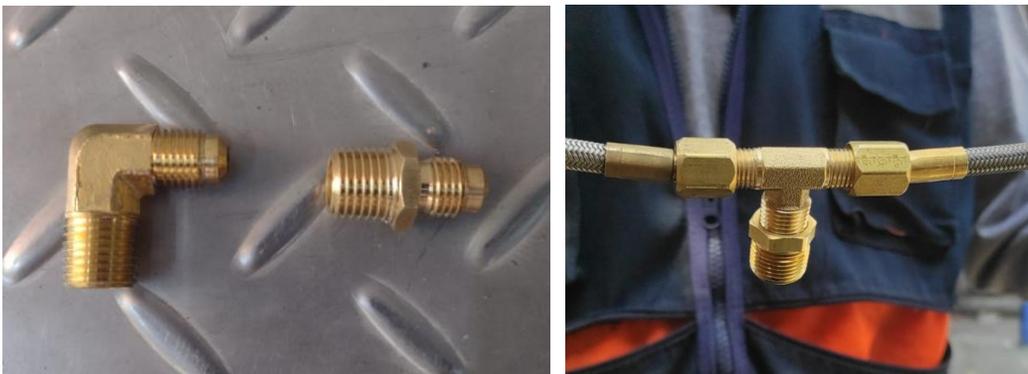
Figura

21

Imagen de Accesorios de Unión para Mangueras

Figura 21

Imagen de Accesorios de Unión para Mangueras



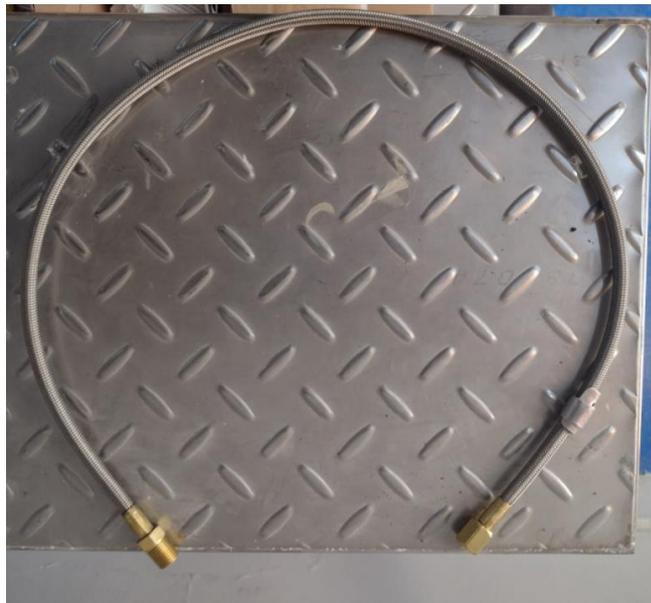
Mangueras flexibles: Son fábricas en acero inoxidable en diámetros de 1/4" y tienen la función de conectar la línea de actuador hacia los cilindros esclavos para su descarga además se conecta con el switch de descarga.

El largo de las mangueras puede variar además cuenta con la entrada macho y hembra con rosca NPT ver Figura 22

Imagen de Mangueras flexibles

Figura 22

Imagen de Mangueras flexibles



2.7.3. Sistemas de Detección & Alarma para agente limpio

2.7.3.1. Componentes del Sistema de Detección & Alarma

A continuación, se menciona los componentes del sistema de detección & alarma.

2.7.3.1.1 Panel de control de sistema de detección y alarma de incendios

Llamado también unidad de control de alarmas de incendio (FACP) ver Figura 23 *Imagen de Panel Contra Incendio* y tiene la capacidad de monitorear las entradas y controlar salidas de los dispositivos que se conectan con el panel. Estos paneles se desarrollan en

diferentes tipos de tecnologías siendo las más conocidos los del tipo convencional que trabaja por medio del circuito de dispositivo de inicio (IDC) que conecta dispositivos por zonas, el convencional direccionable que por medio de un circuito de línea de señalización (SLC) conecta dispositivos con dirección que son llamados “puntos” y los de tipo análogo direccionable que tienen la capacidad de calibrar dispositivos a los valores parametrizados.

Si bien los paneles FACP se fabrican en diferentes tecnologías también son diseñados para cumplir diferentes acciones como es el de accionar sistemas de descarga de agente limpio o sistemas de diluvio y pre-acción además de tener la capacidad de transmitir mensajes grabados por medio de altavoces (sistema de voice).

Los FACP transmiten notificaciones que son llamadas señales y que son de alarma, supervisión y falla o problema.

Figura 23

Imagen de Panel Contra Incendio



2.7.3.1.2 Fuente de alimentación eléctrica principal del panel (FACP)

Llamada también energía primaria y es suministrada por las empresas eléctricas u otras fuentes que energía permanentemente ver Figura 24

Imagen de Tablero Eléctrico

La capacidad requerida esta dimensionada según la magnitud del sistema de detección & alarma y el tipo de voltaje de corriente alterna (VAC) que tiene cada empresa como suministro eléctrico. Esta alimentación eléctrica que se utiliza para los paneles FACP puede ser de 110 a 220 VAC a 60 frecuencias de ondas llamadas Hertz (Hz) libre de tránsito y picos, es decir estabilizado y con una línea a tierra con resistencia menor igual a cinco ohmios ($\leq 5\Omega$.)

Figura 24

Imagen de Tablero Eléctrico



2.7.3.1.3 Fuente de alimentación eléctrica secundaria del panel FACP

También llamada fuente auxiliar secundaria que está conformada por dos baterías de 12 voltios de corriente directa (VDC) que se conectan en serie para proveer 24 VDC de energía eléctrica en caso la fuente de alimentación principal falle ver Figura 25

Imagen de Baterías en Serie

La capacidad de estas baterías se mide en amperios-hora (Ah) y se calcula para permitir el funcionamiento del panel por 24 horas en modo de espera y seguido de cuatro minutos en modo de alarma según recomendación de la NFPA 72-29.6.2.

Además, la alimentación secundaria debe estar supervisada y emitir señal de falla que debe ser transmitida de forma audible y visible en caso estas se desconecten o se descarguen según recomendación de la NFPA 72-29.6.3.

Figura 25

Imagen de Baterías en Serie



2.7.3.1.4 Detector de humo

Los detectores de humo fotoeléctrico son dispositivos que tienen la capacidad de detectar partículas de humo en el aire y son instalados según normativa de diseño local o internacional.

Estos dispositivos de iniciación automático se fabrican en tecnología del tipo análogo que permite medir y calcular el nivel de la concentración del humo a diferencia del tipo digital que solo detecta la presencia del humo o la variación, pero sin poder calcular el nivel del humo además ambos diseños cuentan con las cámaras de amplio rango de detección que hacen que sean muy adecuadas a la hora censar rangos de fuegos desde fuegos latentes hasta incendios.

Existen dos tipos de detectores de humo que censan por medio de radiación, oscurecimiento o dispersión del aire.

Detector de humo del tipo iónico, el funcionamiento de este dispositivo se basa en la ionización del aire que es producida por la radiación que ocasiona una pequeña cantidad de americio-241 que está alojada dentro de una cámara con dos electronos con corriente eléctrica constante y que al tener contacto con el humo este interrumpe la corriente haciendo que se alarme el detector.

Detector de humo fotoeléctrico ver Figura 26 *Imagen de Detector de Humo*, varían según el diseño de detección: Por rayo infrarrojo que cuenta con un emisor y receptor que al ser el rayo interrumpido hace que la señal eléctrica disminuya y active la alarma. También existe el de tipo puntual que tiene su emisor tipo LED y un sensor ubicado a 90° en la misma cámara que cuando ingresa el humo se vuelve visible haciendo que refleje la luz para que el sensor lo detecte y seguidamente alarme el detector.

Figura 26

Imagen de Detector de Humo



2.7.3.1.5 Estación manual de incendio

Las estaciones manuales son dispositivos de iniciación manual que pueden ser direccionables o convencionales y que se activan jalando una palanca en el caso de que sea simple o si son de doble acción se tiene que empujar una cubierta y jalar de la palanca ver Figura 27

Imagen de Estación Manual

El modo de restableciendo de estos dispositivos es por medio de una llave que por lo general son llaves de forma hexagonal o tradicional que permite volver a su posición la palanca de la estación manual.

Estos dispositivos mandan una señal identificable de inicio de estado de alarma que se envía a los paneles de control de alarma de incendios y se conectan por medio de dos hilos cuando es por zona de tipo convencional y SLC en el tipo direccionable.

El modo de instalación es en lugares estratégicos además deben ser visible y de fácil identificación.

Figura 27

Imagen de Estación Manual



2.7.3.1.6 Módulo relay

También llamados módulos relé, ver Figura 28

Imagen de Modulo Relay del tipo direccionable que se conectan por medio del cable SLC que provee salidas de contacto seco que permitirán el control de los dispositivos externos como en el caso de captura de elevadores, HVAC que significa sistema calefacción, ventilación y aire acondicionado además de las aperturas de compuertas, ventiladores de presurización, entre otros.

Figura 28

Imagen de Modulo Relay



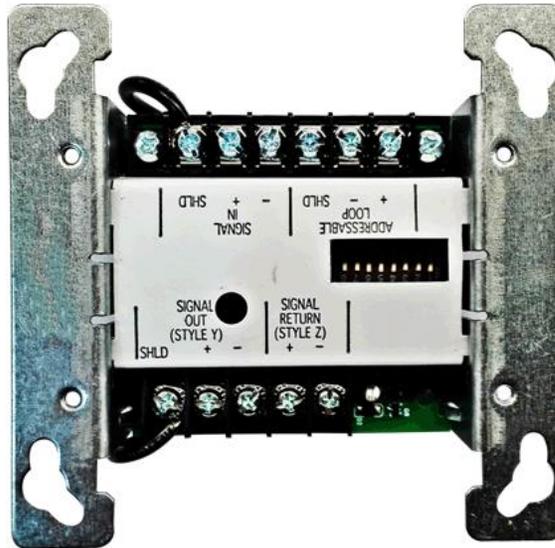
2.7.3.1.7 Módulo de Control

Estos módulos son del tipo direccionable que se comunican con el panel por medio del cable SLC y tiene la función de controlar por zona los dispositivos de notificación como equipos de operación de audio, sirenas y luces estroboscópicas que necesitan del circuito de dispositivos de notificación (NAC) para su funcionamiento ver Figura 29 *Imagen de Modulo de Control.*

Este circuito podría ser suministrado por el panel siendo la energía limitada o como también se podría suministrar energía por medias fuentes auxiliares pre-calculadas.

Figura 29

Imagen de Modulo de Control



2.7.3.1.8 Módulos de monitoreo

Los módulos de monitoreo son dispositivos direccionables que se utilizan para supervisar contactos estacionarios como detectores de flujo y estado de apertura o cierre de válvulas de control ver Figura 30

Imagen de Módulo de monitoreo.

Estos módulos se utilizan para monitorear dispositivos convencionales como detectores de humo o temperatura convencionales, estaciones manuales convencionales, estado de paneles asociados al sistema y entre otros además este control se da por el medio del cable SLC que se comunica con el panel contra incendio.

Figura 30

Imagen de Módulo de monitoreo



2.7.3.1.9 *Modulo aislador*

También conocido como módulo aislador, este dispositivo tiene la función de aislar los circuitos por zonas y en caso de tener una falla en algún dispositivo perteneciente a la zona hace que todo el circuito aislado se desconecte para proteger los demás circuitos ver Figura 31

Imagen de Modulo Aislador.

Figura 31

Imagen de Modulo Aislador



2.7.3.1.10 Sirena con luz estroboscópica

Son dispositivos convencionales o direccionables que se utilizan para dar la alarma y avisar una emergencia de incendio ver Figura 32

Imagen de Sirena con Luz

Este dispositivo de notificación está conectado por medio de dos hilos al panel contra incendio por medio del circuito NAC o como también puede estar conectado de forma indirecta por medio de un módulo de control que ordena la activación de la sirena con luz estroboscópica.

La intensidad de estos dispositivos varía según 15, 30, 75 y 130 candelas (cd) y además tienen una intensidad sonora en decibeles (dB) a 24 VDC en nivel bajo: 80.6 dB y en nivel Alto: 87.2 dB.

Figura 32

Imagen de Sirena con Luz Estroboscópica



2.7.3.1.11 Estación de aborto convencional

La estación de aborto ver Figura 33 *Imagen de Estación de Aborto Convencional*, es un dispositivo retardador manual del tipo convencionales que tiene la función de pausar la activación del actuador eléctrico de 24V cuando inicia el conteo de la descarga.

También llamado pulsador de aborto y se conecta directamente al panel cuando es por zona por medio del cable IDC de dos hilos y cuando es direccionable se conecta por medio de módulos de monitoreo. Para la activación se tiene que mantener presionado y una vez que se suelta se reinicia el conteo de descarga.

Figura 33

Imagen de Estación de Aborto Convencional



2.7.4. Filosofía de funcionamiento del sistema de detección & alarma para sistemas de agente limpio.

El funcionamiento de los sistemas de detección & alarma se basan por lo general en el principio más importante que es el detectar e iniciar la alerta de evacuación del personal que corre el riesgo de sufrir daños por los incendios. Por ello estos sistemas son diseñados en dos modos de funcionamiento que es por medio de la activación manual y activación automática.

La activación Manual se inicia a través de la acción humana por medio del accionamiento de la estación de descarga o el pulsador neumático. El personal que se encuentra en el área protegida debe de actuar de forma inmediata, accionando la estación de descarga. Seguidamente el panel contra incendio iniciara el conteo de los 60 segundos y en paralelo encenderá la señal de notificación de pre-descarga antes de activar la línea de liberación del agente limpio, que se accionara concluido los 60 segundos.

La Activación Automática a diferencia de la activación manual no requiere de la participación humana, ya que gracias a los detectores de humos instalados en el área a proteger y a la programación en el panel como zona cruzada permiten la detección de un incendio. Esta

programación de zona cruzada se realiza para evitar la descarga del agente limpio por una falsa alarma y consiste en agrupar los detectores en dos zonas independientes que necesitan de la confirmación entre ambas zonas para entrar en señal de pre-descarga del sistema de agente limpio.

El panel contra incendio después de recibir la señal IDC por medio del lazo de los detectores de humo procederá a mostrar un mensaje en su pantalla y activará los módulos de Relé para el apagado del HVAC y el sistema de presurización. Simultáneamente a la activación de los módulos se encenderán el primer grupo de sirenas con luces estroboscópica anunciado la pre-descarga y el conteo de 60 segundos para que el personal que se encuentra dentro del área pueda evacuar.

Terminado los 60 segundos el panel contra incendio activara el actuador eléctrico de 24V, haciendo que se descargue el cilindro de agente limpio y simultáneamente a la activación del actuador se activaran el segundo grupo de sirenas con luces estroboscopias anunciando la descarga en el interior del área protegida.

Si bien lo mencionado en líneas anteriores es lo ideal para la activación de los sistemas de agente limpio, no obstante, no siempre se cumple debido a la acción negligente del ser humano que puede ocasionar una falsa alarma que conlleve a la descarga del sistema de agente limpio, con lo cual se implementó como medida de corrección el uso del pulsador de aborto que al ser pulsado permanentemente ayuda a pausar el conteo de los 60 segundos hasta que se pueda confirmar la alarma y hacer el reseteo de la acción de descarga en el panel contra incendio.

El siguiente dispositivo que ayuda en la corrección de las descargas innecesarias del agente limpio es el switch de mantenimiento que tiene la función de hacer el desarmado de la línea de descarga del actuador eléctrico de 24V.

2.7.5. *Definición de términos básicos*

Dispositivo direccionable: Según la norma NFPA 72 en el capítulo 3.3.8, los dispositivos direccionables son de identificación discreta, es decir que se pueden comunicar de forma directa con el panel contra incendio a través de una dirección y que además pueden controlar funciones establecidas por el panel.

Dispositivo convencional: Un componente de sistema de alarma contra incendio el cual por sí solo no puede ser identificado independientemente por el Panel de Detección y Alarma de incendio. Pertenece a una zona la cual será activada por cualquiera de los dispositivos que estén físicamente cableados a la misma.

Dispositivo de iniciación: componente del Sistema de Detección y Alarma de Incendios que origina la transmisión de una condición de cambio de estado, como por ejemplo en un detector de humo, una estación manual de alarma de incendio o un interruptor de supervisión.

Circuito de línea de señalización (SLC): Según la NFPA 72 en el capítulo 3.3.255 es un circuito de comunicación en donde se conecta dispositivos direccionables como también circuitos de interfaz que permiten la comunicación entre dispositivos además de la conexión de unidades de transmisión y control.

Circuito de los dispositivos iniciadores (IDC): Circuito de comunicación analógico al que se conectan los dispositivos iniciadores automáticos o manuales, no direccionable, es decir donde la señal Recibida no identifica el dispositivo individual que se ha puesto en funcionamiento.

Circuito de aparato de notificación (NAC): Según NFPA 72 en el capítulo 3.3.173, Es un circuito que permite la conexión de aparatos de notificación.

Aparato de Notificación: Según NFPA 72 en el capítulo 3.3.172, Es un dispositivo perteneciente al sistema de detección & alarmas que emiten señal de luz o del tipo audible como una campana, balizas, altoparlante, sirenas con luz entre otros.

Falsa Alarma: Según NFPA 72 en el capítulo 3.3.304.2, Una falsa alarma es la activación no deseada de un sistema de iniciación o notificación.

Señal de Alarma: Según NFPA 72 en el capítulo 3.3.253.1, Es el resultado de la detección automática o manual de un suceso registrado como alarma.

Triangulo de Fuego: Para la existencia de fuego se requiere de la existencia de tres mecanismos físicos: Combustible, oxígeno y calor.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Información y Experiencia Profesional

3.1.1. Datos Personales

- Nombre y Apellido: Raul John Chipana Chuquimajo
- Fecha de Nacimiento: 19 de junio de 1989
- Documento de Identidad: 46289247
- Estado Civil: Casado
- Correo: Chuquimajor@gmail.com

3.1.2. Estudios Realizados

Bachiller de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada del Norte (UPN) y técnico operativo en la carrera de dibujante técnico mecánico de la facultad mecánica del centro de Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI).

3.1.3. Perfil Profesional

Profesional proactivo, responsable con capacidad de trabajar bajo presión y tomar decisiones en situaciones difíciles en búsqueda de dar solución a los problemas que se presentan. Con más de nueve años de experiencia en levantamiento de información en campo de servicios básicos para la industria además del desarrollo de ingeniería para sistemas contra incendios y seguridad electrónica.

Con experiencia en el área de preventa, ingeniería, mantenimiento y operaciones, haciendo trabajos de armado de cotizaciones bajo desarrollo previo de ingeniería y supervisión de trabajos en campo.

3.1.4. *Experiencia Laboral*

AQPperuana SAC “Ingeniería de Sistema Contra Incendios y Seguridad Electrónica”, con el cargo de Supervisor de Operaciones y Servicios desde el mes de abril del 2021 hasta la actualidad.

Funciones:

- Desarrollo de ingeniería de sistemas de detección & alarma (marca Simplex y Honeywell).
- Supervisor de instalaciones de agente limpio NOVEC en salas eléctricas.
- Diseño y cálculo de agente limpio – NOVEC por software.
- Diseño y cálculo de sistema de aspiración temprana vesda por software.
- Supervisor de instalación de sistemas de extinción de incendios.
- Desarrollo de metrados y documentación para licitación de proyectos.
- Supervisor de mantenimiento de sistemas contra incendios y luces de emergencia.

Westfire Sudamérica - (Jhonson Controls) “Ingeniería de Sistema Contra Incendios y Seguridad Electrónica”, con el cargo de Supervisor de Operaciones desde el mes de octubre del 2015 al mes de marzo del 2021.

Funciones:

- Desarrollo de ingeniería de sistemas de detección & alarma (marca Simplex, Siemens, Notifier y Bosch entre otros).
- Supervisor de instalaciones de sistemas contra incendio en proyectos mineros como: Tambomayo, Minsur y Hudbay.
- Diseño y cálculo de agente limpio – FM-200 y CO2 por software.
- Diseño y cálculo de sistema de aspiración temprana vesda por software.

- Diseño de sistema de detección y extinción de equipos móviles – marca ANSUL.
- Desarrollo de metrados y documentación para licitación de proyectos.
- Supervisor de instalaciones de sistemas de CCTV y seguridad electrónica.

Fire Manto “Ingeniería de Sistema Contra Incendios”, con el cargo de Supervisor de Producción desde el mes de febrero del 2015 al mes de octubre del 2015.

Funciones:

- Supervisión de instalación de sistema contra incendio (D&A y ACI).
- Elaboración de metrados de sistemas contra incendio.
- Desarrollo y revisión de ingeniería de sistemas contra incendio (D&A y ACI).

Indra Company “sistemas, construcción y ferroviaria” - (Metro de Lima Línea 1), con el cargo de Supervisor de Obra desde el mes de setiembre del 2013 al mes de diciembre del 2014.

Funciones:

- Supervisión de instalaciones de sistemas D&A, CCTV y ACI.
- Desarrollo de planos de ingeniería, construcción y As-built de sistemas de D&A, ACI, telecomunicaciones y control de pasajeros.
- Participación en pruebas funcionales e integrales de D&A, ACI y telecomunicaciones.
- Control documentario.

Gestión Uno (Pepsico Alimentos del Perú) “Desarrollo, Construcción y Supervisión de Obras Civiles”, con el cargo de Dibujante Técnico Mecánico desde el mes de diciembre del 2011 al mes de febrero del 2013.

Funciones:

- Supervisor de instalaciones de mejoramiento de planta.

- Desarrollo de planos de líneas de procesos en 3D y 2D.
- Levantamiento de información de líneas de procesos (aire acondicionado, línea de aceite, refrigeración, acometidas eléctricas, sistema de agua limpia y otros).
- Elaboración de planos, planta de tratamiento de agua residual (PTAR).
- Elaboración de planos de proyecto planta nueva PEPSICO.
- Elaboración de planos de planta de avena.
- Control documentario.

LMI-Ingenieros (Pepsico Alimentos del Perú) “Proyectos Civiles, Estructurales, Mecánico y Eléctricos”, con el cargo de Dibujante Técnico Mecánico desde el mes de mayo del 2011 al mes de noviembre del 2011.

Funciones:

- Control documentario.
- Levantamiento de información de líneas de procesos (aire acondicionado, línea de aceite, refrigeración, sistemas eléctricos, sistema de agua limpia y aire comprimido).
- Elaboración de planos, planta de tratamiento de agua residual (PTAR).
- Elaboración de planos de planta de avena.

Ingefrio “Construcciones Civiles, Estructurales y Cámaras de Refrigeración”, con el cargo de Dibujante Técnico Mecánico desde el mes de agosto del 2010 al mes de abril del 2011.

Funciones:

- Supervisor de Instalación de Refrigeración.
- Elaboración de planos de Sistema de Refrigeración.

Concyssa (SEDAPAL) "Construcciones Civiles y Sanitarias", con el cargo de Controlador desde el mes de junio del 2008 al mes de abril del 2012.

Funciones:

- Operación de tableros de control de bombas.
- Control de telemetría de bombas de bombeo.

3.2. Diagnóstico de Causas que Ocasionan un Incendio

Para el diagnóstico inicial se realizó por el método de diagrama causa y efecto la evaluación de las causas por medio de los factores que ocasionan un incendio dentro de la empresa productora de papel ver Figura 34 *Análisis de Diagrama de Causa y Efecto*, a continuación, se mencionara parte del análisis más resaltante.

Por medio de factor entorno, se analizó los sistemas básicos en mal estado que tienen como claro ejemplo la corrosión de las tuberías de agua caliente y sin chaqueta de protección o el sistema de gas que no se encuentra señalizado al igual que las áreas que cuentan con poca señalización y son difíciles de identificar.

Por medio del factor mano de obra, en este factor se hizo el análisis sobre el personal del área de producción, la gran mayoría desconocían sobre las capacitaciones en primeros auxilios y el uso incorrecto del epp de seguridad, claro ejemplo son las mascarillas antipolvo que el personal no se colocaba de forma correcta.

Por medio del factor máquina, en este factor se inspeccionaron las máquinas de producción de la empresa que no se encontraban en funcionamiento debido a la antigüedad que tienen y por no poder ser reparadas, ya que no se encuentran repuestos en stock. Además, los

equipos que si se encuentran en funcionamiento no tienen guarda de seguridad y estos podrían causar accidentes graves en el personal.

Por medio del factor material, en este factor se puede observar las causas que podrían ocasionar un incendio por no tener la materia prima y el producto final almacenado correctamente, claro ejemplo son los paquetes de papel que se apilan fuera de su área de apilamiento y esto podría causar un incendio por medio de una chispa en un trabajo en caliente.

Por medio del factor método, La planta cuenta con áreas de producción de papel que está compuesta por máquinas que producen papel además cuenta con almacenes de materia prima llamado APM como también almacén de producto terminados llamado APT y otras áreas como mantenimiento, oficinas administrativas, tanque de almacenamiento y entre otros que no cuentan con la evaluación y matriz de riesgo.

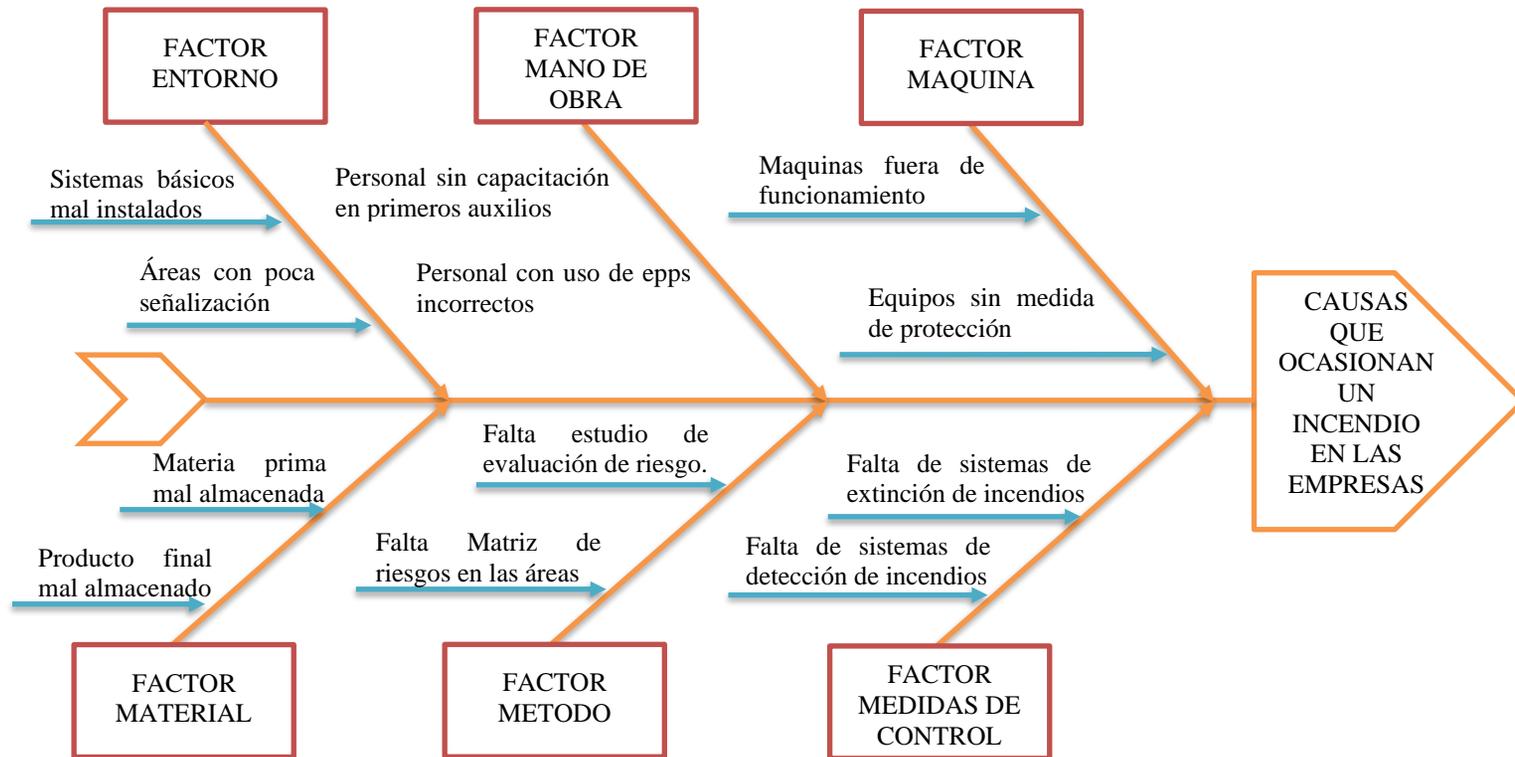
Por medio del factor medidas de control, la planta en si cuenta con un sistema de protección contra incendio (ver Anexo A) y en el caso de un incendio podrán actuar, pero eso no asegura que se pueda actuar de forma inmediata ante el peligro silencioso que se encuentra dentro de la empresa productora de papel, ya que en el análisis se observó áreas sin protección contra incendio, como es el caso de las salas eléctricas que están equipadas con tableros de alta y media tensión, cables eléctricos y bandejas. Además, las salas están ubicadas en un punto central de la planta que ante una emergencia será difícil que el personal de lucha contra incendio pueda llegar de forma inmediata.

En líneas generales la planta productora de papel se encuentra con causas que podrían ocasionar incendios.

Ya teniendo claro las causas pasaremos al análisis por el método de check list para conocer con las áreas que no cuenta con sistemas de protección contra incendio para así evaluar e identificar que tan críticos son los peligros que tiene la empresa productora de papel.

Figura 34

Análisis de Diagrama de Causa y Efecto



3.2.1. Verificación de protección contra incendio por método del check list

Verificación de sistemas de protección pasiva o activa de la empresa productora de papel por el método del check list ver Figura 35

Formato de Lista de Verificación de Sistemas Contra Incendios

Figura 35

Formato de Lista de Verificación de Sistemas Contra Incendios

| CHECK LIST - "Lista de Verificación" | | | | | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|---------------------------|-------|
| VERIFICACION DE SISTEMAS CONTRA INCENDIOS | | | | | | |
| Elaborado por: | Raúl Chipana Ch. | | | Fecha: | 25/10/2022 | |
| Área : | General | | | Rev.: | 1 | |
| | | SISTEMAS CONTRA INCENDIOS | | | | |
| | Sub-áreas | Detección | Extinción | Extintores fijo o móvil | Señalización y evacuación | Otros |
| 1. Edificios administrativo | 1.1. Edificio Administrativo | X | X | X | X | NA |
| | 1.2. Edificio Institucional | X | X | X | X | NA |
| 2. Estacionamiento | 2.1. Parqueo Vehicular | X | X | X | X | NA |
| | 2.2. Andenes de descarga | X | X | X | X | NA |
| 3. Área de tanques de combustibles | 3.1. Tanques de kerosene y petróleo | -- | -- | X | X | NA |
| 4. Área de producción | 4.1. Maquinas papeleras | X | X | X | X | NA |
| | 4.2. Líneas de Conversión | X | X | X | X | NA |
| 5. Salas eléctricas | 5.1 Sala Eléctrica N° 1 | X | X | X | X | NA |
| | 5.2 Sala Eléctrica N° 2 | -- | X | X | X | NA |
| | 5.3 Sala Eléctrica N° 3 | M | M | X | X | NA |
| | 5.4 Sala Eléctrica N° 4 | -- | X | X | X | NA |
| | 5.5 Sala Eléctrica N° 5 | -- | X | X | X | NA |
| | 5.6 Sala Eléctrica N° 6 | -- | -- | X | X | NA |
| 6. Taller de mantenimiento y repuestos | 6.1. Almacén de Repuestos | X | X | X | X | NA |
| | 6.2. Taller de Mantenimiento | X | X | X | X | NA |
| 7. Área de almacenamiento | 7.1. Almacén de Materia Prima | X | X | X | X | NA |
| | 7.2. Almacén de Producto Terminado | X | X | X | X | NA |
| Funcionan | | 11 | 14 | 17 | 17 | 0 |
| No funcionan | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| No tiene | | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 |

| Leyenda | |
|---------|--------------------------------------|
| X | Si, tiene |
| M | Si, pero en mal estado o no funciona |
| -- | No tiene |
| Na | No aplica |

Nota. Las áreas enmarcadas en el cuadro rojo no cuentan con sistemas contra incendios.

Con el análisis del check list se pudo evaluar las áreas que no cuentan con sistemas contra incendios, siendo las resaltantes el área de salas eléctricas que no cuentan con sistema de extinción y detección de incendios, así como el área de tanques de combustibles.

3.2.2. *Análisis por el método de Identificación de peligros y evaluación de riesgos*

Para el siguiente análisis se debe tomar los datos macros del diagrama causa y efecto para agrupar los agentes generadores de peligros además de los posibles escenarios de riesgos según recolección de datos por el método del check list.

3.2.2.1. **Grupos de agentes generadores de peligros**

Para la identificación y análisis de las situaciones peligrosas que se podrían asociar con los procesos e instalaciones de la empresa productora de papel.

Se identificaron dos grupos de peligros que pueden aparecer repentinamente por distintos tipos de agentes generadores, para cada uno de los cuales se reconocieron las consecuencias y niveles de riesgos correspondientes

Tabla 8

Agentes Generadores de Peligros

Tabla 8

Agentes Generadores de Peligros

| Internos | Externos |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Persona ✓ Material ✓ Equipo ✓ Instalaciones | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fenómenos Naturales |

3.2.2.2. Determinación de los Posibles Escenarios de Riesgo

Ya identificadas las áreas, sub-áreas, sin sistemas de protección contra incendio y el estado en que se encuentra en la empresa productora de papel se procederá a categorizar estos escenarios considerando el grado de afectación a los siguientes entornos:

Entorno Humano: Riesgos sobre el personal del proyecto ante un siniestro de Incendio o explosión.

Entorno Socio Económico: Riesgos sobre la infraestructura del proyecto, bienes ante un siniestro de incendio o explosión.

Entorno Natural: Riesgos sobre el medio ambiente.

3.2.2.3. Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Ya con los conocimientos y criterios en el análisis de peligros y riesgos se procede con la identificación por medio de la matriz de riesgo de las áreas y sub-áreas de la empresa. Ver el análisis completo de las salas eléctricas en el **Anexo N° 2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos**

Teniendo como resultado en manera de resumen en la siguiente Tabla 9 *Resultados de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos*

Tabla 9

Resultados de la Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

| Áreas | SUB-AREAS | EVENTOS | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|------------|
| | | RIESGO BAJO | RIESGO MEDIO | RIESGO ALTO | RIESGO CRITICO | |
| 1. Edificio administrativo | 1.1. Edificio administrativo 1er piso | 4 | 6 | 0 | 0 | |
| | 1.2. Edificio administrativo 2do piso | 4 | 6 | 0 | 0 | |
| 2. Estacionamiento | 2.1. Parqueo vehicular | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| | 2.2. Andenes de descarga | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| 3. Área de tanques | 3.1. Tanques de kerosene y petróleo | 0 | 2 | 5 | 4 | |
| 4. Área de producción | 4.1. Maquinas papeleras | 4 | 14 | 2 | 0 | |
| | 4.2. Línea de conversión | 2 | 22 | 0 | 0 | |
| 5. Salas eléctricas | 5.1. Sala eléctrica N° 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | |
| | 5.2. Sala eléctrica N° 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | |
| | 5.3. Sala eléctrica N° 3 | 0 | 1 | 0 | 3 | |
| | 5.4. Sala eléctrica N° 4 | 0 | 1 | 0 | 3 | |
| | 5.5. Sala eléctrica N° 5 | 0 | 1 | 0 | 3 | |
| | 5.6. Sala eléctrica N° 6 | 0 | 1 | 0 | 3 | |
| 6. Taller de mantenimiento | 6.1. Almacén de repuestos | 0 | 2 | 0 | 0 | |
| | 6.2. Taller de mantenimiento | 0 | 10 | 1 | 0 | |
| 7. Área de almacenamiento | 7.1. Almacén de Materia prima | 3 | 7 | 0 | 1 | |
| | 7.2. Almacén de Producto Terminado | 4 | 6 | 2 | 0 | |
| Total | | 23 | 88 | 10 | 20 | 141 |

Tabla Resumen de Riesgos de resumen de riesgos podemos entender lo resaltado en cuadros de color rojo como las áreas con riesgo crítico, de las cuales son el área de tanques y las salas eléctricas del N° 1 al N° 6.

Además, podemos observar altos casos de riesgos Medio y Altos en las demás áreas, los cuales si vemos en porcentaje todos los riesgos podemos deducir lo siguiente:

Tabla 10

Tabla Resumen de Riesgos

| | RIESGO BAJO | RIESGO MEDIO | RIESGO ALTO | RIESGO CRITICO | TOTAL, DE EVENTOS |
|----------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------|
| N° de Eventos | 29 | 88 | 10 | 20 | 141 |
| Total, Eventos en % | 21% | 62% | 7% | 14% | 100% |

- ✓ La cantidad de eventos es de 141 en total de las cuales el 14% son riesgo crítico que están asociados probabilidad de sufrir incendios dentro de las salas eléctricas y área de tanques por no tener un sistema de extinción y detección de incendios:
- ✓ El 7% pertenecientes a riesgo alto pertenecen a los peligros que están sujetos el personal, el material y las máquinas.
- ✓ El 21% y 62% de riesgo pertenecen a las probabilidades muy bajas que puedan ocurrir peligros que involucren al personal. materiales y maquinas.

3.3. Registro de Resultados

Siguiendo con el estudio y de haber visto las medidas de riesgos bajo, medio, altos y críticos podemos dar a conocer las principales medidas de control que se podrían adoptar para poder mejorar los niveles de riesgos.

Para el siguiente trabajo mencionaremos solo las medidas de control de los riesgos críticos de la sala eléctrica tomada como muestra “sala eléctrica N°6”.

Lo cual nos basaremos en normativas Internacionales como la NFPA y normas nacionales como la RNE, CNE.

3.4. Medidas de Control – Sala Eléctrica N° 6

Para definir las medidas de control contra incendio necesarias se tomará como referencia las recomendaciones locales e internacionales.

3.4.1. Recomendación por norma local

- Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su Norma A.060 nos indica:

Clasificado como edificación industrial según el artículo I de la Norma A.060, la empresa productora de papel realiza actividades de transformación de materia prima a productos terminados por el cual está sujeto a cumplir con los requisitos mencionados en el capítulo 12, que indica “Que los sistemas de seguridad contra incendio deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma A-130 (Requisitos de Seguridad). De acuerdo con el nivel de riesgo (alto, medio o bajo) de la instalación industrial” y que además deberá contar con los siguientes sistemas automáticos de detección y extinción de incendios, a continuación, se menciona solo los puntos de medida de control para las salas eléctricas.

- a) Detectores de humo y Temperatura
- b) Instalaciones para extinción mediante CO₂.
- c) Instalaciones para extinción mediante polvo químico.
- Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su Norma A.130 nos indica:

En el capítulo IV en el artículo 52, Que la finalidad de los dispositivos de detección & alarma instalados es el prever e indicar las condiciones irregulares y que además permitan a los ocupantes tener las facilidades de aviso y control para proteger la vida humana.

Así mismo en el artículo 53, Que todo sistema de detección & alarma de incendios deberán cumplir con las indicaciones de diseño, instalación, pruebas y mantenimiento de la Norma Internacionales NFPA 72.

3.4.2. Recomendación por norma internacional

- Según la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego en la norma NFPA 101, Código de Seguridad Humana nos indica:

Según la clasificación de análisis “Riesgo Crítico” y el tipo de fuego clase C de las salas eléctricas de la empresa productora de papel podemos considerar el capítulo 9.8 “Otros Equipamientos automáticos de extinción” en el punto 9.8.1 nos indica que en cualquier ocupación en la que el combustible se requiera mitigar con un sistema automático de extinción en lugar de un sistema de rociadores podría instalarse un sistema alternativo según la Tabla 11 *Normas para la Instalación de Sistemas de Supresión de Incendios*, el cual nos da

como opción la utilización del sistema extintores por agente limpio Norma NFPA 2001.

Tabla 11

Normas para la Instalación de Sistemas de Supresión de Incendios

Tabla 9.8.1 Normas para la instalación de sistemas de supresión de incendios

| Sistema de supresión de incendios | Norma sobre la instalación |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistemas de espuma de baja, media y alta expansión | NFPA 11, <i>Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión</i> |
| Sistemas de dióxido de carbono | NFPA 12, <i>Norma para Sistemas Extintores de Dióxido de Carbono</i> |
| Sistemas de halón 1301 | NFPA 12A, <i>Norma para Sistemas Extintores con Halón 1301</i> |
| Sistemas fijos de agua pulverizada | NFPA 15, <i>Norma para Sistemas Fijos de Agua Pulverizada para Protección contra Incendios</i> |
| Sistemas de diluvio de rociadores de agua-espuma | NFPA 16, <i>Norma para la Instalación de Rociadores de Agua-Espuma y Sistemas de Pulverización de Agua-Espuma</i> |
| Sistemas de productos químicos secos | NFPA 17, <i>Norma para Sistemas Extintores con Productos Químicos Secos</i> |
| Sistemas de productos químicos húmedos | NFPA 17A, <i>Norma para Sistemas Extintores con Productos Químicos Húmedos</i> |
| Sistemas de agua nebulizada | NFPA 750, <i>Norma sobre Sistemas de Protección contra Incendios de Agua Nebulizada</i> |
| Sistemas extintores de agentes limpios | NFPA 2001, <i>Norma sobre Sistemas Extintores de Incendio mediante Agentes Limpios</i> |

Nota. Reproducido de Tabla 9.8.1, de NFPA 101, 2000, (NFPA101, 2000) CC BY 3.0.

3.5. Selección del Agente Limpio

Para la selección del agente limpio correcto se basará en tres factores muy importantes:

- a) **Factor 1 – Medio ambiente:** Según el capítulo 1.6 “Factores Medioambientales” de la norma NFPA 2001, nos recomienda que el agente limpio no deje residuos

después de la descarga y que además sea amigable con el medio ambiente, por lo cual no sea participe en la destrucción de la capa de ozono (ODP) el calentamiento Global (GWP).

- b) **Factor 2 – Seguridad:** Según el capítulo A.5.7.0 de la norma NFPA 2001, nos recomienda que se debe considerar los aspectos de salud en las descargas prolongadas.
- c) **Factor 3 – Económico:** Si bien este factor no está normado, sobra decir que es importante obtener un agente limpio económico de fácil uso y eficaz.

3.6. Resultado de la Selección del Agente Limpio

Los siguientes resultados son basados bajo los factores de selección de agente limpio: medio ambiente, seguridad y económico. Según la Tabla 12 *Resultado de Comparación de Agentes Limpios* de comparación de agentes limpios nos indica como mejor alternativa el agente limpio Novec con 44 puntos por las razones siguientes:

1. Amigable con el medio ambiente, considerado como uno del mejor agente por debajo de agente Energen, no afecta la capa de ozono y dura menos de 5 días en la atmosfera a diferencia del FM-200 y Ecaro 25
2. Seguro para las personas, considerado como un agente menos toxico en la concentración permitida por debajo del agente Energen y por encima del FM-200 y Ecaro 25 pero en presión es mejor que el Energen, ya que por su baja presión no causa lesiones.
3. En lo económico, en precio está por encima del FM-200 y Ecaro.
4. En conclusión, Si bien el Energen es mejor, se eligió Novec por seguridad.

Tabla 12

Resultado de Comparación de Agentes Limpios

| Tipos de agente limpio | Inergen | FM-200 | Novec 1230 | Ecaro 25 | Resultados por mejor puntaje | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-----------|------------|-----------|
| | | | | | Inergen | FM-200 | Novec 1230 | Ecaro 25 |
| Presión en PSI : | 2900 psi | 360 | 360 | 360 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| Reducción de Ozono (ODP): | Ninguno | Ninguno | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Potencial de efecto invernadero (GWP): | Ninguno | 100 años – GWP de 3.300 | 1 | 2800 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| Tiempo de vida en la atmosfera: | Cero-Derivado de la atmósfera | 31/42 años | 0.014 años | 30 años | 4 | 1 | 3 | 2 |
| Toxicidad (LC50): | No tóxico | >800.000ppm | >100.000ppm | >700.000ppm | 4 | 1 | 3 | 2 |
| Concentración de diseño: | Según tipo de peligro varía de 34.2% a 40.6% | Según tipo de peligro varía de 6.7% a 8.7% | Según tipo de peligro varía de 4.5% a 5.9% | Según tipo de peligro varía de 6.7% a 8.7% | 1 | 2 | 4 | 1 |
| Tiempo de descarga: | 60 segundos a concentración de diseño | en 10 segundos el 95% de la descarga | 10 segundos a concentración de diseño | 10 segundos a concentración de diseño | 1 | 3 | 4 | 4 |
| Costo aprox. en el mercado: | \$1 por pie cúbico | \$50/60 x libra | \$20.02 x libra | \$26.23 x libra | 4 | 1 | 3 | 2 |
| Cumple norma NFPA 2001: | Si | Si | Si | Si | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Aprobación UL: | Si | Si | Si | Si | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Aprobación FM: | Si | Si | Si | Si | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Residuos: | No | No | No | No | 4 | 4 | 4 | 4 |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | 39 | 34 | 44 | 36 |

Nota. Resultado de comparación de agentes limpios más conocidos, siendo el de mayor puntuación con 44 puntos el agente limpio

Novec por el factor de seguridad.

3.6.1. Datos del Área Para Proteger

Dentro de la recolección de datos en la revisión previa del proyecto se realizó la toma de información con respecto a las características de la sala eléctrica N°6 de la planta productora de papel. Ver formato de recolección de datos N° 1.

Figura 36

Formato de Datos para Calculo parte 1

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------------|--------------------------------|----------|
| EMPRESA/RAZÓN SOCIAL: AQPPERUANA SAC | | | | RUC: 20543575322. | |
| DOMICILIO: Av. Arequipa 4343 oficina 21 Miraflores. | | | | FECHA: 13-09-2021 | |
| PERSONA QUE INSPECCIONA: Raúl Chipana Ch. | | | | CLASIFICACION DE RIESGO | |
| CARGO: Ingeniero de Proyectos | ÁREA: Ingeniería y Proyectos | | | CLASE A | |
| TIPO DE INSPECCIÓN | PLANEADA | X | NO PLANEADA | CLASE B | |
| NOMBRE DEL AREA: SALA ELECTRICA N° 6 | | | | CLASE C | X |

Croquis de área:

Nota. Formato de recolección de datos para cálculo de agente limpio, Parte 1.

Figura 37

Formato de Datos para Calculo parte 2

| PUNTOS GENERALES: | | | | SI | NO | Dimensiones de Sala | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|------------------|--------------------|----|---------------------|---------|
| La sala eléctrica tiene espacio para colocar los cilindros en el interior de la sala | | | | | X | Ancho | 8.10 m |
| La sala eléctrica tiene el techo plano de material de concreto | | | | X | | Largo | 17.60 m |
| A | Equipos y accesorios dentro de la sala: | SI | NO | Observaciones | | | |
| A.1 | Tableros eléctricos | X | | | | | |
| A.2 | Transformadores | X | | | | | |
| A.3 | Celdas eléctricas | X | | | | | |
| A.4 | Bandejas de cables eléctricos | X | | | | | |
| A.5 | Rejillas extractoras de aire | | X | | | | |
| A.6 | Calefactores | | X | | | | |
| A.7 | | | | | | | |
| A.8 | | | | | | | |
| B | Tipo de agente a utilizar: | C | | Tipo de Aplicación | | | |
| B.1 | ECARO | C.1 | Inundación total | | | X | |
| B.2 | CO2 | C.2 | Inundación local | | | | |
| B.3 | FM-200 | C.3 | Combinado | | | | |
| B.4 | CO2 | C.4 | Otros | | | | |
| B.5 | NOVEC | X | | | | | |
| | | | | | | Falso piso | |
| | | | | | | Ancho | 8.10 m |
| | | | | | | Largo | 17.60 m |
| | | | | | | Alto | 0.50 m |
| | | | | | | Falso Techo | |
| | | | | | | Ancho | --- |
| | | | | | | Largo | --- |
| | | | | | | Alto | --- |
| | | | | | | Temperatura ° C | |
| | | | | | | Mínimo | 20°C |
| | | | | | | Máximo | 20°C |
| | | | | | | En sala | 20°C |
| | | | | | | Altura msnm | |
| | | | | | | 0 | |

Nota. Formato de recolección de datos para cálculo de agente limpio, Parte 2.

3.6.2. Determinación de Volumen de Agente Limpio

Ya teniendo elegido el agente se determinará el volumen de la sala ver Tabla 13

Resultados de Cálculo de Volumen.

Tabla 13

Resultados de Cálculo de Volumen

| Ambiente Útil | Dimensión (m) | Volumen (m3) |
|---------------|---------------|--------------|
| Ancho | 8.10 | 712.8 |
| Largo | 17.60 | |
| Alto | 5.00 | |
| Falso piso | Dimensión (m) | Volumen (m3) |
| Ancho | 8.10 | 71.28 |
| Largo | 17.60 | |

Nota: Dimensiones de ambiente según hoja de recolección de datos para calculo.

3.6.3. Determinación de la Concentración Mínima de Diseño

Según

Tabla

14

Concentración Mínima de Agente Limpio, Se debe tomar el valor de concentración mínima de 4.5 para agente FK-5-1-12 (Novec) basándose en la clasificación de riesgo de la sala eléctrica N° 6 que es clase C.

Tabla 14

Concentración Mínima de Agente Limpio

| Agent | Class A MEC | Class A Minimum Design Concentration | Class C Minimum Design Concentration |
|-----------|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| FK-5-1-12 | 3.3 | 4.5 | 4.5 |
| HFC-125 | 6.7 | 8.7 | 9.0 |
| HFC-227ea | 5.2 | 6.7 | 7.0 |
| HFC-23 | 15.0 | 18.0 | 20.3 |
| IG-541 | 28.5 | 34.2 | 38.5 |
| IG-55 | 31.6 | 37.9 | 42.7 |
| IG-100 | 31.0 | 37.2 | 41.9 |

Note: Concentrations reported are at 70°F (21°C). Class A design values are the greater of (1) the Class A extinguishing concentration, determined in accordance with 5.4.2.2, times a safety factor of 1.2; or (2) the minimum extinguishing concentration for heptane as determined from 5.4.2.1.

Nota. Reproducido de Tabla A5.4.2.2, de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Como la cantidad de agente que se dispersa en el ambiente se pierde concentración al momento de ingresar dentro de los tableros, equipos o por los agujeros de la ventilación la referencia de concentración que nos indica la Tabla 14

Concentración Mínima de Agente Limpio, nos ayuda a ubicar los valores de concentración para inundación total a través de la Tabla 15

Concentración de diseño agente Novec por Inundación Total. Este cálculo para realizar es considerado como un factor de seguridad que nos ayudara a compensar a que se tenga una concentración ideal. Se muestra en Figura 38

Calculo de Factor de Seguridad de Agente Limpio cálculo por interpolación.

Para obtener el valor se debe de tener la temperatura del ambiente en grados Celsius (°C), que para este caso es de 21°C.

Tabla 15

Concentración de diseño agente Novec por Inundación Total

| Temp(t) (°C)* | Volumen Específico de Vapor (s) (m³/kg) ^d | Requisitos en Peso del Volumen de Riesgo, W/V (kg/m³) ^b Concentración de Diseño (% en Volumen) ^a | | | | | | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| -20 | 0.0609140 | 0.5077 | 0.6840 | 0.8640 | 1.0479 | 1.2357 | 1.4275 | 1.6236 | 1.8241 |
| -15 | 0.6022855 | 0.4965 | 0.6690 | 0.8450 | 1.0248 | 1.2084 | 1.3961 | 1.5879 | 1.7839 |
| -10 | 0.0636570 | 0.4859 | 0.6545 | 0.8268 | 1.0027 | 1.1824 | 1.3660 | 1.5337 | 1.7455 |
| -5 | 0.0650285 | 0.4756 | 0.6407 | 0.8094 | 0.9816 | 1.1575 | 1.3372 | 1.5209 | 1.7087 |
| 0 | 0.0664000 | 0.4658 | 0.6275 | 0.7926 | 0.9613 | 1.1336 | 1.3096 | 1.4895 | 1.6734 |
| 5 | 0.0677715 | 0.4564 | 0.6148 | 0.7766 | 0.9418 | 1.1106 | 1.2831 | 1.4593 | 1.6395 |
| 10 | 0.0691430 | 0.4473 | 0.6026 | 0.7612 | 0.9232 | 1.0886 | 1.2576 | 1.4304 | 1.6070 |
| 15 | 0.0705145 | 0.4386 | 0.5909 | 0.7464 | 0.9052 | 1.0674 | 1.2332 | 1.4026 | 1.5757 |
| 20 | 0.0718860 | 0.4302 | 0.5796 | 0.7322 | 0.8879 | 1.0471 | 1.2096 | 1.3758 | 1.5457 |
| 25 | 0.0732575 | 0.4222 | 0.5688 | 0.7184 | 0.8713 | 1.0275 | 1.1870 | 1.3500 | 1.5167 |
| 30 | 0.0746290 | 0.4144 | 0.5583 | 0.7052 | 0.8553 | 1.0086 | 1.1652 | 1.3252 | 1.4888 |

Nota. Valores de Tabla en sistema internacional (SI) y los valores marcados en el recuadro se utilizaran para el cálculo del factor de seguridad de agente limpio, Adaptado de Tabla A.5.5.1(b), de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Figura 38

Calculo de Factor de Seguridad de Agente Limpio por Interpolación

| | | | | | | | | | |
|--------|---|--------|---|-----|---|----|--------|---|--------|
| Yx | = | Yo | + | X | - | Xo | Y1 | - | Yo |
| 0.6864 | = | 0.5796 | + | 4.7 | - | 4 | 0.7322 | - | 0.5796 |
| | | | | 5 | - | 4 | | | |
| | | | | X1 | - | Xo | | | |

| | | |
|---------|---|-----------------------------------------------------------|
| Yx | = | Factor de seguridad |
| X | = | Concentración mínima de diseño |
| Xo y X1 | = | Concentración de diseño en % de volumen |
| Yo y Y1 | = | Concentración de diseño en % de volumen según Temperatura |

❖ El resultado es 0.6864 Kg/m³ de factor de seguridad.

3.6.4. Cálculo de cantidad de agente limpio

Siguiendo con el cálculo se procede a multiplicar el factor de seguridad de concentración por el volumen para obtener la cantidad de agente limpio a utilizar, siendo 172.98 Kg para el ambiente útil y 28.23 Kg para el falso piso, que seguidamente se transforma en Libras (Lb). Ver

Tabla 16

Resultado de Cálculo de cantidad de Agente Limpio

| Ambiente Útil | Dimensión (m) | Volumen (m ³) | Factor de seguridad | En Kilogramos (Kg) | En Libras (Lb) |
|---------------|---------------|---------------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| Ancho | 8.10 | | | | |
| Largo | 17.60 | 712.8 | 0.6864 | 489.28 | 1078.68 |
| Alto | 5.00 | | | | |

| Falso piso | Dimensión (m) | Volumen (m3) | Factor de seguridad | En Kilogramos (Kg) | En Libras (Lb) |
|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Ancho | 8.10 | | | | |
| Largo | 17.60 | 71.28 | 0.6864 | 48.93 | 107.87 |
| Alto | 0.50 | | | | |

Nota: Equivalencia de 1 Kg igual a 2.20462 Lb. Siendo los resultados de cantidad de agente marcados en el cuadro de color rojo para ambiente útil 489.28 Kg y falso piso 48.93 Kg.

3.6.5. Ajuste de la cantidad de agente limpio por factor de corrección por altitud

Cuando se tiene salas eléctricas en altitudes mayor o menores con respecto al nivel del mar las presiones ambientales pueden ser diferentes por el cual se utiliza el factor de corrección de altitud, según la Tabla 17

Factores de Corrección Atmosférica

Tabla 17

Factores de Corrección Atmosférica

| Altitud Equivalente | | Presión del Recinto (Absoluta) | | Factor de Corrección Atmosférica |
|---------------------|-------|-----------------------------------|-------|----------------------------------------|
| pies | km | psi | mm Hg | |
| -3.000 | -0,92 | 16,25 | 840 | 1.11 |
| -2.000 | -0,61 | 15,71 | 812 | 1.07 |
| -1.000 | -0,30 | 15,23 | 787 | 1.04 |
| 0 | 0,00 | 14,70 | 760 | 1.00 |
| 1.000 | 0,30 | 14,18 | 733 | 0.96 |
| 2.000 | 0,61 | 13,64 | 705 | 0.93 |
| 3.000 | 0,91 | 13,12 | 678 | 0.89 |
| 4.000 | 1,22 | 12,58 | 650 | 0.86 |
| 5.000 | 1,52 | 12,04 | 622 | 0.82 |
| 6.000 | 1,83 | 11,53 | 596 | 0.78 |
| 7.000 | 2,13 | 11,03 | 570 | 0.75 |
| 8.000 | 2,45 | 10,64 | 550 | 0.72 |
| 9.000 | 2,74 | 10,22 | 528 | 0.69 |
| 10.000 | 3,05 | 9,77 | 505 | 0.66 |

Nota. Reproducido de Tabla 5.5.3.3, de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Para nuestro caso, no tenemos variación de altitud por el cual se mantiene en 1.00.

3.6.6. Elección de la capacidad del tanque de agente limpio

Para la elección de las cantidades de tanques se debe de considerar la cantidad de agente por área entre la suma total de la cantidad de agente en libras (Lb) y seguidamente porcentual por áreas si las cantidades salen menores que el 10% como es el caso del cálculo de la sala eléctrica N° 6, se debe optar por un sistema múltiple de descarga a través de un colector. Ver Tabla 18 *Calculo para Cantidad de Cilindros* de cálculo donde se muestra que en el área de ambiente útil con mayor volumen en cantidad es un 91% y en el falso piso tiene una cantidad de 9%.

Tabla 18

Calculo para Cantidad de Cilindros

| Áreas | Cantidad de agente en libras (Lb) | En % de cantidad |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Cantidad de agente en Ambiente Útil | 1078.68 | 91% |
| Cantidad de agente en Falso piso | 107.87 | 9% |
| Suma total | 1186.54 | |
| Cantidad de tanques | 2 | |

Nota. Resultado de cálculo de cantidad de cilindros, requiere dos cilindros contenedores de agente limpio.

Para la elección del taque se debe de revisar la tabla de tamaños de cilindros del fabricante que en este caso es ANSUL, ver

Tabla

19

Lista de Contenedores Según Parte y Capacidad de Almacenamiento.

Tabla 19

Lista de Contenedores Según Parte y Capacidad de Almacenamiento

| Shipping Assembly Part No./TC | Nominal Tank Size lb (kg) | Agent Quantity lb (kg) | Approximate Empty Weight lb (kg) | Dimension "A" in. (cm) | Diameter in. (cm) | Valve Size | Equivalent Length ft (m) |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------|------------|--------------------------|
| 570635 | 20 (9.1) | 9 to 21 (4.1 to 9.5) | 33 (15) | 12 (30.4) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 570633 | 50 (22.7) | 18 to 42 (8.2 to 19.1) | 41 (18.6) | 19.8 (50.2) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 570634 | 90 (40.8) | 36 to 84 (16.3 to 38.1) | 57.5 (26) | 32.8 (83.3) | 10 (25.4) | 1 in. | 20 (6.096) |
| 570638 | 140 (63.5) | 58 to 137 (26 to 62.1) | 108 (49) | 23.5 (59.6) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 570639/570651 | 280 (127) | 117 to 280 (53.1 to 127) | 158 (71.7) | 40.2 (102) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 570640/570652 | 390 (177) | 163 to 388 (73.9 to 176) | 198 (90) | 53.3 (135) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 570641/570653 | 450 (204) | 199 to 459 (90.3 to 204) | 233 (106) | 64.3 (163) | 16 (40.6) | 2 in. | 35 (10.668) |
| 570586/570654 | 850 (386) | 379 to 851 (172 to 386) | 456 (207) | 57.7 (146.6) | 24 (61) | 3 in. | 85 (25.91) |

Nota: Como resultado se elige el cilindro de 379 a 851 Lb como se muestra en el cuadro de color rojo, Reproducido del manual

Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

3.6.7. *Determinación de tuberías y accesorios para el sistema de agente limpio*

Para tuberías: Según en el punto 4.2.1 de la NFPA 2001, nos indica que toda tubería para sistemas de agente limpio debe ser incombustibles además de tener alta resistencia a la tensión mecánica y deberá tener tratamiento a la corrosión o recubierta con material especial.

La presión mínima de diseño para las tuberías no debe ser inferior a la presión del cilindro 70°F (21°C), además no debe ser inferior al 80% de la presión máxima del cilindro a la temperatura de almacenamiento no inferior a 130°F (55°C).

Para elegir la presión de diseño mínima para la tubería se deberá tomar como referencia los parámetros indicados en la Tabla 20

Presión de Recipiente según Agente Limpio, basándose en el tipo de agente limpio que en este caso es NOVEC y las características del recipiente según

Característica del Recipiente de Almacenamiento.

- ❖ Para el caso de estudio se considera tubería de cedula 80 sin costura ya que cumple con los parámetros de presión de diseño para agente NOVEC.

Para accesorios: Según en el punto A.4.2.3.1 de la NFPA 2001, nos indica que todo accesorio para sistemas de agente limpio debe cumplir con las condiciones mínimas mostradas en la Tabla 22

Accesorios de Sistemas de Tuberías.

- ❖ Para el caso de estudio se considera los accesorios de clase 300 del tipo roscado ya que está dentro de los parámetros de presión de diseño para las tuberías.

Tabla 20

Presión de Recipiente según Agente Limpio

Tabla 4.2.1.1.1(b) Continuación

| Agente | Densidad de llenado Máxima del Recipiente del Agente | | Presión de Carga del Recipiente del Agente a 70°F (21°C) | | Presión de Carga del Recipiente del Agente a 130°F (55°C) | | Presión Mínima de Diseño de la Tubería a 70°F (21°C) | |
|--------------|------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|
| | lb/ft ³ | kg/m ³ | psi | bar | psi | bar | psi | bar |
| HCFC-124 | 74 | 1185 | 240 | 17 | 354 | 24 | 283 | 20 |
| HCFC-124 | 74 | 1185 | 360 | 25 | 580 | 40 | 464 | 32 |
| HFC-125 | 54 | 865 | 360 | 25 | 615 | 42 | 492 | 34 |
| HFC 125 | 56 | 897 | 600 | 41 | 1045 | 72 | 836 | 58 |
| HFC-236fa | 74 | 1185 | 240 | 17 | 360 | 25 | 280 | 19 |
| HFC-236fa | 75 | 1201 | 360 | 25 | 600 | 41 | 480 | 33 |
| HFC-236fa | 74 | 1185 | 600 | 41 | 1100 | 76 | 880 | 61 |
| HFC Mezcla B | 58 | 929 | 360 | 25 | 586 | 40 | 469 | 32 |
| | 58 | 929 | 600 | 41 | 888 | 61 | 710 | 50 |
| FK-5-1-12 | 90 | 1442 | 150 | 10 | 175 | 12 | 150 | 10 |
| | 90 | 1442 | 195 | 13 | 225 | 16 | 195 | 13 |
| | 90 | 1442 | 360 | 25 | 413 | 28 | 360 | 25 |
| | 75 | 1201 | 500 | 34 | 575 | 40 | 500 | 34 |
| | 90 | 1442 | 610 | 42 | 700 | 48 | 610 | 42 |

Nota. Para agente limpio Novec se debe cumplir la presión de 360 PSI como presión máxima de diseño para tuberías según cuadro marcado en rojo, Reproducido de Tabla 4.2.1.1.1(b), de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Tabla 21*Característica del Recipiente de Almacenamiento*

| | Densidad máxima de llenado para las condiciones abajo indicadas (lb/ft ³) | Presión Mínima de Trabajo del Diseño del Recipiente (Manométrica) (psi) | Presión total a 70°F (psi) |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FK-5-1-12 | 90 | 500 | 360 |
| HCFC Mezcla A | 56.2 | 500 | 360 |
| HCFC-124 | 71 | 240 | 195 |
| HFC-125 | 58 | 320 | 166,4 ^a |
| HFC-227ea | 72 | 500 | 360 |
| HFC-23 | 54 | 1800 | 608,9 ^a |
| FIC-13I1 | 104.7 | 500 | 360 |
| IG-01 | N/A | 2120 | 2370 |
| IG-100 (300) | N/A | 3600 | 4061 |
| IG-100 (240) | N/A | 2879 | 3236 |
| IG-100 (180) | N/A | 2161 | 2404 |
| IG-541 | N/A | 2015+ | 2175 |
| IG-541 (200) | N/A | 2746 | 2900 |
| IG-55 (222) | N/A | 2057+ | 2222 ^b |
| IG-55 (2962) | N/A | 2743+ | 2962 ^c |
| IG-55 (4443) | N/A | 4114+ | 4443 ^d |
| HFC Mezcla B | 58 | 400 | 195 ^e |

Nota. Para agente limpio Novec se debe cumplir la presión de 360 PSI para diseño de recipientes de almacenamiento según indica el cuadro marcado de rojo, Reproducido de Tabla A.4.1.4.1, de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012). CC BY 3.0.

Tabla 22

Accesorios de Sistemas de Tuberías

Table A.4.2.3.1(a) Accesorios de Sistemas de Tuberías

| Agente Limpio | Presión de Carga Inicial (hasta e incluso) | | Presión de diseño mínima a 70°F (21°C) ^a | | Accesorios Mínimos Aceptables | Tamaño Máximo de Tubería (NPS) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | psi | kPa | psi | kPa | | |
| Todos los agentes halocarbonados (excepto HFC-23) | 360 | 2,482 | 416 | 2,868 | Rosc. de hierro maleable Clase 300 | 6 in. |
| | | | | | Rosc. de hierro dúctil Clase 300 | 6 in. |
| | | | | | Accesorios ranurados ^b | 6 in. |
| | 600 | 4,137 | 820 | 5,654 | Uniones embridadas Clase 300 | Todos |
| | | | | | Rosc. de hierro malea- ble Clase 300 | 4 in. |
| | | | | | Rosc./sold. Clase 2,000 lb de acero forjado | Todos |

Nota. Los accesorios a utilizar para el sistema deben ser de clase 300 según recuadro rojo marcado, la elección es bajo requerimientos de presión máxima de tubería y contenedores de 360 PSI, Reproducido de Tabla A.4.2.3.1, de NFPA 2001, 2012, (NFPA2001, 2012).

CC BY 3.0.

3.6.8. Determinación de las boquillas de agente limpio

Para determinar las boquillas correctas para el sistema de agente limpio debemos de tener las consideraciones dadas en el punto 4.2.5 de la NFPA 2001, el cual nos indica que las boquillas deben estar listadas además deben ser resistentes a la corrosión y de ser el caso se les debe de colocar recubrimientos especiales.

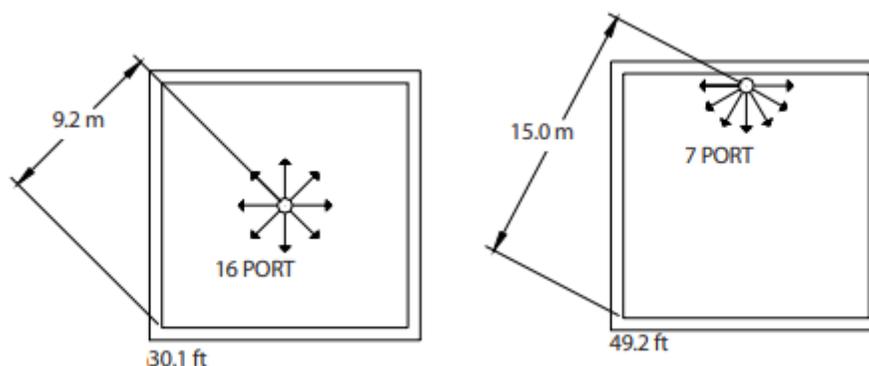
Las boquillas deberán estar marcadas con el logo del fabricante además del tipo de cobertura y el tamaño de los orificios.

Para el presente caso de estudio se colocará cuatro boquillas de 360° para el ambiente útil con un rango de cobertura de 9.2 metros y cuatro boquillas de 180° con cobertura de 15 metros para el falso piso debido a que esta área tiene irregularidades en el techo como en el falso piso que pueden obstruir al momento de la descarga y además las columnas dificultarían la inundación total de la sala eléctrica ver Figura 39 *Rango de Cobertura de Boquillas.*

El diámetro de los agujeros de las boquillas, así como el diámetro para el roscado en la tubería se definirán en el software de simulación SAPPHERE.

Figura 39

Rango de Cobertura de Boquillas



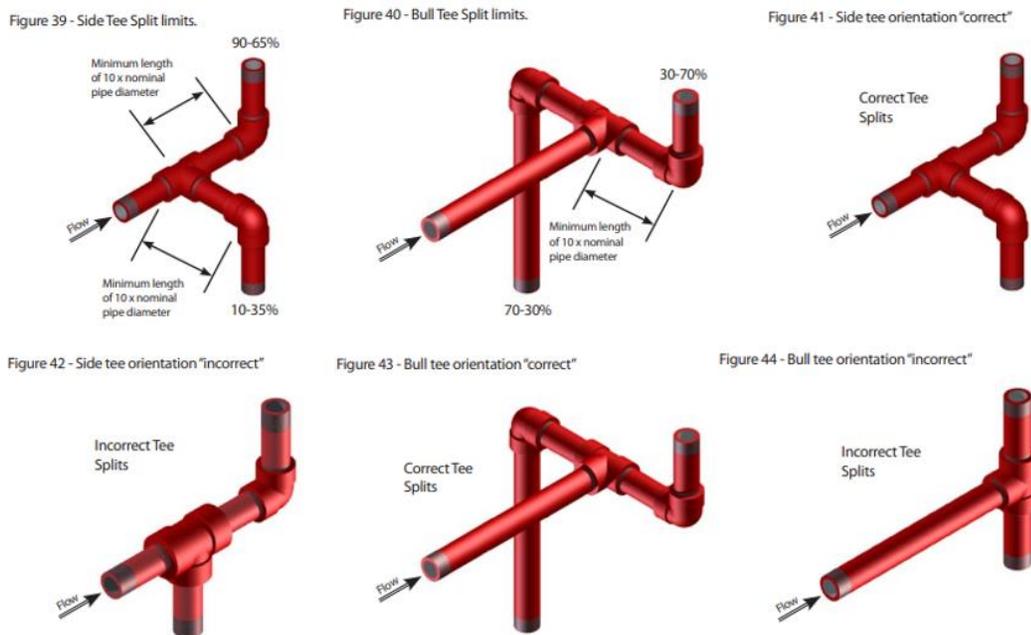
3.6.9. Diseño de recorrido de tuberías y boquillas por software de simulación SAPPHIRE

Ya teniendo datos de diseño de volumen de la sala además de la concentración de agente limpio se iniciará la simulación a través de un diseño isométrico preliminar que fue realizado bajo el levantamiento de dimensiones de la sala eléctrica y las condiciones del lugar.

Para el diseño del recorrido de la tubería se realizaron bajo las recomendaciones de la NFPA 2001 y el fabricante del sistema de agente limpio NOVEC ANSUL ver Figura 40 *Ejemplos de posición de Tes para Diseño de Red de Agente Limpio*. Además, se requiere cumplir el tiempo de la descarga recomendando de 10 segundos de tiempo máximo y mínimo de seis segundos.

Figura 40

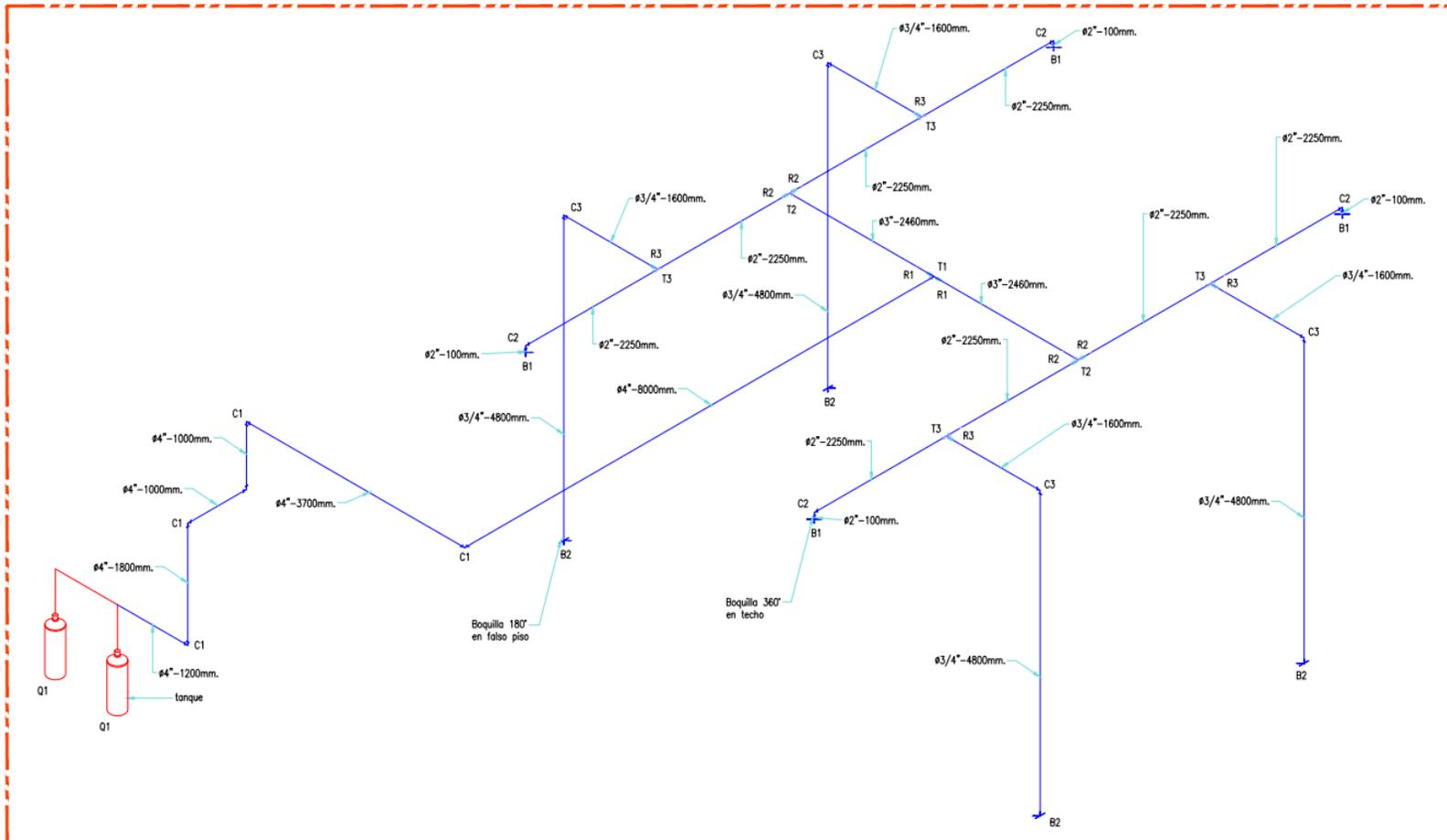
Ejemplos de posición de Tes para Diseño de Red de Agente Limpio



Nota: Reproducido del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

Figura 41

Diseño Propuesto para Red de Tuberías de Agente Limpio



Nota. Diseño de red de tuberías realizado en AutoCAD 2020.

Datos bases ingresados al software de simulación SAPPHIRE para seguidamente realizar la distribución de la tubería propuesta en la Figura 41

Diseño Propuesto para Red de Tuberías de Agente Limpio

Figura 42

Datos ingresados en el Software SAPPHIRE

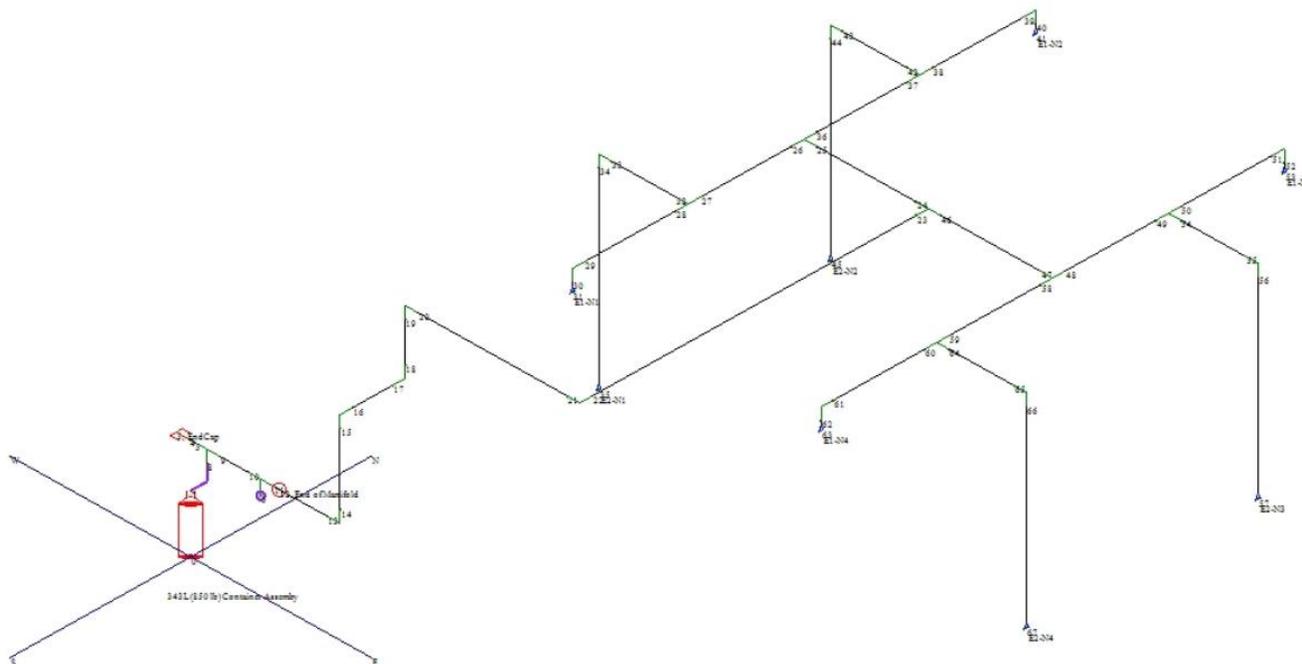
| SAPPHIRE suppression systems | | Consolidated Report | |
|---------------------------------------------------|--|---------------------|-----------------------|
| Enclosure Temperature: | | Number of Nozzles: | 4 |
| Minimum: 20.0 C | | Width: | 8.10 m |
| Maximum: 20.0 C | | Length: | 17.60 m |
| Max. Concentration: 4.54 % | | Height: | 5.00 m |
| Design Concentration: | | Volume: | 712.80 m ³ |
| Adjusted: 4.54 % | | Non-permeable: | 7.00 m ³ |
| Minimum: 4.50 % | | Total Volume: | 705.80 m ³ |
| Min. Agent Required: 462.67 kg | | | |
| Adjusted Agent Required: 466.81 kg | | | |
| Enclosure 2 SALA ELECTRICA 06 - (FALSO PISO) | | | |
| Enclosure Temperature: | | Number of Nozzles: | 4 |
| Minimum: 20.0 C | | Width: | 8.10 m |
| Maximum: 20.0 C | | Length: | 17.60 m |
| Max. Concentration: 4.63 % | | Height: | 0.50 m |
| Design Concentration: | | Volume: | 71.28 m ³ |
| Adjusted: 4.63 % | | Non-permeable: | 0.00 m ³ |
| Minimum: 4.50 % | | Total Volume: | 71.28 m ³ |
| Min. Agent Required: 46.73 kg | | | |
| Adjusted Agent Required: 48.19 kg | | | |
| Agent Source Report | | | |
| Agent: Novec / Propellant N2 | | | |
| (Novec is a trademark of 3M) | | | |
| Container Name: 343L (850 lb) Container Assembly | | | |
| Container Part Number: 570586 | | | |
| Agent Per Container: 257.50 kg | | | |
| Fill Density: 0.751 kg / l | | | |
| Number of Main Containers: 2 | | | |
| Number of Reserve Containers: 0 | | | |
| Container Empty Weight: 207.00 kg | | | |
| Weight, All Containers + Agent: 929.00 kg | | | |

Nota. Valores de datos en metros cúbicos (m³) y kilogramos (Kg).

Diseño preliminar ya realizado en el software SAPPHIRE

Figura 43

Imagen de Red de Tubería de Agente Limpio en Software SAPPHIRE



Nota. El cilindro mostrado es referencial ya que el sistema requiere de dos tanques que han sido calculados previamente.

Ver simulación completa en el **Anexo N° 3**. Simulación de tubería por Software Agente Limpio SAPPHIRE

3.6.10. Resumen de diámetros de tuberías, accesorios y boquillas a utilizar

A continuación, se muestra resumen de tuberías a utilizar en Tabla 23
Metrado de tuberías para Red de Agente Limpio Para ver lista de cálculo completa ver **Anexo N° 4. Listado de Tuberías Según Calculo en Software**

Tabla 23

Metrado de tuberías para Red de Agente Limpio

| TUBERIAS | | | | |
|----------|-------|------|------------------------------------------|--------|
| ITEM | CANT. | UND. | DESCRIPCION | CODIGO |
| 01 | 16700 | m. | TUBERIA SCH 40 ASTM A-53 GRADO B, Ø 4" | ---- |
| 02 | 4920 | m. | TUBERIA SCH 40 ASTM A-53 GRADO B, Ø 3" | ---- |
| 02 | 18000 | m. | TUBERIA SCH 40 ASTM A-53 GRADO B, Ø 2" | ---- |
| 02 | 25600 | m. | TUBERIA SCH 40 ASTM A-53 GRADO B, Ø 3/4" | ---- |

Resumen de los accesorios a utilizar en Tabla 24

Metrado de Accesorios para Red de Agente Limpio

Tabla 24

Metrado de Accesorios para Red de Agente Limpio

| LISTA DE MATERIALES | | | | | |
|---------------------|---------|-------|------|------------------------------------------------------|--------|
| ITEM | SIMBOLO | CANT. | UND. | DESCRIPCION | CODIGO |
| 01 | C1 | 05 | PZA | CODO 90° FE NE CL 300 ROSCADO Ø 4" | ---- |
| 02 | C2 | 04 | Pza | CODO 90° FE NE CL 300 ROSCADO Ø 2" | ---- |
| 02 | C3 | 04 | Pza | CODO 90° FE NE CL 300 ROSCADO Ø 3/4" | ---- |
| 03 | T1 | 01 | Pza | TEE FE NE CL 300 ROSCADO Ø 4" | ---- |
| 03 | T2 | 02 | Pza | TEE FE NE CL 300 ROSCADO Ø 3" | ---- |
| 03 | T3 | 04 | Pza | TEE FE NE CL 300 ROSCADO Ø 2" | ---- |
| 03 | R1 | 02 | Pza | REDUCCION CONCENTRICA ROSCADO FE NE CL 300 Ø4"xØ3" | ---- |
| 03 | R2 | 04 | Pza | REDUCCION CONCENTRICA ROSCADO FE NE CL 300 Ø3"xØ2" | ---- |
| 03 | R3 | 04 | Pza | REDUCCION CONCENTRICA ROSCADO FE NE CL 300 Ø2"xØ3/4" | ---- |

Resumen de las boquillas a utilizar en Tabla 25

Metrado de Boquillas para Red de Agente Limpio

Tabla 25

Metrado de Boquillas para Red de Agente Limpio

| BOQUILLAS DE DESCARGA | | | | |
|-----------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------|--------|
| ITEM | CANT. | UND. | DESCRIPCION | CODIGO |
| B1 | 04 | PZA | BOQUILLA DE DESCARGA Ø2"x360' area de boquilla Ø 706.86 mm ² | 570607 |
| B2 | 04 | PZA | BOQUILLA DE DESCARGA Ø3/4"x180' area de boquilla Ø 154.43 mm ² | 570516 |

a) Selección de boquillas según modelo de fabricante ver Tabla 26

Modelo de Boquillas según Fabricante

Tabla 26

Modelo de Boquillas según Fabricante

| Shipping Assembly Part No. | Description |
|----------------------------|-------------------------|
| 570515 | 1/2 in Nozzle – 180° |
| 570516 | 3/4 in. Nozzle – 180° |
| 570517 | 1 in. Nozzle – 180° |
| 570518 | 1 1/4 in. Nozzle – 180° |
| 570519 | 1 1/2 in. Nozzle – 180° |
| 570520 | 2 in. Nozzle – 180° |
| 570602 | 1/2 in. Nozzle – 360° |
| 570603 | 3/4 in. Nozzle – 360° |
| 570604 | 1 in. Nozzle – 360° |
| 570605 | 1 1/4 in. Nozzle – 360° |
| 570606 | 1 1/2 in. Nozzle – 360° |
| 570607 | 2 in. Nozzle – 360° |

Nota: Reproducido del manual Shappire Supression System (ANSUL, 2010), CC BY 3.0.

3.7. Dimensionamiento del Sistema de Detección & Alarma

Bajo las recomendaciones de la NFPA 72 en el punto 23.11.8 nos indica que todos los sistemas de supresión deben ser controlados por un panel contra incendio y que además monitoree los dispositivos iniciadores que activen el sistema de descarga y las señales de notificación que ayude en la evacuación de las personas. Además, deben controlar las puertas con cierre electrónico como también los sistemas extractores de aire y los HVAC.

3.7.1.1. Distribución de detectores de humo

Según la norma NFPA 72 en el punto 17.6.3.1.1, nos recomienda no exceder el espaciamiento listado de 9.1 entre detectores y 0.7 por el espaciamiento listado de la pared. Además, se deben colocar en angulas rectos es decir en una sola dirección.

Según la norma NFPA 72 en el punto 23.11.7 para los sistemas de supresión por agente limpio se deben colocar con dos detectores de humo como mínimo por el cual para el siguiente trabajo se utilizarán seis detectores en posición cruzada en dos zonas para evitar las falsas alarmas ver

Figura

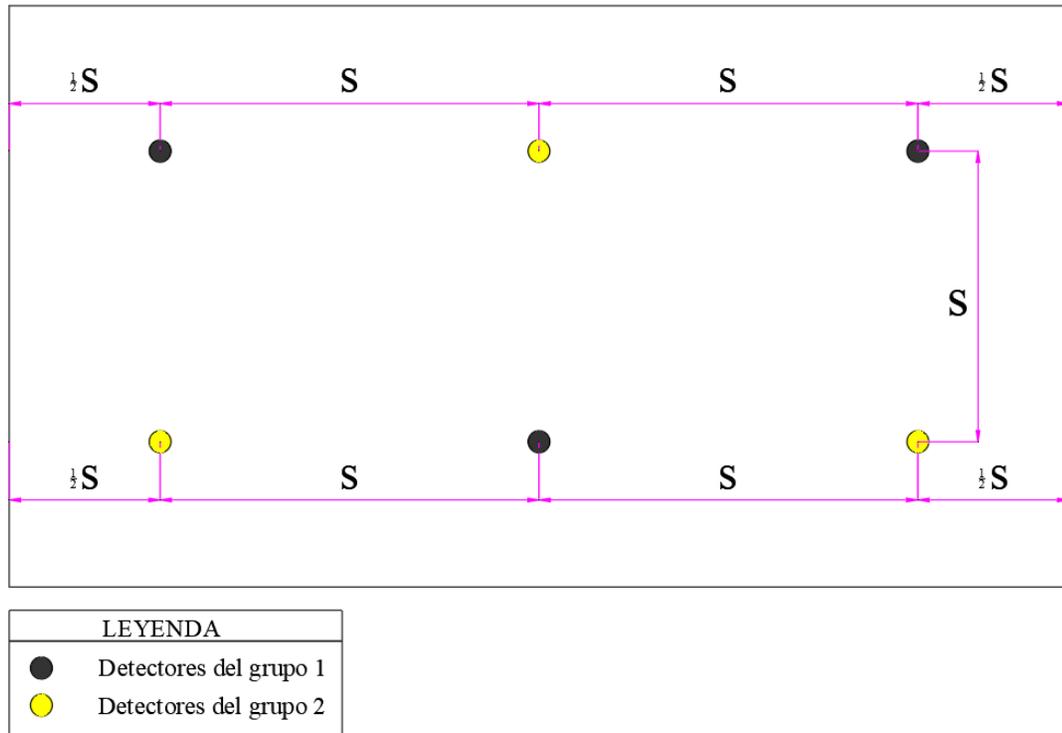
44

Posición de Detectores en Zona Cruzada

Además, se debe tener en cuenta las recomendaciones de la NFPA 72 en los puntos 17.7.1.8 el cual nos indica que los detectores no deben ser instalados en lugares donde la temperatura baja a 0°C o aumente por encima de los 38°C, además en ambientes con humedad por encima de los 93% y con velocidad de aire superior a 1.5 m/s.

Figura 44

Posición de Detectores en Zona Cruzada



Nota. Diseño realizado en AutoCAD 2020.

3.7.1.2. Distribución de estaciones manuales y pulsados de aborto

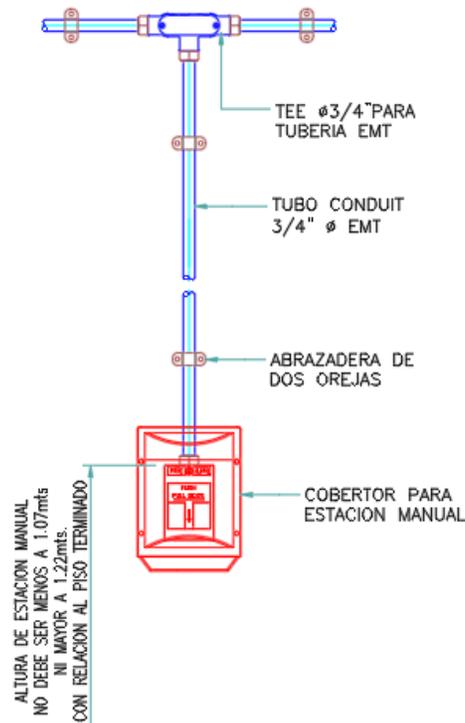
Según la norma NFPA 72 en el punto 23.11.1, que los dispositivos de desca de supresión de agente limpio deben estar listados.

Estos dispositivos deben estar a 1.5 metros de cada vano de las puertas de salidas en cada piso según indica la NFPA 72 en el punto 17.14.8.4 y además deben estar instaladas entre una altura de 1.20 a 1.07 metros como lo indica en el punto 17.14.5. ver Figura 45

Instalación de

Figura 45

Instalación de Estaciones Manuales



Nota. Diseño realizado en AutoCAD 2020.

3.7.1.3. Distribución de luces estroboscópicas

Según la norma NFPA 72 en el punto 18.2, nos indica que los dispositivos de notificación tienen el propósito de avisar ante una emergencia y proveer información a las personas.

Los aparatos deben ser listados según indica el punto 18.3.1 de la NFPA 72, además deben cumplir con el patrón temporal de tres pulsos figura 18.4.2.1. Ver Figura 46 *Parámetros del Patrón Temporal.*

Estos aparatos de notificación serán colocados en el interior y exterior de las salas en dos grupos que tendrán la función de notificar una señal de pre-alarma y alarma después de 30 segundos.

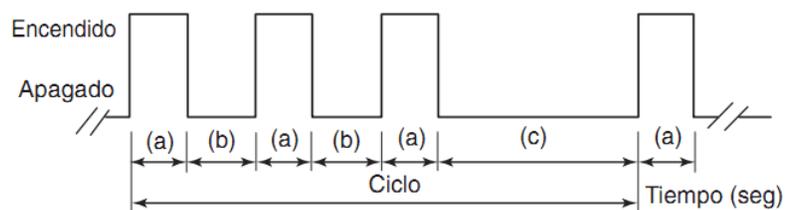
La instalación altura de instalación de estos dispositivos es a una altura de 2.29 metros del piso y por debajo del techo a una distancia de 0.15 metros ver Figura 47

Instalación de Sirena con Luz Estroboscópica

Según recomendación de la NFPA 18.5.3 la señal visible de estos dispositivos de notificación debe exceder la tasa de destello de dos segundos (2Hz) y tampoco ser menor de un segundo (1 Hz). Además, la luz debe durar un máximo de 20 milisegundos de pulsos en un ciclo máximo de 40%.

Figura 46

Parámetros del Patrón Temporal



Referencias:

Fase (a) señal encendida por 0.5 seg $\pm 10\%$

Fase (b) señal apagada por 0.5 seg $\pm 10\%$

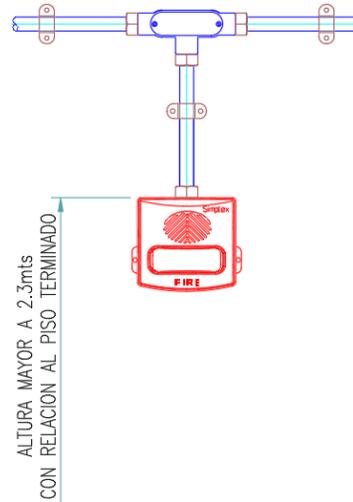
Fase (c) señal apagada por 1.5 sec $\pm 10\%$ [(c) = (a) + 2(b)]

El ciclo total dura 4 seg $\pm 10\%$

Nota. Reproducido de la figura 18.4.2.1, de NFPA 72, 2016, (NFPA72, 2016) CC BY 3.0.

Figura 47

Instalación de Sirena con Luz Estroboscópica



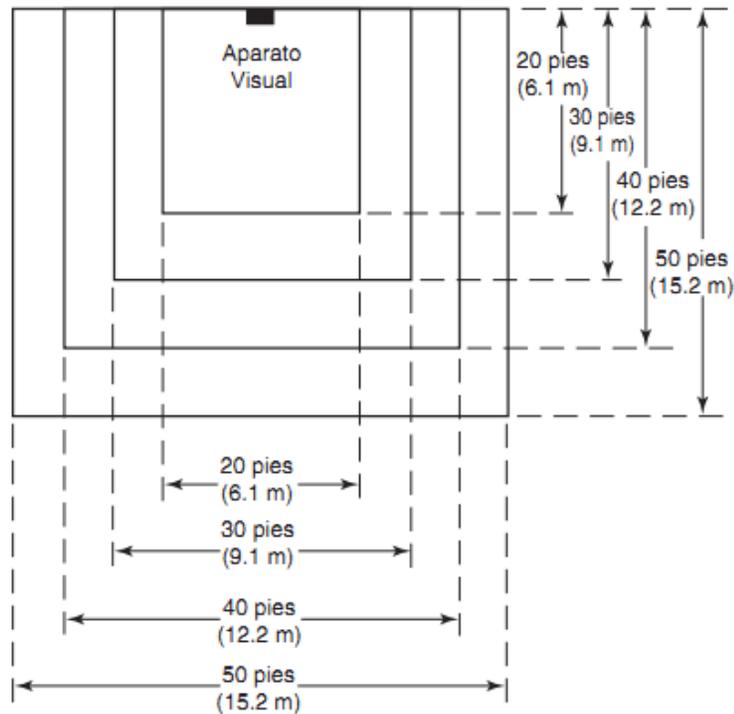
Nota. Diseño realizado en AutoCAD 2020.

El espaciamiento de los aparatos de notificación debe cumplir con la figura 18.5.5.4.1 de la NFPA 72, ver Figura 48

Espaciamiento en Salas para Aparatos Visibles Montados en Paredes

Figura 48

Espaciamiento en Salas para Aparatos Visibles Montados en Paredes



Nota. Reproducido de la figura 18.5.5.4.1, de NFPA 72, 2016, (NFPA72, 2016) CC BY 3.0.

3.7.1.4. Distribución de dispositivos de monitoreo y desconexión

Según la norma NFPA 72 en el punto 23.11.5 nos indica que todo sistema de supresión de agente limpio debe tener un interruptor de desconexión que permita ser desconectado para realizar mantenimiento o pruebas sin que se descargue la línea de descarga.

Nota. Diseño de conexionado realizado en AutoCAD 2020.

3.7.1.6. Matriz de Salidas y Entradas

A continuación, se muestra la Matriz de entradas y salidas para la programación de la lógica de funcionamiento del sistema de

detección

&

alarma,

ver

Figura

50

Matriz de Entradas y Salidas

Figura 50

Matriz de Entradas y Salidas

| | | | LEYENDA | | SALIDAS DEL SISTEMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|---------------------|--------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|---|-----------|---|--------------|--|-------------------------------------------------|--|-----------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------------------------------|--|--|--|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | | • | Respuesta Inmediata a la activación del dispositivos | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Anunciación en el Panel de Control</th> <th colspan="2">Notificación</th> <th colspan="2">Control Requerido de Seguridad Contra Incendios</th> <th colspan="2">Secuencia</th> </tr> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th> <th>E</th><th>F</th> <th>G</th><th>H</th> <th>I</th><th>J</th> <th>K</th><th>L</th> <th>M</th><th>N</th> <th>O</th><th>P</th> <th>Q</th><th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">SALA ELECTRICA N° 6 PANEL DE CONTROL 2000-FPC-001</td> <td>Encender LED común de alarma</td> <td>Activar señal audible de alarma</td> <td>Encender LED común de supervisión</td> <td>Activar señal audible de supervisión</td> <td>Encender LED común de falla</td> <td>Activar señal audible de falla</td> <td>Encender LED común de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s)</td> <td>Activar señal audible de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s)</td> <td>Encender LED común de descarga (final de tiempo de retardo 60 s)</td> <td>Activar señal audible de descarga (final de tiempo de retardo 60 s)</td> <td>Activar señal de aborto de descarga</td> <td>Activar señal de Alarma de Pre-Descarga - Luz estroboscópica Nivel 1 3000-FHS-001 / 3000-FHS-004</td> <td>Activar señal de Descarga - Luz estroboscópica 3000-FHS-002 / 3000-FHS-003</td> <td>3000-SOL-001 / Actuador Eléctrico</td> <td>Secuencia Lógica - Alarma</td> <td>Secuencia Lógica - Pre Descarga</td> <td>Secuencia Lógica - Descarga</td> <td>Secuencia Lógica - Aborto</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | | | Anunciación en el Panel de Control | | | | Notificación | | Control Requerido de Seguridad Contra Incendios | | Secuencia | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | SALA ELECTRICA N° 6 PANEL DE CONTROL 2000-FPC-001 | | | | Encender LED común de alarma | Activar señal audible de alarma | Encender LED común de supervisión | Activar señal audible de supervisión | Encender LED común de falla | Activar señal audible de falla | Encender LED común de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s) | Activar señal audible de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s) | Encender LED común de descarga (final de tiempo de retardo 60 s) | Activar señal audible de descarga (final de tiempo de retardo 60 s) | Activar señal de aborto de descarga | Activar señal de Alarma de Pre-Descarga - Luz estroboscópica Nivel 1 3000-FHS-001 / 3000-FHS-004 | Activar señal de Descarga - Luz estroboscópica 3000-FHS-002 / 3000-FHS-003 | 3000-SOL-001 / Actuador Eléctrico | Secuencia Lógica - Alarma | Secuencia Lógica - Pre Descarga | Secuencia Lógica - Descarga | Secuencia Lógica - Aborto |
| Anunciación en el Panel de Control | | | | Notificación | | | | | | | | | | | | | | | | | Control Requerido de Seguridad Contra Incendios | | Secuencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALA ELECTRICA N° 6 PANEL DE CONTROL 2000-FPC-001 | | | | Encender LED común de alarma | Activar señal audible de alarma | Encender LED común de supervisión | Activar señal audible de supervisión | Encender LED común de falla | Activar señal audible de falla | Encender LED común de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s) | Activar señal audible de pre-descarga (inicia tiempo de retardo 60 s) | Encender LED común de descarga (final de tiempo de retardo 60 s) | Activar señal audible de descarga (final de tiempo de retardo 60 s) | Activar señal de aborto de descarga | Activar señal de Alarma de Pre-Descarga - Luz estroboscópica Nivel 1 3000-FHS-001 / 3000-FHS-004 | Activar señal de Descarga - Luz estroboscópica 3000-FHS-002 / 3000-FHS-003 | 3000-SOL-001 / Actuador Eléctrico | Secuencia Lógica - Alarma | Secuencia Lógica - Pre Descarga | Secuencia Lógica - Descarga | Secuencia Lógica - Aborto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATRIZ DE PROGRAMACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ITEM | UBC. | ZONA | ENTRADAS AL SISTEMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | SALA ELECTRICA N° 6 | IDC 01 | 2000-FDH-001 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | IDC 02 | 2000-FDH-002 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | IDC 01 | 2000-FDH-003 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | IDC 02 | 2000-FDH-004 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | IDC 01 | 2000-FDH-005 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | IDC 02 | 2000-FDH-006 (Detector de Humo) | • | • | | | | | | | | X | X | ■ | ■ | | | X | ■ | X | • | X | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | SPM 02 | 2000-FED-001 (Estación Manual de Descarga) | | | | | | | | | | • | • | • | • | | | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | IDC 04 | 2000-SDE-001 (Switch de Presion de Descarga) | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • | • | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | IDC 03 | 2000-SBP-001 (Switch de Baja Presion) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | SPM 01 | 2000-FEA-001 (Pulsador de Aborto) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | PANEL DE CONTROL | ----- | Falla de alimentación AC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | ----- | Falla de Batería Baja DC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | ----- | Falla a Tierra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | ----- | Errores del Tablero/Sistema (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.7.1.7. Cálculo de Baterías

A continuación, se muestra el cálculo de las baterías de respaldo para el Panel contra incendio para la sala eléctrica N° 6, ver Figura 51
Calculo de Baterías para Reserva.

Figura 51

Calculo de Baterías para Reserva

| FIRE ALARM CONTROL PANEL - CALCULO DE BATERIAS | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------------------|--------------|-------------------------|---|--------------|------------|--------------|
| Dispositivos | En espera (A) | | | | Alarma (A) | | | | |
| | Cant. | | Corriente | Total | Cant. | | Corriente | Total | |
| Panel contra incendio (Incluye NAC, RAC, 24VDC) | 1 | x | 0.351 | 0.351 | 1 | x | 3.541 | 3.541 | |
| Detectores de humo | 8 | x | 0.001 | 0.008 | 6 | x | 0.013 | 0.078 | |
| Sirena con luz estroboscópica | 4 | x | 0.001 | 0.003 | 4 | x | 0.140 | 0.560 | |
| Total, No alarmado | | | | 0.362 | Total, Alarmado: | | | | 4.179 |
| Consumo de energía | | Tiempo (horas) | | | | | | Total (AH) | |
| Corriente en espera 0.362 A | | x | Tiempo requerido en espera | | | | | | |
| | | | 24 horas | | | | | 8.69 | |
| Corriente en Alarma 4.179 A | | x | Tiempo requerido en alarma | | | | | | |
| | | | 0.083 horas | | | | | 0.35 | |
| Total, carga secundaria | | | | | | | 9.04 | | |
| Factor de seguridad | | | | | | | x 1.2 | | |
| Total, carga secundaria (Amperios/ Horas) | | | | | | | 10.85 | | |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <p>Selección de batería Batería estándar en el mercado:</p> <p style="background-color: yellow;">7 AH (12 voltios)</p> <p style="text-align: center;">Dos <input checked="" type="checkbox"/> Cuatro <input type="checkbox"/></p> | <p>14 Amperio Horas</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|

El cálculo realizado debe cumplir con lo requerido por la Norma NFPA, y comprobar que las baterías puedan brindar un soporte, en caso de pérdida de la alimentación principal, de 24 Horas con el sistema en espera y 5 minutos en alarma. Como se puede observar la batería mínima requerida es de 10,85 amperios-hora para lograr los tiempos de soporte antes mencionados.

A pesar de obtener un valor de 10,89 amperios-hora como mínimo aceptable, se eligen dos pares de baterías de 6 amperios-hora ya que son más comerciales en el mercado y además son listadas para su correcto funcionamiento.

3.8. Presupuesto de Implementación del Sistema de Supresión por Agente Limpio

A continuación, se presente el presupuesto para la implementación del sistema de agente limpio ver Tabla 27

Presupuesto para Implementación.

Tabla 27

Presupuesto para Implementación

|  | | Codigo: | AQP-2022-001 | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|--------------|------------|
| | | Nombre de Vendedor: | -- | | | |
| | | Fecha: | -- | | | |
| CLIENTE: PROYECTO: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGENTE LIMPIO Y EXTINCION POR ROCIADORES CONTACTO: USUARIO: UBICACIÓN: | | | | | | |
| Por medio de la presente le hacemos llegar la cotización por suministro e instalacion de rociadores y sistema de agente limpio. | | | | | | |
| Ítem | Descripción | Und | Cant | P.Uni S/. | P. Total S/. | |
| 1.0 | INSTALACION DE SISTEMA DE AGENTE LIMPIO | | | | | |
| 1.1 | SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES | | | | | |
| 1.1.1 | SISTEMA DE SUPRESIÓN -ZONA 02 – SSEE 06 | | | S/. | 73,009.58 | |
| 1.1.2 | SUMINISTRO DE TUBERIA SCH 80 | | | S/. | 2,327.66 | |
| 1.1.3 | SUMINISTRO DE ACCESORIOS CLASE 300 | | | S/. | 1,399.36 | |
| 1.1.4 | SOPORTERIA | | | S/. | 1,071.16 | |
| 1.1.5 | CONSUMIBLES | | | S/. | 1,749.43 | |
| 1.2 | MANO DE OBRA (INSTALACIÓN) | | | | | |
| 1.2.1 | MANO OBRA INSTALACION | | | S/. | 9,207.54 | |
| 1.2.2 | MANO OBRA INSTALACION (PRUEBAS- EXTINCION) | | | S/. | 9,110.67 | |
| 1.2.3 | SERVICIOS POR TERCEROS | | | S/. | 3,113.20 | |
| | | | | Costo (Equipos + MO) | S/. | 99,917.44 |
| 2.0 | INSTALACION DE SISTEMA DETECCION DE ALARMA | | | | | |
| 2.1 | SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES | | | | | |
| 2.1.1 | SISTEMA DE DETECCION PARA LA SSEE 3 - SSEE 6 (SANTA ROSA) - SSEE 3 (ROSALES) | | | S/. | 5,002.25 | |
| 2.1.2 | CANALIZACION METALICA | | | S/. | 631.05 | |
| 2.1.3 | CABLEADO FPL | | | S/. | 648.45 | |
| 2.1.4 | MATERIALES DE INSTALACION | | | S/. | 692.71 | |
| 2.1.5 | INSTALACION DE EQUIPOS | | | S/. | 1,694.96 | |
| 2.1.6 | INSTALACION CANALIZACION | | | S/. | 528.00 | |
| 2.1.7 | INSTALACION CABLEADO FPL | | | S/. | 2,358.90 | |
| 2.1.8 | PROGRAMACION | | | S/. | 543.00 | |
| | | | | Costo (MO + Equipos) | S/. | 12,099.32 |
| 3.0 | GASTOS GENERALES | | | | | |
| | | | | Total (G.G) | S/. | 25,971.79 |
| | | | | Costo Total Soles (S/.) | S/. | 137,988.56 |

Nota: Costo en Nuevos Soles, Ver Desglose de precios en **Anexo N° 5**. Presupuesto para

la Implementación de un Sistema de Agente Limpio

|  | | Codigo: | | AQP-2022-001 | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|--------------|----------------------|
| | | Nombre de Vendedor: | | -- | |
| | | Fecha: | | -- | |
| CLIENTE: PROYECTO: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGENTE LIMPIO Y EXTINCION POR ROCIADORES CONTACTO: USUARIO: UBICACIÓN: | | | | | |
| Por medio de la presente le hacemos llegar la cotización por suministro e instalacion de rociadores y sistema de agente limpio. | | | | | |
| Ítem | Descripción | Und | Cant | P.Uni S/. | P. Total S/. |
| 1.0 | INSTALACION DE SISTEMA DE AGENTE LIMPIO | | | | |
| 1.1 | SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| 1.1.1 | SISTEMA DE SUPRESION -ZONA 02 - SSEE 06 | | | | S/. 73,009.58 |
| | 850 lb. TANK and VALVE ASSEMBLY empty (Specify Fill:375 - 851 lbs.) - Incluye Indicador de Nivel. | und | 2.00 | S/ - | S/. 73,009.58 |
| | Novec 1230 Fire Protection Fluid, Factory Fill per lb. | lbs | 1136.00 | S/ - | |
| | Cylinder Low Pressure Sw itch | und | 2.00 | S/ - | |
| | TANK BRACKET ASSEMBLY (Fits 850 lb. tank) | und | 4.00 | S/ - | |
| | 3 in. DISCHARGE HOSE/CHECK VALVE ASSEMBLY | und | 2.00 | S/ - | |
| | ELECTRIC ACTUATOR SHIPPING ASSEMBLY | und | 1.00 | S/ - | |
| | Actuator Placement Indicator Sw itch (Requerido por NFPA 2001) | und | 1.00 | S/ - | |
| | PNEUMATIC ACTUATOR SHIPPING ASSEMBLY | und | 1.00 | S/ - | |
| | LOCAL MANUAL ACTUATOR | und | 1.00 | S/ - | |
| | Discharge Pressure Sw itch | und | 1.00 | S/ - | |
| | Acutation Hose, 42 in., 1/4 in. NPT x 7/16-20 in. F Flare | und | 2.00 | S/ - | |
| | Male Straight Connector, 7/16 - 20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Actuation Hose, Sw ivel, Stainless Braided, 24 in., 1/4 in. Female | und | 1.00 | S/ - | |
| | Male Elbow , 7/16-20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Male Tee, 7/16 - 20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Nozzle, Brass, Drilled (0.5 in.) - 360 Degree | und | 4.00 | S/ - | |
| | Nozzle, Brass, Drilled (2.0 in.) - 360 Degree | und | 4.00 | S/ - | |
| | Warning Plate for Use Outside Room | und | 1.00 | S/ - | |
| | Warning Plate for Use Inside Room | und | 1.00 | S/ - | |
| | Sw itch, Maintenance, Surface Mount | und | 1.00 | S/ - | |
| 1.1.2 | SUMINISTRO DE TUBERIA SCH 80 | | | | S/. 2,327.66 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT.3" | und | 1.00 | S/ 191.82 | S/. 191.82 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 4" | und | 3.00 | S/ 405.04 | S/. 1,215.13 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 2" | und | 3.00 | S/ 206.99 | S/. 620.97 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 3/4" | und | 5.00 | S/ 59.95 | S/. 299.74 |
| 1.1.3 | SUMINISTRO DE ACCESORIOS CLASE 300 | | | | S/. 1,399.36 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 120 MECH 90 X 3/4" | und | 4.00 | S/ 14.41 | S/. 57.63 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 90 MECH 90 X 2" | und | 4.00 | S/ 21.21 | S/. 84.85 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 130 2" | und | 4.00 | S/ 26.93 | S/. 107.73 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 300 3" | und | 2.00 | S/ 134.83 | S/. 269.66 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 90 MECH 90 X 4" | und | 5.00 | S/ 99.88 | S/. 499.38 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 300 4" | und | 1.00 | S/ 133.47 | S/. 133.47 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 2 X 3/4" | und | 4.00 | S/ 14.91 | S/. 59.66 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 3" X 2" | und | 4.00 | S/ 27.91 | S/. 111.63 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 4" X 3" | und | 2.00 | S/ 37.67 | S/. 75.35 |
| 1.1.4 | SOPORTERIA | | | | S/. 1,071.16 |
| | Colgador tipo gota 2" | und | 16.00 | S/ 1.45 | S/. 23.17 |
| | Colgador tipo gota 3" | und | 8.00 | S/ 1.88 | S/. 15.06 |
| | Colgador tipo gota 4" | und | 2.00 | S/ 3.44 | S/. 6.88 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 2" | und | 8.00 | S/ 58.61 | S/. 468.86 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 3" | und | 4.00 | S/ 62.34 | S/. 249.35 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 4" | und | 4.00 | S/ 76.96 | S/. 307.84 |

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos bajo la propuesta de implementación del sistema de agente limpio en las salas eléctricas

Repasando el resultado inicial de identificación de peligros y evaluación de riesgos de la empresa productora de papel, en el cual se tenía de 141 eventos, 14% son riesgos críticos que están asociados a la probabilidad de sufrir incendios dentro de las salas eléctricas y área de tanques por no tener un sistema de extinción y detección de incendios, ver Tabla 10

Tabla Resumen de Riesgos

Tabla 28

Tabla Resumen de Riesgos

| | RIESGO BAJO | RIESGO MEDIO | RIESGO ALTO | RIESGO CRITICO | TOTAL, DE EVENTOS |
|----------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------|
| N° de Eventos | 29 | 88 | 10 | 20 | 141 |
| Total, Eventos en % | 21% | 62% | 7% | 14% | 100% |

Haciendo un nuevo análisis de identificación de peligros y evaluación de riesgos de la empresa productora de papel, en el cual se tenía del 14% riesgos críticos paso a disminuir el riesgo critico a un 4% están asociados a la probabilidad de sufrir incendios en el área de tanques por no tener una medida de control para los incendios. Ver Tabla 29

Tabla de Resumen de Riesgos después la Implementación

Tabla 29

Tabla de Resumen de Riesgos después la Implementación

| | RIESGO BAJO | RIESGO MEDIO | RIESGO ALTO | RIESGO CRITICO | TOTAL, DE EVENTOS |
|--|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------|
|--|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------------|

| | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|----|----|------|
| N° de Eventos | 34 | 98 | 10 | 5 | 141 |
| Total Eventos en % | 24% | 70% | 7% | 4% | 100% |

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las empresas en el día a día están en crecimiento constante y los peligros de incendio suelen perseguir de forma sigilosas, está en nuestras manos poder implementar medidas de control e implementar sistemas de protección contra incendios que sean capaces de evitar desastres incendios y que se pierdan vidas humanas, Para ello a través del siguiente estudio hemos llegado a las siguientes conclusiones bajo los objetivos planteados:

El objetivo general planteado se concluye, bajo las recomendaciones analizadas en la norma nacional RNE A 0.60 y 130 que abala la implementación del sistema de agente limpio en salas eléctricas bajo los criterios y guidas de diseño de las normas NFPA 101, 72 y 2001.

Además de reconocer las normativas y su momento de aplicación, se pudo reforzar la implementación del sistema de agente limpio para la planta productora de papel gracias a los resultados de comparación entre los eventos de riesgo críticos iniciales de 14% que tenía la planta y que después del análisis se pudo disminuir 10% con la propuesta de implementación, dejando solo un 4% de riesgos críticos relacionados a los tanques de almacenamiento de combustible.

Para el primero objetivo específico se concluye, gracias a la identificación de los peligros por medio de las técnicas de recolección de datos, se pudo identificar los peligros de riesgo crítico que se encuentran en las salas eléctricas y en los tanques de almacenamiento de combustible.

En el análisis se pudo registrar 141 eventos que se dividen en 21% de riesgo bajo, 62% de riesgo medio, 7% de riesgo alto y 14% de riesgo críticos, que siendo el ultimo el mas

importante ya que está basado en eventos con fuentes de ignición y crear probabilidades de producir incendios en la planta productora de papel.

Para el segundo objetivo específico se concluye, bajo los lineamientos de la norma NFPA 72 y 2001, se pudo definir la información necesaria para el desarrollo y la implementación de un sistema de agente limpio para las salas eléctricas de la empresa productora de papel.

Dentro de la información recolectada se pudo conocer la correcta instalación y espaciamiento de los dispositivos, equipos, accesorios que componen los sistemas de agente limpio y sistema de detección & alarma además del correcto diseño.

Para el tercer objetivo específico se concluye, la elección correcta del agente limpio para las salas eléctricas de la planta productora de papel, teniendo que evaluar diferentes tipos de agentes bajo criterios de evaluación como es en lo económico, seguro y amigable con el medio ambiente. Siendo el agente limpio NOVEC el más sobresaliente en la evaluación de seguridad.

5.2. Recomendaciones

- Para la empresa productora de papel se recomienda implementar el sistema de agente limpios en las salas eléctricas que sirve como medida de control ante algún evento de incendio que puedan ocurrir.
- Para la empresa productora de papel se recomienda realizar un estudio de riesgo para los tanques de almacenamiento de combustible, ya que se encuentra sin sistema de extinción y detección.
- Para la empresa productora de papel se recomienda realizar mantenimientos preventivos a su sistema de detección y agua contra incendio existente.

- Para la empresa productora de papel se recomienda realizar mantenimiento correctivo al sistema de agente limpio de CO₂ instalado en la sala eléctrica N°1, ya que se encuentra con problemas de tierra y fallas de baterías.
- Para las autoridades del gobierno se les recomienda mayor auditoria en los sistemas contra incendios de las empresas en general.

Referencias

AccesoPerú. (2021). *Ubicación Geográfica de la empresa AQPperuana SAC [Fotografía]*. Obtenido de Contacto AQPperuana SAC: <http://aqpperuana.com/web/contacto/>

Aguirre Vargas, M., & Grimaldo Valencia, L. (2004). *Diseño Hidraulico de Sistemas Contra Incendio Mediante Simulacion numérica*. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ANSUL. (2010). *Desing, Installation, Recharge and Maintenance Manual*. USA.

AQPperuana. (2020). Nuestros Clientes [Fotografía]. *Brochure de Presentación AQPperuana*, 4.

AQPperuana. (25 de Octubre de 2021). *AQPperuana*. Obtenido de AQPperuana: <http://aqpperuana.com/web/nosotros/>

Bermeo, M. L. (2010). *Diseño de un Plan de Emergencia Contra Incendios en una Empresa de Conversión de Plásticos*. Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

CGBVP. (2016). *Revista Bomberos en Accion*. Ministerio del Interior - Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú , Lima. Lima: Firmes y Unidos por nuestra Institusion. Recuperado el 08 de Noviembre de 2017, de http://www.bomberosperu.gob.pe/revistas/revistas/REVISTA_BOMBEROS_ANIVERSARIO_2015.pdf

CGBVP, C. G. (01 de Noviembre de 2021). Obtenido de https://www.bomberosperu.gob.pe/po_muestra_esta.asp

CNN. (10 de 06 de 2021). CNN. Obtenido de CNN:

<https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/10/incendio-subestacion-monacillos-puerto-rico-orix/>

Cruz, G. E. (2020). *“Diseño de un sistema de detección, alarma y extinción de incendios para optimizar la protección del equipamiento dentro de la sala eléctrica – planta de cal – Yanacocha - 2019, [Tesis de Titulación], Universidad Cesar Vallejo.* Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Erazo, C. N. (2019). *Diseño de un sistema de Supresión de Incendios Basados en Agentes Limpios para las Salas Electricas de Mina Justa - ICA [Tesis de Titulación], Universidad Nacional Tecnologica de Lima Sur.* Repositorio Institucional UNTELS, Lima, Perú.

Escobar, S. V. (2014). *Diseño del Sistema Hidraulico de Proteccion Contra Incendios del Proyecto Antapaccay Expansion Tintaya Areas 210, 220, 310 y 420.* Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Gamez, R. J. (2013). *Propuesta para la Implementación de Sistemas de Prevención y Protección Contra Incendios en las Instalaciones del Centro Local Metropolitano de la Universidad Nacional Abierta.* Caracas, Venezuela: Universidad Bolivariana de Venezuela.

Goicochea, J. (2010). *Metodo What If..?* Trujillo: Instituto de Altos Estudios Ciencias.

Gutierrez T., M., & Lapenta Y., L. (1983). *Seguridad Contra Incendios en Edificaciones.* Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodologia de la Investigacion.* Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Hygood. (2010). *SAPPHIRE TOTAL FLOOD FIRE SUPPRESSION SYSTEMS.* MACRON SAFETY SYSTEMS (UK) LIMITED.

INDECI. (2001). *Informe de los Principales Desastres Ocurridos en el Peru - Mesa Redonda*. Institucion Nacional de Defensa Civil, Lima. Lima: Publicacion Indeci. Recuperado el 28 de Noviembre de 2017, de https://www.indeci.gob.pe/compensad/2001/comp_2001_05.pdf

INDECI. (2002). *Informe Sobre el Incendio Ocurrido en la Discoteca Utopía*. Instituto Nacional de Defensa Civil, Lima. Lima: Publicaciones INDECI. Recuperado el 11 de Noviembre de 2017, de https://www.indeci.gob.pe/compensad/2002/emer2002_231.pdf

INDECI. (2021). Recuperado el 01 de Noviembre de 2021, de <https://www.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planes/base-de-datos-de-emergencia-y-danos/base-de-datos-de-emergencia-y-danos-2003-2020/>

INEI. (2020). *Nota de Prensa, En Lima Metropolitana el 75,5% de las Empresas se encuentran inoperativas*. Nota de Prensa, Lima. Recuperado el 07 de Noviembre de 2021, de <http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-128-2020-inei.pdf>

INFOBAE. (20 de 10 de 2021). *INFOBAE*. Obtenido de INFOBAE: <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/10/20/incendio-en-una-subestacion-electrica-tiene-sin-luz-a-mas-de-24-mil-personas-en-barranquilla/>

Ishikawa. (15 de Noviembre de 2013). *www.monografias.com*. Obtenido de Jose Ramirez: <http://www.monografias.com/trabajos42/diagrama-causa-efecto/diagrama-causa-efecto.shtml>

Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadísticas para Administración y Economía*. México: Pearson Educación.

Mercortecresa. (01 de Diciembre de 2021). *Mercortecresa*. Obtenido de Mercortecresa: <https://mercortecresa.com/blog/costes-y-consecuencias-economicas-de-los-incendios>

Moscoso Estrella, M. J., & Nicola Naranjo, D. A. (2012). *Diseño de un Sistema Fijo de Extinción de Incendios para las Bodegas de Materiales del NPF de REPSOL - Bloque 16*. Repositorio Digital - EPN, Quito, Ecuador.

MTPE, M. d. (14 de Marzo de 2013). Ley N° 29783 - Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. *Resolucion Ministerial N° 050-2013-TR*. Lima, Lima, Peru: Republica del Peru.

NFPA101. (2000). *Codigo de Seguridad Humana*. National Fire Protection Association.

NFPA13. (1996). *Norma para la Instalacion de Sistemas de Rociadores*. National Fire Protection Association.

NFPA2001. (2012). *Estàndar sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios*. National Fire Protection Association.

NFPA72. (2016). *Codigo Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*. USA: National Fire Protection Association.

Nolasco, O. J. (2000). *Análisis de riesgo de incendio en una estacion de almacenamiento y bombeo de GLP y Petroleo Crudo*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

NTP399.10. (2015). *Señales de Seguridad*. Lima - Peru: Norma Tecnica Peruana.

OHSAS18001. (12 de Noviembre de 2015). *Nueva Iso 45001:2016*. Obtenido de SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SST: <http://www.nueva-iso-45001.com/2015/11/control-riesgo-ohsas-18001-norma-sgsst/>

PA, P. A. (15 de Mayo de 2016). *Plano de Planta - Empresa de Plasticos Agregados S.A.* Lima.

Pamolsa. (13 de Junio de 2017). *Pamolsa*. Obtenido de <http://www.pamolsa.com.pe/noticias/wp-content/uploads/2017/06/Declaraci%C3%B3n-Oficial-de-Pamolsa.pdf>

PET. (27 de Diciembre de 2012). *Tecnologías de los Plásticos*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2017, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2012/12/produccion-de-escamas-de-pet.html>

Piedra G., J. P., & Valdivieso T., J. C. (2013). *Evaluación del Riesgo de Incendio y Explosión en una Línea de Extrusión de Polietileno Expandido*. Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

RAE. (23 de Abril de 2018). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=TSMclLh>

Republica, L. (29 de Marzo de 2021). Bomberos confinaron incendio en fábrica textil de Comas. *Bomberos confinaron incendio en fábrica textil de Comas*, págs. <https://larepublica.pe/sociedad/2021/03/29/incendio-en-comas-bomberos-atienden-emergencia-de-grandes-proporciones/>.

Rincón, B. A. (2020). *Diseño del Sistema Contra incendios por Agente Limpio para la Biblioteca de la Universidad Antonio Nariño Sede Sur, de acuerdo con las normas NFPA y NSR-10, [Tesis de Titulación], Universidad Antonio Nariño*. Repositorio UAN, Bogota, Colombia.

RNE-A.130. (2016). *Reglamento Nacional de Edificación*. Lima, Perú: www.urbanistaperu.org.

RPP. (20 de Abril de 2021). Bomberos controlaron gran incendio que consumió dos fábricas en Huachipa. *Bomberos controlaron gran incendio que consumió dos fábricas en Huachipa*, págs. <https://rpp.pe/lima/actualidad/bomberos-controlaron-gran-incendio-que-consumio-dos-fabricas-en-huachipa-video-noticia-1332602>.

SGSST. (14 de Marzo de 2013). *Ministerio del trabajo y Promocion de Empleo.*

Obtenido de www.trabajo.gob.pe: http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-03-15_050-2013-TR_2843.pdf

SOFTYS. (2021). *SOFTYS*. Obtenido de SOFTYS: <https://www.softys.com/quienes-somos>

Soto, L. A. (2010). *Elaboración e Implementación de un Plan de Emergencia y Evacuación Edificio Multimedial Ante un Riesgo de Incendio*. Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile.

Vesda, X. (12 de Diciembre de 2021). *Xtralis Vesda*. Obtenido de <https://xtralis.com/>

ANEXOS

Anexo N° 1. Formato de Check List de Verificación de Sistemas Contra Incendios

| CHECK LIST - "Lista de Verificación" VERIFICACION DE SISTEMAS CONTRA INCENDIOS | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|------------|-------------------------|---------------------------|-------|
| Elaborado por: | Raul Chipana Ch. | Fecha: | 25/10/2022 | | | |
| Area : | General | Rev: | 1 | | | |
| | | SISTEMAS CONTRA INCENDIOS | | | | |
| | SUB-AREAS | DETECCIÓN | EXTINCIÓN | EXTINTORES FIJO O MOVIL | SEÑALIZACION Y EVACUACIÓN | OTROS |
| 1. EDIFICIOS ADMINISTRATIVO | | | | | | |
| 2. ESTACIONAMIENTO | | | | | | |
| 3. AREA DE TANQUES DE COMBUSTIBLES | | | | | | |
| 4. AREA DE PRODUCCION | | | | | | |
| 5. SALAS ELÉCTRICAS | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 6. TALLER DE MANTENIMIENTO Y RESPUESTOS | | | | | | |
| 7. AREA DE ALMACENAMIENTO | | | | | | |
| | | | | | | |
| | FUNCIONAN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NO FUNCIONAN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | NO TIENE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| LEYENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| X | SI, TIENE |
| M | SI, PERO EN MAL ESTADO O NO FUNCIONA |
| -- | NO, TIENE |
| NA | NO APLICA |

Anexo N° 2. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

| Area: | Salas Electricas | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | Sala Electrica N° 1 | | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 5 | 15 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 5 | 15 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 5 | 15 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo electrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 3 | 2 | 6 |

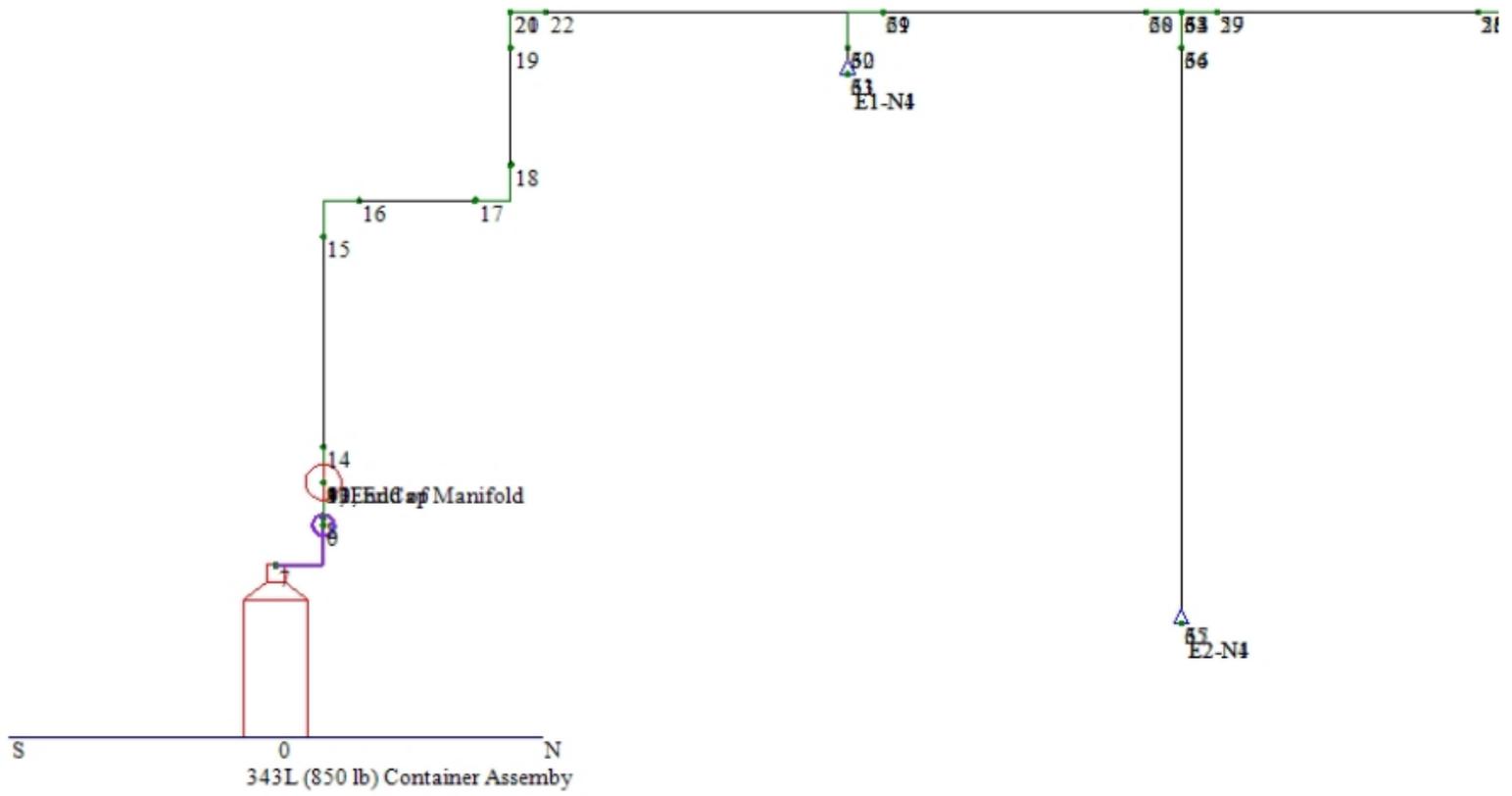
| Area: | | Sala Electrica | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | | Sala Electrica N° 2 | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. | 3 | 2 | 6 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo electrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Procedimientos | • Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 1 | 2 | 2 |

| Area: | | Salas Electricas | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | | Sala Electrica N° 3 | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 2 | 6 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo electrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 1 | 2 | 2 |

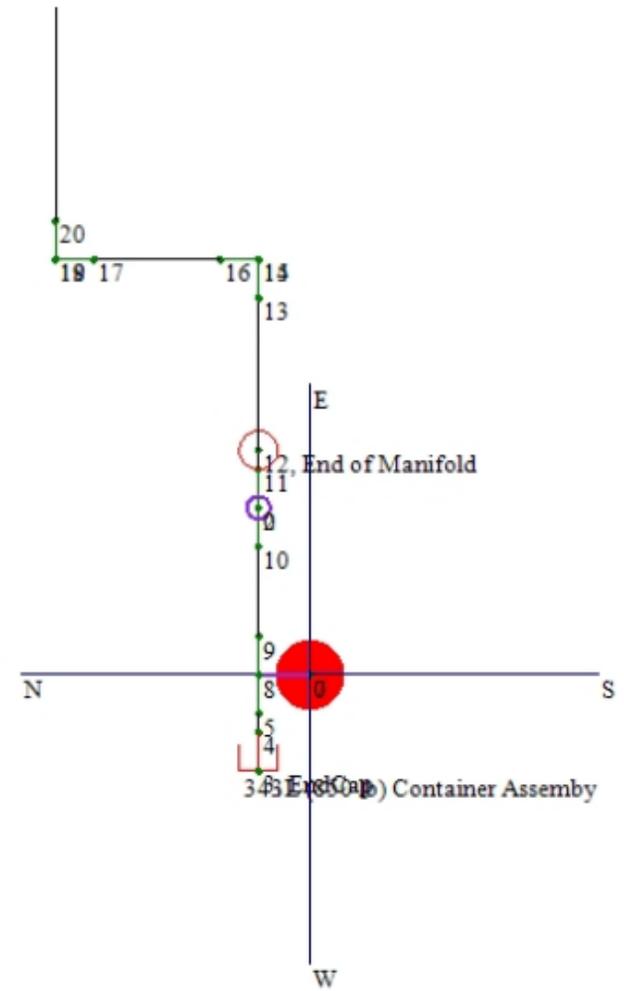
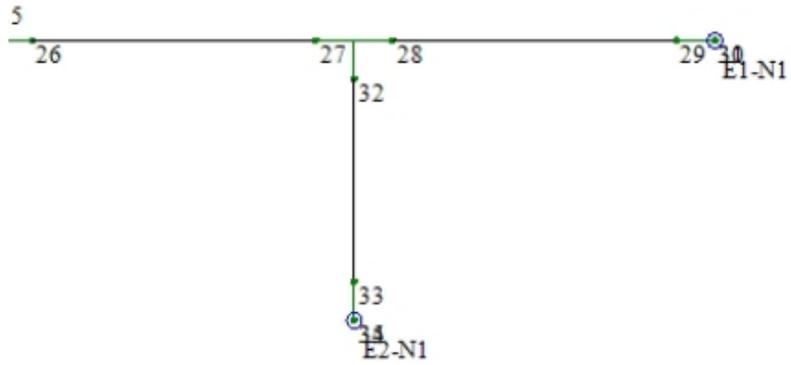
| Area: | | Salas Electricas | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | | Sala Electrica N° 4 | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 2 | 4 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 2 | 4 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 2 | 4 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo electrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 1 | 2 | 2 |

| Area: | | Salas Electricas | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | | Sala Electrica N° 5 | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 5 | 10 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 5 | 10 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 3 | 20 | 60 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 2 | 5 | 10 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo eléctrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 1 | 2 | 2 |

| Area: | | Salas Electricas | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-----|-----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----|
| Sub-Area: | | Sala Electrica N° 6 | | | | | | | | | |
| ¿Qué pasa Si... | Respuesta | Riesgo | Consecuencia | Riesgo | | | Salvaguardar | Recomendaciones | Riesgo Residual | | |
| | | | | PRO | SEV | VAL | | | PRO | SEV | VAL |
| El personal encargado del mantenimiento realizan actividades en condiciones sub-estándar | Podría provocar corto circuitos en los tableros de poder | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 5 | 15 |
| Se produce una descarga eléctrica desde los tableros eléctricos debido a condiciones sub-estándar del cableado eléctrico. | Podría provocar corto circuitos en los tableros. | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 5 | 15 |
| Se produce una descarga eléctrica desde las bandejas porta cables debido a condiciones sub-estándar. | Daño a equipos | Sobre calentamiento en los conductores eléctricos | Incendio de material combustible por riesgo eléctrico | 4 | 20 | 80 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistema de detección y alarma de incendio, con la finalidad de dar la alarma en caso de incendio • Implementar extintores del tipo CO2 para mitigar un posible amago de incendio. • Un sistema de agente limpio para la mitigación del incendio. | 3 | 5 | 15 |
| el personal pasa la marca señalada de peligro de riesgo eléctrico | Se pueden producir lesiones electricas | Electrocución | La muerte, lesiones graves por quemaduras. | 2 | 2 | 4 | Sistema Contra Incendios | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar procedimientos de seguridad para el señalizado de salas electricas | 1 | 2 | 2 |



View #: 9 - Standard Plan View



Anexo N° 4. Listado de Tuberías Según Calculo en Software



Consolidated Report

| Description | Pipe Section | Start Node | End Node | Pipe Type | Pipe Diameter | Pipe Length | Union | Total Elevation Change | Total Equivalent Length | Nozzle Name | Nozzle Size | Nozzle Type | Nozzle Area |
|-------------|--------------|------------|----------|-----------|---------------|-------------|-------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| Pipe&Nozzle | System | 34 | 35 | 40T | 20 mm | 4.80 m | 0 | -4.80 m | 4.80 m | E2-N1 | 20 mm | 180-BR | 154.43 mm ² |
| Tee | System | 25 | 36 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 3.41 m | | | | |
| Pipe | System | 36 | 37 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Tee | System | 37 | 38 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.07 m | | | | |
| Pipe | System | 38 | 39 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 39 | 40 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.68 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 40 | 41 | 40T | 50 mm | 0.10 m | 0 | -0.10 m | 0.10 m | E1-N2 | 50 mm | 360-BR | 706.86 mm ² |
| Tee | System | 37 | 42 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 1.37 m | | | | |
| Pipe | System | 42 | 43 | 40T | 20 mm | 1.60 m | 0 | ----- | 1.60 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 43 | 44 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 0.67 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 44 | 45 | 40T | 20 mm | 4.80 m | 0 | -4.80 m | 4.80 m | E2-N2 | 20 mm | 180-BR | 154.43 mm ² |
| Tee | System | 23 | 46 | 40T | 80 mm | ----- | 0 | ----- | 5.06 m | | | | |
| Pipe | System | 46 | 47 | 40T | 80 mm | 2.46 m | 0 | ----- | 2.46 m | | | | |
| Tee | System | 47 | 48 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 3.41 m | | | | |
| Pipe | System | 48 | 49 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Tee | System | 49 | 50 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.07 m | | | | |
| Pipe | System | 50 | 51 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 51 | 52 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.68 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 52 | 53 | 40T | 50 mm | 0.10 m | 0 | -0.10 m | 0.10 m | E1-N3 | 50 mm | 360-BR | 706.86 mm ² |
| Tee | System | 49 | 54 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 1.37 m | | | | |
| Pipe | System | 54 | 55 | 40T | 20 mm | 1.60 m | 0 | ----- | 1.60 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 55 | 56 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 0.67 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 56 | 57 | 40T | 20 mm | 4.80 m | 0 | -4.80 m | 4.80 m | E2-N3 | 20 mm | 180-BR | 154.43 mm ² |
| Tee | System | 47 | 58 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 3.41 m | | | | |
| Pipe | System | 58 | 59 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Tee | System | 59 | 60 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.07 m | | | | |
| Pipe | System | 60 | 61 | 40T | 50 mm | 2.25 m | 0 | ----- | 2.25 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 61 | 62 | 40T | 50 mm | ----- | 0 | ----- | 1.68 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 62 | 63 | 40T | 50 mm | 0.10 m | 0 | -0.10 m | 0.10 m | E1-N4 | 50 mm | 360-BR | 706.86 mm ² |
| Tee | System | 59 | 64 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 1.37 m | | | | |

Consolidated Report

| Description | Pipe Section | Start Node | End Node | Pipe Type | Pipe Diameter | Pipe Length | Union | Total Elevation Change | Total Equivalent Length | Nozzle Name | Nozzle Size | Nozzle Type | Nozzle Area |
|-------------|--------------|------------|----------|-----------|---------------|-------------|-------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| Pipe | System | 64 | 65 | 40T | 20 mm | 1.60 m | 0 | ----- | 1.60 m | | | | |
| Elbow (90) | System | 65 | 66 | 40T | 20 mm | ----- | 0 | ----- | 0.67 m | | | | |
| Pipe&Nozzle | System | 66 | 67 | 40T | 20 mm | 4.80 m | 0 | -4.80 m | 4.80 m | E2-N4 | 20 mm | 180-BR | 154.43 mm ² |
| Tee | Man. | 2 | 11 | UK80BWS | 100 mm | ----- | 0 | ----- | 4.08 m | | | | |
| Container + | Man. | 0 | 2 | | 80 mm | 2.28 m | 0 | 1.87 m | 25.91 m | | | | |
| Tee | Man. | 5 | 9 | UK80BWS | 100 mm | ----- | 0 | ----- | 1.34 m | | | | |
| Pipe | Man. | 4 | 5 | UK80BWS | 100 mm | 0.15 m | 0 | ----- | 0.15 m | | | | |
| End Cap | Man. | 3 | 4 | | 100 mm | 0.10 m | 0 | ----- | 999.00 m | | | | |

Anexo N° 5. Presupuesto para la Implementación de un Sistema de Agente Limpio

|  | | | | Codigo: | AQP-2022-001 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|---------------------|----------------------|
| | | | | Nombre de Vendedor: | -- |
| | | | | Fecha: | -- |
| CLIENTE: PROYECTO: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE AGENTE LIMPIO Y EXTINCION POR ROCIADORES CONTACTO: USUARIO: UBICACIÓN: | | | | | |
| Por medio de la presente le hacemos llegar la cotización por suministro e instalacion de rociadores y sistema de agente limpio. | | | | | |
| Ítem | Descripción | Und | Cant | P.Uni S/. | P. Total S/. |
| 1.0 | INSTALACION DE SISTEMA DE AGENTE LIMPIO | | | | |
| 1.1 | SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES | | | | |
| 1.1.1 | SISTEMA DE SUPRESIÓN -ZONA 02 – SSEE 06 | | | | S/. 73,009.58 |
| | 850 lb. TANK and VALVE ASSEMBLY empty (Specify Fill:375 - 851 lbs.) - Incluye Indicador de Nivel. | und | 2.00 | S/ - | S/. 73,009.58 |
| | Novac 1230 Fire Protection Fluid, Factory Fill per lb. | lbs | 1136.00 | S/ - | |
| | Cylinder Low Pressure Sw itch | und | 2.00 | S/ - | |
| | TANK BRACKET ASSEMBLY (Fits 850 lb. tank) | und | 4.00 | S/ - | |
| | 3 in. DISCHARGE HOSE/CHECK VALVE ASSEMBLY | und | 2.00 | S/ - | |
| | ELECTRIC ACTUATOR SHIPPING ASSEMBLY | und | 1.00 | S/ - | |
| | Actuator Placement Indicator Sw itch (Requerido por NFPA 2001) | und | 1.00 | S/ - | |
| | PNEUMATIC ACTUATOR SHIPPING ASSEMBLY | und | 1.00 | S/ - | |
| | LOCAL MANUAL ACTUATOR | und | 1.00 | S/ - | |
| | Discharge Pressure Sw itch | und | 1.00 | S/ - | |
| | Acutation Hose, 42 in., 1/4 in. NPT x 7/16-20 in. F Flare | und | 2.00 | S/ - | |
| | Male Straight Connector, 7/16 - 20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Actuation Hose, Swivel, Stainless Braided, 24 in., 1/4 in. Female | und | 1.00 | S/ - | |
| | Male Elbow , 7/16-20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Male Tee, 7/16 - 20 x 1/4 in. NPT | und | 1.00 | S/ - | |
| | Nozzle, Brass, Drilled (0.5 in.) - 360 Degree | und | 4.00 | S/ - | |
| | Nozzle, Brass, Drilled (2.0 in.) - 360 Degree | und | 4.00 | S/ - | |
| | Warning Plate for Use Outside Room | und | 1.00 | S/ - | |
| | Warning Plate for Use Inside Room | und | 1.00 | S/ - | |
| | Sw itch, Maintenance, Surface Mount | und | 1.00 | S/ - | |
| 1.1.2 | SUMINISTRO DE TUBERIA SCH 80 | | | | S/. 2,327.66 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 3" | und | 1.00 | S/ 191.82 | S/. 191.82 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 4" | und | 3.00 | S/ 405.04 | S/. 1,215.13 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 2" | und | 3.00 | S/ 206.99 | S/. 620.97 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 3/4" | und | 5.00 | S/ 59.95 | S/. 299.74 |
| 1.1.3 | SUMINISTRO DE ACCESORIOS CLASE 300 | | | | S/. 1,399.36 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 120 MECH 90 X 3/4" | und | 4.00 | S/ 14.41 | S/. 57.63 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 90 MECH 90 X 2" | und | 4.00 | S/ 21.21 | S/. 84.85 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 130 2" | und | 4.00 | S/ 26.93 | S/. 107.73 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 300 3" | und | 2.00 | S/ 134.83 | S/. 269.66 |
| | Codo Fierro Negro x 300 Lbs. 90 MECH 90 X 4" | und | 5.00 | S/ 99.88 | S/. 499.38 |
| | Tee Fierro Negro x 300 Lbs. 300 4" | und | 1.00 | S/ 133.47 | S/. 133.47 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 2 X 3/4" | und | 4.00 | S/ 14.91 | S/. 59.66 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 3" X 2" | und | 4.00 | S/ 27.91 | S/. 111.63 |
| | Reduccion Campana Fierro Negro x 300 Lbs. 240 4" X 3" | und | 2.00 | S/ 37.67 | S/. 75.35 |
| 1.1.4 | SOPORTERIA | | | | S/. 1,071.16 |
| | Colgador tipo gota 2" | und | 16.00 | S/ 1.45 | S/. 23.17 |
| | Colgador tipo gota 3" | und | 8.00 | S/ 1.88 | S/. 15.06 |
| | Colgador tipo gota 4" | und | 2.00 | S/ 3.44 | S/. 6.88 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 2" | und | 8.00 | S/ 58.61 | S/. 468.86 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 3" | und | 4.00 | S/ 62.34 | S/. 249.35 |
| | Soporte de perfil L para tubo de 4" | und | 4.00 | S/ 76.96 | S/. 307.84 |

| | | | | | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|----|----------|----------------------|
| 1.1.5 | CONSUMIBLES | | | | | S/. 1,749.43 |
| | Material menudo: pernos zincado, varillas roscadas, tacos, arandelas, cable tensor, entre otros menudos. | Glb | 1.00 | S/ | 920.75 | S/. 920.75 |
| | Material consumible: soldaduras, discos de corte, desbaste, escobilla de fierro, lijas, thinner, trapo industrial, y otros | Glb | 1.00 | S/ | 828.68 | S/. 828.68 |
| 1.2 | MANO DE OBRA (INSTALACIÓN) | | | | | |
| 1.2.1 | MANO OBRA INSTALACION | | | | | S/. 9,207.54 |
| | Instalacion de cilindros NOVEC 1230 | und | 3.00 | S/ | 1,610.90 | S/. 4,832.70 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 2 1/2" | und | 3.00 | S/ | 108.60 | S/. 325.80 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 4" | und | 9.00 | S/ | 173.76 | S/. 1,563.84 |
| | Tubo Acero SCH-80 S/C A-53 /A-106/API 5L GR-B X 6 MT. 6" | und | 1.00 | S/ | 291.48 | S/. 291.48 |
| | Tubo de Acero SCH 40GrbXMT 4" | und | 9.00 | S/ | 173.76 | S/. 1,563.84 |
| | Tubo de Acero SCH 40GrbXMT 2 1/2" | und | 5.00 | S/ | 108.60 | S/. 543.00 |
| | Tubo de Acero SCH 40GrbXMT 1" | und | 1.00 | S/ | 86.88 | S/. 86.88 |
| 1.2.2 | MANO OBRA INSTALACION (PRUEBAS- EXTINCION) | | | | | S/. 9,110.67 |
| | Costo de Supervision + PDR | Glb | 1.00 | S/ | 4,766.67 | S/. 4,766.67 |
| | Servicio de prueba de hermeticidad - Door Fan Test x Cuarto | und | 1.00 | S/ | 4,344.00 | S/. 4,344.00 |
| 1.2.3 | SERVICIOS POR TERCEROS | | | | | S/. 3,113.20 |
| | Servicio de rosca p/lado tubo SCH-80 2" | und | 30.00 | S/ | 6.88 | S/. 206.34 |
| | Servicio de rosca p/lado tubo SCH-80 2 1/2" | und | 10.00 | S/ | 10.28 | S/. 102.81 |
| | Servicio de rosca p/lado tubo SCH-80 4" | und | 5.00 | S/ | 17.81 | S/. 89.05 |
| | Servicio de Arenado y Pintado tubería SCH-80 | Glb | 1.00 | S/ | 2,715.00 | S/. 2,715.00 |
| | Costo (Equipos + MO) | | | | | S/. 99,917.44 |
| 2.0 | INSTALACION DE SISTEMA DETECCION DE ALARMA | | | | | |
| 2.1 | SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES | | | | | |
| 2.1.1 | SISTEMA DE DETECCION PARA LA SSEE 3 - SSEE 6 (SANTA ROSA) - SSEE 3 (ROSALES) | | | | | S/. 5,002.25 |
| | Panel de Detección de Incendios | Und | 1.00 | S/ | 3,076.42 | S/. 3,076.42 |
| | Baterias de 12V 7AH | Und | 2.00 | S/ | 144.80 | S/. 289.60 |
| | Detector de Humo + base | Und | 6.00 | S/ | 67.80 | S/. 406.82 |
| | Sirena con Luz Estroboscópica Pared + base | Und | 4.00 | S/ | 150.66 | S/. 602.66 |
| | Periferico de descarga de agente limpio | Und | 1.00 | S/ | 79.60 | S/. 79.60 |
| | Estacion manual de descarga + base | Und | 1.00 | S/ | 150.40 | S/. 150.40 |
| | Estacion de aborto + base | Und | 1.00 | S/ | 118.66 | S/. 118.66 |
| | Modulo de supervision de bobina | Und | 1.00 | S/ | 41.83 | S/. 41.83 |
| | Coertor para estacion manual y aborto | Und | 2.00 | S/ | 118.13 | S/. 236.26 |
| 2.1.2 | CANALIZACION METALICA | | | | | S/. 631.05 |
| | Tuberia conduit EMT 3/4" | Und | 15.00 | S/ | 42.07 | S/. 631.05 |
| 2.1.3 | CABLEADO FPL | | | | | S/. 648.45 |
| | Rollo de Cable de Incendio FPL 2X18 AWG | Und | 1.00 | S/ | 233.20 | S/. 233.20 |
| | Rollo de Cable de Incendio FPL 2X16 AWG | ml | 1.00 | S/ | 415.25 | S/. 415.25 |
| 2.1.4 | MATERIALES DE INSTALACION | | | | | S/. 692.71 |
| | Unión conduit EMT 3/4" | Und | 30.00 | S/ | 1.01 | S/. 30.41 |
| | Conector EMT 3/4" | Und | 40.00 | S/ | 1.01 | S/. 40.54 |
| | Abrazadera metalica 02 oreja 3/4" | Und | 100.00 | S/ | 0.47 | S/. 47.06 |
| | Caja cuadrada conduit 3/4" aluminio | Und | 12.00 | S/ | 12.09 | S/. 145.09 |
| | Caja cuadrada metalica pesada 4"x4"x2" + tapa | Und | 10.00 | S/ | 4.56 | S/. 45.61 |
| | Caja octogonal metalica pesada 3/4" | Und | 6.00 | S/ | 4.05 | S/. 24.33 |
| | Caja de pase ALUM 100x100x59mm ciega | Und | 1.00 | S/ | 49.23 | S/. 49.23 |
| | Corrugado hermetico LIQUID TIGHT 1/2" | mt | 24.00 | S/ | 2.75 | S/. 66.03 |
| | Conector recto para tubería hermetica 1/2" | Und | 24.00 | S/ | 2.32 | S/. 55.60 |
| | Cinta Aislante 3M 1700 | Und | 1.00 | S/ | 6.04 | S/. 6.04 |
| | Cinta Maskingtape 3/4" | Und | 1.00 | S/ | 3.69 | S/. 3.69 |
| | Cintillo de amarre de 100mm | Cto | 0.50 | S/ | 8.29 | S/. 4.14 |
| | Cintillo de amarre de 150mm | Cto | 1.00 | S/ | 3.69 | S/. 3.69 |
| | Portacintillo plástico | Cto | 0.50 | S/ | 13.83 | S/. 6.91 |
| | Tarugo FISCHER S8 | Und | 100.00 | S/ | 0.25 | S/. 25.34 |
| | Autorroscante 10 x 1" | Und | 100.00 | S/ | 0.14 | S/. 13.85 |
| | Autoperforante 10" x 1" | Und | 100.00 | S/ | 0.37 | S/. 37.09 |
| | Wire Nut - Color naranja | Und | 100.00 | S/ | 0.11 | S/. 10.86 |
| | Wire Nut - Color amarillo | Und | 100.00 | S/ | 0.11 | S/. 10.86 |
| | Broca SDS 5/16" | Und | 1.00 | S/ | 14.30 | S/. 14.30 |
| | Trapo super absorbente KLEINE x 20 und | Und | 1.00 | S/ | 16.58 | S/. 16.58 |
| | Trapo industrial - Color | Kg | 1.00 | S/ | 5.00 | S/. 5.00 |
| | Alcohol isopropilico 600ml | Und | 1.00 | S/ | 11.04 | S/. 11.04 |
| | Silicona transparente | Und | 1.00 | S/ | 7.42 | S/. 7.42 |
| | Brocha 2" | Und | 1.00 | S/ | 8.29 | S/. 8.29 |
| | Bolsa basura 50 Lt x 10 und | Und | 1.00 | S/ | 3.69 | S/. 3.69 |

| | | | | | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|--------------------------------|-----------------------|
| 2.1.5 | INSTALACION DE EQUIPOS | | | | S/. 1,694.96 |
| | Panel de Detección de Incendios | Und | 1.00 | S/ 724.00 | S/. 724.00 |
| | Baterias de 12V 7AH | Und | 2.00 | S/ 54.30 | S/. 108.60 |
| | Detector de Humo + base | Und | 6.00 | S/ 70.20 | S/. 421.20 |
| | Sirena con Luz Estroboscópica Pared + base | Und | 4.00 | S/ 80.34 | S/. 321.36 |
| | Periferico de descarga de agente limpio | Und | 1.00 | S/ 20.50 | S/. 20.50 |
| | Estacion manual de descarga + base | Und | 1.00 | S/ 20.50 | S/. 20.50 |
| | Estacion de aborto + base | Und | 1.00 | S/ 20.50 | S/. 20.50 |
| | Modulo de supervision de bobina | Und | 1.00 | S/ 18.10 | S/. 18.10 |
| | Cobertor para estacion manual y aborto | Und | 2.00 | S/ 20.10 | S/. 40.20 |
| 2.1.6 | INSTALACION CANALIZACION | | | | S/. 528.00 |
| | Tuberia conduit EMT 3/4" - KOREINJM | mts | 15.00 | S/ 35.20 | S/. 528.00 |
| 2.1.7 | INSTALACION CABLEADO FPL | | | | S/. 2,358.90 |
| | Rollo de Cable de Incendio FPL 2X18 AWG | mt | 20.00 | S/ 7.24 | S/. 144.80 |
| | Rollo de Cable de Incendio FPL 2X16 AWG | mt | 60.00 | S/ 7.24 | S/. 434.40 |
| | Protocolo de cableado (Continuidad) | mt | 80.00 | S/ 7.24 | S/. 579.20 |
| | Protocolo de funcionamiento sistema | Glb | 1.00 | S/ 1,200.50 | S/. 1,200.50 |
| 2.1.8 | PROGRAMACION | | | | S/. 543.00 |
| | Programación de panel SIMPLEX | Und | 1.00 | S/ 543.00 | S/. 543.00 |
| | | | | Costo (MO + Equipos) | S/. 12,099.32 |
| 3.0 | GASTOS GENERALES | | | | |
| | a) Memorias Descriptivas, Especificaciones Tecnicas, planos | Glb | 1.00 | S/ 6,516.00 | S/. 6,516.00 |
| | b) Herramientas, Movilizacion de Materiales, equipos, herramientas | Glb | 1.00 | S/ 4,761.72 | S/. 4,761.72 |
| | c) Seguro SCTR | Glb | 1.00 | S/ 371.85 | S/. 371.85 |
| | d) Epp: Casco, Botas, orejeras entre otros | Glb | 1.00 | S/ 2,039.94 | S/. 2,039.94 |
| | e) Emo | Glb | 1.00 | S/ 877.49 | S/. 877.49 |
| | f) Certificados de altura | Glb | 1.00 | S/ 1,005.56 | S/. 1,005.56 |
| | g) Antecedentes Penales | Glb | 1.00 | S/ 371.85 | S/. 371.85 |
| | h) Antecedentes policiales y SSOMA | Glb | 1.00 | S/ 483.92 | S/. 483.92 |
| | i) Medidas de seguridad | Glb | 1.00 | S/ 1,575.35 | S/. 1,575.35 |
| | j) Acondicionamiento: Caseta y habitacion de la caseta | Glb | 1.00 | S/ 2,369.43 | S/. 2,369.43 |
| | k) Dossier, planos as built, memoria descriptiva | Glb | 1.00 | S/ 1,965.30 | S/. 1,965.30 |
| | l) Gastos administrativos | Glb | 1.00 | S/ 256.44 | S/. 256.44 |
| | m) Protocolo Covid: Incluye pruebas rapidas al inicio de obra, equipos de bioseguridad y limpieza | Glb | 1.00 | S/ 3,376.95 | S/. 3,376.95 |
| | | | | Total (G.G) | S/. 25,971.79 |
| | | | | Costo Total Soles (S/.) | S/. 137,988.56 |