

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Diseño de un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio (DACI) y su impacto en la seguridad de las plantas de Trefilado

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

Elaborado por

Oliver Antonio Berrocal Inocente

 [0009-0007-2954-8597](https://orcid.org/0009-0007-2954-8597)

Asesor

Dr. Manuel Augusto Villavicencio Chávez

 [0000-0003-0142-7930](https://orcid.org/0000-0003-0142-7930)

LIMA – PERÚ
2025

Dedicatoria

Dedico esta tesis

*a mis queridos padres, por el amor y la guía que me brindan;
a mis hermanos, por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino; y a mi
pareja, por su paciencia y comprensión.*

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional de Ingeniería, especialmente a la Facultad de Ingeniería Mecánica (FIM), por brindarme la formación académica y profesional que ha sido clave en mi desarrollo. Expreso mi sincero reconocimiento a mis profesores y a mi asesor, Manuel Villavicencio Chávez, quien me orientó en la elaboración del presente trabajo. Gracias también a mi familia y amigos, cuyo respaldo ha sido fundamental en este logro.

Resumen

El objetivo de la tesis es el diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios que impacte positivamente en la seguridad de los equipos y trabajadores de una planta de trefilado. La unidad de análisis es la planta de Aceros Arequipa. La investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo explicativo no experimental. El diseño del sistema parte de la descripción general de todas las áreas, obteniendo sus características principales y agrupándolas en áreas afines. Luego se realizó el Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio (MESERI), obteniéndose áreas con nivel de riesgo malo, correspondientes a ser examinadas con más detalle. Se aplicó el análisis de Gustav Purt, con el cual se determinó que el tipo de sistema requerido es de detección y alarma. Este se diseñó utilizando el Manual de Equipos Simplex, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las normativas internacionales de la National Fire Protection Association (NFPA).

Finalmente, se realizó el cálculo del nivel de riesgo residual mediante el MESERI, obteniéndose un nivel bueno, y se llevó a cabo una comparativa entre el nivel de riesgo antes y después del diseño del sistema DACI, concluyendo que se aumenta la seguridad en equipos, trabajadores y maquinaria. Por ello, se recomienda la implementación del sistema contra incendios con el objetivo de mitigar los riesgos.

Abstract

The objective of the thesis is to design a fire detection and alarm system that positively impacts on the safety of equipment and workers in a wire drawing plant, the analysis unit being the Arequipa Steel plant. The research is quantitative in approach and is of an explanatory non-experimental type. The system design starts from the general description of all areas, taking their main characteristics and grouping them into related areas. The Simplified Fire Risk Assessment Method (MESERI) was then conducted, obtaining areas with a bad risk level, corresponding to be examined in more detail. The analysis of Gustav Purt was applied with which it was determined that the type of system required is detection and alarm which is conducted with the Manual of Equipment Simplex the National Regulation of Buildings (RNE) and the international National Fire Protection Association (NFPA) standards.

Finally, the residual risk level was calculated by (MESERI), where the good level was obtained and a comparison between the risk level before and after the design of the DACI system was made, resulting in an increase in safety in equipment, workers and machinery, Therefore, the implementation of the fire system with the aim of mitigating risks is recommended.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Introducción	xiv
Capítulo I. Generalidades	1
1.1 Antecedentes de la Investigación	1
1.1.1 Antecedentes Internacionales.....	1
1.1.2 Antecedentes Nacionales	3
1.2 Identificación y Descripción del Problema de Estudio	5
1.3 Formulación del Problema Principal	8
1.4 Justificación e Importancia	8
1.4.1 Justificación.....	9
1.4.2 Importancia	9
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo General	10
1.6 Hipótesis	11
1.6.1 Hipótesis General.....	11
1.7 Variables y Operacionalización de variables	11
1.7.1 Variables	11
1.7.2 Operacionalización de variables	11
1.8 Metodología de la Investigación	12
1.8.1 Unidades de Análisis.....	12
1.8.2 Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación	12
1.8.3 Diseño de la Investigación	13
1.8.4 Fuentes de Información	13
1.8.5 Población y Muestra.....	13
1.8.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	13

1.8.7	Análisis y Procesamiento de Datos.....	13
Capítulo II. Marco teórico y conceptual.....		14
2.1	Bases Teóricas	14
2.1.1	Seguridad y Salud Ocupacional (SSO).....	14
2.1.2	Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendio (DACI).....	25
2.2	Marco Conceptual: Definición de términos o conceptos.....	30
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación.....		31
3.1	Requerimientos de la Planta de Trefilado.....	31
3.2	Registro de Información de Áreas	31
3.2.1	Claveras	31
3.2.2	Sala de empaque de clavos.....	33
3.2.3	Embolsado de Clavos	34
3.2.4	Línea de Trefilado	35
3.2.5	Zona de Alambre.....	36
3.2.6	Línea de Hileras	37
3.2.7	Depósito de Aserrín	38
3.2.8	Pulidoras	39
3.2.9	Almacén de Pintura.....	40
3.2.10	Almacén de Limpieza.....	41
3.2.11	Almacén de Cajas.....	42
3.2.12	Almacén de Suministros	43
3.2.13	Almacén de Mantenimiento	44
3.2.14	Guardianía	45
3.2.15	Hall de espera.....	46
3.2.16	Vestuarios.....	47
3.2.17	Duchas.....	48
3.2.18	Comedor	48
3.2.19	Sistema de transformadores SE.....	50

3.2.20	Zona de Productos Terminados.....	51
3.2.21	Taller Mecánico.....	51
3.2.22	Cuarto de Compresoras.....	52
3.2.23	Oficina de Recursos Humanos	52
3.2.24	Oficina de Producción.....	53
3.2.25	Oficina de Asistente Social	54
3.2.26	Oficina del jefe de Planta.....	55
3.2.27	Oficina de Mantenimiento	56
3.3	Determinación de Riesgos de Áreas	57
3.3.1	Caracterización de Áreas.....	57
3.3.2	Cálculo de Riesgo Inicial Mediante MESERI	59
3.3.3	Cálculo de Riesgo Mediante Gustav Purt (Gr) e (Ir)	62
3.4	Diseño General	66
3.4.1	Selección de Equipos.....	67
3.4.2	Consumo de Energía y Batería.....	76
3.4.3	Caída de Tensión.....	82
3.4.4	Selección de Conductor.....	89
3.5	Cálculo Residual de nivel de Riesgo por el método MESERI.....	90
Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión de Resultados.		93
4.1	Resultados.....	93
4.2	Contrastación de Hipótesis	93
4.3	Discusión	94
Conclusiones		96
Recomendaciones		97
Referencias bibliográficas.....		98
Anexos.....		102

Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Emergencias recibidas a nivel Nacional - 2022</i>	6
Tabla 2	<i>Emergencias recibidas a nivel Nacional - 2023</i>	6
Tabla 3	<i>Variable independiente</i>	11
Tabla 4	<i>Variable dependiente</i>	11
Tabla 5	<i>Clases de Fuego</i>	18
Tabla 6	<i>Características para coeficientes de Riesgo de Edificio</i>	58
Tabla 7	<i>Características para coeficientes de Riesgo de Contenido</i>	58
Tabla 8	<i>Cálculo de subtotal "X" por MESERI inicial</i>	60
Tabla 9	<i>Cálculo de subtotal "Y" por MESERI inicial</i>	61
Tabla 10	<i>Asignación de valores a los coeficientes de riesgo del edificio (Gr)</i>	63
Tabla 11	<i>Cálculo de riesgo del edificio (Gr)</i>	63
Tabla 12	<i>Asignación de valores a los coeficientes de riesgo del contenido (Ir)</i>	64
Tabla 13	<i>Cálculo de riesgo del contenido (Ir)</i>	64
Tabla 14	<i>Clasificación de áreas según el criterio de Gustav Purt</i>	66
Tabla 15	<i>Matriz Morfológica</i>	67
Tabla 16	<i>Consumo de corriente para Panel contra incendios y equipos de detección</i>	78
Tabla 17	<i>Resumen de consumo requerido para Panel contra incendios</i>	79
Tabla 18	<i>Consumo de corriente para NAC Extender</i>	80
Tabla 19	<i>Resumen de consumo requerido para NAC Extender</i>	80
Tabla 20	<i>Consumo de corriente para Fuente Auxiliar</i>	81
Tabla 21	<i>Resumen de consumo requerido para Fuente Auxiliar</i>	81
Tabla 22	<i>Resumen de capacidad de baterías seleccionadas por fuente</i>	81
Tabla 23	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 1</i>	83
Tabla 24	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 2</i>	84
Tabla 25	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 3</i>	85
Tabla 26	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 5</i>	86

Tabla 27	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 6</i>	87
Tabla 28	<i>Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 7</i>	88
Tabla 29	<i>Resumen de tipo de conductor seleccionado según circuito</i>	89
Tabla 30	<i>Cálculo de subtotal "X" por Meseri residual</i>	91
Tabla 31	<i>Cálculo de subtotal "Y" por Meseri residual</i>	92
Tabla 32	<i>Calculo de Riesgo final por el método de MESERI por áreas</i>	93

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Estadística de emergencias atendidas en 2022 y 2023</i>	7
Figura 2	<i>Triangulo de fuego</i>	16
Figura 3	<i>Tetraedro de fuego</i>	17
Figura 4	<i>Diagrama de medidas IR y GR</i>	20
Figura 5	<i>Elementos agravantes o generadores</i>	23
Figura 6	<i>Elementos agravantes o generadores</i>	24
Figura 7	<i>Factores protectores y reductores</i>	24
Figura 8	<i>Mapa Claveras</i>	32
Figura 9	<i>Máquina clavera</i>	33
Figura 10	<i>Máquina empaquetadora de clavos</i>	34
Figura 11	<i>Plano Embolsado de clavo</i>	35
Figura 12	<i>Plano Línea de trefilado</i>	36
Figura 13	<i>Plano Zona de alambre</i>	37
Figura 14	<i>Plano Línea de Hileras</i>	38
Figura 15	<i>Plano Almacén de aserrín y residuos sólidos</i>	39
Figura 16	<i>Máquina Pulidora</i>	40
Figura 17	<i>Plano Almacén de Almacén de Pintura</i>	41
Figura 18	<i>Almacén de limpieza</i>	42
Figura 19	<i>Plano de almacén de Suministros</i>	43
Figura 20	<i>Plano Almacén de mantenimiento</i>	44
Figura 21	<i>Plano Guardianía</i>	45
Figura 22	<i>Plano Hall de espera</i>	46
Figura 23	<i>Plano Vestuario</i>	47
Figura 24	<i>Plano Duchas</i>	48
Figura 25	<i>Plano Comedor</i>	49
Figura 26	<i>Plano Transformador de S.E</i>	50

Figura 27	<i>Plano Taller Mecánico</i>	52
Figura 28	<i>Plano RR. HH</i>	53
Figura 29	<i>Plano Of. Producción</i>	54
Figura 30	<i>Plano Of. Asistencia Social</i>	55
Figura 31	<i>Plano Oficina jefa de planta</i>	56
Figura 32	<i>Oficina de mantenimiento</i>	57
Figura 33	<i>Clasificación de riesgo según Gustav Purt</i>	65
Figura 34	<i>Panel SIMPLEX 4100ES</i>	68
Figura 35	<i>Detector de humo puntual Simplex 4098-9714</i>	69
Figura 36	<i>Detector de humo de haz proyectado Xtralis OSI-RE</i>	70
Figura 37	<i>Detector de Temperatura 4098-9792</i>	71
Figura 38	<i>Estación Manual 4099-9006SP</i>	72
Figura 39	<i>Luz estroboscópica 4906-9102</i>	73
Figura 40	<i>Luz estroboscópica 4906-9102</i>	74
Figura 41	<i>NAC Extender Simplex 4009-9301</i>	75
Figura 42	<i>Altronix AL600ULXD</i>	75

Introducción

La seguridad en ambientes industriales es un derecho fundamental para garantizar la protección de los trabajadores, equipos y máquinas. En particular, las plantas de trefilado, que involucran procesos intensivos de manipulación y tratamiento de metales, presentan riesgos significativos relacionados con incendios debido a la alta energía térmica y al uso de maquinaria pesada. En este contexto, la implementación de sistemas efectivos de detección y alarma contra incendios (DACI) es esencial para prevenir y mitigar el impacto de posibles incidentes.

La tesis está desarrollada en tres capítulos, además de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

En el primer capítulo, Generalidades, se exponen siete antecedentes relacionados con el tema, con el fin de reconocer las ventajas y desventajas de las investigaciones actuales. Luego, se aborda la problemática del riesgo de incendio en plantas de trefilado, concluyendo con el planteamiento del problema. Se formulan los objetivos, la hipótesis y se desarrolla la metodología de investigación.

En el segundo capítulo, Marco conceptual, se describen los principales conceptos relacionados con las variables de la tesis, que son los sistemas DACI y la seguridad en las plantas de trefilado. También se especifican las normativas aplicadas en la tesis.

En el tercer capítulo, se desarrolla el núcleo de la tesis. Se comienza con la descripción general de las áreas, y se matematizan sus características para evaluar el riesgo inicial que presentan mediante el método MESERI, cuyo valor inicial fue malo. Posteriormente, se realiza el análisis detallado con el método de Gustav Purt, concluyéndose que es necesario el diseño de un sistema DACI, el cual se elabora según las normativas nacionales e internacionales, así como las fichas técnicas de los fabricantes de los dispositivos. El capítulo culmina con el cálculo final del nuevo nivel de riesgo utilizando nuevamente el MESERI, obteniéndose un riesgo bueno.

En los capítulos siguientes se presentan los resultados, donde se verifica que el diseño del sistema DACI impacta positivamente en la seguridad de los trabajadores, equipos y máquinas. Finalmente, se recomienda implementar este sistema en la unidad de análisis.

Capítulo I. Generalidades

1.1 Antecedentes de la Investigación

En referencia al estado del arte, se cita los siguientes antecedentes de investigaciones desarrolladas en los ámbitos internacionales y nacionales.

1.1.1 Antecedentes Internacionales

(Cedeño Velazquez, 2020)¹ Diseña un sistema contra incendio a fin de disminuir el riesgo de las personas, la fauna, la flora y los bienes materiales como especifica la normativa mexicana NOM-002-STPS-2010, del mercado San Pablito cuya actividad es principalmente la comercialización de pirotécnicos. El alcance de la investigación es de la elaboración de ingeniería de conceptual, selección de dispositivos, esquemas de control y planos. Se trabaja siguiendo la metodología de Investigación de requerimientos, diseño y presupuesto, de esta forma realiza los cálculos hidráulicos en base al grado descriptivo del riesgo según la NFPA13 de las áreas críticas para no afectar los bienes colindantes , se realiza el diseño del sistema de detección y alarma según la NFPA 72 , se realiza la filosofía de prueba del sistema y el presupuesto que ascendió a \$971787.62 de dólares, como resultado se obtuvo el diseño del SCI ,especificado para mercados de pirotecnia, se resalta la poca y escasa información que se tuvo al momento de desarrollar la tesis, y se recomienda la normatividad y regulación de la comercialización de productos pirotécnicos y la especificación de mantenimiento instalación y servicio de los SCI de centros pirotécnicos de México.

(Bósquez, 2013)² propone implementar un sistema contra incendios utilizando trabajadores calificados en la normativa NFPA. El objetivo es garantizar la vida de los

¹ Cedeño, 2020 Diseño de un sistema contra incendio para un mercado de pirotecnia

² (Bósquez, 2013). diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana adelca c.a.

trabajadores en la empresa de reciclaje y reciclaje de metales, transformación mediante laminación y estirado de acero destinado a la fabricación de materiales de construcción, debido a que la empresa ya ha registrado eventos de incendio en sus instalaciones. La justificación se basa en las regulaciones legales actuales exigen la implementación de un sistema externo contra incendios adecuado para mitigar cualquier tipo de riesgo en estas zonas, además del sistema interno ya instalado. Las áreas identificadas para la investigación fueron la planta de laminados, planta de trefilados, planta de acería y sus respectivos exteriores. Se realizó una evaluación de riesgos para clasificar el nivel de riesgo de las instalaciones, obteniéndose como resultado un riesgo moderado alto. Mediante cálculos, se determinaron los equipos de bombeo, tuberías, accesorios y mano de obra que componen el diseño del sistema contra incendios bajo la normativa NFPA, concluyendo que la inversión total sería de \$500,332.17 dólares en la implementación del sistema contra incendios externo.

(Pulido, 2020)³ se propone diseñar e implementar un sistema DACI basado en la norma NFPA-72. Se busca minimizar el riesgo de incendios en el conjunto residencial, impidiendo la expansión del fuego hacia áreas comunes y edificaciones cercanas, y agilizando los procesos de evacuación en caso de emergencia en el Edificio Santa Mónica, que alberga viviendas comerciales y residenciales. Los resultados indican que se cumplió con lo especificado en las normas NFPA-72 y NSR-10, minimizando así el riesgo para los usuarios en construcciones mixtas. Mediante el uso de diversos softwares, se determinaron los componentes y equipos necesarios, los cuales cuentan con la certificación UL (que garantiza la seguridad del equipo en condiciones normales de operación). Se definió el entorno de trabajo de cada dispositivo y se adaptaron a las normativas correspondientes. Finalmente, se concluyó que la inversión total asciende a \$16,000,000 en componentes,

³ (Pulido, 2020). Diseño e implementación de un sistema de detección de incendios basado en la norma NFPA-72, para la empresa Inversiones en Proyectos y Soluciones Los Andes S.A.S. "Improsol"

con un costo de ingeniería equivalente al 30% del costo de los equipos necesarios para su implementación.

1.1.2 Antecedentes Nacionales

Cerna, R. (2020) ⁴, cuyo objetivo es el diseño de un sistema DACI basado en NFPA para ambientes de oficinas, comedores, vestuarios, almacenes y zona de procesos para una planta pesquera bajo la normativa vigente NFPA 72 de acuerdo con el análisis de riesgos y condiciones ambientales del recinto para una correcta selección e implementación de equipos y accesorios. Como conclusión se logró diseñar un sistema de detección y alarma de incendio para una planta pesquera, empleando diversos tipos de detectores y estaciones manuales de alarma para proteger diferentes áreas. Se implementaron detectores de humo y temperatura en las oficinas, detectores de humo tipo rayo en los almacenes, y detectores térmicos y de flama en los tanques de combustible exteriores. Además, se desarrollaron planos y diagramas que cumplen con los criterios de diseño establecidos, que garantizan la seguridad de las plantas pesqueras peruanas con una inversión accesible con un costo menor a 600 mil soles, detectará incendios en sus etapas iniciales, permitiendo una reacción rápida y efectiva ante cualquier emergencia.

Panduro, R. (2020)⁵, Investigó los sistemas contra incendio bajo normativas NFPA en mineras para mejorar la salud de los trabajadores, que de acuerdo con los datos de nivel de riesgo que obtuvo de la unidad minera se observó que el promedio de riesgo de “importante a moderado” equivalía al 24 por ciento, mientras que en las áreas de reactivos el nivel de riesgo se consideró “intolerable” alcanzando hasta 36 por ciento. Según lo expuesto, desarrolló un análisis a un espacio muestral de 80 trabajadores de distintas

⁴ Cerna, R. (2020). Diseño de un Sistema de detección y Alarma de incendios para una planta pesquera

⁵ Panduro, R. (2020). Sistema contra incendios bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la minera Las Bambas

áreas, con la finalidad de encontrar los principales problemas que conllevan a un nivel de alto riesgo. En la investigación encontró que estos problemas se deben a deficiente suministro de agua en el sistema hidráulico, falta de conocimiento del personal sobre la normativa NFPA, deficiente sistema contra incendio que no abarca a todas las áreas que les correspondería de acuerdo con el análisis de riesgo. Por tal motivo, se diseñó un nuevo sistema contra incendio, implementando sistema de rociadores para que cubran la totalidad del área a proteger y un conjunto de gabinetes contra incendio de segunda clase con un caudal en este de 101.84 GPM (Galones por minuto) y 67 Psi de presión. La investigación concluye con un nuevo análisis en el nivel de riesgo residual después luego de implementar el sistema contra incendio (CI) que cubre la totalidad de la superficie a proteger, obteniendo un valor promedio de 12.8, el cual es considerado moderado, impacto positivamente en la seguridad de los trabajadores de la mina

Coronado, Y. (2017)⁶, en su investigación propone el diseño de un sistema DACI basado en NFPA 72 "National Fire Alarm and Signalling Code" para el supermercado Tottus, para ello espacia y ubica todos los componentes pertenecientes a los ambientes del centro comercial con el fin de salvaguardar la integridad física de todas las personas que se encuentran en el interior del recinto. Permittedose así el monitoreo y control de todas las alarmas y basándose en las recomendaciones de las normas mencionadas para una correcta selección e implementación de equipos y accesorios. En la investigación se obtienen 5 resultados principales como lo son: el buen empotramiento y acabado de la instalación del canalizado, el correcto funcionamiento de los sistemas de supervisión y alarma cumpliendo con los estándares, el correcto funcionamiento de los sistemas de monitoreados con el panel de alarma y finalmente el cumplimiento de las recomendaciones

⁶ Coronado, Y. (2017). Diseño E Implementación De Un Sistema De Detección Y Alarma Contra Incendios Basado En Detectores Fotoeléctricos Para El Supermercado Tottus Ubicado En El Distrito De Villa Salvador-Lima.

normativas para sistemas DACI ante cortes eléctricos a fin garantizar la operatividad de este.

Cárdenas, C. (2020)⁷ cuyo objetivo es desarrollar e implementar un sistema automatizado que permita una respuesta eficaz ante cualquier eventualidad de incendio en el centro de control de Mipaya, optimizando los procesos de seguridad. El desafío principal consiste en la complejidad de acceso al Lote 56, ubicado en el sudeste del territorio peruano, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, específicamente en los valles del Bajo Urubamba, distrito de Echarate, provincia de La Convención, región Cusco. A esto se suma la necesidad de cumplir con las normativas ambientales para evitar daños a la flora y fauna local al utilizar agentes de extinción, todo ello manteniendo los costos competitivos en relación con otros proyectos similares. La metodología utilizada consistió en diseñar el sistema y proceder a sustentar con tablas, memorias descriptivas y el software Flow Calc FIK3.02. Con los resultados se elaboró los dimensionamientos, lista de equipos necesarios, cálculos de software y se obtuvo como conclusión que se cumplió con las diversas normas específicas, generales, nacionales e internacionales como la norma "Requisitos de seguridad A.130" del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), las NFPA 70 "National Electrical Code", NFPA 72 "National Fire Alarm and Signalling Code", el diseño además fue la solución más viable y la mejor alternativa en la parte técnica, económica y responsabilidad ambiental.

1.2 Identificación y Descripción del Problema de Estudio

En Perú según el Cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú (CGBVP), en los años 2022 y 2023 las emergencias por incendio son el tercer tipo de emergencias más atendidas como se muestran en la tabla 1 y tabla 2.

⁷ Cárdenas, C. G. (2020). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO. Universidad Nacional del Callao: Perú.

Tabla 1**Emergencias recibidas a nivel Nacional - 2022**

N°	TIPO DE EMERGENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Urgencias de salud	2286	2341	2445	2325	2642	2428	2318	2455	2384	2645	2270	2431
2	Accidentes vehiculares	1165	1234	1284	1143	1244	1198	1217	1166	1171	1271	1039	1176
3	Incendios	1197	1118	1082	934	857	1030	1085	979	1094	1357	1107	1327
4	Fuga de gas licuado	595	597	614	560	536	505	623	554	535	555	494	544
5	Servicios especiales	445	527	572	564	557	529	707	617	568	493	832	466
6	Falsa alarma	409	401	360	267	266	339	223	185	181	186	158	177
7	Rescates	351	348	308	293	291	240	256	262	249	290	284	299
8	Corto circuito	129	140	140	120	113	105	140	138	103	129	121	154
9	Otros	167	133	190	155	125	92	134	107	85	101	105	128

Nota: la tabla muestra las cantidades de emergencias atendidas por el cuerpo de bomberos. Fuente CGBVP (2022) Emergencias recibidas a nivel Nacional

Tabla 2**Emergencias recibidas a nivel Nacional - 2023**

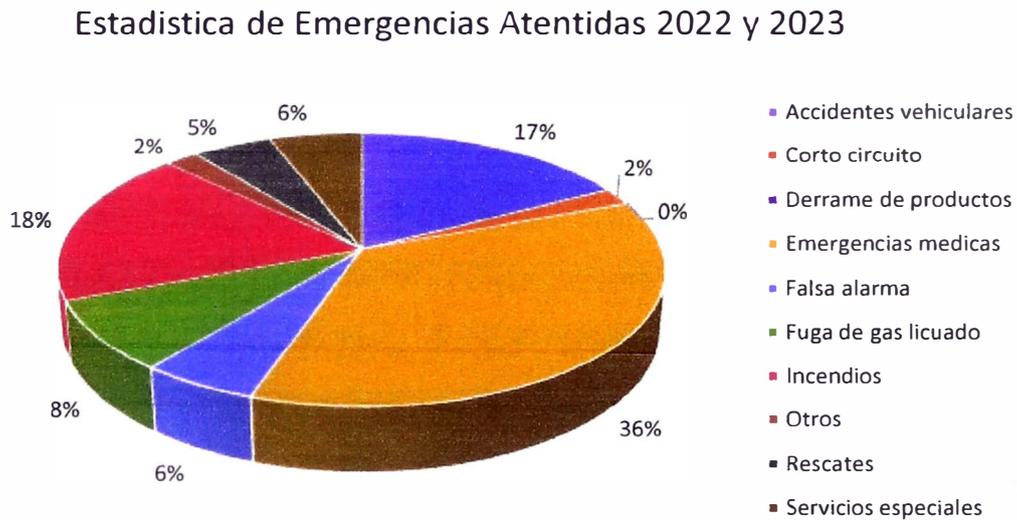
N°	TIPO DE EMERGENCIA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Urgencias de salud	2595	2383	2932	2933	2492	2767	2681	2820	2632	0	0	0
2	Accidentes vehiculares	1148	1159	1177	1064	988	1120	1102	1120	991	0	0	0
3	Incendios	1282	964	896	902	792	977	1166	1344	909	0	0	0
4	Fuga de gas licuado	537	478	477	469	493	558	606	582	482	0	0	0
5	Rescates	316	343	350	305	341	295	331	312	235	0	0	0
6	Servicios especiales	333	503	311	349	556	371	487	351	277	0	0	0
7	Falsa alarma	332	291	177	224	256	272	292	307	40	0	0	0
8	Corto circuito	138	133	160	148	165	162	197	185	115	0	0	0
9	Otros	119	103	158	85	149	120	98	131	59	0	0	0

Nota: la tabla muestra las cantidades de emergencias atendidas por el cuerpo de bomberos. Fuente CGBVP (2023) Emergencias recibidas a nivel Nacional

Las emergencias mostradas en las tablas anteriores tabla 1 y tabla 2, representan el 18% o 1/5 del total de emergencias atendidas en dichos años como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Estadística de emergencias atendidas en 2022 y 2023.



Nota: la figura muestra el porcentaje de emergencias en comparación con los demás tipos. Fuente elaboración propia (2024), datos tomados de tabla 1 y tabla 2.

El valor la pérdida económica estimada por incendios al año es 189.375 MM de soles (Castillo pacheco, Jesús Velarde, & Mancilla Rosales, 2020), sin considerar perdida de capital Humano en forma de pérdidas de vidas humanas sin embargo muchas de las emergencias de incendio no son atendidas a tiempo por el CGBVP, en general el 54% de emergencias atendidas (CGBVP,2023) son de incendios ya en estados totalmente desarrollados, esto evidencia que no se cuenta con un sistema de alarma contra incendio que alerte al CGBVP antes de que el amago pase a estado desarrollado.

Hall, S. (2024)⁸, en su informe detalla que actualmente no se cuentan con estadísticas nacionales oficiales por tipo de empresa o local, capital humano, sin embargo, la NFPA registro solo en los estados unidos 1'500.000 incendios, que causaron 3,790 muertes de civiles, 13,250 heridos y US\$11.800'000.000 de pérdidas materiales. (NFPA,202

De acuerdo con la investigación de Badger, S. (2022) en el año 2021 en United States se produjeron 14 incendios y explosiones considerados catastróficos, donde perdieron la vida 65 personas incluidos 17 niños menores de 6 años, incendios de esta magnitud son desarrollados en plantas en industriales y se expanden a zonas urbanas, debido a un mal control de estos sistemas contra incendios.

Las estadísticas presentadas en los párrafos anteriores muestran que los incendios son desarrollados tanto en lugares residenciales que no cuentan con sistemas capaces de extinguirlos, así como en lugares que si presentan sistemas de alarma y extinción, que pueden ser residenciales o industriales. Como se evidenció en los antecedentes los sistemas DACI instalados no presentan un cálculo de la cantidad de riesgo disminuido, siendo este un factor clave en el desarrollo futuro del incendio, ya que no se cuantifica en la práctica nivel de riesgo residual.

1.3 Formulación del Problema Principal

¿De qué manera un sistema de detección y alarma contra incendio para una planta de Trefilado impacta en la seguridad de la planta?

1.4 Justificación e Importancia

¿De qué manera un sistema de detección y alarma contra incendio para una planta

⁸ Hall, S. (2024). Pérdida por incendio en Estados Unidos.

de Trefilado impacta en la seguridad de la planta?

1.4.1 Justificación

- Teórica: Desde el punto de vista teórica el estudio llena el vacío teórico del diseño DACI de una planta de trefilado, enfocado en reducir el nivel de riesgo de forma comprobada.
- Práctica: La investigación se justifica en la práctica ya que proporciona una base para la implementación física, disminuyendo de esta forma el nivel de riesgo de un incendio futuro en la unidad de análisis.
- Social: Desde el punto Social la investigación aumenta la seguridad ocupacional de los trabajadores de la unidad de análisis, ya que disminuye el riesgo de un futuro incendio.

1.4.2 Importancia

La realización de esta investigación es esencial debido a los beneficios directos que aporta a la población en los siguientes niveles de organización:

- Comunidad: La comunidad local se beneficiará directamente al tener una planta de trefilado más segura, ya que no se emitirán partículas nocivas como CO y NO₂ en caso de incendio (Babativa Guio & Holguin Contreras, 2014) las cuales causan daño pulmonar cuando se excede el límite permitido de la norma, no serán emitidas.
- Gobierno Nacional: El diseño del sistema DACI que reduzca el nivel de riesgo de incendio beneficia al gobierno nacional al evitar incendios. Como menciona la (ONU, 2023) Tradicionalmente, los análisis de costos asociados a los incendios se han limitado a las consecuencias económicas directas para el sector público, como los desembolsos en extinción y las pérdidas materiales. Esta visión parcial no captura la totalidad del impacto, ya que omite los costos intangibles relacionados con la pérdida de vidas y el daño al entorno

La investigación tiene importancia en los siguientes aspectos:

- **Financiero:** La implementación de un sistema de DACI previene pérdidas económicas significativas derivadas de incendios, como daños a la infraestructura, pérdida de producción y costos relacionados con la interrupción del negocio. Además, se disminuyen los costos asociados con indemnizaciones y seguros, como lo demuestra el hecho de que en Estados Unidos 6 millones de hogares no cuentan con seguro de fuego o incendio.
- **Ambiental:** La investigación promueve la preservación del medio ambiente al reducir el tiempo de respuesta de instituciones de seguridad como bomberos y así impedir la liberación de sustancias contaminantes en forma de gas. Esto protege tanto el ecosistema local como la salud de la comunidad circundante. A nivel global, se estima que los incendios emiten 1.8 MM Ton de gases de efecto invernadero (GEI) cada año, lo que resalta la importancia de un sistema de respuesta rápida para reducir el impacto ecológico de un posible desastre industrial.
- **Social:** Desde una perspectiva social, la investigación beneficia a la seguridad y bienestar de los laboradores, lo que mejora la calidad de vida de quienes los rodean y sus familias. Los incendios se relacionan con 340,000 muertes prematuras a nivel mundial la contaminación atmosférica provoca un el aumento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, según datos de la ONU (2023). Además, se promueve una cultura de prevención y seguridad que puede influir positivamente en otras áreas de la comunidad, fortaleciendo las relaciones sociales y las opiniones compartidas en temas de seguridad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio de una planta de trefilado para impactar positivamente en la seguridad.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

El diseño de un sistema Detección y Alarma Contra Incendio impactará positivamente en la seguridad en las plantas de trefilado.

1.7 Variables y Operacionalización de variables

1.7.1 Variables

- **Variable Independiente:**

Diseño de un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio

- **Variable Dependiente:**

Impacto en la seguridad en las plantas de trefilado

1.7.2 Operacionalización de variables

Se muestra en la tabla 3 y tabla 4 las variables de estudio.

Tabla 3

Variable independiente

Variable independiente(y)	dimensiones	Indicadores
Diseño de un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio	Energía Cobertura del sistema	Consumo eléctrico Área cubierta por los sensores

Nota: la tabla muestra la operacionalización de la variable independiente. Fuente autoría propia (2024)

Tabla 4

Variable dependiente

Variable dependiente (x)	dimensiones	Indicadores
Seguridad de plantas de trefilado.	Nivel de riesgo de la planta	Coficiente de nivel de Riesgo de incendio MESERI (Adimensional)

Nota: la tabla muestra la operacionalización de la variable dependiente. Fuente autoría propia (2024)

1.8 Metodología de la Investigación

1.8.1 Unidades de Análisis

La investigación considera como unidad de análisis la Planta de Trefilado de la Corporación Aceros Arequipa, en los ambientes de: Oficinas, planta de clavos, planta de alambre recocido y planta de trefilado.

La planta de trefilado de la Corporación Aceros Arequipa ubicada en la zona céntrica del Perú, en el departamento de Lima, provincia Constitucional del Callao y distrito del Callao, a un nivel de 5 m.s.n.m.

1.8.2 Tipo, Enfoque y Nivel de Investigación

El tipo de investigación con respecto al enfoque es de naturaleza cuantitativa por que 5 de las 7 características epistemológicas son cuantitativas, dichas 5 características son:

1. **Objetivo:** Porque se recolecta información mediante mediciones y pruebas y se realiza un análisis de los diferentes escenarios.
2. **Deductivo:** Porque se contrasta una hipótesis mediante el análisis de diferentes autores para la reducción nivel del riesgo de incendio.
3. **Orientada al resultado:** Porque se busca diseñar un sistema DACI y se validan los resultados con la hipótesis.
4. **Al margen de los datos:** Porque la unidad de análisis es excluyente al investigador y se registra los datos de este y se analiza este dependiendo de las tablas de clasificación.
5. **Causalidad:** Porque se plantean las variables de estudio en forma de causa efecto.

1.8.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es de tipo explicativo no experimental porque se diseñará el sistema DACI para evaluar si mejora en la seguridad.

1.8.4 Fuentes de Información

- Normativa National Fire Protection Association (NFPA)
- Manual Simplex de detección de incendio
- Planos generales y específicos de disposición de máquinas, equipos
- Datos estadísticos del CGBVP

1.8.5 Población y Muestra

Población: Comprende todas las áreas de la planta de trefilado, primer y segundo.

Muestra: Se escoge como muestra las áreas más críticas de la agrupación por semejanza y de mayor número de trabajadores según los criterios de Gustav Purt.

1.8.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Revisión documental e ingenieril: Los datos utilizados son determinados de los planos generales de los pisos de la planta, área, altura, ubicación, número de puertas, forma de techo, material, estos datos también son obtenidos mediante visitas técnicas.

1.8.7 Análisis y Procesamiento de Datos

Los datos son cualitativos y cuantitativos estos son extraídos de los planos y descritos por áreas, son clasificados en cuadros según características y se determinan coeficientes en función de ellas y clasificaciones matemáticas de métodos de Gustav Purt y MESERI, para esto se utiliza Microsoft Excel.

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1 Bases Teóricas

2.1.1 Seguridad y Salud Ocupacional (SSO)

(Stellman, 1998) Sostiene que la protección en el ámbito laboral busca prevenir incidentes y dolencias ocupacionales mediante la implementación de un ambiente laboral seguro y saludable, complementado con la formación adecuada para que los empleados puedan desempeñar sus funciones bajo estas condiciones óptimas.

Por su parte, (Jorge Humberto Blanco, 2015) Afirma que la Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) es un campo especializado enfocado en la prevención de riesgos laborales, fomentando espacios de trabajo protegidos y saludables para el bienestar de los trabajadores.

Ante eventos de incendios que ponen en riesgo la vida de los trabajadores en plantas industriales como en zonas residenciales, la National Fire Protection Association (NFPA) ha establecido criterios claros y eficaces para los sistemas de detección, alarma y extinción contra incendios (DAECI), con el fin de proteger la integridad de los trabajadores y los bienes materiales de las empresas.

La SSO es un derecho fundamental en todos los niveles de la empresa, independientemente del rubro en el que se desarrolle. Para garantizarla, es necesario evaluar el riesgo al que están expuestos los trabajadores, sectorizando y particularizando los diferentes espacios, como en el caso de una planta de trefilado.

Planta de trefilado.

Las plantas de trefilado son instalaciones industriales dedicadas a la transformación de materiales metálicos mediante un proceso conocido como trefilado. Este proceso consiste en estirar y reducir el diámetro de un alambre o varilla metálica conocido como

alambrón, haciéndolo pasar a través de una serie de dados o hileras de dimensiones progresivamente menores.

El proceso de trefilado que llevan a cabo las plantas está compuesto regularmente por 4 etapas:

- *Preparación.*

En esta etapa se prepara el material para el proceso siguiente, que es el trefilado. Para ello, se realiza una limpieza superficial de agentes como el óxido, aceites o grasas. Con la superficie limpia, se procede a verificar el material, lo que consiste en detectar fallas, hendiduras, cortes o cualquier defecto que pueda afectar el proceso. Posteriormente, el material se alinea con las máquinas, enderezándolo mediante tornillos, y en el extremo del material que ingresará primero, se le realiza un cono para su inserción en el dado.

- *Trefilado.*

Es la parte del proceso en la que se hace pasar el alambre por dados para reducir su diámetro en un porcentaje que varía entre un 5 % y un 30 %. Durante el proceso, se lleva a cabo un enfriamiento para reducir la temperatura de los alambres, que son calentados por la fricción; también se utilizan agentes lubricantes.

- *Recocido.*

El alambre, tras su reducción de diámetro, presenta tensiones internas provocadas durante el proceso de trefilado. Estas tensiones causan daños en la distribución de los granos, haciendo que el material sea débil y poco dúctil. Para ello, se realiza un recocido a temperaturas que dependen de la composición del material, las cuales varían entre 500 y 700 °C. Posteriormente, se lleva a cabo un enfriamiento lento o controlado.

- *Acabado.*

Consiste en el proceso final en el que se otorgan al material características particulares, como pulidos o galvanizados. También se suelen realizar estirados con el fin de mejorar el acabado superficial.

Incendios

- *Elementos de la combustión*

También conocido como “triángulo de fuego” (ver figura 2), los elementos que forman parte de este modelo son el combustible, el comburente (oxígeno) y el calor. Según este modelo, los tres componentes existen al mismo tiempo y causan la combustión. La ausencia de cualquiera de ellos es suficiente para que la combustión no se produzca.

Figura 2

Triangulo de fuego



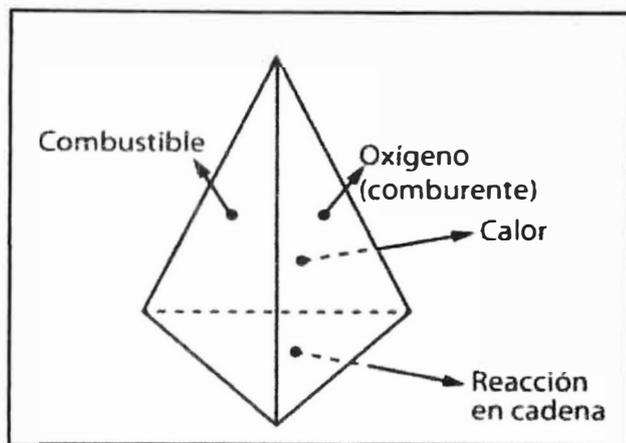
Nota: la figura muestra los tres elementos necesarios para que se produzca el fuego. Fuente Arcioni J., Horacio D. (2016) “Los riesgos del fuego en aparatos eléctricos y los materiales sintéticos auto extingüibles”

- *Combustible:* es cualquier material sólido, líquido o gaseoso que arde a una temperatura determinada y en presencia de oxígeno.
- *Oxígeno:* dado que el oxígeno constituye el veintiún por ciento (21 %) de la atmósfera y que el fuego necesita al menos un dieciséis por ciento (16 %) para desarrollarse, el oxígeno atmosférico es el componente que actúa como comburente en la mayoría de los incendios.

- *Calor*: cuando el combustible y el comburente están presentes en las cantidades adecuadas, la energía liberada en forma de calor es la que inicia el proceso de ignición o fuego.
- El llamado «tetraedro de fuego» está formado por el cuarto elemento, la reacción en cadena, y los tres primeros componentes descritos anteriormente (ver figura 3).

Figura 3

Tetraedro de fuego



Nota: la figura muestra los cuatro elementos necesarios para que se produzca y mantenga un incendio. Fuente Arcioni J., Horacio D. (2016) "Los riesgos del fuego en aparatos"

- *Reacción en cadena*

Esta se produce en la llama y es la reacción química propia de la combustión, que permite que progrese y se mantenga la reacción una vez que se haya iniciado.

- *Productos de la combustión*

El fuego provoca las siguientes emisiones:

- Humo y todas sus variantes dependiendo del compuesto de combustible.
- Llama, la cual puede tomar diferentes colores dependiendo de su composición, como gas.

- Calor, que se trasmite por convección, radiación, conducción.
- Gases, dependen del combustible, el comburente y la temperatura.
- *Productos de la combustión*

La UNE-E-2-1994/ A1 de 2005 y la, NFPA 10 y NCH 934, clasifican el fuego de la siguiente forma y a continuación se muestra la tabla 5 Clases de Fuego.

Tabla 5

Clases de Fuego

CLASES DE FUEGO		
CLASE	CONCEPTO	EJEMPLO
Clase A	Fuegos de combustible físico.	tela, papel, cartón, paja, plásticos, cauchos, etc.
Clase B	Fuegos líquidos o de sólidos licuables.	Hidrocarburos procesados.
Clase C	Tipo gas	Gas de hidrocarburo etc.
Clase D	Metálicos	Aluminio en polvo, potasio, sodio, magnesio, etc.
Clase F	Fuegos derivados de utilización de ingredientes de cocina en los aparatos de cocina.	De fuentes animales y vegetales

Nota: la tabla muestra la clasificación de los tipos de fuego de acuerdo a la NFPA y los materiales que los produce. Fuente NFPA 10 (2022) Estándares de extintores portables de incendio.

Evaluación de Riesgos de Incendio.

El riesgo en el ambiente laboral es la posibilidad de producirse un evento o situación que cause daño, lesión o pérdida a los trabajadores, a la empresa o al entorno laboral en general. El riesgo de incendio es la posibilidad de producirse un incendio o fuego no deseado, lo que puede causar daño a diferentes entes y sus operaciones comerciales y el medio ambiente.

Método Gustav Purt

(Purt, 1971) explica que el objetivo de todas las precauciones de seguridad contra incendios es reducir el riesgo de incendio en una zona u objeto determinados, incluidos talleres, edificios, materiales de construcción y equipos eléctricos. Además, estas precauciones proporcionan un marco para estimar el riesgo de incendio e indican que dos variables significativas, el riesgo del edificio (GR) y el riesgo del contenido (IR) son responsables de los efectos perjudiciales del fuego.

Riesgo del Edificio (GR): Se establece que el riesgo del edificio se ve afectado por factores como la resistencia al fuego de la construcción, la intensidad del fuego y la duración del incendio. Además, se detalla la siguiente fórmula:

$$Gr = \frac{(Q_i + (C * Q_m)) * L * B}{W * R_i} \quad \dots (1)$$

Qm: Factor de carga térmica

B: Factor de las circunstancias y la importancia del incendio.

C: Factor de combustibilidad

Qi: Valor extra que está relacionado con la carga térmica del edificio.

L: Factor que representa el tiempo suficiente para comenzar la extinción.

W: Factor de resistencia al fuego de la estructura

Ri: Relacionado para con la disminución del riesgo

Riesgo del Contenido (IR): Este riesgo es el daño que causa un incendio al contenido que se encuentra en el ambiente donde se produce el incendio y se calcula de manera independiente al riesgo del edificio. A continuación, se presenta la siguiente fórmula.

$$I_r = H * D * F \quad \dots (2)$$

H: Factor de daño al ocupando

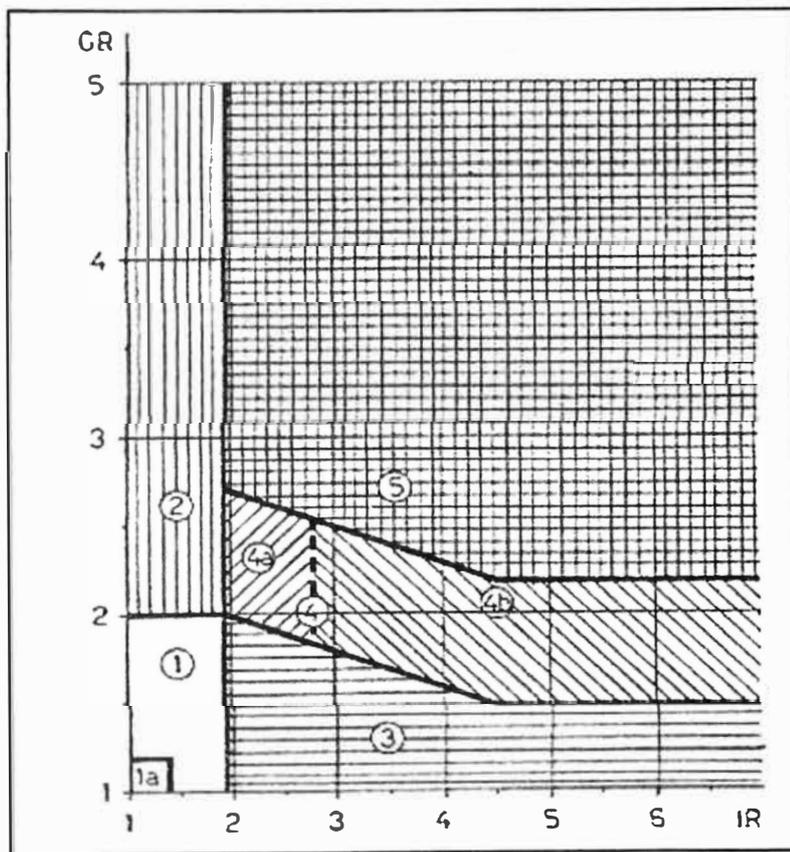
D: Factor de daño de los inmuebles y muebles

F: Factor de influencia del humo

También nos indica que, con los valores obtenidos de GR e IR, se evalúan las medidas de control correspondientes para reducir el nivel de riesgo de incendio de acuerdo con la figura 4.

Figura 4

Diagrama de medidas IR y GR



Nota: la figura muestra las zonas de clasificación de acuerdo con el Gr e Ir. Fuente (Purt, 1971) "Sistema de evaluación de riesgo de incendio que puede servir de base para el proyecto de instalaciones automáticas de protección contra incendios"

Zona 1: Si bien no es estrictamente indispensable, se recomienda contar con un sistema de seguridad contra incendios automatizado. En el caso del sector 1A, el riesgo es aún más bajo, por lo que generalmente no se requieren medidas especiales.

Zona 2: El sistema de detección de incendios resulta insuficiente para el nivel de riesgo; es necesario implementar un sistema automático de extinción de incendios.

Zona 3: Los sistemas automáticos de extinción, como los rociadores, no son apropiados para este nivel de riesgo; es necesario contar con un sistema de detección de incendios.

Zona 4: Si no se tiene en cuenta la doble protección, téngase en cuenta la posición límite. Se aconseja una doble protección (por detección y sistema de extinción automático).

Zona 5: Extinción automática requerida y doblemente asegurada la detección.

Zona (4a) Instalación de dispositivos de extinción

Zona (4b) Un mecanismo de detección.

Método MESERI

El Cuerpo de Bomberos de Colombia declara que el proceso de evaluación de riesgos puede llevar mucho tiempo y requerir un análisis exhaustivo de los datos. En este sentido, se ha desarrollado un método simplificado para evaluar el riesgo de incendio en las instalaciones, considerando las particularidades de la instalación y las medidas de protección disponibles o que puedan implementarse, este enfoque busca asignar una calificación de riesgo ajustada a estos elementos. La metodología facilita un análisis ágil y ofrece sugerencias oportunas en el proceso de evaluación del riesgo.

Para lograr objetividad en el análisis, este método se basa en evaluar las instalaciones y las condiciones existentes en su interior, con el fin de trabajar con la

información relevante y medir un grado de riesgo. En la ecuación 3 se muestran las variables.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} \quad \dots (3)$$

Donde:

- “X” es la puntuación total de los elementos agravantes o generadores, los valores se encuentran en las figuras 5 y 6.
- “Y” es el valor total de los factores protectores y reductores se denota, los valores se encuentran en la figura 7.
- “P” es el valor final del riesgo de incendio, que se determina realizando los cálculos respectivos. De acuerdo como se menciona en (MAPFRE, 1998), el valor de nivel de riesgo se clasifica en lo siguiente:
 - Inferior a 3, clasificación “Muy malo”.
 - 3 a 5, clasificación “Malo”.
 - 5 a 8, clasificación “Bueno”.
 - Superior a 8, clasificación “Muy bueno”.

Figura 5

Elementos agravantes o generadores

			Coefficiente	Puntos
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN	N.º DE PISOS DEL EDIFICIO	ALTURA DEL EDIFICIO (m)		
	1 o 2	< 4	3	
	3 o 4	entre 5 y 15	2	
	5, 6, 7, 8 o 9	entre 15 y 25	1	
	10 o más	> 25	0	
FACTORES DE SITUACIÓN	SUPERFICIE DEL MAYOR SECTOR DE INCENDIO (m²)			
	< 900		5	
	901 o 1.500		4	
	1.501 o 3.500		3	
	3.501 o 4.500		2	
> 4.500		1		
RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS				
Alta (hormigón, acero)			10	
Media (madera o materiales modernos gruesos)			5	
Baja (materiales en portajes, madera fina)			0	
FALSOS TECHOS				
Sin falso techo			3	
Con falso techo incombustible (MI)			2	
Con falso techo combustible (MI)			0	
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD	DISTANCIA DE LOS BOMBEROS	TEMPO DE LLEGADA		
	< 5 km	< 5 min	10	
	entre 5 y 10 km	entre 5 y 10 min	4	
	entre 10 y 15 km	entre 10 y 15 min	0	
	entre 15 y 20 km	entre 15 y 25 min	0	
más de 20 km		> 25 min	0	
ACCESIBILIDAD DEL EDIFICIO				
Buena			5	
Media			1	
Mala			1	
Muy mala			0	
CONCENTRACIÓN DE VALORES	RIESGO DE ACTIVACIÓN (FUENTES DE IGNICIÓN)			
	Bajo		10	
	Medio		5	
	Alto		0	
	CARGA TÉRMICA			
	Baja (< 1.000 MJ/m²)		10	
	Moderada (entre 1.000 y 2.000 MJ/m²)		5	
	Alta (entre 2.000 y 5.000 MJ/m²)		2	
	Muy alta (> 5.000 MJ/m²)		0	
	INFLAMABILIDAD DE LOS COMBUSTIBLES			
Baja		5		
Media		3		
Alta		0		
ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO				
Alto		10		
Medio		5		
Bajo		0		
ALMACENAMIENTO EN ALTURA				
Menor de 2 m		3		
Entre 2 y 6 m		2		
Superior a 6 m		0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE VALORES				
Menor de 100.000 ptas./m² ó 500 euros/m²		3		
Entre 100.000 y 250.000 ptas./m² ó Entre 500 y 1.500 euros/m²		2		
Superior a 250.000 ptas./m² ó 1.500 euros/m²		0		

Nota: la figura muestra el coeficiente que se le asignará a cada variable según su clasificación. Fuente (MAPFRE, 1998) "Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: Meseri"

Figura 6

Elementos agravantes o generadores

		Coefficiente	Puntos
FACTORES DE DESTRUCTIBILIDAD	POB CALOR		
	Baja	10	
	Media	5	
	Alta	0	
POB HUMO	Baja	10	
	Media	5	
	Alta	0	
POB CORROSIÓN	Baja	3	
	Media	4	
	Alta	3	
POB AGUA	Baja	10	
	Media	5	
	Alta	0	
FACTORES DE PROPAGABILIDAD	VERTICAL		
	Baja	5	
	Media	3	
	Alta	0	
	HORIZONTAL		
Baja	5		
Media	3		
Alta	0		

Nota: la figura muestra el coeficiente que se le asignará a cada variable según su clasificación. Fuente (MAPFRE, 1998) "Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: Meseri"

Figura 7

Factores protectores y reductores

FACTORES DE PROTECCIÓN	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE P.C.I.	VEGILANCIA HUMANA				Puntos
		SIN		CON		
		Sin CRA	Con CRA	Sin CRA	Con CRA	
	DETECCIÓN AUTOMÁTICA	0	2	3	4	
	ROCIADORES AUTOMÁTICOS	5	6	7	8	
	EXTINTORES PORTÁTILES	1		2		
	BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE)	2		2		
	HIDRANTES EXTERIORES	2		4		
	ORGANIZACIÓN					Puntos
	EQUIPOS DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)	2		2		
	EQUIPOS DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (ESI)	4		4		
	PLAN DE AUTOPROTECCIÓN Y EMERGENCIA	2		4		

Nota: la figura muestra el coeficiente que se le asignará a cada variable según su clasificación. Fuente (MAPFRE, 1998) "Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: Meseri"

2.1.2 Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendio (DACI)

Normativa:

La normativa más influyente en Latinoamérica y a nivel mundial es la proporcionada por la NFPA, la cual se encarga de desarrollar y publicar códigos y normas que minimicen el riesgo de muerte, lesiones, daños a la propiedad y pérdidas económicas por fuego, electricidad y otros peligros relacionados. Las normativas NFPA a ser utilizadas serán las siguientes:

- NFPA 1: La normativa número 1 de la NFPA es un extracto de más de 130 códigos NFPA, que describe de forma general la protección contra incendios y la seguridad humana para el público y los socorristas, así como la protección de la propiedad.
- NFPA 70: Referente a la instalación, inspección y diseño eléctrico seguro.
- NFPA 72: Detección, señalización de incendios y distribución de dispositivos de dispositivos de emergencia.
- NFPA 75: Código para la seguridad y protección de computadores y controladores.
- NFPA 101: El segundo código más adoptado en Iberoamérica describe estrategias para proteger a las personas, basadas en la construcción, protección y características de ocupación de edificaciones, que minimizan los efectos de incendios y peligros relacionados.

Además de la normativa internacional, como la NFPA, Perú tiene sus normativas, las cuales son de obligatoriedad para quienes desarrollen procesos de habilitación urbana o edificación en el ámbito público o privado, como lo es el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Circuitos Eléctricos:

(Floyd, 2007) indica que los circuitos eléctricos son diversos componentes eléctricos interconectados por donde circula una intensidad de corriente. La corriente eléctrica se define como el flujo de electrones que atraviesa un conductor en un intervalo de tiempo específico. Este fenómeno se relaciona directamente con la ley de Ohm, que expresa matemáticamente que la corriente es proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito. La relación se describe mediante la fórmula 4:

$$I = \frac{V}{R} \quad \dots (4)$$

I: Corriente eléctrica

V: Voltaje eléctrico

R: Resistencia eléctrica.

Componentes DACI:

Los sistemas DACI son un conjunto de aparatos de notificación ("Notification Appliance Circuit", NAC), dispositivos de iniciación ("Initiating Device Circuit", IDC) y "Signalling Line Circuit" (SLC), controladores, entre otros, cuya función es detectar cambios en el ambiente, como temperatura y humo, y, en base a umbrales y patrones, determinar si se produce un incendio y proceder a alarmar mediante fuentes sonoras y luces estroboscópicas.

Tipos de sistemas de DACI:

- Sistema DACI Convencional: Este tipo de sistema es el más robusto, ya que requiere un mantenimiento mínimo para una larga duración. Su

instalación es común en locales comerciales y áreas simples. Su funcionamiento se centra en detectar el incendio en un área determinada, mas no el dispositivo que detectó el incendio en el área determinada.

- Sistema DACI Direccionable: Este tipo de sistema es más costoso, ya que requiere sensores y controladores más complejos, además de un mayor número de componentes mecánicos. A diferencia del sistema DACI convencional, este sistema identifica el dispositivo que se activó ante una variación de algún parámetro dentro de un área con varios dispositivos. Esta información se procesa para determinar la existencia de un incendio o el peligro de incendio, dando la señal para activar aparatos de notificación y/o sistemas de supresión en áreas específicas.

Dispositivos en un sistema DACI:

- Panel de control: Utilizados en sistemas direccionables y convencionales, estos paneles son empleados como centros de control, analizando las señales recibidas de todos los sensores y actuadores. Este panel de control opera bajo la normativa NFPA para tomar decisiones en caso de incendio y además cuenta con pulsadores manuales.
- Detector de Humo Fotoeléctrico: Es un dispositivo que realiza la detección a partir de la presencia de partículas dentro de un recinto donde se encuentra el sensor y la electrónica correspondiente. Estos detectores cuentan internamente con un LED emisor que proyecta luz infrarroja, la cual debe llegar a su elemento receptor, llamado fotodiodo. Los sensores están instalados de forma que la luz no se proyecte directamente hacia el receptor, por lo que, para activar la señal, será

necesario redireccionar el haz de luz infrarroja con las partículas de humo hacia la dirección en la que se encuentra el fotodiodo.

- **Detector Térmico:** Son sensores que se encargan de monitorear algún incremento de la temperatura de su alrededor, el cual, si llega a un umbral, se interpretará como la presencia de un incendio en el ambiente. Este es un semiconductor que actúa como resistencia dentro de un circuito electrónico, y su principal característica es que puede variar su valor óhmico a partir del cambio de temperatura en su cuerpo.
- **Estación manual de alarma:** Son dispositivos que dependen de la intervención del personal para su funcionamiento. Estos se implementan en las rutas de salida de un recinto para que sean de fácil acceso para las personas durante una emergencia. Su principio de operación se basa en un interruptor, el cual se encuentra conectado mecánicamente a la palanca de acción.
- **Módulo aislador:** Es un dispositivo que se encarga de sectorizar un conjunto de dispositivos dentro de un circuito para que, en caso de que ocurra un cortocircuito, no afecte a los dispositivos fuera de este lazo y así resguardar el sistema de detección y alarma de una posible falla.
- **Módulo de control:** Los módulos de control deberán supervisar y controlar el funcionamiento de un cortocircuito convencional de dispositivos de notificación compatibles, así como de dispositivos de notificación de audio/visuales polarizados con alimentación de 24 VCC.
- **Módulo de monitoreo:** Supervisa los dispositivos de iniciación convencional del circuito IDC a uno de los circuitos de SLC del panel de control de alarma contra incendios. Estos módulos supervisan relés de salida de detectores convencionales, como detectores de flama, gas, sensor de luz de haz proyectado, válvulas de control, etc.

- Cable de Alarma contra incendio Fire Power Limited Riser (FPLR): El cable de alarma contra incendio FPLR es un cable que permite la transmisión eléctrica e interconectar los dispositivos de iniciación, notificación y circuitos de control con calibres de acuerdo con los cálculos realizados. Este cable deberá ser certificado por UL y/o FM para sistemas de detección y alarma contra incendios, bajo emisor de humos y ser de tipo no propagador de llama.
- Conexión Eléctrica en un sistema DACI: La documentación detallada sobre qué tipo utilizar se encuentra en la normativa NFPA 72. Las conexiones entre el panel de control y el resto de los dispositivos se realizan siguiendo un lazo SLC, que es una conexión eléctrica que puede adoptar diferentes topologías; entre ellas están:
 - SLC de 2 hilos y estilo 4 de la NFPA: consiste en la forma más simple de conexionado, ya que se utiliza un sistema de conexión en paralelo de los dispositivos a una línea de 24 voltios. Sin embargo, su desventaja es que, al corte o daño del cable, se pierde la comunicación.
 - SLC de 4 hilos y estilo 6 de la NFPA: este tipo de conexión es de los más utilizados, ya que posee dos fuentes de comunicación a los dispositivos utilizando un total de 4 cables, lo que permite una opción de comunicación en caso de que se corte uno de ellos.
 - SLC de 4 hilos y estilo 7 de la NFPA: análogamente al estilo 6, utiliza 4 cables; sin embargo, incorpora los módulos aisladores en la salida y entrada de los dispositivos, proporcionando protección a cada uno de ellos.
- Tuberías Conduit Electrical Metallic Tubing (EMT): El uso de tubería EMT es apropiado para ambientes que durante o después de su

instalación puede verse sometida a daños físicos graves y ambientes donde no sea altamente corrosivo.

2.2 Marco Conceptual: Definición de términos o conceptos

Corriente: flujo de electrones que atraviesan un medio conductor.

Resistencia: oposición al flujo de electrones o corriente.

Conductor: material que transporta la carga eléctrica.

Humo: producto gaseoso de la combustión.

Coefficiente: valor numérico.

Llama: gases incandescentes que se producen de la combustión.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Requerimientos de la Planta de Trefilado

Es fundamental contar con un sistema de detección y alarma implementado para garantizar la seguridad ocupacional (SO) de los trabajadores de la empresa. Este tipo de sistema permite identificar riesgos de incendio de manera oportuna, alertando a los empleados y facilitando las acciones necesarias para prevenir accidentes y proteger su integridad física. Esto está de acuerdo con el objetivo de inicio y la realidad problemática, así como con la seguridad exigida por INDECI en cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones y la NFPA.

3.2 Registro de Información de Áreas

Necesidad de tener documentado las características principales que representan las áreas a ser estudiadas. Esto está de acuerdo con el objetivo de inicio y la realidad problemática, así como con la seguridad exigida por INDECI en cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones y la NFPA.

3.2.1 Claveras

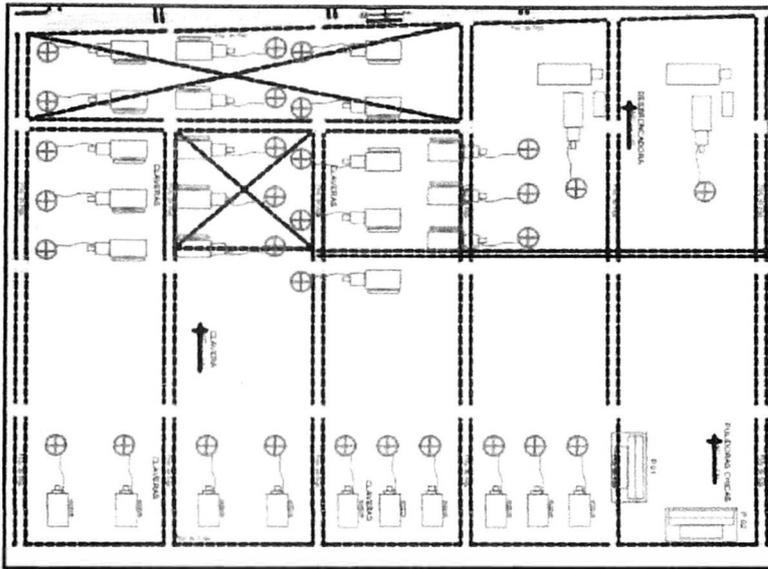
Son un conjunto de máquinas similares, ubicadas sistemáticamente, que producen clavos a partir del alambre trefilado. Estas máquinas están distribuidas en diferentes áreas, pero exclusivamente el área de solo máquinas claveras es mostrada en la figura 8. En esta sección de la planta, el operario solo se encargará de renovar las bobinas de alambres cada vez que se acaben y mover los clavos hacia la bandeja de clavos, en donde son almacenados para ser enviados a posteriores etapas.

Estructuralmente, este ambiente está hecho de material noble (ladrillos y cemento), cuenta con una altura de 3 metros y cuenta con una entrada de aire por un tragaluz. No tiene acceso directo a la salida y se requiere pasar por múltiples etapas de la planta para

entrar y salir. El sitio, al ser un entorno industrial, suele estar muy desordenado, y existe polución causada por partículas ferrosas provenientes de las bobinas de hierro.

Figura 8

Mapa Claveras



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

Al ser una planta de trefilado, la máquina clavera es una de las más comunes y abundantes. A continuación, se describe el proceso que lleva a cabo:

- **Inserción:** Se coloca las bobinas de alambres en la porta carrete.
- **Enderezado:** El alambre es alineado para que pueda ser cortado en longitudes dependientes al tipo de clavo.
- **Corte:** Una parte de la maquina se encarga de cortar el alambre en longitudes específicas para producir clavos de diferentes tamaños.
- **Cabeceado:** Se realiza la forma de una cabeza en un extremo de cada clavo.
- **Despache:** El clavo sale de la maquina clavera.

Cada una de estas máquinas cuenta con una fuente de alimentación en corriente alterna y tiene los cables protegidos con capuchón de jebe.

En la figura 9 se muestra la Máquina para hacer los clavos.

Figura 9

Máquina clavera



Nota: la figura muestra una máquina clavera en funcionamiento. Fuente autoría propia (2024)

3.2.2 Sala de empaque de clavos

Conformado por dos áreas respecto a la ubicación de las vigas, en esta se encuentra la máquina de empaquetado de clavos. Esta máquina está compuesta por una banda transportadora y diversos sistemas mecánicos que permiten el empaquetamiento. Los clavos son tomados de bandejas apoyadas en parihuelas. Estructuralmente, este ambiente está hecho de material noble (ladrillos y cemento), cuenta con una altura de 3 metros y está espaciado, ya que solo se encuentra la máquina y las bandejas. El personal a cargo tiene la labor de supervisión e intervención una vez terminado cada proceso. La salida es de acceso rápido y libre del área. En la figura 10 se muestra el área de empaque de clavos.

Figura 10

Máquina empaquetadora de clavos



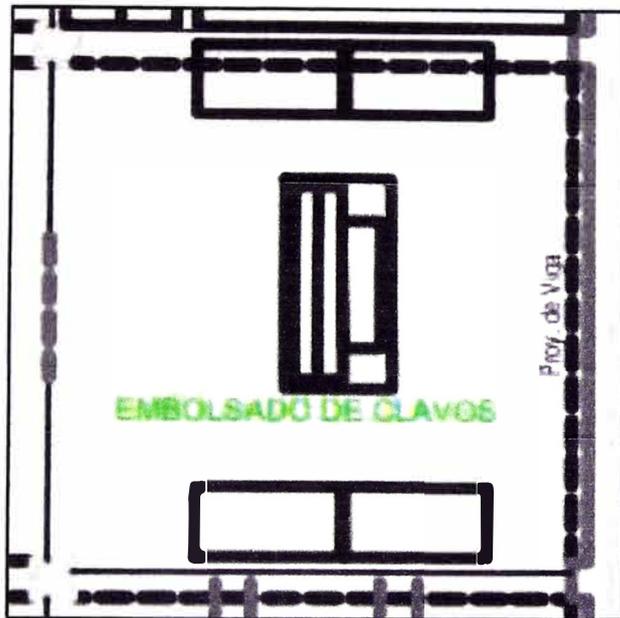
Nota: la figura muestra una máquina empaquetadora de clavos en funcionamiento. Fuente autoría propia (2024)

3.2.3 Embolsado de Clavos

El área de Embolsado de Clavos está específicamente designada para el empaquetado y embolsado de los productos finales de clavos en la planta de trefilado. Esta área tiene una dimensión de 10 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Las paredes son de ladrillo y concreto, y el espacio cuenta con una entrada de doble puerta. Internamente, está equipada con mesas de trabajo para el empaquetado, estanterías para almacenamiento temporal de productos embolsados, y sistemas de pesaje y etiquetado. Aunque el proceso de embolsado de clavos no genera chispas, se monitorea la temperatura de los equipos y se asegura que los materiales de embalaje sean adecuados para evitar cualquier riesgo potencial. La iluminación está compuesta por lámparas fluorescentes montadas en el techo para una visibilidad óptima durante todas las fases del proceso de embolsado. El personal es fijo durante las horas de trabajo, y el área es poco transitada. En la Figura 11 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de embolsado de clavos.

Figura 11

Plano Embolsado de clavo



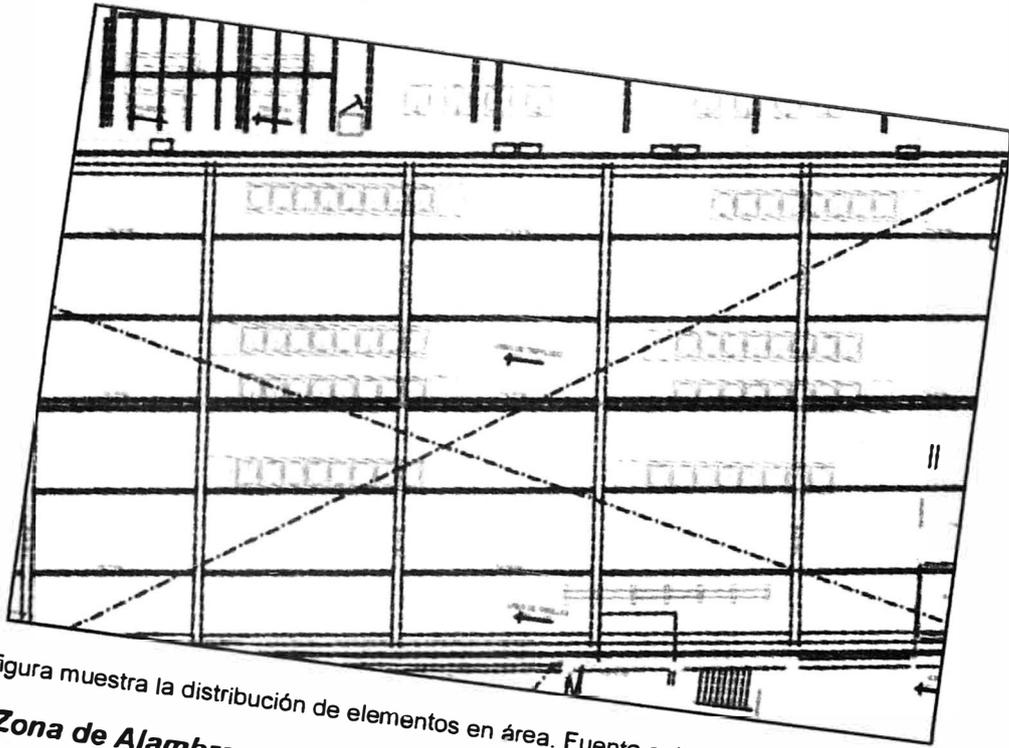
Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.4 Línea de Trefilado

Conformado por 4 áreas espaciadas en la sección alta abierta de la planta, cuenta con 8 líneas de trefilado, cada una compuesta por 8 tambores de arrastre. El alambre pasa por diferentes tamaños de datos para reducir su diámetro. El ambiente de la planta está construido con materiales nobles como ladrillos y hormigón, además de vigas de acero y estructuras metálicas que brindan techos altos para permitir que las maquinas operen de manera efectiva. Los operarios utilizan cargadores para transportar diversas bobinas de alambre hacia las máquinas y de configurar las máquinas para variar los diámetros y evitar desgastes, así como supervisar el proceso. En la figura 12 se muestra el área del plano del primer piso donde se ubican al área de línea de trefilado.

Figura 12

Plano Línea de trefilado



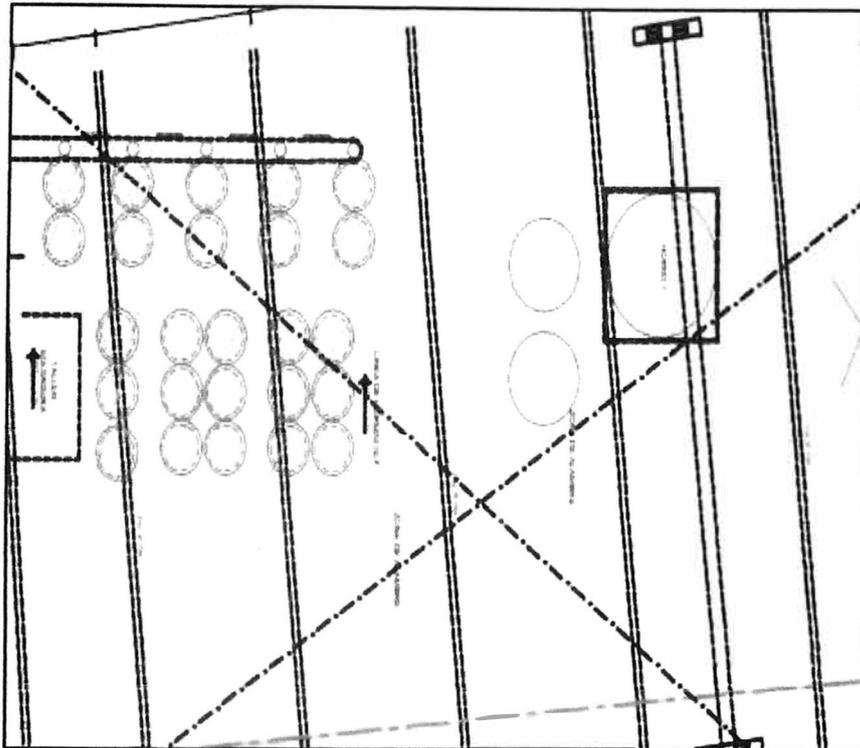
Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.5 Zona de Alambre

La Zona de Alambre está ubicada en la sección alta abierta de la planta, conformada por varias áreas espaciadas. Esta zona está equipada con una infraestructura robusta, utilizando materiales como ladrillos, hormigón, vigas de acero y estructuras metálicas que permiten techos altos para un funcionamiento efectivo de las máquinas. El proceso en la Zona de Alambre implica el manejo de bobinas de alambre a través de una serie de operaciones para ajustar su diámetro según especificaciones precisas. Los operarios utilizan cargadores para transportar las bobinas y configurar las máquinas, asegurándose de variar los diámetros y evitar desgastes durante el proceso. Además, supervisan de cerca cada etapa para garantizar la calidad del producto final. En la figura 13 se muestra el área del plano del primer piso donde se ubican al área Zona de Alambre.

Figura 13

Plano Zona de alambre



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.6 Línea de Hileras

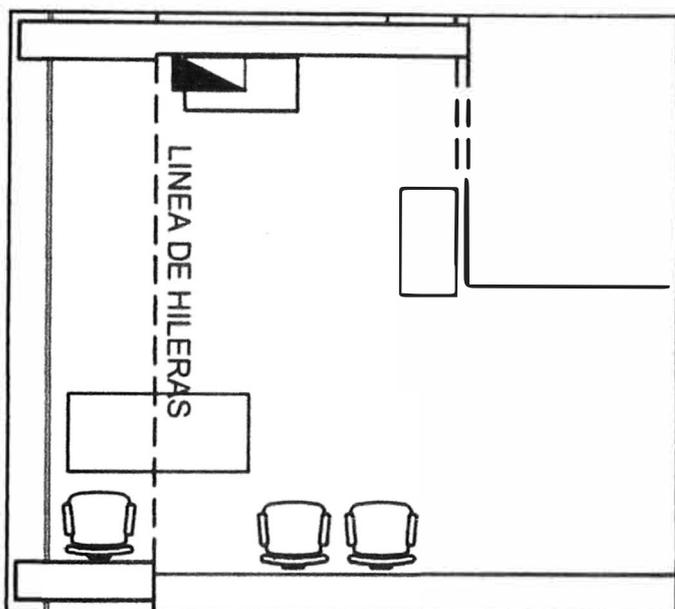
La Oficina de la Línea de Hileras es un espacio dedicado a la supervisión y control de las operaciones de trefilado de alambres. Tiene 15 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Está construida con ladrillos y cemento, con un piso de concreto pulido y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Dispone de una única entrada principal con una puerta de madera reforzada y una ventana con vidrio templado y rejillas metálicas. La oficina está equipada con un escritorio, una silla ergonómica, archivadores metálicos, una computadora con software de monitoreo de la producción, y equipos de comunicación interna. La ventilación es proporcionada por un sistema de aire acondicionado, y la iluminación es mediante lámparas LED distribuidas en el techo. El

responsable de la oficina, un supervisor de producción trabaja en turnos definidos para coordinar y supervisar las operaciones de la línea de hileras.

En la figura 14 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de Línea de hileras.

Figura 14

Plano Línea de Hileras



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

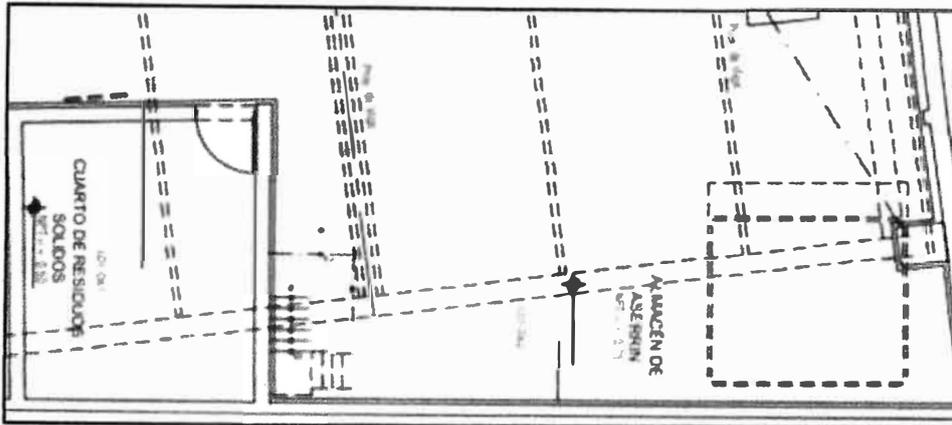
3.2.7 Depósito de Aserrín

El almacén de aserrín está conformado por tres áreas de almacenamiento de material para pulido. Las dos primeras están destinadas al almacenamiento de material limpio, y la tercera se utiliza para el material empleado en procesos como el pulido, que, en el caso de la planta, es el aserrín. Este almacenamiento se realiza en costales y, posteriormente, cuando el aserrín ya ha sido utilizado y queda negro, se traslada al cuarto de residuos sólidos. El cuarto de residuos sólidos es un espacio cerrado, rodeado de paredes de hormigón y concreto, y cuenta con una sola entrada y salida, además de una altura de 3 metros.

En la figura 15 se muestra el área del plano del primer piso donde se ubican el almacén de aserrín y el cuarto de residuos sólidos.

Figura 15

Plano Almacén de aserrín y residuos solidos



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

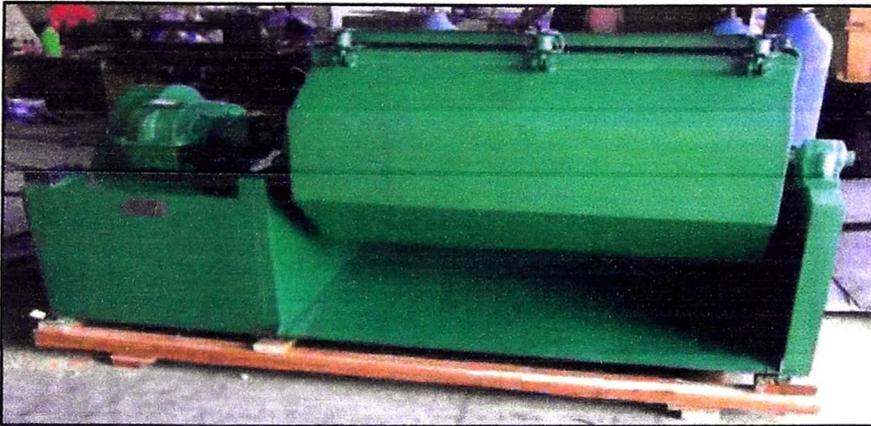
3.2.8 Pulidoras

Son cuartos con máquinas; en total, hay cinco máquinas cuya función es pulir los clavos. Para ello, utilizan aserrín y un tambor de giro, mediante el cual se obtienen clavos más finos. Este proceso no causa chispas; sin embargo, eleva la temperatura de los componentes dentro del tambor. La infraestructura consiste en un cuarto cerrado con una sola entrada y salida. Estructuralmente, este ambiente está hecho de material noble (ladrillos y cemento) y cuenta con una altura de 3 metros. Al ser bastante pequeño, es simple y ordenado, razón por la cual el personal dentro es mínimo y trabaja en horas definidas.

En la figura 16 se muestra el área de las pulidoras, conformada por las pulidoras chicas P01, P02 y P03, así como las pulidoras P04 y P05.

Figura 16

Máquina Pulidora



Nota: la figura muestra una máquina pulidora en funcionamiento. Fuente autoría propia (2024)

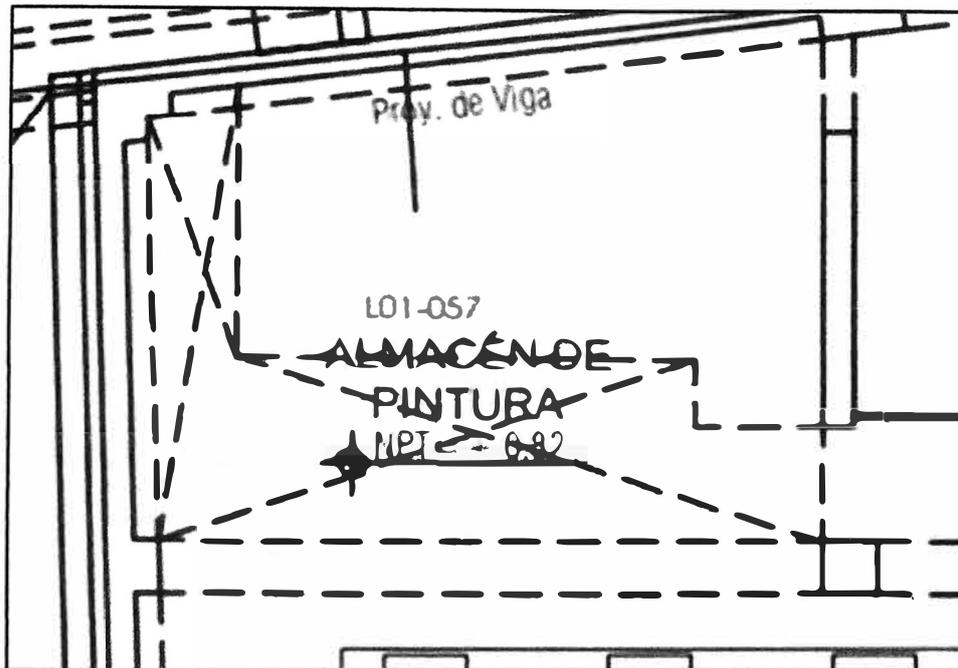
3.2.9 Almacén de Pintura

Es un cuarto único donde se almacena la pintura en cilindros y latas, para su posterior utilización en los diferentes procesos de la planta y en la planta misma. El almacén es metálico y tiene una altura de dos metros. Estructuralmente, es un espacio abierto dentro de un ambiente cerrado. Las paredes colindantes son de ladrillo y hormigón, y el techo tiene una altura de 3 metros. También está rodeado de estructuras metálicas de acero. El personal que transita por el área varía y suelen utilizar montacargas.

En la figura 17 se muestra el área del plano del primer piso donde se ubica el almacén de pintura.

Figura 17

Plano Almacén de Almacén de Pintura



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

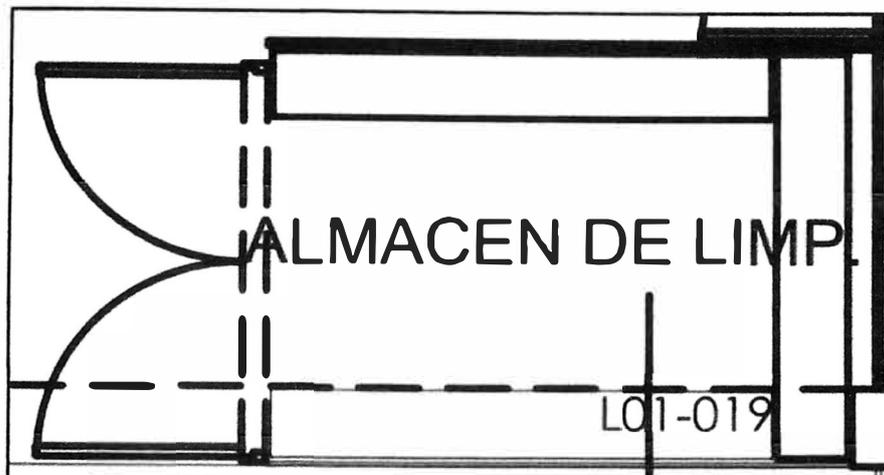
3.2.10 Almacén de Limpieza

El Almacén de Limpieza es un área dedicada al almacenamiento de productos y equipos utilizados para el mantenimiento y limpieza de la planta de trefilado. Cuenta con 6 metros cuadrados y una altura de 2.5 metros. Está construido con ladrillos y cemento, con un piso de concreto pulido y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Tiene una única entrada principal con una puerta metálica y sin ventanas. Está equipado con estanterías metálicas donde se almacenan productos de limpieza, equipos y herramientas de mantenimiento. La ventilación es proporcionada por rejillas de ventilación ubicadas en la parte superior de las paredes, y la iluminación es mediante lámparas LED montadas en el techo.

En la figura 18 se muestra el área de almacén de la limpieza.

Figura 18

Almacén de limpieza



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.11 Almacén de Cajas

El Almacén de Cajas es un espacio destinado al almacenamiento organizado de cajas y materiales de embalaje utilizados en la planta de trefilado. Con una superficie de 40 metros cuadrados y una altura de 3 metros, está construido con estructuras de ladrillo y cemento, un piso de concreto resistente y un techo reforzado con vigas metálicas. El acceso al almacén se realiza a través de una puerta principal de metal. Internamente, está equipado con estanterías metálicas para almacenar cajas de diferentes tamaños y tipos de embalaje, organizadas de manera que facilite la ubicación y acceso rápido. La ventilación del almacén se mantiene mediante rejillas de ventilación estratégicamente ubicadas, asegurando una circulación adecuada del aire. La iluminación es proporcionada por lámparas fluorescentes montadas en el techo, garantizando una buena visibilidad durante las operaciones de carga y descarga. El personal encargado de este almacén gestiona el inventario de cajas y materiales de embalaje, asegurando que estén disponibles en las cantidades necesarias para apoyar las operaciones de embolsado y despacho de clavos de manera eficiente y organizada.

3.2.12 Almacén de Suministros

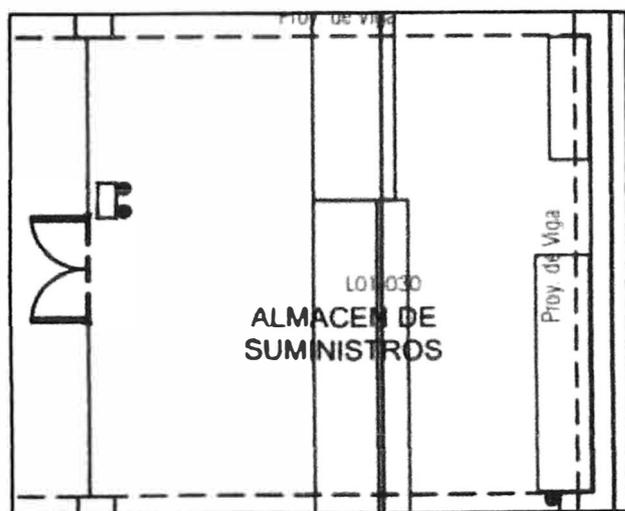
El Almacén de Suministros es un espacio destinado al almacenamiento de suministros utilizados en la planta de trefilado. Con una superficie de 50 metros cuadrados y una altura de 3 metros, está construido con estructuras de ladrillo y cemento, un piso de concreto resistente y un techo reforzado con vigas metálicas. El acceso al almacén se realiza a través de una puerta doble. Internamente, está equipado con estanterías metálicas para almacenar diferentes tamaños y tipos de suministros, organizadas de manera que facilite la ubicación y el acceso rápido. La ventilación del almacén se mantiene por ventilación natural.

La iluminación es proporcionada por lámparas fluorescentes montadas en el techo, garantizando una buena visibilidad durante las operaciones de carga y descarga. El personal encargado de este almacén gestiona el inventario de suministros y materiales de embalaje, asegurando que estén disponibles en las cantidades necesarias.

En la figura 19 se muestra el área del segundo piso donde se encuentra el Almacén de Suministros.

Figura 19

Plano de almacén de Suministros



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

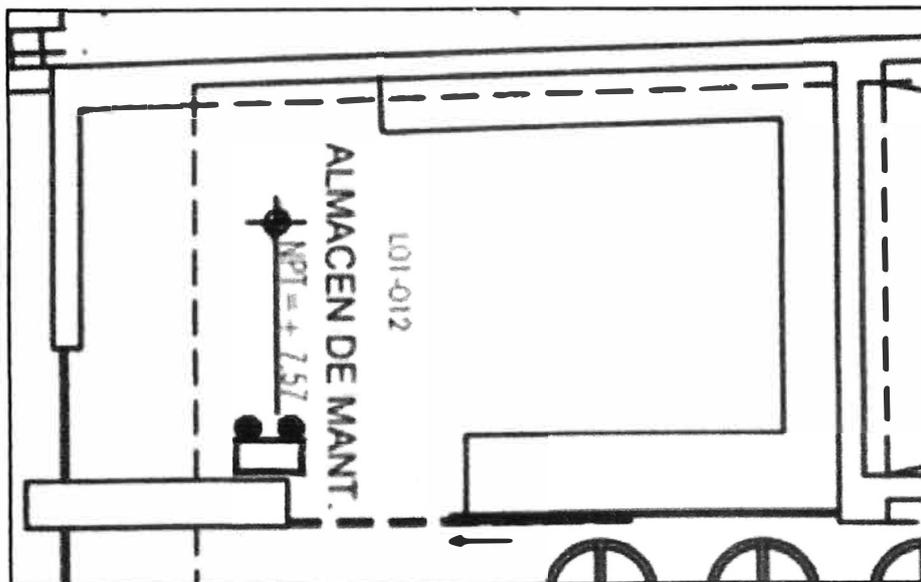
3.2.13 Almacén de Mantenimiento

El Almacén de Mantenimiento es un espacio dedicado al almacenamiento y gestión de repuestos, herramientas y equipos utilizados para el mantenimiento de la planta de trefilado. Con una superficie de 15 metros cuadrados y una altura de 3 metros, está construido con estructura metálica y paredes de bloques de concreto, con piso de concreto de alta resistencia y techo de láminas metálicas. El acceso se realiza a través de puertas de seguridad y ventanas con rejas metálicas. Está equipado con estanterías de almacenaje industrial, gabinetes con cerradura para piezas pequeñas y herramientas, así como áreas designadas para almacenar equipos más grandes. La iluminación es proporcionada por luminarias LED y cuenta con ventilación natural, complementada por extractores de aire. El personal del almacén, compuesto por almacenistas y técnicos, ingresa en momentos requeridos para realizar inventarios o utilizar el inventario.

En la figura 20 se muestra el área del segundo piso donde se encuentra el Almacén de Mantenimiento.

Figura 20

Plano Almacén de mantenimiento



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

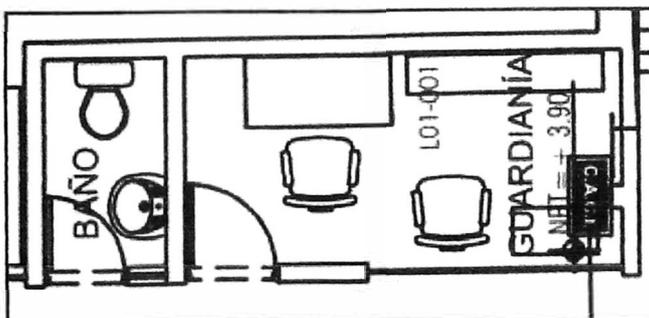
3.2.14 Guardianía

Ubicada en el segundo piso del edificio, en una zona de acceso principal, la Guardianía se presenta como un área con dimensiones estimadas de 15 metros cuadrados, donde 1 o 2 guardias de seguridad por turno, junto al personal administrativo ocasional, desempeñan sus funciones. El ambiente es tranquilo, con el ruido normal de la entrada y salida de personas, y se complementa con una iluminación adecuada, tanto artificial como natural, ya que cuenta con ventanas, y una ventilación óptima, ya sea por aire acondicionado o ventilación natural. La construcción, con paredes de ladrillo y cemento, tiene un techo a una altura estándar de aproximadamente 2.8 metros y un piso de concreto o cerámica, lo que brinda solidez y practicidad al espacio. El mobiliario, compuesto por un escritorio para el guardia, sillas para el personal, un teléfono, una computadora (opcional), un archivador (opcional), un botiquín de primeros auxilios y un extintor de incendios, se adapta a las necesidades básicas del día a día. El tránsito alto, propio de una zona de acceso principal, exige una buena visibilidad de la entrada y salida del edificio, lo que se complementa con un sistema de seguridad que incluye cámaras de vigilancia y alarmas.

En la figura 21 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de guardianía.

Figura 21

Plano Guardianía



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.15 Hall de espera

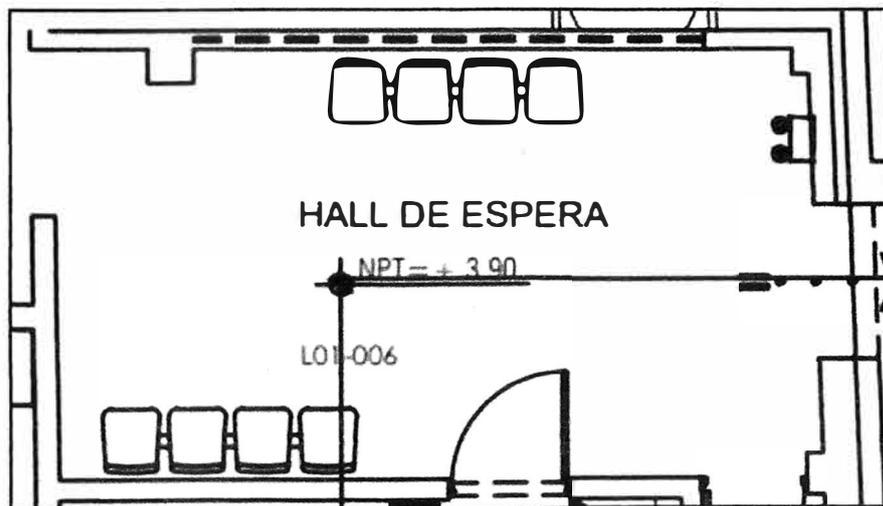
El Hall de espera es un área destinada a recibir y acomodar a los visitantes y empleados que esperan ser atendidos en la planta de trefilado. Cuenta con 15 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Está construido con ladrillos y cemento, con un piso de baldosas de cerámica y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Tiene dos entradas, una de ellas con una puerta de vidrio templado y marcos de aluminio, y carece de ventanas persianas. Está equipado con sillas de espera.

La ventilación es proporcionada por un sistema de aire acondicionado, y la iluminación es mediante lámparas LED distribuidas en el techo. La cantidad de personal circulante es variable, pero ronda entre 2 y 4 personas.

En la figura 22 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de Hall de espera.

Figura 22

Plano Hall de espera



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.16 Vestuarios

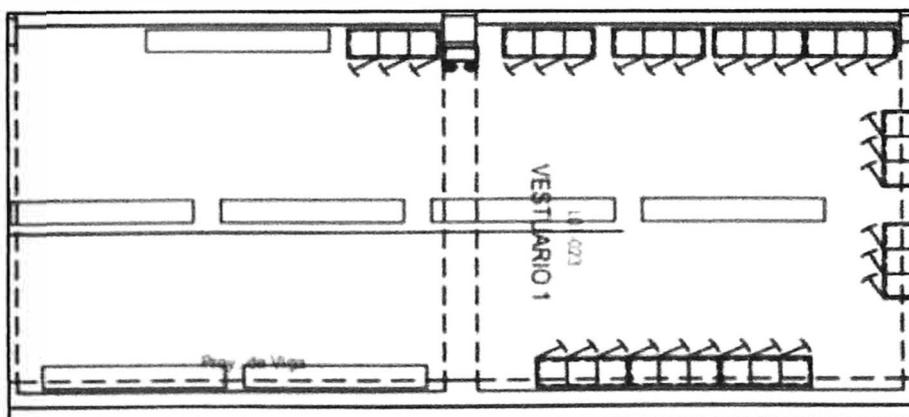
Los Vestuarios 1 y 2 son áreas dedicadas al cambio de ropa y aseo personal del personal de la planta de trefilado. Cada uno tiene 20 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros, y están contruidos con ladrillos y cemento, pisos de baldosas antideslizantes y techos reforzados con vigas de acero y material aislante. Cuentan con una única entrada principal con puertas de metal y están equipados con taquillas metálicas individuales para el almacenamiento seguro de ropa y pertenencias personales, bancos de madera y metal para facilitar el cambio de ropa, varias duchas con agua caliente y fría separadas por cortinas o mamparas, y lavabos con espejos, dispensadores de jabón y papel.

La ventilación es provista por extractores de aire, y la iluminación es a través de lámparas LED en el techo. Estos vestuarios son utilizados por el personal en horarios definidos, antes y después de sus turnos de trabajo, asegurando condiciones adecuadas para el aseo y confort del personal.

En la figura 23 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de oficina de vestuario.

Figura 23

Plano Vestuario



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

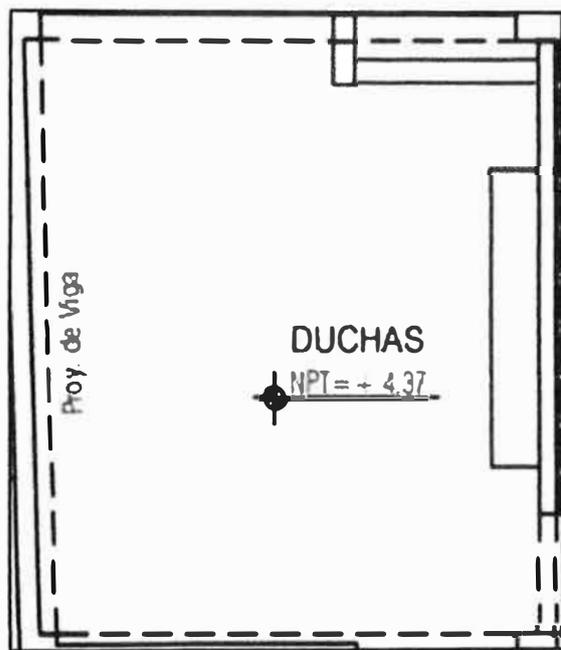
3.2.17 Duchas

La zona de duchas es un área destinada a la toma de duchas, es una zona con piso de loza, y paredes cerradas la ventilación es natural, y se cuenta con la presencia de fuentes de agua y sumideros, el personal que transita es en horas puntuales de salida laboral, debido al polvo y humor propio del ambiente de hornos, trefilado de acero, las duchas ocupan un área de 16 metros cuadrados, y un techo de 2.8 metros de altura.

La iluminación es dada mediante focos Leds como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Plano Duchas



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.18 Comedor

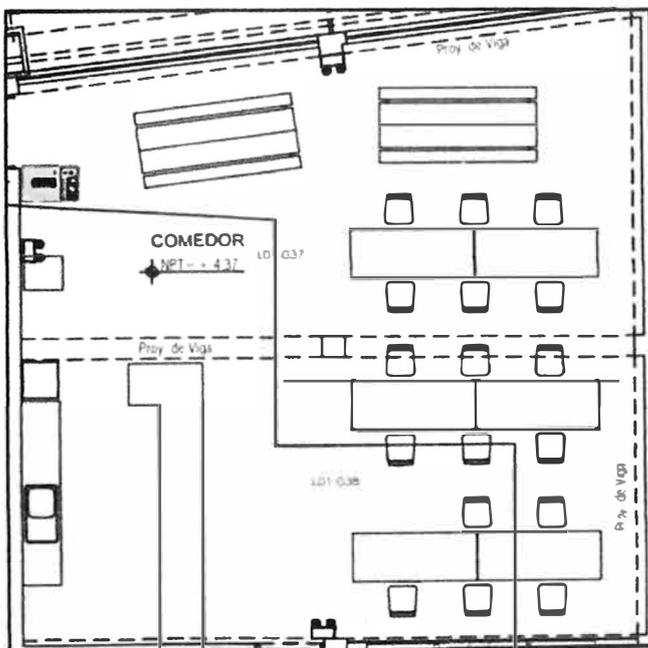
El Comedor se encuentra ubicado en el segundo piso, frente al área de trefilado, y opera diariamente para servir a un promedio de 120 comensales en diferentes turnos de 30 minutos. El espacio está organizado en áreas claramente definidas: la cocina, donde se lleva a cabo la preparación de alimentos siguiendo estrictas normativas de higiene y seguridad alimentaria; la zona de almacenamiento, que incluye refrigeradores y despensas

para mantener los ingredientes frescos y seguros; y el área de servicio, donde se distribuyen las comidas a través de líneas de producción eficientes. Además, el comedor cuenta con un sistema de lavado de vajilla industrial que garantiza la limpieza y desinfección adecuadas de los utensilios utilizados. La gestión de residuos se realiza mediante contenedores específicos para separar materiales reciclables y desechos orgánicos, asegurando así prácticas sostenibles. El personal está capacitado en técnicas de manipulación segura de alimentos y sigue protocolos rigurosos para mantener los estándares de calidad. En términos de equipamiento, el comedor dispone de cocinas industriales, hornos, freidoras y otros electrodomésticos especializados para la preparación eficiente de una variedad de platos.

La altura es de 2.8 metros, y se encuentra abierto y ventilado, como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Plano Comedor



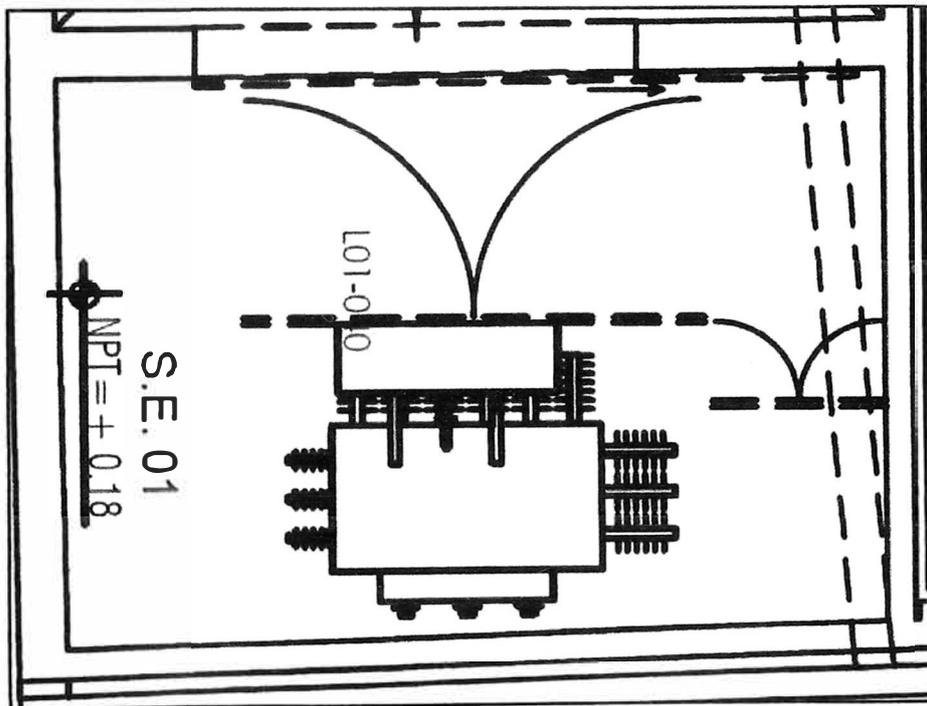
Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.19 Sistema de transformadores SE

El sistema de transformadores está compuesto por tres cuartos en los que se ubican tres equipos de transformación eléctrica. Estos equipos regulan la electricidad utilizada por las máquinas y cuentan con diversos dispositivos de protección eléctrica para evitar fallos en el sistema, dado que se requiere una alta intensidad de corriente. Son cuartos cerrados donde el personal ingresa en momentos fijos del día. Están ubicados trilateralmente, y en la figura 26 se muestra el cuarto de transformador SE 01. Estructuralmente, está rodeado de paredes de concreto y ladrillo, con vigas y columnas. Al ser un cuarto cerrado, el techo tiene una altura de 3 metros, y el área suele estar bastante ordenada.

Figura 26

Plano Transformador de S.E



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.20 Zona de Productos Terminados

El área de producto terminado es el espacio final en la planta donde se almacenan y organizan los productos fabricados y listos para su distribución. Este sector, ubicado estratégicamente cerca de las líneas de producción principales, abarca una superficie de 50 metros cuadrados y está dividido en secciones según los diferentes tipos de productos manufacturados. Construido con estructuras metálicas y paredes de concreto, cuenta con un sistema de iluminación LED para asegurar una visibilidad óptima durante las operaciones de carga y descarga. El almacenamiento está diseñado para maximizar el espacio y facilitar el acceso eficiente a los productos mediante el uso de montacargas y carretillas. Además, dado que se encuentra en el tercer piso, cuenta con un ascensor de carga y descarga que va desde el primer piso, razón por la cual se sitúa al final del tercer piso.

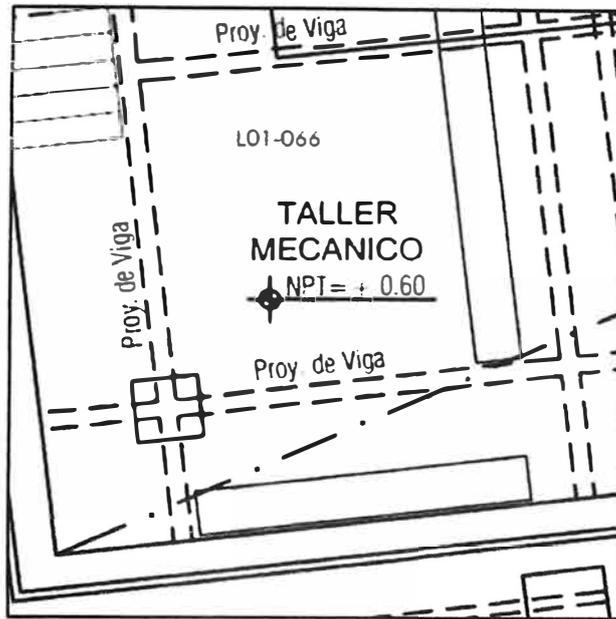
3.2.21 Taller Mecánico

El taller mecánico es un área destinada a trabajar en diferentes repuestos o partes mecánicas que sean necesarias para las máquinas, debido a que estas se desgastan o se dañan, y se requiere un reemplazo rápido y especializado. Las piezas regularmente dañadas abarcan desde chumaceras, perfiles y rodamientos desgastados, hasta daños en los dados o tambores. El taller mecánico se encuentra ubicado en una esquina de la planta, lo que permite que esté espacioso y libre para la evacuación. Respecto a la infraestructura, está compuesto por paredes de ladrillo y hormigón pintadas de blanco, y el techo está reforzado con estructuras metálicas. En esta área, se cuenta con personal permanente trabajando.

En la figura 27 se muestra el área del plano del primer piso donde se ubica el taller mecánico.

Figura 27

Plano Taller Mecánico



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.22 Cuarto de Compresoras

El cuarto de compresoras es un espacio diseñado específicamente para albergar equipos de compresión utilizados en procesos industriales. Está equipado con compresores de aire y sistemas de control que regulan la presión y el flujo de aire según las necesidades de la operación. Cuenta con sistemas de ventilación natural. El acceso está restringido, y se utiliza equipo de protección personal para el mantenimiento y operación de los compresores, asegurando así la eficiencia y fiabilidad continua de los procesos industriales. El personal ingresa en horarios determinados del día. Respecto a la infraestructura, esta es cerrada y está construida con hormigón y acero, con un techo de 2.8 metros y una iluminación del tipo LED.

3.2.23 Oficina de Recursos Humanos

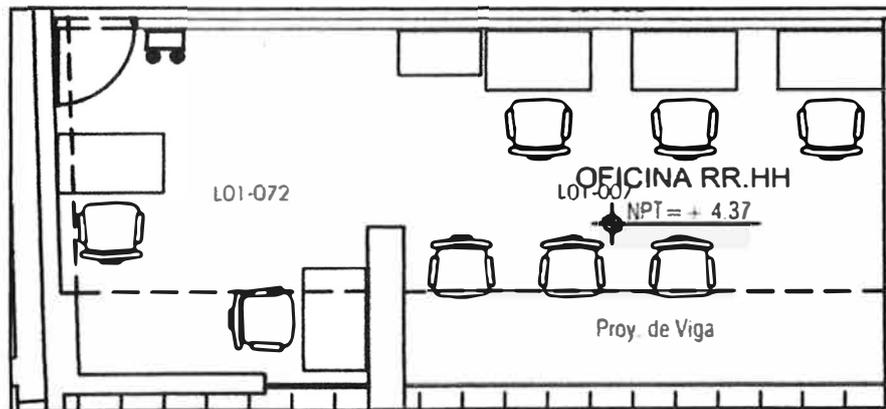
La Oficina de Recursos Humanos es un espacio dedicado a la gestión del personal y las actividades relacionadas con el bienestar de los empleados de la planta de trefilado.

Cuenta con 20 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Está construida con ladrillos y cemento, con un piso de baldosas de cerámica y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Tiene una única entrada principal con una puerta de madera reforzada y una ventana con vidrio templado y rejillas metálicas. Está equipada con escritorios, sillas ergonómicas, archivadores metálicos, computadoras con software especializado en gestión de personal, y equipos de comunicación interna. La ventilación es proporcionada por un sistema de aire acondicionado, y la iluminación es mediante lámparas LED distribuidas en el techo. El equipo de la oficina está compuesto por profesionales de recursos humanos que trabajan en horarios definidos; son 8 personas.

En la figura 28 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de Recursos Humanos.

Figura 28

Plano RR. HH



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

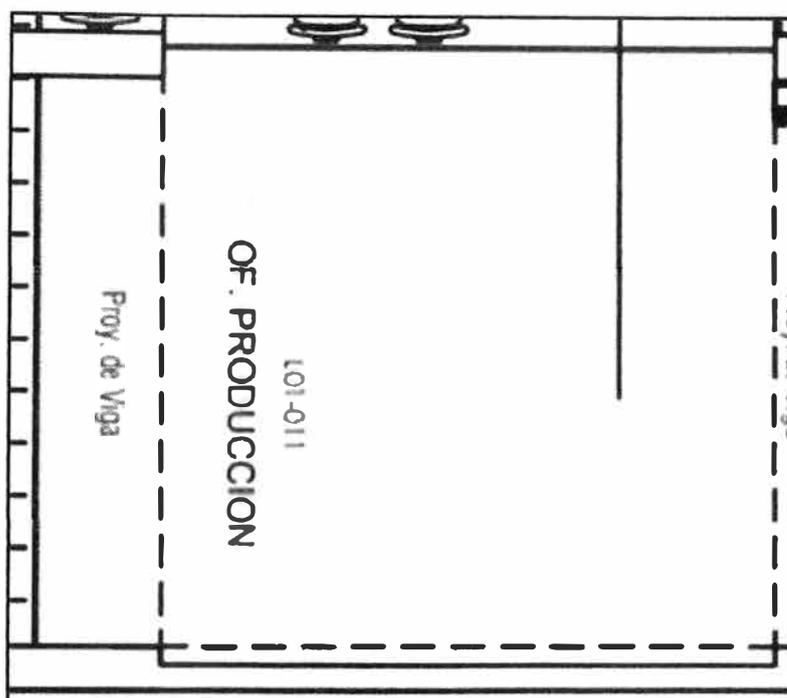
3.2.24 Oficina de Producción

La Oficina de Producción es un espacio dedicado a la coordinación y monitoreo de las actividades de producción de la planta de trefilado. Cuenta con 20 metros cuadrados y una altura de 3 metros. Está construida con ladrillos y cemento, con un piso de concreto pulido y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Es un espacio abierto

sin divisiones internas y no cuenta con mobiliario ni equipamiento fijo. La ventilación es proporcionada por un sistema de aire natural, y la iluminación es mediante lámparas LED distribuidas en el techo. El área está diseñada para ser flexible y adaptable a futuras necesidades de equipamiento y organización. En la figura 29 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de RR. HH.

Figura 29

Plano Of. Producción



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.25 Oficina de Asistente Social

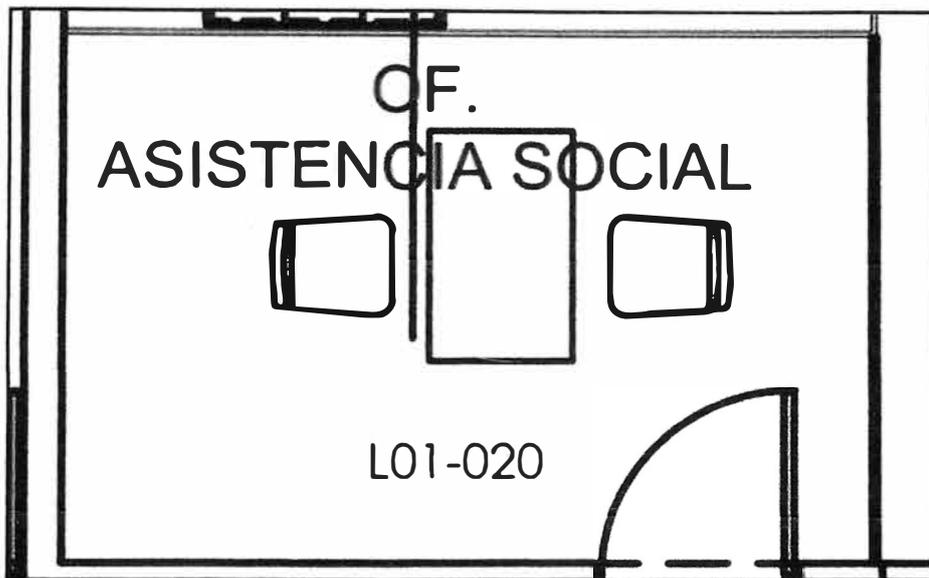
La Oficina de Asistente Social es un espacio dedicado a la atención y apoyo del personal de la planta de trefilado en cuestiones sociales y laborales. Cuenta con 12 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Está construida con ladrillos y cemento, con un piso de baldosas de cerámica y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Tiene una única entrada principal con una puerta de madera reforzada y una ventana con vidrio templado y rejillas metálicas. Está equipada con un escritorio, una silla ergonómica, un sofá para recibir a los empleados, archivadores metálicos y una computadora con software

especializado en gestión social. La ventilación es proporcionada por un sistema de aire acondicionado y la iluminación es mediante lámparas LED distribuidas en el techo.

La oficina es atendida por un asistente social que trabaja en horarios definidos para brindar asesoramiento y soporte al personal, como se muestra en la figura 30.

Figura 30

Plano Of. Asistencia Social



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

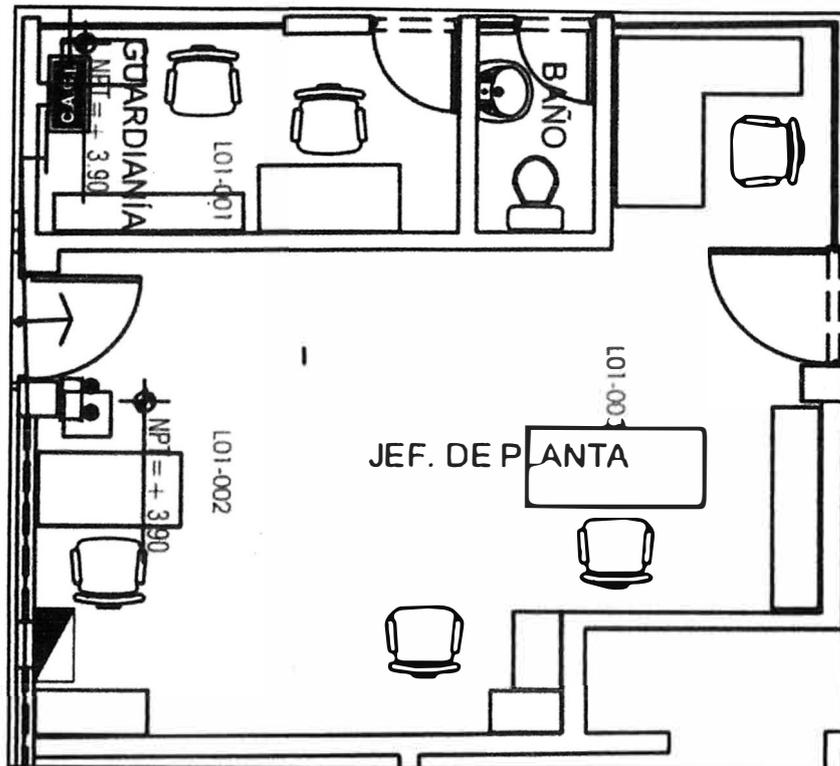
3.2.26 Oficina del jefe de Planta

La oficina del jefe de planta se encuentra ubicada en el segundo piso de la planta, construida con materiales robustos como hormigón y acero para garantizar la estabilidad estructural. El techo tiene una altura de aproximadamente 2.8 metros, proporcionando un espacio amplio y una adecuada circulación del aire. El diseño interior está orientado hacia la funcionalidad, equipado con mobiliario ergonómico y tecnología moderna. La iluminación está distribuida de manera eficiente con luminarias LED. El personal de la oficina es variable, entre 3 y 9 personas durante las juntas.

En la figura 31 se muestra la sección del plano del segundo piso del área de la Oficina del jefe de Planta.

Figura 31

Plano Oficina jefa de planta



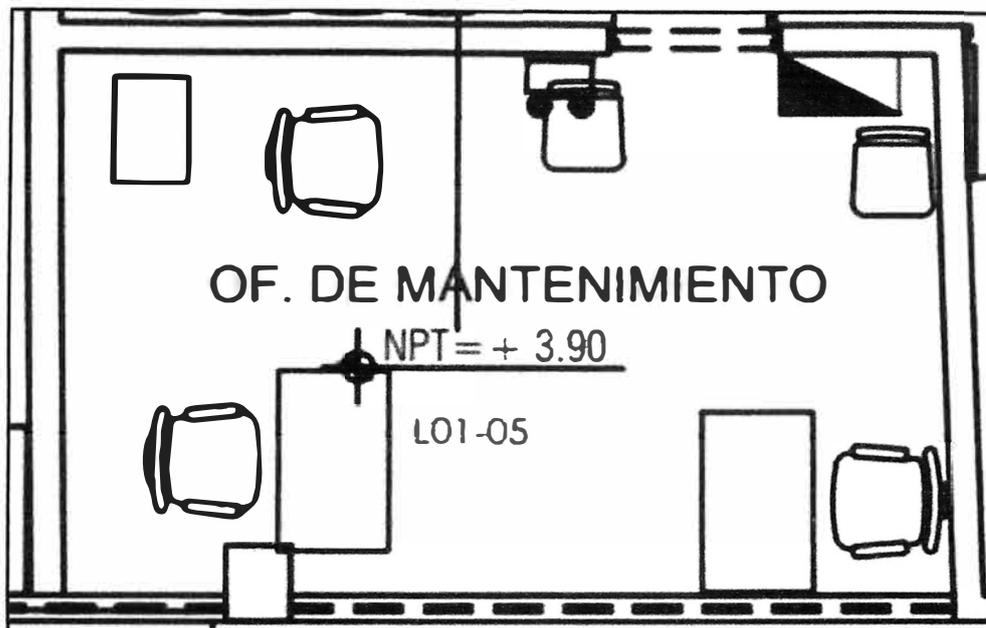
Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.2.27 Oficina de Mantenimiento

La Oficina de Mantenimiento cuenta con 25 metros cuadrados y una altura de 2.8 metros. Está construida con ladrillos y cemento, con un piso de concreto pulido y un techo reforzado con vigas de acero y material aislante. Dispone de una única entrada principal segura, una ventana con rejillas metálicas y vidrio reforzado, y está equipada con escritorios, sillas ergonómicas, estanterías metálicas, un tablero de planificación, computadoras con software especializado y equipos de comunicación interna. La ventilación forzada y la iluminación LED aseguran una adecuada circulación de aire y luminosidad. El equipo de la oficina, compuesto por ingenieros y técnicos especializados, trabaja en turnos rotativos. En la figura 32 se muestra la sección del plano del segundo piso del área.

Figura 32

Oficina de mantenimiento



Nota: la figura muestra la distribución de elementos en área. Fuente autoría propia (2024)

3.3 Determinación de Riesgos de Áreas

3.3.1 Caracterización de Áreas

El desarrollo del trabajo de suficiencia implica la determinación del GR (Grado de Riesgo) e IR (Índice de Riesgo). Este procedimiento se realiza utilizando el método del Dr. Gustav Purl, la aplicación de este método implica el cálculo de coeficientes y parámetros que parten de mediciones y clasificaciones. En las tablas 6 y 7, se resumen las características de cada área representativa.

Tabla 6*Características para coeficientes de Riesgo de Edificio*

Riesgo de Edificio Gr						
Recinto	Tipo de Utilización de Local	Área (m2)	Altura del Techo (m)	Distancia de Bomberos	Construcción	Tipo de ambiente
Trefilado	Producción de alambre	1710	12	3.4km	Hormigón y estructura metálica	Abierta
Claveras	Producción de clavos	1450	12 y 3	3.4 km	Hormigón y estructura metálica	Espaciosa
Almacén de Pintura	Almacenamiento de productos	165	3	3.4km	Hormigón y ladrillo	Cerrado
Depósito de Aserrín	Producción y almacenamiento de aserrín y viruta	128	3	3.4km	Hormigón y ladrillo	Cerrado
Infraestructura General	Áreas específicas, transformadores, talleres	96	3	3.4km	Hormigón y ladrillo	Cerrado
Áreas administrativas	Servicios administrativos	192	3	3.4km	Hormigón, estructuras y ladrillos	Cerrado

Nota: la tabla resume las características de cada área. Fuente elaboración propia (2024)

Tabla 7*Características para coeficientes de Riesgo de Contenido*

Riesgo del Contenido Ir			
Recinto	Grado de Peligro a las Personas	Grado de Peligro para los Bienes	Grado de Daños por los Humos
Trefilado	medio	medio	bajo
Claveras	medio	alto	bajo
Almacén de Pintura	alto	medio	medio
Depósito de Aserrín	medio	bajo	alto
Infraestructura General	medio	medio	bajo
Áreas administrativas	alto	medio	bajo

Nota: la tabla resume las características de cada área. Fuente elaboración propia (2024)

Los datos levantados de la inspección y la observación se utilizan para el cálculo de los coeficientes mediante tablas de datos ya clasificados, que se muestran en el Anexo 1 (Tablas de Clasificación Gustav Purt) y en el Anexo 2 (Clasificación de Actividades y Almacenamiento). La determinación de los coeficientes GR (Grado de Riesgo) e IR (Índice de Riesgo) se realiza con el apoyo de los Anexo 1 y Anexo 2. Además, para el cálculo, se han considerado las áreas más representativas, generalizándose para el resto de las áreas similares. La NTP 100 especifica que se consideren áreas diferentes a aquellas donde se forman concentraciones de humo separadas, como lo serían los techos separados por vigas, donde, al alcanzar el 10% de la altura, se forman conos separados. Sin embargo, para el análisis de áreas, implica que, para considerarse áreas diferentes, deben poseer algún medio cortafuegos separador, como paredes. De esta forma, un conjunto de áreas similares no separadas por paredes se considerará como una sola. El cálculo de los coeficientes de GR e IR se realiza utilizando las tablas de coeficientes según Gustav Purt del Anexo 1 y los coeficientes para la clasificación de actividades y almacenamiento del Anexo 2.

3.3.2 Cálculo de Riesgo Inicial Mediante MESERI

Tomando de base los datos cualitativos descritos y resumidos en las tablas 6 y 7, se procede a asignar el valor de coeficiente para cada uno de las variables y aplicación de la fórmula Meseri descrita en la ecuación 3.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} \quad \dots (3)$$

Donde:

- “X” es la puntuación total de los elementos agravantes o generadores, los valores se encuentran en las figuras 5 y 6.
- “Y” es el valor total de los factores protectores y reductores se denota, los valores se encuentran en la figura 7.

- “P” es el valor final del riesgo de incendio, que se determina realizando los cálculos respectivos. De acuerdo como se menciona en (MAPFRE, 1998), el valor de nivel de riesgo se clasifica en lo siguiente:
 - Inferior a 3, clasificación “Muy malo”.
 - 3 a 5, clasificación “Malo”.
 - 5 a 8, clasificación “Bueno”.
 - Superior a 8, clasificación “Muy bueno”.

Se asigna los coeficientes de cada una de las variables para los elementos agravantes o generadores, de acuerdo con las figuras 5 y 6, la suma de cada uno de los valores da un subtotal denominado “X”, la tabla 8 muestra el resumen de cada coeficiente asignado y el subtotal “X”.

Tabla 8

Cálculo de subtotal “X” por MESERI inicial

Ítem		Coeficiente
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN	N.º pisos	2
	Superficie	4
	Resistencia el fuego	10
	Falso techo	5
FACTORES DE SITUACIÓN	Distancia bombero	10
	Accesibilidad al edificio	3
	Peligro de activación	5
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD	Carga térmica	10
	Combustibilidad	5
	Orden y limpieza	10
	Almacenamiento en altura	2
CONCENTRACIÓN DE VALOR	Factor de concentración	3
FACTOR DE DESTRUCTIBILIDAD	Por calor	5
	Por humo	5
	Por corrosión	5
	Por agua	10
FACTOR DE PROPAGABILIDAD	Vertical	0
	Horizontal	0
Subtotal X		94

Nota: la tabla detalla los coeficientes para cada uno de los factores agravantes o generadores de los recintos. Fuente elaboración propia (2024)

Para el subtotal de “Y” correspondiente a los factores protectores y reductores de incendio se asigna los coeficientes, de acuerdo con la figura 7, la suma de cada uno de los valores da un subtotal denominado “Y”, la tabla 9 muestra el resumen de cada coeficiente asignado y el subtotal “Y”.

Tabla 9

Cálculo de subtotal “Y” por MESERI inicial

	Ítem	Coeficiente
FACTORES DE PROTECCIÓN	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE P.C.I.	
	Detección automática	0
	Rociadores automáticos	0
	Extintores portátiles	1
	Bocas de incendio equipadas (B.I.E)	0
	Hidrantes exteriores	0
	ORGANIZACIÓN	
	Equipos de primera intervención (E.P.I.)	0
	Equipos de segunda intervención (E.S.I.)	0
	Plan de autoprotección y emergencia	0
	Subtotal Y	1

Nota: la tabla detalla los coeficientes para cada uno de los factores protectores y reductores de los recintos. Fuente elaboración propia (2024)

Con los valores parciales obtenidos “X” y “Y”, se hace uso de la ecuación 3, para calcular el valor del riesgo de incendio (P) inicial.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} \quad \dots (3)$$

$$P = \frac{5 * (94)}{129} + \frac{5 * (1)}{30}$$

$$P = 3.81$$

El nivel de riesgo de incendio inicial obtenido tiene un valor de 3.81, el cual corresponde a una clasificación de riesgo grado malo, como se menciona en (MAPFRE,

1998). Esto exige que la planta sea examinada a mayor detalle para determinar las áreas críticas y al ser menor 5, significa que no es aceptable y debe mejorarse

3.3.3 Cálculo de Riesgo Mediante Gustav Purt (Gr) e (Ir)

Para el cálculo de los riesgos del edificio y contenido se toma como base las características obtenidas en las tablas 6 y 7, y se hacen uso de las ecuaciones 1 y 2.

$$Gr = \frac{(Q_i + (C * Q_m)) * L * B}{W * R_i} \quad \dots (1)$$

Donde:

- Gr: Riesgo del edificio.
- Qm: Factor de carga térmica
- B: Factor de las circunstancias y la importancia del incendio.
- C: Factor de combustibilidad
- Qi: Valor extra que está relacionado con la carga térmica del edificio.
- L: Factor que representa el tiempo suficiente para comenzar la extinción.
- W: Factor de resistencia al fuego de la estructura
- Ri: Relacionado para con la disminución del riesgo

$$I_r = H * D * F \quad \dots (2)$$

Donde:

- Ir: Riesgo del contenido
- H: Factor de daño al ocupando
- D: Factor de daño de los inmuebles y muebles
- F: Factor de influencia del humo

Con las tablas del Anexo 2, se asigna valor a cada coeficiente para la evaluación del riesgo del edificio (Gr), en la tabla 10 se muestra el resumen de cada coeficiente asignado por recinto.

Tabla 10

Asignación de valores a los coeficientes de riesgo del edificio (Gr)

Área	A	Q_m	C	Q_i	B	L	w	R_i
Treflado	810	1	1	0	1.3	1.1	1.3	1
Claveras	720	1	1	0	1.3	1.1	1.3	1
Almacén de pintura	15	1	1.2	0	1	1.1	1.3	1
Depósito de aserrín	12	1	1.2	0	1	1.1	1.3	1
Transformadores	10	1	1.2	0	1	1.1	1.3	1
Oficina del jefe de Planta	16	1	1	0	1	1.1	1.3	1

Nota: la tabla detalla los coeficientes para cada uno de riesgo del edificio (Gr). Fuente elaboración propia (2024)

Con los valores de cada coeficiente del riesgo del edificio (Gr), se hace uso de la ecuación 1 para calcular el valor Gr.

$$Gr = \frac{((Q_m * C) + Q_i) * B * L}{W * R_i} \quad \dots (1)$$

Se reemplaza cada valor y el resultado de riesgo del edificio (Gr) de cada recinto se detalla en la tabla 11.

Tabla 11

Cálculo de riesgo del edificio (Gr)

Área	Gr
Treflado	0.84621
Claveras	1.1
Almacén de pintura	1.015
Depósito de aserrín	1.015
Transformadores	1.015
Oficina del jefe de Planta	0.8461

Nota: la tabla detalla el resultado del riesgo del edificio (Gr) por cada recinto. Fuente elaboración propia (2024)

Con las tablas del Anexo 2, se asigna valor a cada coeficiente para la evaluación del riesgo del contenido (Ir), en la tabla 12 se muestra el resumen de cada coeficiente asignado por recinto.

Tabla 12

Asignación de valores a los coeficientes de riesgo del contenido (Ir)

Área	Coeficiente del peligro para las personas (H)	Factor de peligro para los bienes (D)	Factor correspondiente a la acción del humo (F)
Trefilado	2	2	1
Clavera	2	2	1
Almacén de pintura	1	2	1.5
Depósito de aserrín	1	2	1.5
Transformadores	1	2	1
Oficina del jefe de Planta	2	2	1

Nota: la tabla detalla los coeficientes de cada uno de riesgo del contenido (Ir). Fuente elaboración propia (2024)

Con los valores de cada coeficiente del riesgo del contenido (Ir), se hace uso de la ecuación 2 para calcular el valor Ir.

$$I_r = H * D * F \quad \dots (2)$$

Se reemplaza cada valor y el resultado de riesgo del contenido (Ir) de cada recinto se detalla en la tabla 13.

Tabla 13

Cálculo de riesgo del contenido (Ir)

Área	Ir
Trefilado	4
Clavera	4
Almacén de pintura	3
Depósito de aserrín	3
Transformadores	2
Oficina del jefe de Planta	4

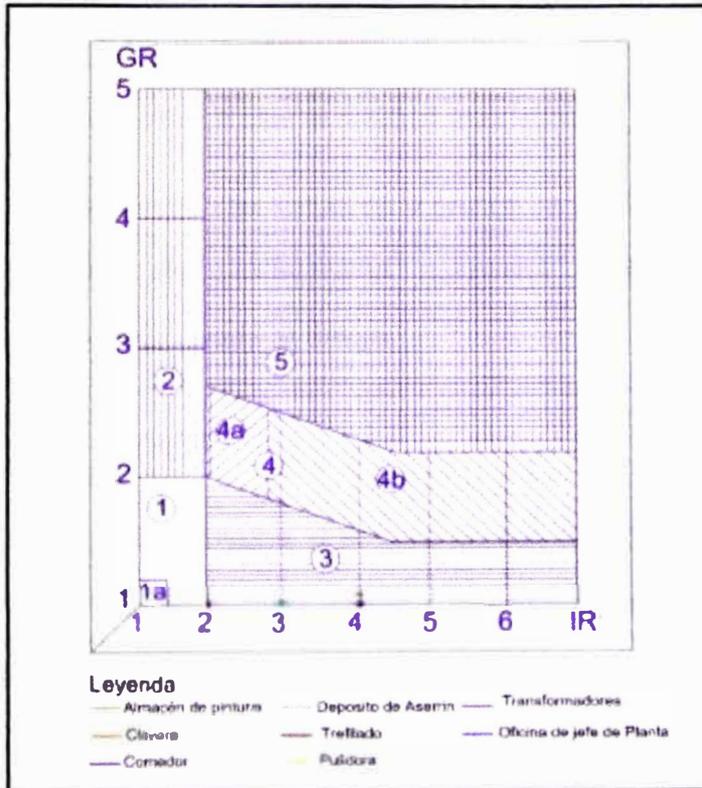
Nota: la tabla detalla el resultado del riesgo del contenido (Ir) por cada recinto. Fuente elaboración propia (2024)

3.3.3.1 Clasificación según Gustav Purt

En la Figura 33 se muestra la clasificación según el criterio de Gustav Purt y los valores obtenidos en las tablas 11 y 13.

Figura 33

Clasificación de riesgo según Gustav Purt



Nota: la figura muestra las zonas que corresponden las áreas de acuerdo al cálculo por el método Gustav Purt. Fuente elaboración propia (2024)

Se observa la siguiente clasificación de las áreas según el criterio de Gustav Purt en la tabla 14

Tabla 14

Clasificación de áreas según el criterio de Gustav Purt

Área	Nivel de Riesgo
Trefilado	3
Clavera	3
Almacén de pintura	3
Depósito de Aserrín	3
Oficina del jefe de la Planta	3
Transformadores	3

Nota: en la tabla se detalla el nivel de riesgo de cada recinto por el método Gustav Purt. Fuente elaboración propia (2024)

De acuerdo con las zonas de la gráfica de Gustav Purt, se observa que debe contar con instalación de predetección necesaria; instalación automática de extinción ("sprinklers") no apropiada al riesgo.

3.4 Diseño General

(Cerna, 2020) realiza el análisis técnico-económico de las propuestas de solución de sistemas DACI en la costa peruana. Basándome en este análisis, he decidido adoptar la opción 1 como propuesta de solución para el presente proyecto. Esta elección se justifica por lo demostrado en su tesis y en sus conclusiones, tanto técnicas como económicas. Para la realización del diseño, primero se identifican los equipos necesarios que participan en la clasificación de riesgo N°3 y que están acordes con la propuesta de solución seleccionada entre ambas partes del proyecto. Estos equipos se muestran en la tabla 15.

Propuesta de Solución, en la tabla 15 se muestra la solución planteada.

Tabla 15**Matriz Morfológica**

Actividad	Solución 1
Fuente	Red Eléctrica proporcionada por el cliente
Generar tensión en el lazo de iniciación	Lazo SLC (Sensores de temperatura, humo de tipo puntual)
Generar voltaje en lazo notificación	Lazo NAC
Analizar estado de lazos	Panel de detección y alarma contra incendio
Sensor presencia de humo en los distintos ambientes	Sensor puntual de humo y Photobeam para áreas de mayor tamaño y altura.
Sensor presencia de elevadas temperaturas	Detectores puntuales de calor.
Activar sirenas y luces estroboscópicas	Lazo NAC del panel y NAC Extender
Albergar, soportar y proteger Componentes.	Tubería EMT (interiores) Tubería IMC (Exteriores)

Nota: en la tabla se detalla la solución adoptada de acuerdo a la matriz morfológica. Fuente elaboración propia (2024)

La cantidad y como de cada uno de los equipos está determinado por el diseño basado en la normativa.

3.4.1 Selección de Equipos

3.4.1.1 Panel Contra Incendio (FACP)

El panel de detección y alarma de incendios (FACP) será analógico y digital. La parte analógica implica que los detectores devuelven un valor al FACP que representa el estado actual de sus elementos de detección; el modo alarma se activaría cuando el valor cruce el umbral de alarma. Por otro lado, la parte digital se encargará de monitorear los estados de activación y desactivación, lo que es ideal para zonas que requieren el despliegue de múltiples sensores de estado on-off. Respecto a la energía, el FACP deberá contar con una fuente de alimentación auxiliar para funcionar durante 24 horas en modo reserva y 5 minutos adicionales para la activación de la alarma. Esto asegurará que el sistema esté operativo en caso de fallas en el suministro de energía de la planta, de

acuerdo con la NFPA 72, sección 10.6.7.2.1-10.6.7.2.14. En la figura 34 se muestra el panel contra incendio.

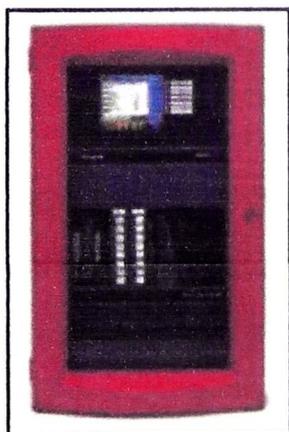
El FACP deberá estar certificado por UL y/o FM para sistemas de detección de incendios y cumplir con las siguientes características mínimas:

- 2 circuitos de lazo (SLC) con opción de ampliación a 8.
- 4 circuitos de notificación (NAC) de 2 Amp c/u con opción de ampliación.
- Pantalla táctil en color, capaz de anunciar hasta 8 eventos activos sin necesidad de desplazarse.
- Archivo de historial con capacidad para almacenar eventos en la memoria no volátil.
- Capacidad de censar los dispositivos por lazos independientes.

Selección de panel SIMPLEX 4100ES

Figura 34

Panel SIMPLEX 4100ES



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

Características:

- Tensión de entrada 120-240 VAC, 60 Hz.
- Tecnología ID Net.

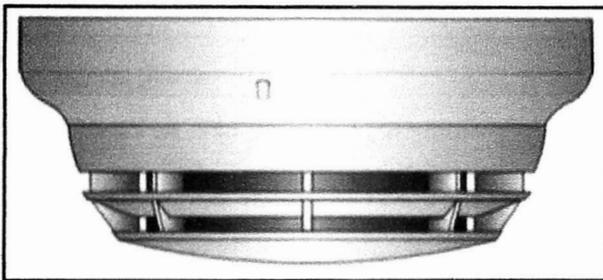
- Capacidad de hasta 2500 direcciones de dispositivos.
- Rango de temperatura de operación de 0°C a 49°C.

3.4.1.2 *Detector de Humo 4098-9714*

Basándose en la NFPA 72, que proporciona el criterio de diseño para detectores de humo, y en la tabla del factor de escala para la distribución de detectores de humo, la cual es extraída de la tabla 17.6.3.5.1 del Anexo C.1, se determina que el detector de humo puntual Simplex 4098-9714 es el adecuado, como se muestra en la Figura 35.

Figura 35

Detector de humo puntual Simplex 4098-9714



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T Características:

- Capacidad de programación de sensibilidad desde el panel.
- Comunicación direccionable-analógica SLC.
- Rango de voltaje referencial: 15 a 32 VDC.
- Rango de temperatura de operación de 0°C a 50°C.
- Conexión tipo A y B.

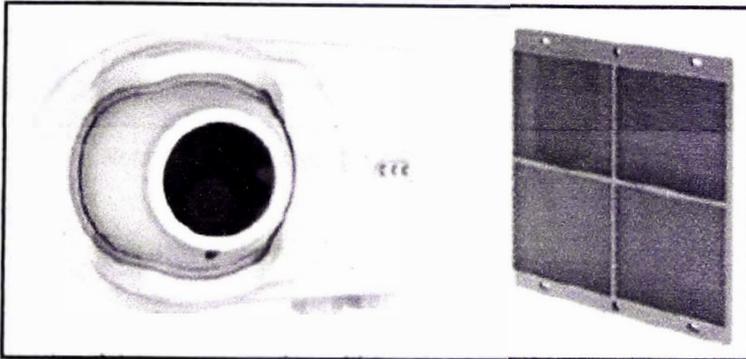
3.4.1.3 *Detector de Humo Photobeam OSI-RE*

Un detector de humo de tipo haz proyectado puede reemplazar una fila de detectores de humo de tipo puntual en aplicaciones con techos tanto nivelados como inclinados. Según lo establecido en la sección 17.7.4.7.7.1 de la NFPA 72, la instalación

de estos dispositivos debe realizarse siguiendo estrictamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante. En recintos con una altura superior a 5 metros, se empleará el detector de humo de haz proyectado Xtralis OSI-RE, como se ilustra en la figura 36, para definir su ubicación adecuada.

Figura 36

Detector de humo de haz proyectado Xtralis OSI-RE



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

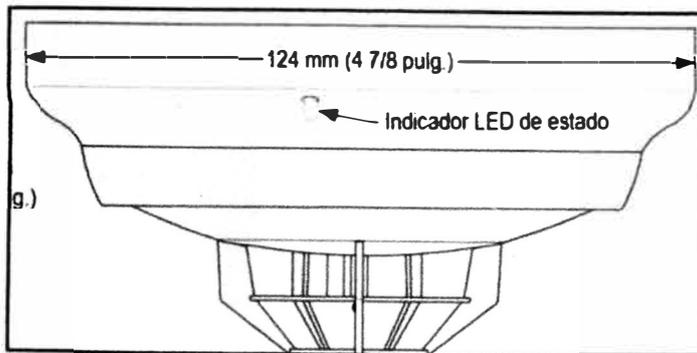
- Certificado UL/FM para uso en sistema contra incendio.
- Amplio campo de visión de 12°.
- Ajuste automático de sensibilidad.
- Alcance de 5-100 metros.
- Rango de tensión de funcionamiento de 10.2 a 32 VDC

3.4.1.4 Detector de Temperatura 4098-9792

La NFPA 72 nos proporciona el criterio de diseño para detectores de humo. Este criterio depende de la altura a la que se encuentra el techo en las áreas de trefilado y en las áreas de oficina, donde se utilizarán diferentes valores del factor de escala de acuerdo con la altura. La tabla del factor de escala para la distribución de detectores de temperatura es extraída de la tabla 17.6.3.5.1 de la NFPA 72, que se encuentra en el anexo C.1. En base a esto, se escoge el detector de temperatura 4098979, mostrado en la figura 37.

Figura 37

Detector de Temperatura 4098-9792



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

Características:

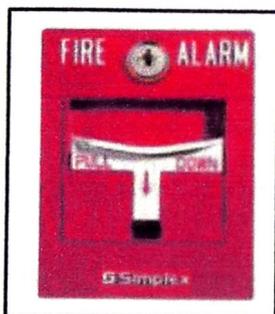
- Capacidad de programación de sensibilidad desde el panel.
- Comunicación direccionable-analógica SLC.
- Rango de voltaje referencial: 15 a 32 VDC.

3.4.1.5 Estación Manual 4099-9006SP

Según la NFPA 72, los dispositivos de iniciación de alarmas manuales deben estar instalados a una altura operativa que no sea menor a 1.07 m ni mayor a 1.22 m desde el piso terminado. Además, las estaciones manuales de alarma contra incendios deben ubicarse a menos de 1.5 m de cada puerta de salida en todos los pisos. La distancia máxima que una persona debe recorrer horizontalmente en el mismo piso para llegar a la estación manual de alarma más cercana no debe exceder los 61 m. En el caso de aberturas agrupadas de más de 12.2 m de ancho, se deben montar estaciones manuales de alarma en ambos lados de la abertura y a menos de 1.5 m de cada lado. En la figura 38 se muestra la estación manual 4099-9006SP.

Figura 38

Estación Manual 4099-9006SP



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

Características:

- Comunicación direccionable ID Net lazo SLC.
- Indicador LED visible de estado que parpadea durante las comunicaciones.
- Rango de voltaje referencial: 15 a 32 VDC.
- Temperatura de operación 0°C a 49°C.

3.4.1.6 Sirena 4902-9210 y Luz Estroboscópica 4906-9102

Para determinar la selección y ubicación de las sirenas, se sigue lo estipulado por la NFPA 72. Para garantizar que las señales audibles en modo público sean claramente percibidas, su nivel sonoro debe superar en al menos 15 dB el nivel ambiental promedio o en 5 dB el nivel máximo registrado durante un lapso mínimo de 60 segundos, medido a 1.5 metros del suelo utilizando la escala de ponderación A (dBA), excepto en los casos excepcionales previstos en la normativa. Por otro lado, las señales audibles en modo privado deben exceder en al menos 10 dB el nivel ambiental promedio o en 5 dB el nivel máximo por el mismo periodo.

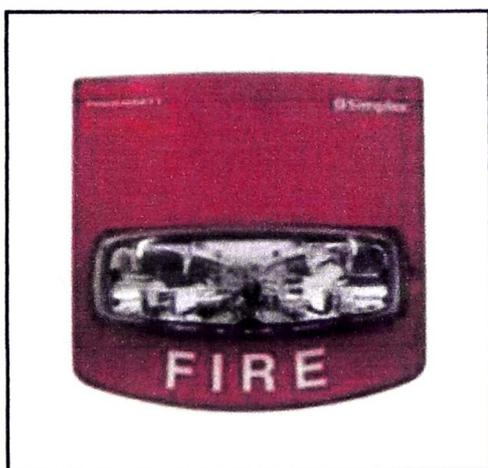
Los dispositivos montados en paredes deben instalarse a una altura mínima de 2.29 m y no menos de 150 mm por debajo del techo, salvo excepciones específicas. En el caso de equipos combinados que emiten señales audibles y visibles, su ubicación debe cumplir

con los requerimientos establecidos en la normativa. Cabe destacar que, al reducir la distancia a la mitad, el nivel de presión sonora aumenta aproximadamente 6 dB; sin embargo, elementos como paredes y puertas pueden atenuar el sonido entre 10 y 40 dB, dependiendo de los materiales de construcción. Finalmente, las tablas de nivel sonoro promedio ambiental, presentadas en los Anexos C.2 y C.3, fueron utilizadas como referencia para diseñar la distribución de sirenas y luces.

Estas se muestran en las figuras 39 y 40.

Figura 39

Luz estroboscópica 4906-9102



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

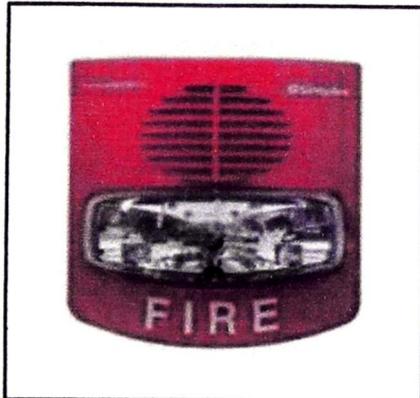
Características:

- Intensidad de candela seleccionable de 15, 30, 75 o 110 cd.
- Entrada polarizada que permite la conexión de un dispositivo de notificación supervisado.
- Rango de voltaje referencial: 24 VDC.
- Rango de temperatura de operación 0°C a 50°C.

Hasta 35 luces estrobos sincronizados como máximo por NAC.

Figura 40

Luz estroboscópica 4906-9102



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

Características:

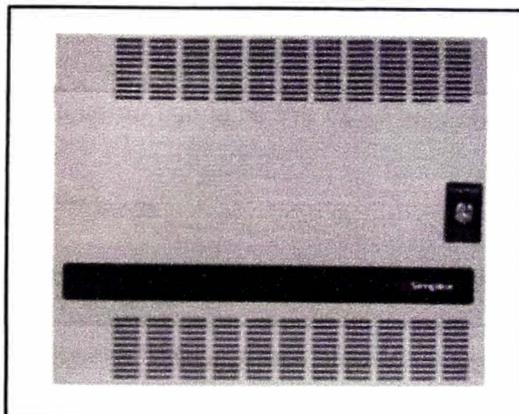
- Intensidad de candela seleccionable de 15, 30, 75 o 110 cd.
- Intensidad de decibel de 95 dBA.
- Entrada polarizada que permite la conexión de un dispositivo de notificación supervisado.
- Rango de voltaje referencial: 24 a 30 VDC.
- Rango de temperatura de operación: 0°C a 50°C.

3.4.1.7 NAC Extender (FIN)

Capaz de ser compatible con panel Simplex 4100ES con una capacidad nominal de 2 Amp para los dispositivos de notificación de 24 VDC es mostrado en la figura 41.

Figura 41

NAC Extender Simplex 4009-9301



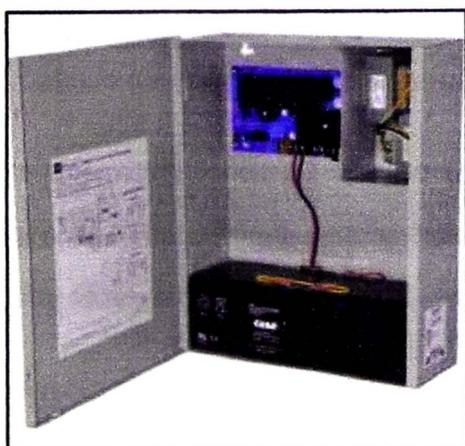
Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

3.4.1.8 Fuente Auxiliar de Alimentación (FDA)

En la figura 42 se muestra la fuente de alimentación auxiliar Capaz de suministrar hasta 7 Amp de corriente estable para dispositivos de 24 VDC. Además, con supervisión de baja batería y fallas en la alimentación AC. Selección de Fuente.

Figura 42

Altronix AL600ULXD



Nota: Fuente Manual Simplex 574-709 Rev. T

3.4.1.9 Conexionado

El tipo de conexionado está determinado por su capacidad de funcionar en condiciones no comunes.

De acuerdo con la NFPA 72 se recomienda la conexión Clase A dado que:

- Vía repetida
- Funciona en condiciones de fallo a tierra

Los cables deberán ser para conectar los diferentes módulos y dispositivos con calibres de acuerdo con los cálculos que se realizarán. Deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá estar certificado por UL y/o FM para sistemas de detección de incendios.
- Deberá ser de cobre sólido o cobre trenzado.
- Deberá ser del tipo no propagador de llama.
- Baja emisión de humos.

3.4.2 Consumo de Energía y Batería

3.4.2.1 Cálculo de Capacidad de Baterías

Para permitir el funcionamiento en excepciones durante 1 día y 5 minutos en caso de emergencia, para que de esa forma estar operativo en escenario de fallas de energía de la planta, de acuerdo con la NFPA 72 sección 10.6.7.2.1-10.6.7.2.14.

Para el cálculo de consumo de corriente de los dispositivos durante el estado de no alarma (Standby) se utilizará la siguiente ecuación 4.

$$i_{na} = \sum n_d * (i_{dna}) \quad \dots (4)$$

Donde:

- i_{na} : Corriente de dispositivo durante el estado de no alarma (Standby)
- n_d : Cantidad total por dispositivos.
- i_{dna} : Consumo de corriente nominal del dispositivo durante el estado de no alarma (Standby).

Para el cálculo de consumo de corriente de los dispositivos durante el estado de alarma (Alarm) se utilizará la siguiente ecuación 5.

$$i_a = \sum n_d * (i_{da}) \quad \dots (5)$$

Donde:

- i_a : Corriente de dispositivo durante el estado de alarma (Alarm)
- n_d : Cantidad total por dispositivos.
- i_{da} : Consumo de corriente nominal del dispositivo durante el estado de alarma (Alarm).

Haciendo uso de las fórmulas mencionadas se procede a realizar la tabla 16, donde se detalla los valores nominales de cada dispositivo en durante el modo de no alarma y modo. Con dichos valores se haya el total de corriente en modo alarma y modo no alarma.

Tabla 16

Consumo de corriente para Panel contra incendios y equipos de detección

Ítem	Marca	Tipo de dispositivo	Modelo	Cantidad	Corriente Stand by (A)	Corriente Alarma (A)	Total, corriente Stand by (A)	Total, corriente Alarma (A)
1	Simplex	PANEL	4100ES	1	0.277	0.321	0.277	0.321
2	Simplex	Tarjeta Máster Controller	4100-3117	1	0.122	0.23	0.122	0.230
3	Simplex	TouchScreen Display	4100-9796	1	0.095	0.165	0.095	0.165
4	Simplex	Tarjeta de 3 NACs	4100-5450	1	0.066	0.066	0.066	0.066
5	Simplex	Tarjeta Expansora IDNet2	4100-3109	1	0.205	0.334	0.205	0.334
6	Simplex	Repetidor de IDNet - Nac Extender	4009-9809	1	0.07	0.07	0.07	0.070
7	Simplex	LUZ ESTROBO	4906-9102	18	0	0.168	0	3.024
8	Simplex	SIRENA LUZ ESTROBO	4906-9127	7	0	0.19	0	1.330
9	Simplex	MODULO MONITOREO	4090-9001	20	0.0007	0.0007	0.014	0.014
10	Simplex	DETECTOR DE HUMO	4098-9714	66	0.0007	0.0007	0.0462	0.046
11	Simplex	DETECTOR DE TEMPERATURA	4098-9792	11	0.0007	0.0007	0.0077	0.008
12	Simplex	ESTACION MANUAL	4099-9006SP	12	0.0007	0.0007	0.0084	0.008
13	Simplex	MODULO ISO X	4090-9116	7	0.0007	0.0007	0.0049	0.005
Corriente Total (A)							0.9162	5.6212

Nota: en la tabla se detalla las características de consumo de corriente de cada equipo seleccionado, en standby y alarma, Manual Simplex 574-709 Rev. T

Para el cálculo de capacidad total de la batería se utiliza la ecuación 7, donde se suma la total de capacidad requerida durante el modo de no alarma (durante un tiempo de 24 horas) más el modo de alarma (durante un tiempo de 5 minutos, equivalente a 0.084 horas). El resultado se multiplica por un factor de seguridad del 25% adicional al resultado.

$$AH_{na} = 24 * i_{na} \quad \dots (5)$$

$$AH_a = 0.084 * i_a \quad \dots (6)$$

$$AH_{total} = 1.25 (AH_a + AH_{na}) \quad \dots (7)$$

Donde:

- i_{na} : Corriente de dispositivo durante el estado de no alarma (Standby)
- n_d : Cantidad total por dispositivos.
- i_{dna} : Consumo de corriente nominal del dispositivo durante el estado de no alarma (Standby).
- i_a : Corriente de dispositivo durante el estado de alarma (Alarm)
- n_d : Cantidad total por dispositivos.
- i_{da} : Consumo de corriente nominal del dispositivo durante el estado de alarma (Alarm).
- AH_{na} : Corriente de consumo en Amper-Hora en modo de no alarma (Standby)
- AH_a : Corriente de consumo en Amper-Hora en modo de alarma (Alarm)
- AH_{total} : Corriente de consumo en Amper-Hora total, para la capacidad de la batería de respaldo.

En la tabla 17 se muestra el resumen de consumo requerido para panel contra incendio.

Tabla 17

Resumen de consumo requerido para Panel contra incendios

Total, corriente Stand by (Ah)	Total, corriente Alarma (Ah)	Total, corriente requerido (Ah)	Corriente factor de seguridad (Ah)	Capacidad de batería (Ah)
21.989	0.468	22.457	5.614	28.072

Nota: en la tabla se detalla el resumen de capacidad de la batería para el panel contra incendio. Fuente elaboración propia (2024)

En la tabla 18 se muestra el consumo de corriente para el NAC Extender.

Tabla 18

Consumo de corriente para NAC Extender

Ítem	Marca	Tipo de dispositivo	Modelo	Cantidad	Corriente Stand by (A)	Corriente Alarma (A)	Total corriente Stand by(A)	Total, corriente Alarma (A)
1	Simplex	NAC EXTENDER	4009-9301	1	0.085	0.185	0.085	0.185
2	Simplex	LUZ ESTROBO	4906-9102	13	0	0.168	0	2.184
3	Simplex	SIRENA LUZ ESTROBO	4906-9127	14	0	0.19	0	2.660
4	Simplex	Tarjeta Expansora de Nac Extender	4009-9807	1	0.04	0.04	0.04	0.040
Corriente Total (A)							0.125	5.069

Nota: en la tabla se detalla el resumen de consumo de corriente para el NAC Extender. Fuente elaboración propia (2024)

En la tabla 19 se muestra el resumen del consumo requerido por el NAC extender.

Tabla 19

Resumen de consumo requerido para NAC Extender

Total corriente Stand by (Ah)	Total, corriente Alarma (Ah)	Total, corriente requerido (Ah)	Corriente factor de seguridad (Ah)	Capacidad de batería (Ah)
3.000	0.422	3.422	0.856	4.278

Nota: en la tabla se detalla el resumen de capacidad de la batería para el NAC Extender. Fuente elaboración propia (2024)

En la tabla 20 se detalla el consumo de corriente para Fuente Auxiliar.

Tabla 20*Consumo de corriente para Fuente Auxiliar*

Item	Marca	Tipo de dispositivo	Modelo	Cantidad	Corriente Stand by (A)	Corriente Alarma (A)	Total corriente Stand by (A)	Total, corriente Alarma (A)
1	Altronix	Tarjeta Fuente Auxiliar	AL600ULXD	1	0.2	0.2	0.2	0.200
2	Xtralis	PHOTOBEAM	OSI-RE	7	0.011	0.015	0.077	0.105
Corriente Total (A)							0.277	0.305

Nota: en la tabla se detalla el resumen de consumo de corriente para la fuente Auxiliar. Fuente elaboración propia (2024)

El consumo de corriente requerido para la fuente auxiliar en unidades Ah se observa en la tabla 21.

Tabla 21*Resumen de consumo requerido para Fuente Auxiliar*

Total, corriente Stand by (Ah)	Total, corriente Alarma (Ah)	Total, corriente requerido (Ah)	Corriente factor de seguridad (Ah)	Capacidad de batería (Ah)
6.648	0.025	6.673	1.668	8.342

Nota: en la tabla se detalla el resumen de capacidad de la batería para la fuente Auxiliar. Fuente elaboración propia (2024)

El resumen de capacidad de baterías seleccionadas por fuente se observa en la tabla 22.

Tabla 22*Resumen de capacidad de baterías seleccionadas por fuente*

TAG	Descripción	Capacidad de Baterías (Ah)
FPC-001	Panel contra incendio	24V 30Ah
FIN-001	NAX Extender	24V 12Ah
FDA-001	Fuente Auxiliar de Alimentación	24V 12Ah

Nota: en la tabla se resumen las capacidades de las baterías seleccionadas. Fuente elaboración propia (2024)

3.4.3 Caída de Tensión

De acuerdo con la NFPA 70, los circuitos ramales de no más de 600 volts, los conductores para circuitos ramales serán diseñados para evitar la caída de tensión hasta la salida más lejana no exceda del 5%, al fin de ofrecer una eficiencia razonable en su funcionamiento. Para el cálculo de la caída de tensión se utiliza la ecuación 8.

$$V_{carga} = V_{terminales} - (i_{carga} * R_{conductor}) \quad \dots (8)$$

- V_{carga} : Voltaje de funcionamiento mínimo de 16 Vdc del aparato (para un aparato regulado de 24 Vdc nominal)
- $V_{terminales}$: 20.4 Vdc
- I_{carga} : Consumo de corriente total de los aparatos conectados (A)
- R_{carga} : Resistencia total del conductor (Ohmios).

Con la ecuación mencionada se procede a realizar el cálculo de las pérdidas de voltaje por caída de tensión y se detalla el resumen en las siguientes tablas.

Tabla 23

Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 1

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG	
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)
1	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.504	0.47	0.002	23.998	0.004	23.996	0.006	23.994
2	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.504	9.68	0.049	23.948	0.078	23.918	0.124	23.870
3	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.336	9.95	0.034	23.915	0.054	23.864	0.085	23.784
4	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.168	9.19	0.016	23.899	0.025	23.840	0.039	23.745
				Corriente total (A)	0.504		Caída de voltaje (V)	0.101	Caída de voltaje (V)	0.160	Caída de voltaje (V)	0.255
							Porcentaje de caída	0.42%	Porcentaje de caída	0.67%	Porcentaje de caída	1.06%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 1. Fuente elaboración propia (2024).

Tabla 24

Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 2

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG		
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	
1	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	2.25	14.46	0.328	23.672	0.522	23.478	0.829	23.171	
2	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	2.082	5.8	0.122	23.551	0.194	23.284	0.308	22.863	
3	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.892	1.79	0.034	23.517	0.054	23.230	0.086	22.776	
4	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.724	5.28	0.092	23.425	0.146	23.084	0.232	22.544	
5	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.556	3.98	0.062	23.363	0.099	22.985	0.158	22.387	
6	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.388	7.53	0.105	23.257	0.168	22.817	0.266	22.120	
7	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.22	12.9	0.159	23.099	0.252	22.564	0.401	21.719	
8	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.03	4.82	0.050	23.049	0.080	22.485	0.127	21.592	
9	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.862	9.82	0.085	22.963	0.136	22.349	0.216	21.377	
10	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.694	10.92	0.076	22.887	0.122	22.227	0.193	21.183	
11	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.526	10.15	0.054	22.833	0.086	22.142	0.136	21.047	
12	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.358	5.67	0.020	22.813	0.033	22.109	0.052	20.996	
13	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.168	5.95	0.010	22.803	0.016	22.093	0.025	20.970	
Corriente total (A)				2.25				Caída de voltaje (V)	1.197	Caída de voltaje (V)	1.907	Caída de voltaje (V)	3.030
								Porcentaje de caída	4.99%	Porcentaje de caída	7.95%	Porcentaje de caída	16.62%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 2. Fuente elaboración propia (2024).

Tabla 25

Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 3

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG	
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)
1	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.41	18.2	0.258	23.742	0.412	23.588	0.654	23.346
2	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.22	17.5	0.215	23.526	0.343	23.246	0.544	22.802
3	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.052	16.65	0.176	23.350	0.281	22.965	0.447	22.355
4	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.884	17.37	0.155	23.195	0.246	22.718	0.391	21.964
5	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.694	24.4	0.171	23.025	0.272	22.447	0.432	21.532
6	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.526	18.15	0.096	22.929	0.153	22.294	0.243	21.289
7	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.358	5.39	0.019	22.909	0.031	22.263	0.049	21.239
8	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.19	8.97	0.017	22.892	0.027	22.235	0.043	21.196
				Corriente total (A)	1.41		Caída de voltaje (V)	1.108	Caída de voltaje (V)	1.765	Caída de voltaje (V)	2.804
							Porcentaje de caída	4.62%	Porcentaje de caída	7.35%	Porcentaje de caída	11.68%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 3. Fuente elaboración propia (2024).

Tabla 26

Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 5

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG	
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)
1	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.6	11.77	0.190	23.810	0.302	23.698	0.480	23.520
2	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.432	12.62	0.182	23.628	0.290	23.408	0.461	23.059
3	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.264	11.25	0.143	23.485	0.228	23.180	0.362	22.697
4	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.074	19.5	0.211	23.274	0.336	22.844	0.534	22.163
5	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.906	14.13	0.129	23.145	0.205	22.638	0.326	21.837
6	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.716	12.13	0.087	23.058	0.139	22.499	0.221	21.615
7	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.548	16.17	0.089	22.968	0.142	22.357	0.226	21.389
8	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.358	21.18	0.076	22.892	0.122	22.235	0.193	21.196
9	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.19	14.94	0.029	22.863	0.046	22.190	0.072	21.124
				Corriente total (A)	1.6		Caída de voltaje (V)	1.137	Caída de voltaje (V)	1.810	Caída de voltaje (V)	2.876
							Porcentaje de caída	4.74%	Porcentaje de caída	7.54%	Porcentaje de caída	11.99%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 5. Fuente elaboración propia (2024).

Tabla 27*Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 6*

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG	
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)
1	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.264	1.04	0.013	23.987	0.021	23.979	0.034	23.966
2	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.096	12.68	0.140	23.847	0.223	23.756	0.354	23.612
3	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.906	20.42	0.186	23.660	0.297	23.459	0.472	23.141
4	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.716	19.58	0.141	23.519	0.225	23.234	0.357	22.783
5	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.548	20.74	0.114	23.405	0.182	23.052	0.290	22.493
6	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.38	19.5	0.075	23.330	0.119	22.933	0.189	22.305
7	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.19	20.32	0.039	23.291	0.062	22.871	0.098	22.206
				Corriente total (A)	1.264		Caída de voltaje (V)	0.709	Caída de voltaje (V)	1.129	Caída de voltaje (V)	1.794
							Porcentaje de caída	2.95%	Porcentaje de caída	4.70%	Porcentaje de caída	7.47%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 6. Fuente elaboración propia (2024).

Tabla 28

Caída de voltaje de sirenas con luz estrobo de NAC 7

Ítem	Tipo de dispositivo	Marca	Modelo	Corriente alarma (A)	Corriente conductor (A)	Distancia (m)	Cable 14 AWG		Cable 16 AWG		Cable 18 AWG	
							Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)	Pérdida de Voltaje (V)	Voltaje Final (V)
1	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.98	10.62	0.212	23.788	0.337	23.663	0.536	23.464
2	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.79	11.57	0.209	23.580	0.332	23.330	0.528	22.936
3	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.6	8.23	0.133	23.447	0.211	23.119	0.336	22.600
4	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.432	10.9	0.157	23.290	0.250	22.869	0.398	22.202
5	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	1.242	9.95	0.124	23.165	0.198	22.670	0.315	21.887
6	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	1.074	7.28	0.079	23.087	0.125	22.545	0.199	21.688
7	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.884	11.52	0.103	22.984	0.163	22.382	0.260	21.428
8	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.716	10.98	0.079	22.905	0.126	22.256	0.200	21.228
9	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.526	6.81	0.036	22.869	0.057	22.198	0.091	21.137
10	SIRENA CON LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9127	0.19	0.358	11.08	0.040	22.829	0.064	22.134	0.101	21.036
11	LUZ ESTROBO	Simplex	4906-9102	0.168	0.168	10.58	0.018	22.811	0.029	22.106	0.045	20.990
				Corriente total (A)	1.98		Caída de voltaje (V)	1.189	Caída de voltaje (V)	1.894	Caída de voltaje (V)	3.010
							Porcentaje de caída	4.95%	Porcentaje de caída	7.89%	Porcentaje de caída	12.54%

Nota: en la tabla se detalla la caída de tensión para las sirenas con luz estrobo en NAC 7. Fuente elaboración propia (2024).

3.4.4 Selección de Conductor

Con los cálculos realizados de las caídas de tensión para cada NAC, se procede a seleccionar el calibre del cable donde se verifique que con ese calibre la caída de tensión no supere el 5% de acuerdo con la NFPA 70. Estos resultados de la selección de calibre se describen en la tabla 30.

Tabla 29

Resumen de tipo de conductor seleccionado según circuito

Circuito	Calibre (AWG)	Calibre (mm ²)
Lazo 1 (SLC)	16	1.5
Lazo 2 (SLC)	16	1.5
IDC Supervisión	16	1.5
Salida Alimentación 24Vdc	14	2.5
NAC 1 - PANEL	14	2.5
NAC 2 - PANEL	14	2.5
NAC 3 - PANEL	14	2.5
NAC 5 – NAC EXTENDER	14	2.5
NAC 6 – NAC EXTENDER	14	2.5
NAC 7 – NAC EXTENDER	14	2.5

Nota: en la tabla se resume la selección de calibre de cable para cada circuito. Fuente elaboración propia (2024)

Los planos de la ubicación de los diferentes dispositivos, sus conductos sus fuentes de alimentación control y extensión son mostrados en el Anexo 5.

3.5 Cálculo Residual de nivel de Riesgo por el método MESERI

Tomando de base los datos cualitativos descritos y resumidos en las tablas 6 y 7, se procede a asignar el valor de coeficiente para cada uno de las variables y aplicación de la fórmula Meseri, descrita en la ecuación 3 para el cálculo de nivel de riesgo residual.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} \quad \dots (3)$$

Donde:

- “X” es la puntuación total de los elementos agravantes o generadores, los valores se encuentran en las figuras 5 y 6.
- “Y” es el valor total de los factores protectores y reductores se denota, los valores se encuentran en la figura 7.
- “P” es el valor final del riesgo de incendio, que se determina realizando los cálculos respectivos. De acuerdo como se menciona en (MAPFRE, 1998), el valor de nivel de riesgo se clasifica en lo siguiente:
 - Inferior a 3, clasificación “Muy malo”.
 - 3 a 5, clasificación “Malo”.
 - 5 a 8, clasificación “Bueno”.
 - Superior a 8, clasificación “Muy bueno”.

Se asigna los coeficientes de cada una de las variables para los elementos agravantes o generadores, de acuerdo con las figuras 5 y 6, la suma de cada uno de los valores da un subtotal denominado “X”, la tabla 30 muestra el resumen de cada coeficiente asignado y el subtotal “X”.

Tabla 30*Cálculo de subtotal "X" por Meseri residual*

Ítem		Coeficiente
FACTORES DE CONSTRUCCIÓN	N.º pisos	2
	Superficie	4
	Resistencia el fuego	10
	Falso techo	5
FACTORES DE SITUACIÓN	Distancia bombero	10
	Accesibilidad al edificio	3
	Peligro de activación	5
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD	Carga térmica	10
	Combustibilidad	5
	Orden y limpieza	10
	Almacenamiento en altura	2
CONCENTRACIÓN DE VALOR	Factor de concentración	3
FACTOR DE DESTRUCTIBILIDAD	Por calor	5
	Por humo	5
	Por corrosión	5
	Por agua	10
FACTOR DE PROPAGABILIDAD	Vertical	0
	Horizontal	0
Subtotal X		94

Nota: la tabla detalla los coeficientes para cada uno de los factores agravantes o generadores de los recintos. Fuente elaboración propia (2024)

Para el subtotal de "Y" correspondiente a los factores protectores y reductores de incendio se asignada los coeficientes, de acuerdo con la figura 7, teniendo en cuenta que ahora el recinto contará con un sistema de detección y alarma contra incendio, además de brigadas capacitadas para una primera respuesta ante un evento de incendio, la suma de cada uno de los valores da un subtotal denominado "Y", la tabla 31 muestra el resumen de cada coeficiente asignado y el subtotal "Y".

Tabla 31

Cálculo de subtotal "Y" por Meseri residual

	Ítem	Coficiente
FACTORES DE PROTECCIÓN	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE P.C.I.	
	Detección automática	4
	Rociadores automáticos	0
	Extintores portátiles	1
	Bocas de incendio equipadas (B.I.E)	0
	Hidrantes exteriores	0
	ORGANIZACIÓN	
	Equipos de primera intervención (E.P.I.)	2
	Equipos de segunda intervención (E.S.I.)	0
	Plan de autoprotección y emergencia	4
	Subtotal Y	<u>11</u>

Nota: la tabla detalla los coeficientes para cada uno de los factores protectores y reductores de los recintos. Fuente elaboración propia (2024)

Con los valores parciales obtenidos "X" y "Y", se hace uso de la ecuación 3, para calcular el valor del riesgo de incendio (P) inicial.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} \quad \dots (3)$$

$$P = \frac{5 * (94)}{129} + \frac{5 * (11)}{30}$$

$$P = 5.48$$

El nivel de riesgo de incendio residual en la planta después de un diseño de un sistema de detección y alarma contra incendio (DACI), da como resultado un índice de 5.48, correspondiente a una clasificación de riesgo Bueno. Este nivel de riesgo sería diferente de no haberse realizado previamente un sistema DACI.

Capítulo IV. Resultados, Contrastación de Hipótesis y Discusión de Resultados

4.1 Resultados

En respuesta al objetivo general de diseñar un sistema que impacte positivamente en la seguridad de los trabajadores, equipos y maquinaria de una planta de trefilado, se presentan los diferentes niveles de riesgo obtenidos, en la tabla 32.

Tabla 32

Calculo de Riesgo final por el método de MESERI por áreas

Áreas	Antes	Nivel de Riesgo Antes	Residual	Nivel de Riesgo Residual	Reducción del nivel de riesgo en %
Clavera	3.85	Malo	5.52	Bueno	16.67%
Línea de trefilado	3.85	Malo	5.52	Bueno	16.67%
Viruta	3.89	Malo	5.55	Bueno	16.67%
Almacenamiento	3.89	Malo	5.55	Bueno	16.67%
Servicio	3.89	Malo	5.55	Bueno	16.67%
Infraestructura General	3.89	Malo	5.55	Bueno	16.67%
Área Administrativa	3.89	Malo	5.55	Bueno	16.67%

Nota: en la tabla se detalla el nivel de riesgo residual por el método Meseri de cada recinto y su nivel de reducción comparada con la inicial. Fuente elaboración propia (2024)

4.2 Contrastación de Hipótesis

Hipótesis:

Teniendo como hipótesis de investigación Hi

Hi: El diseño de un sistema DACI impactará positivamente en la seguridad en las plantas de trefilado.

Hipótesis nula Ho

Ho: El diseño de un sistema DACI no impactará positivamente en la seguridad en las plantas de trefilado.

Luego de la aplicación del Método de Gustav Purt para el diseño de un sistema DACI y el MESERI, se observa una disminución del nivel de riesgo de incendio leve en la planta de trefilado, lo que se traduce en un aumento o mejora de la seguridad.

Decisión

Dado que efectivamente el nivel de riesgo se reduce de 3.81 a 5.48, lo que se traduce en un nivel de riesgo bueno en lugar de malo, esto implica un aumento en la seguridad de los trabajadores, equipos y máquinas tras el diseño de un sistema DACI. Se confirma la hipótesis alternativa (Hi) y se rechaza la hipótesis nula (Ho).

4.3 Discusión

La investigación de (Panduro, 2020) y la presente, presentan similitudes en cuanto a la determinación del nivel de riesgo, ya que ambas investigaciones se desarrollan utilizando el método de Gretener y MESERI. Sin embargo, a diferencia de la investigación mencionada, que realizó una encuesta a trabajadores para determinar áreas y fallos en las áreas, y se enfocó en la mejora de la SSO. La presente investigación fue más objetiva y metódica para la clasificación de las áreas y su caracterización para la asignación de valores de coeficientes para la aplicación del método de Gustav Purt y que se obtuvo un nivel de riesgo inicial de Nivel N°3. Esto permite una mayor imparcialidad, objetividad y realismo para el diseño un sistema DACI.

La investigación de (Bósquez, 2013) proporciona un marco para el diseño e implementación de un sistema de Control de Incendios (CI), siguiendo criterios similares a la presente investigación y proporcionando costos, planos, metodologías y estrategias. Sin embargo, no verifica ni muestra el grado de reducción del nivel de riesgo ni el grado de aumento de seguridad de ocupantes en las plantas de trefilado como si se detalla en la presente investigación, donde el nivel de riesgo inicial por método Meseri fue de 3.81 correspondiente a un nivel malo y posteriormente el nivel de riesgo residual fue de 5.48 lo

que se traduce a un nivel de riesgo bueno. La comparación del nivel de riesgo inicial con el riesgo residual permite cuantificar la reducción del riesgo de incendio en las plantas de trefilado al contar con factores reductores y protectores de incendios.

A diferencia de (Cerna, 2020), quien realiza el diseño del sistema DACI basándose en los requerimientos y exigencias tanto económicas, ambientales, sociales, y elabora el diseño óptimo de una comparativa, la presente tesis desarrolla el diseño tomando como base el cálculo de riesgo por área además de basarse en la solución más óptima ya propuesta por Cerna.

Ambas tesis han seguido la normativa NFPA para el diseño del sistema DACI

Conclusiones

Tras la validación de la ingeniería desarrollada para garantizar la seguridad en la Planta de Trefilado, se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Se utilizó el método de Messeri, obteniendo un nivel de riesgo inicial de 3.81 correspondiente a una clasificación de riesgo grado malo. Con ello se determinó que era necesario examinar la planta y determinar las áreas críticas.
- Se realizó el análisis de riesgo mediante el método de Gustav Purt, con lo que se determinó el grado e Índice de riesgo para cada zona de la planta. Los resultados indicaron un nivel 3 para todas las áreas, por lo que se propuso la implementación de un sistema DACI.
- Se realizó la selección de los componentes del sistema DACI propuesto, siguiendo los lineamientos descritos por la norma NFPA 72 para cubrir las áreas de protección de acuerdo con los estándares internacionales y así reducir el nivel de riesgo en cada área.
- Tras la implementación del sistema propuesto, se realizó el método de Messeri donde se obtuvo un nivel residual de 5.48 el cual es un riesgo bueno. Mediante el análisis se evidenció una reducción de riesgo del 16.37%.

Por tanto, existe relación de causalidad entre el diseño de un sistema DACI y el impacto positivo en la seguridad de trabajadores, equipos y maquinas en una planta de trefilado.

Recomendaciones

Tras el desarrollo de la investigación, se pudo plantear las siguientes recomendaciones generales:

- En caso de que Planta de Trefilado cuente con nuevas áreas construidas, se recomienda cumplir en realizar el análisis de riesgos propuesto para estas nuevas zonas.
- Se recomienda la implementación del sistema de Detección y Alarma Contra Incendios (DACI) en la unidad de análisis, Planta de Aceros de Arequipa de trefilado, con el fin de impactar positivamente en la seguridad de las máquinas, equipos y trabajadores.
- Se recomienda que una vez la planta cuente con el sistema debidamente instalado, cumplir con la frecuencia de mantenimiento de acuerdo con el capítulo 14 de la NFPA 72. Esto es de suma importancia para preservar la integridad de los equipos de detección, ya que una falla o inoperatividad del sistema perjudicará el estudio de riesgo realizado.

Estas recomendaciones ayudarán a reducir el nivel de riesgo en el entorno de trabajo industrial como lo es la Planta de Trefilado, cumpliendo con salvaguardar la vida de las personas que laboran diariamente en este lugar.

Referencias bibliográficas

- Ayala, W. R. (2012). Modelo de aprendizaje virtual para la educación superior. En W. R. Ayala, *Modelo de aprendizaje virtual para la educación superior* (pág. 300). Panama: ECOE Ediciones.
- Babativa Guio, D. F., & Holguin Contreras, S. F. (2014). *EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AIRE POR EL INCIDENTE*. Bogota.
- Bomberos, S. (s.f.). *Evaluación De Riesgos De Incendio*.
- Bósquez, F. (2013). *Diseño de un Sistema contra incendios en base a la Normativa NFPA , para la Empresa Metalúrgica Ecuatoriana Adecla C.A.*
- Cardenas, C. G. (2020). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO* . Universidad Nacional del Callao: Peru .
- Castillo pacheco, J. G., Jesús Velarde, C. O., & Mancilla Rosales, T. E. (2020). *“VALORACIÓN DE CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S. A.”*. Lima: Universidad del Pacifico.
- Cedeño Velazquez, J. (2020). *DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA UN MERCADO DE PIROTECNIA*. Ciudad de Mexico: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
- Cerna, R. (2020). *Diseño de un Sistema de detección y Alarma de incendios para una planta pesquera*.
- CGBVP. (2022,2023). Estadísticas atendidas a nivel General. En CGBVP.

Coronado, Y. (2017). *Diseño E Implementación De Un Sistema De Detección Y Alarma Contra Incendios Basado En Detectores Fotoeléctricos Para El Supermercado Tottus Ubicado En El Distrito De Villa Salvador-Lima.*

Cruz García, E. D. (2020). *Diseño de un sistema de detección, alarma y extinción de incendios para optimizar.* Universidad Cesar Vallejo.

De Melo, C. E., Kayser, C., Salles, J., & De Oliveira Junior, V. B. (2012). Regulatory Control Evaluation and Improvement in a Steam Power Plant. *10th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications (INDUSCON).* Fortaleza.

Floyd, T. (2007). *Principios de Circuitos Electricos.*

Godoy, V. (2015). *Diseño de investigación para la propueusta de un modelo de confiabilidad en sistemas contra incendios para la protección de la salud y seguridad ocupacional basada en la normativa NFPA 101 en una empresa dedicada a la instalación de sistema de seguridad.*

Hill, D. (2014). How to prioritise process improvements – asset productivity improvements of commissioned, operational mineral process plant. *12th AusIMM Mill Operators Conference .* Townsville.

Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2022). Style IEEE. *Journal, 1(1), 1-33.*

Jaqin, C., Rozak, A., & Hardi Purba, H. (2020). Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle. *International Journal of Engineering (IJE), 33(11), 2245-2251.*

Johansson, M. (2017). Modeling and control of a crushing circuit for platinum concentration. Gothenburg: Department of Product and production development - Chalmer University of Technology.

- Johnson, L. A. (2016). *NMC Horizon Report 2016* . The New Media Consortium.
- Jorge Humberto Blanco, J. M. (2015). *Fundamentos de Salud Publica*. Mexico: Corporación para Investigaciones Biológicas .
- Klymowsky, R., Patzelt, N., Knecht, J., & Burchardt, E. (2002). Selection and Sizing of High Pressure Grinding Rolls. *Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control*. Littleton.
- Long, J., Erwin, K., & Foggatto, B. (2019). Criticality of Appropriate Control System Design on High Pressure Grinding Rolls. *Procemin-Geomet Conference*. Santiago.
- MAPFRE. (1998). Metodo Simplificado de Evaluacion de riesgo de incendio :MESERI. Instituto de seguridad Integral.
- NTP100. (s.f.). *Evaluación del riesgo de incendio. Método de Gustav Pur*.
- ONU. (2023). El aumento de los incendios descontrolados hace que la adopción de estrategias integradas para los bosques, el clima y la sostenibilidad sea más urgente que nunca. *Cronica ONU*.
- Panduro, R. (2020). *Sistema contra incendios bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la minera Las Bambas*.
- Pulido, W. J. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de detección de incendios basada en la norma NFPA-72, para la empresa Inversiones en proyectos y Soluciones Los Andes S.A.S."Improsol"*. Colombia.
- Purt, G. (1971). *Sistema de evaluación de riesgo de incendio que puede servir de base para el proyecto de instalaciones automáticas de protección contra incendios*.

Quiroz Taber, E. R. (2015). *Aplicación de la tecnología HPGR en la operación de conminución implementada en la concentradora Cuajone*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Reyes Urday, B. R. (2018). Proyecto de automatización para un molino – High Pressure Grinding Roll (HPGR) modelo 24/ 17-8, usando el lenguaje de programación POLCID en plataforma RSLogix y SCADA en FactoryTalk View ME para el proyecto CVPUE 2 (Cerro Verde 2). Arequipa: Universidad Católica de Santa María .

Sostenible, C. p. (2020). *Informe Final, Propuestas de Medidas Normativas, de Gestión y de Política Pública para Afianzar la Sostenibilidad del Sector Minero*. Lima.

Starr, K. D., Petersen, H., & Bauer, M. (2016). Control loop performance monitoring – ABB's experience over two decades. *Conference: 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems*. Trondheim.

Stellman. (1998). *Enciclopedia de Salud y seguridad en el trabajo*.

Stellman, J. M. (1998). *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Variable independiente(y)	dimensiones	Indicadores
Diseño de un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio	Energía Cobertura del sistema	Consumo eléctrico Área cubierta por los sensores

Variable dependiente (x)	dimensiones	Indicadores
Seguridad de plantas de trefilado.	Nivel de riesgo de la planta	Coficiente de nivel de Riesgo de incendio Meseri (Adimensional)

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	1
Anexo 2: Tablas de Coeficientes Gustav Purt.	2
Anexo 2.1: Coeficientes para el cálculo de del riesgo de edificio (Gr)	2
Anexo: 2.2: Coeficientes para el cálculo del riesgo del contenido (Ir):	5
Anexo 3: Coeficientes para clasificación de actividades y almacenamiento	7
Anexo 4: Factores y criterios de diseño de dispositivos	17
Anexo 4.1: Factor de escala para detectores de humo	17
Anexo 4.2: Nivel sonoro ambiental promedio por ubicación	17
Anexo 4.3: Separabilidad de marcadores de visión en muros verticales	18
Anexo 4.4: Separabilidad de marcadores de visión para el techo	18
Anexo 4.5: Porcentaje de sección de tubería para cables	19
Anexo 4.6: Calibres conductores y su resistencia a 75°C	19
Anexo 5: Planos de diseño	20

Anexo 1: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
			DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE		
¿De qué manera un sistema de detección y alarma contra incendio para una planta de Trefilado impacta en la seguridad de la planta?	Diseñar un sistema DACI de una planta de trefilado para impactar positivamente en la seguridad.	El diseño de un sistema DACI impactará positivamente en la seguridad en las plantas de trefilado.	Seguridad de plantas de trefilado.	Diseño de un sistema de Detección y Alarma Contra Incendio.	- Consumo eléctrico. - Área cubierta por los sensores. - Coeficiente de nivel de riesgo de incendio Meseri (Adimensional)	Los datos utilizados son determinados de planos generales de los pisos de la planta.

Nota: la tabla muestra la matriz de consistencia en relación del problema, objetivo y variables. Fuente propia (2024)

Anexo 2: Tablas de Coeficientes Gustav Purt.

Anexo 2.1: Coeficientes para el cálculo de del riesgo de edificio (Gr)

Anexo 2.1.1: Coeficiente de la carga calorífica del contenido (Qm)

Coeficiente Qm

Escala	Mcal/m ²	Qm
1	0-60	1
2	61-120	1.2
3	121-240	1.4
4	241-480	1.6
5	481-960	2
6	961-1920	2.4
7	1921-3840	2.8
8	3841-7680	3.4
9	7681-15360	3.9
10	>15361	4

Nota: la tabla muestra el coeficiente de la carga calorífica del contenido. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.2: Valores establecidos para el coeficiente de combustibilidad (C)

En la tabla se determina el valor de C en base a la clase de riesgo de material que es obtenida de la tabla del anexo 3.

Coeficiente C

Escala	Clase de riesgo de material	C
1	Fe (VI)	1.0
1	Fe (V)	1.0
1	Fe (IV)	1.0
2	Fe (III)	1.2
3	Fe (II)	1.4
4	Fe (I)	1.6

Nota: la tabla muestra el coeficiente de combustibilidad. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.3: Coeficiente para la carga calorífica del inmueble (Qi)

En la tabla se determina el valor de Qi en base a los valores de la carga térmica mobiliaria obtenida de la tabla del anexo 3.

Coeficiente Qi

Escala	Mcal/m ²	Qi
1	0-80	0
2	84-180	0.2
3	184-280	0.4
4	284-400	0.6

Nota: la tabla muestra el valor suplementario para la carga calorífica del inmueble. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.4: Coeficiente correspondiente a la influencia del sector corta fuego (B)

En la tabla se establece el Coeficiente correspondiente a la situación y superficie del sector cortafuego. Este coeficiente considera el aumento del riesgo que resulta, por un lado, de la dificultad de acceso para el equipo de intervención (como en un sótano o planta superior) y, por otro, de la posibilidad de que el incendio se propague a todo el sector.

Coeficiente B

Escala	El objeto presenta las siguientes características.	B
1	<ul style="list-style-type: none">Superficie: Inferior a 1500m²Altura: Hasta 3 plantas o un techo máximo de 10 metros.	1.0
2	<ul style="list-style-type: none">Superficie: Entre 1500 y 3000 m²Altura entre 4 a 8 plantas o techos de 10 a 25 metrosUbicación: en el primer sótanoPonderación de riesgo: 1.3	1.3
3	<ul style="list-style-type: none">Superficie entre 3000m² y 10000 m²Altura más de 8 plantas o techos superiores a 25mo situado en el segundo sótano o más abajo.	1.6
4	<ul style="list-style-type: none">Mayor a 10000 m²	2.0

Nota: la tabla muestra el coeficiente a la situación y superficie del sector corta fuego. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.5: Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar extinción (L)

En la tabla se determina el coeficiente L, que comprende el tiempo de mínimo de toma acción de los bomberos, y que tan eficientes sea su intervención.

Coeficiente L

Escala de calificación	1km	1-6km	8-11km	más de 11km
Bomberos profesionales. Bomberos de empresa	1	1.1	1.3	1.5
Puesto de policía bomberos de empresas dispuestos a intervenir siempre	1.1	1.2	1.4	1.6
Puesto de intervención de bomberos	1.2	1.3	1.6	1.8
Cuerpo local de bomberos sin retén	1.4	1.7	1.8	2

Nota: la tabla muestra el coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción por el cuerpo de bomberos. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.6: Coeficiente correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura (W)

En la Tabla, se establece el coeficiente de resistencia al fuego de la construcción, que refleja la reducción del riesgo en un edificio cuando éste posee una estabilidad adecuada frente a un incendio. A continuación, se presenta la tabla con los valores de W asociados a los distintos grados de resistencia al fuego.

Coeficiente W

Escala	clase de resistencia al fuego	W	correspondiente a una carga calorífica Mcal/m ²
1	F-30	1	-
2	F 30	1.3	148
3	F 60	1.5	240
4	F 90	1.6	320
5	F 120	1.8	460
6	F 180	1.9	620
7	F 240	2	720

Nota: la tabla muestra el coeficiente de resistencia al fuego de la construcción. Fuente (NTP100)

Anexo 2.1.7: Coeficiente de reducción de riesgo de incendio (Ri)

En la tabla se determina de riesgo de activación como en el método de riesgo intrínseco de la NTP 26 Y 37.

Coeficiente Ri

Escala	Apreciación	Ri	Datos
1	Mayor que normal	1	<ul style="list-style-type: none">• mayor riesgo de inflamación debido al almacenamiento de materiales combustibles de manera excesivamente dispersa o poco densa• proceso de combustión anticipado y usualmente veloz.• Cantidad de puntos de ignición peligrosos superior a lo habitual.
2	Normal	1.3	<ul style="list-style-type: none">• inflamabilidad moderada debido al almacenamiento parcialmente abierto y poco denso de los materiales combustibles..• Combustión anticipada dentro de los parámetros normales.• Puntos de ignición comunes.
3	Menor que normal	1.6	<ul style="list-style-type: none">• Riesgo de inflamación reducido debido al almacenamiento de entre el 25% y el 50% de los materiales combustibles en recipientes incombustibles o de difícil combustión.• Almacenamiento altamente compacto de los materiales combustibles.• Desarrollo extremadamente rápido de un incendio poco probable.• En principio el edificio es de una sola planta de superficie inferior a 3000 m²• Condiciones altamente favorables para la evacuación del calor.
4	Muy pequeño	2	<ul style="list-style-type: none">• Probabilidad de ignición extremadamente baja debido al almacenamiento de materiales combustibles en recipientes cerrados, de chapa de acero o materiales equivalentes en resistencia al fuego, y con un almacenamiento altamente compacto.• Probabilidad inicial de combustión lenta.

Nota: la tabla muestra el coeficiente de reducción del riesgo. Fuente (NTP100)

Anexo: 2.2: Coeficientes para el cálculo del riesgo del contenido (Ir):

Anexo 2.2.1: Coeficiente del peligro para las personas (H)

En la tabla se muestra el coeficiente H que es una medida subjetiva del criterio del profesional en base al conocimiento de planta

Coefficiente H

numero	Escala de peligro	H
1	No se presenta riesgo para las personas.	1
2	Existe riesgo para las personas, pero no se encuentran impedidas para moverse y pueden evacuar por sí mismas.	2
3	Las personas en peligro están impedidas de moverse, lo que dificulta su evacuación por sus propios medios.	3

Nota: la tabla muestra el coeficiente de peligro para las personas. Fuente (NTP100)

Anexo 2.2.2: Factor de peligro para los bienes (D)

En la tabla se muestra el coeficiente del factor de peligro para los bienes, que es el capital mueble he inmueble cuantificado.

Coefficiente D

Escala	Grado de peligro	D
1	El contenido del edificio no tiene un valor significativo o es poco probable que sea destruido.	1
2	El contenido del edificio tiene un valor superior a Fr S 2500/m ² o un valor total superior a 2,000,000 dentro del sector corta fuego, y es susceptible de ser destruido.	2
3	La destrucción de los bienes es irreversible y su pérdida es irreparable, lo que significa que los valores destruidos no pueden ser restaurados de manera rentable, o bien representan una pérdida que pone en peligro la continuidad de la empresa.	3

Nota: la tabla muestra el factor de peligro para los bienes. Fuente (NTP100)

Anexo 2.2.3: Factor correspondiente a la acción del ser humano (F)

En la tabla se muestra los diferentes valores del factor F, del desprendimiento humo. Los diferentes materiales generan diversas cantidades de humo y componentes tóxicos y esta evaluación se encuentra en el anexo 3 "SPI CEA".

Coeficiente F

Escala	Datos	F
1	Sin riesgo significativo de exposición a humos o corrosión.	1
2	Más del 20% del peso total de los materiales combustibles consiste en sustancias que emiten grandes cantidades de humo o productos de combustión tóxicos, o bien el edificio o zona corta fuego carece de ventanas.	1.5
3	Más del 50% del peso total de los materiales combustibles está compuesto por sustancias que emiten grandes cantidades de humo o productos de combustión tóxicos, o bien más del 20% del peso total de los materiales combustibles son productos que liberan gases de combustión corrosivos.	2.0

Nota: la tabla muestra el factor correspondiente a la acción del humo. Fuente (NTP100)

Anexo 3: Coeficientes para clasificación de actividades y almacenamiento

Los presentes valores:

m = valor térmico del inmueble

c = coeficiente de peligrosidad del producto

a= riesgo de activación

Coeficientes para utilización de locales, valores considerando el motivo de utilización del local

Coeficientes utilizados considerando utilización de local

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm	c	#	UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm	c	#
	Mcal/m ²	Fel(Es)	Cal		Mcal/m ²	Fel(Es)	Cal
Abonos químicos (fabricación del)	40	III	3	Aparatos de menaje (venta del)	80	III	3
Absorción vapores inflamables (instalación)	400	I	4	Aparatos pesados (construcción del)	80	IV	3
Acero comestible (expedición del)	220	III	2	Aparatos sanitarios (taller del)	30	VI	2
Acero comestible (fabricación del)	250	4	3	Aparatos	80	III	2
Acetatos para baños	300	III	2	Artículos fabric. de artículos para	100	III	2
Acetileno (almacenamiento de botellas)	180	III	1	Arreglo de papel	180	III	2
Acido (fabricación del)	20	III	3	Arreglo de tablas	50	III	2
Acumuladores (fabricación del)	100	III	2	Arreglos			
Acumuladores (almacenamiento de)	180	III	2	(en fabric. textiles Trabajos del)	80	III	3
Agencia de viajes	100	III	1	Archivos (papel) ver también			
Albergo de juventudes	80	III	2	almacenamientos	1000	III	1
Alfombras (comercio para la venta del)	200	III	1	Armas (fabricación del)	60	III	3
Alfombras (manufactura del)	140	III	2	Armerías (venta)	80	III	1
Alfombras (teñido del)	120	IV	2	Asidores (almacenamiento de estado)	40	III	3
Algodón en rama (guata) (fab. del)	60	III	2	Asilo de ancianos	80	III	2
Alimentación (comercio del)	180	III	2	Automóviles (almacenamiento de accesorios)	80	III	1
Alimentación de productos	240	III	2	Automóviles (aparcamiento			
Alquitrán (preparación del)	200	II	3	individuales de gama)	70	II	1
Almacén de carbón	2000 ± H	IV	1	Automóviles (camionetas)	40	III	3
Almohadilla (taller del)	120	III	2	Automóviles (montaje del)	80	III	3
Aluminio				Automóviles (pintado del)	120	II	4
(almacenamiento, trabajos en)	40	IV	2	Automóviles (reparación del)	80	II	3
Aluminio (producción del)	10	V	2	Automóviles (tapicería para)	180	III	2
Antigüedades (comercio)	180	III	1	Aviación (taller-hangar)	40	II	3
Aparatos (despacho del)				Aviones (fabricación del)	40	III	3
Aparatos (fabricación del)							
Aparatos (pruebas con)				Balanzas (fabricación del)	80	VI	3
Aparatos (taller de reparación del)				Balanzas (comercio del)	300	III	1
Aparatos eléctricos (fábrica del)	90	IV	3	Bancos (pasillo de venta del)	80	IV	1
Aparatos eléctricos (reparación del)	120	IV	2	Bancos (sillas)	180	III	1
Aparatos electrónicos (fab. del)	100	IV	3	Bancos (construcción del)	150	III	3
Aparatos electrónicos (reparación del)	120	IV	2	Bares	80	IV	1
Aparatos electrodomésticos (fabricación del)	80	IV	2	Barridos (expedición del)	300	II	2
				Barridos (fabricación del)	1200	I	5
				Barrizado (aparatos para)	20	I	4
				Barrizado de muebles	40	I	4
				Barrizado de papel	20	I	4
				Barrizado a pistola sobre madera	120	I	5
				Barrizado a pistola sobre metales	80	I	5

UTILIZACIÓN DE
LOS LOCALES

	qm Mca/m ²	C FmEa)	a Cat
Bebidas no alcohólicas (sala de)	20	VI	2
Betón, asfalto, alquitrán (preparación del)	200	II	2
Bibliotecas	400	II	1
Bicicletas (fabricación de)	40	IV	3
Bobinados	80	II	2
Bobinados (de materias textiles: Bodegas	140	II	2
(plátanos de casas residenciales)	220	II	2
Bodegas para vinos	20	IV	1
Borcardos	60	II	2
Buhardillas	140	II	2

UTILIZACIÓN DE
LOS LOCALES

	qm Mca/m ²	C FmEa)	a Cat
Cables (fabricación de)	80	V	2
Cacao (tratamiento del)	200	II	3
Cajas (fabricación de)	240	II	3
Cajas de cartón (fabricación de)	200	II	2
Cajas fuertes (fabricación de)	20	VI	2
Calderas (construcción)	40	IV	2
Calefacciones (sala de calderas de madera o carbón)	60	II	2
Calzados (expedición)	150	II	2
Calzados (manufactura del)	120	II	3
Camas (comercio de)	120	II	1
Camas (fabricación de)	130	II	2
Caramelos			
(embalaje y empaquetado del)	200	II	2
Caramelos (fábrica del)	100	IV	2
Carnicería (almacén-venta)	10	V	1
Carpintería de obra	160	II	2
Carpintería (establecimiento de)	160	II	3
Carpintería (modelos)	140	II	3
Carpintería (sala de máquinas)	120	II	4
Carretería	120	II	3
Carretilla (fabricación de)	60	II	3
Carretillas (tenda para la venta de)	80	IV	1
Carrocerías (taller de)	40	II	3
Cartón abetunado (fabricación de)	400	II	2
Cartonados	80	IV	2
Cartonajes (fabricación de)	200	IV	2
Caucho (comercio del)	200	II	1
Caucho (fabricación de objetos de)	140	II	2
Calculete (fabricación de)	200	I	4
Cemento (fabricación de artículos de)	20	VI	2
Cemento (fabricación de)	10	VI	2
Cepillos (fabricación de)	160	II	3
Cera (fabricación de artículos de)	320	IV	2
Cera betunes cremas de calzado (fabricación de la)	400	II	3
Cera (expedición de)	500	II	2
Cerámica (taller de)	40	VI	2
Cerámica	40	V	2
Cerámica artística	40	VI	1
Cerillas (fabricación de)	80	II	4
Cerrajería	40	VI	2
Cervecerías (fábrica de cerveza)	20	VI	2
Cestería	80	II	2
Chapado (taller de)	120	II	2
Chapa (fabricación de objetos de)	20	VI	2
Chapas (perfilado de)	25	VI	2
Chocolate			
(fabricación empaquetado de)	120	II	2
Chocolate (fabricación/secado) (almacén Int.)	1400	IV	2
Chocolate (fabricación otras especialidades)	100	IV	2
Chocolate			
(fabricación de/sala de moldes)	250	IV	2
Cigarrillos (fabricación de)	50	II	2
Cines	80	IV	2
Cinés			
(taller de grabado o estereoscopia)	40	IV	2
Cocina (fabricación de)	40	VI	2
Cola (fabricación de)	320	I	4
Colchones (fabricación de)	120	II	3
Colores (fab. para la imprenta de)	160	II	3
Colores y barnices (fabricación de)	1000	I	5
Colores y barnices (Mezclas)	400	I	4
Colores y barnices (venta de)	320	II	2
Comenzos de animales	40	II	1
Comercio de granos	150	IV	1

UTILIZACIÓN DE
LOS LOCALES

	qm Mca/m ²	C FmEa)	a Cat
Comercio de harnas (sin almocén)	400	II	4
Condimentos (fabricación de)	10	II	2
Confitería (venta)	100	II	2
Conservas (fabricación de)	10	V	2
Construcción (empresas de (ver distintas secc.)			
Consulta de dentista	40	IV	1
Contrachapado (fabricación de)	200	II	3
Copos de patata (fabricación de)	50	II	3
Corcho (tratamiento del)	120	II	3
Costurera	160	II	2
Correas	100	II	1
Cosméticos (fabricación de)	80	I	4
Costura (taller de)	20	II	2
Cristería (vidriería)	160	IV	2
Cuadras (fabricación de)	80	II	2
Cuadras (venta de)	120	II	1
Cuero (Fabr. de artículos de)	120	IV	2
Cuero (venta de artículos de)	160	IV	1
Cuero (Tratamiento del)	100	IV	2
Cuero sintético (fabricación de)	240	II	2
Cuero sintético (trabajos en)	90	II	2
Deportes (venta de artículos de)	160	II	1
Decadado de legumbres	260	II	2
Destilerías (materias inflamables)	40 x II	II	3
Destilerías (materias no combustibles)	10	VI	2
Dorado (de metales)	20	VI	2
Droguería (venta)	250	I	2

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Fol(Es)	a Cat	UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Fol(Es)	a Cat
Ebanistería (sin almacen de maderas)	120	III	3	Florería (comercio de)	20	III	1
Electricidad (banda de / H < 3n)	300	III	1	Fornas	20	VI	2
Electricista (taller de)	140	IV	2	Fornos de pail (apresto de)			
Elementos de construcción en hormigón (Fab)	25	VI	2	(acondicionamiento de)	400	III	3
Emballado en cubas pequeñas				Fotografía (laboratorio de)	30	IV	2
Líquido y/o cuba incombustibles	< 50	V	2	Fotografía (tienda de)	80	III	1
Líquido y/o cuba combustibles				Foto-taller	80	III	2
Peligro Clase I	< 100	I	4	Fotográficas (fabricación de aparatos)	80	III	3
Peligro Clase II	< 100	II	3	Fresado (taller de) de metales	40	IV	2
Peligro Clase III	< 100	III	2	Frigoríficos (almacenes)	400	IV	1
Peligro Clase IV	< 100	IV	2	Frigoríficos (fábrica de cámaras)	240	III	3
Peligro Clase V	> 100	V	2	Fuegos artificiales (fábrica de)	ánc	II (Es)	5
Itener en cuenta una eventual combustibilidad elevada de las cubas o barmitos)				Fundición de metales	20	VI	2
Empaquetado (de material de impreta)	400	III	2	Fundición inyectada de metal	20	VI	2
Empaquetado (de mercancías incombustibles)	100	III	2	Galvanoplastia	50	VI	2
Empaquetado (de productos alimenticios)	200	III	2	Garajes subterráneos privados	> < 50	II	2
Empaquetado (de textiles)	150	III	2	Garajes subterráneos públicos	< > 50	II	2
Empaquetado (de diferentes mercancías combustibles)	150	II	2	Generos de punto (fabricación de)	60	III	2
Encausticos (fabricación de)				Gofrados (fábrica de)	80	III	2
(recubrimientos pinturas al encausto)	400	II	3	Goleasmas (fábrica de)	100	IV	3
Encaustación	260	III	2	Grandes almacenes	100	III	2
Invasado en toneles				Grasa comestibles (fabricación)	250	II	3
Líquido y/o tonel incombustibles	< 50	VI	2	Grasa comestible (expedición)	220	III	2
Líquido y/o tonel combustible				Guarnicioneria, tapicería (taller de)	70	III	2
Peligro Clase I	> 800	I	4				
Peligro Clase II	> 800	II	3	Hielos alimenticios (fabricación y embalaje)	20	III	2
Peligro Clase III	> 800	III	2	Heliografía (taller de)	100	III	2
Peligro Clase IV	> 800	IV	2	Hilado de la seda natural	80	III	2
Peligro Clase V	> 400	V	2	Hilaturas (sin cardado)	60	III	2
(Tener en cuenta una posible combustibilidad elevada de los toneles)				Hilos de coser (fabricación de)	60	III	2
Escuelas (fabricación de)	160	III	2	Hogares infantiles	100	III	2
Escuelas	60	IV	1	Hojalatería, chatarería	25	VI	2
Esquies (fabricación de)	200	III	4	Hospitales	80	III	3
Espesos (fabricación de)	25	VI	2	Hotel (hasta 100 camas p = 1/más de 100 o = 2)	80	III	2
Espirituosos (comercio de)	160	III	2	Iglesias	40	IV	1
Espirituosos (preparación de)	120	2	3	Imprenta (salas de máquinas)	100	I	4
Espuma sintética (manufactura de)	150	II	3	Imprenta (taller tipografía)	80	IV	2
Espuma sintética (preparación)	600	II	3	Imprenta (tratamiento de cilindros)	60	III	2
Establecimiento de asilo	80	III	2	Impresión al agua fuerte			
Estampación de metales (recorte)	30	IV	2	(en vidrios metales)	40	VI	2
Estampación de productos sintéticos, cuero, etc.	100	III	2	Industria química (meda aproximada)	80	II	3
Etiquetas (fabricación de)	80	III	3	Industria de vidrio			
Expedición aparatos parcialmente en mt.º sintéticos	160	III	2	(sin almacen de envases)	40	VI	2
Expedición artículos de hojalata	40	III	2	Información (tratamiento)	100	III	2
Expedición artículos de impreta	400	III	2	Instrumentos de música (comercio de)	60	III	1
Expedición de artículos materias sintéticas	240	III	2	Instrumentos de óptica (fabricación)	40	IV	2
Expedición artículos vidrio	160	III	2	Instrumentos de precisión (fabric. de)			
Expedición de bebidas	80	III	2	-que llevan materiales sintéticos	40	III	2
Expedición de cartanajes	150	III	2	-sin materiales sintéticos	20	VI	2
Expedición de cera y barnices	300	II	2				
Expedición de muebles	150	III	2				
Expedición de pequeños artículos de madera	140	III	2				
Expedición de productos alimentarios	240	III	2				
Expedición de textiles	150	III	2				
Exposición de automóviles	60	III	2				
Exposición de cuadros	40	III	1				
Exposición de máquinas	20	IV	1				
Exposición de muebles	120	III	2				
Extracto de café (fabricación de)	80	IV	2				
Fábrica de caucho	140	III	3				
Fabricación de galletas	80	III	2				
Fabricación de ladrillos y tejas							
Farmacias (almacen incluido)	200	II	2				
Ferritería	40	VI	2				
Fibras artificiales							
hechara, confección)	80	III	2				
Fibras artificiales (producción de)	80	III	2				

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Faj(Ex)	# Car
Jabón (confección de)	40	III	2
Jardines de infancia	60	III	2
Joyería (venta de joyas)	80	III	1
Juguetes (combustibles, fabric. de)	120	III	3
Juguetes (no combustibles, fab. de)	40	IV	2
Juguetes (venta de)	120	III	1
Laboratorio de bacteriología	40	IV	2
Laboratorio de química	120	I	4
Laboratorio de electricidad	40	IV	2
Laboratorio fotográfico	80	IV	2
Laboratorio de metalúrgica	40	VI	2
Laboratorio de física	40	III	2
Laboratorio dental (clínica dental)	60	IV	2
Lámparas incandescentes (fabric. de)	10	VI	2
Lápidas (tallado de)	10	VI	2
Lavabos W.C.	10	IV	1
Lavanderías	40	III	2
Lencería	160	III	2
Lencería (fabricación de)	120	III	2
Leche condensada (fabricación de)	40	VI	2
Leche en polvo (fabricación de)	40	IV	2
Lechería	40	V	2
Librerías	280	III	1
Licores (fabricación de)	100	I	4
Limpieza química	60	I	4
Local de prueba de aparatos eléctricos	40	III	2
Local de prueba de máquinas	20	VI	2
Local de prueba de materiales textiles	60	III	2
Locales de despacho para diferentes mercancías	120	III	2
Maderas (impregnación de)	> 800	IV	2
Maderas (tallado de)	160	III	2
Maderas (secado de)	200	IV	2
Maderas (trabajo en)	160	III	3
Madera terciada (fabricación de)	200	III	3
Máquinas para oficinas (fabricación)	70	III	2
Máquinas para oficinas (venta de)	80	III	1
Máquinas (exposición de/decorados incluidos)	20	IV VI	1
Máquinas (fabricación de)	40	IV VI	3
Máquinas de coser (fabric. de)	60	IV	3
Máquinas de coser (venta)	60	III	1
Máquinas lavadoras (fabricación de)	60	III	2
Mantas (fabricación de)	120	III	2
Mantequilla (fabricación de)	160	IV	2
Marcos (fabricación de)	60	III	3
Metaderos	10	V	1
Materiales artificiales (producción de)	> 400	I	4
Materiales artificiales (hechuras, confección)	150	III	4
Materiales sintéticos inyectados	120	III	2
Materiales sintéticos (fab. de arts. en)	150	III	2
Mecánica (taller de)	40	IV	2
Mecánica fina (taller de)	40	IV	2
Medicamentos (fabricación de)	40	II	2
Medicamentos (embalaje de)	80	III	2
Medias (fabricación de)	60	III	2
Médico (consulta)	40	III	1
Meta (fabricación de artículos en)	30	VI	2
Metales (comercio de)	80	III	1
Metales (manufactura en general)	40	VI	2
Metálicas (grandes construcciones)	20	VI	2
Metálicas (fábrica de latas)	20	VI	2
Membr (fabricación de Artículos de)	100	III	2
Motores eléctricos (fabricación de)	70	IV	3
Motocicletas (ensamblaje de)	80	III	3
Muebles (exposición de)	120	III	1
Muebles de acero (fabricación de)	60	VI	2
Muebles de madera (fabricación de)	120	III	4
Muebles de oficina y accesorios (venta)	160	III	1
Municipales (fabricación de)	espec	II(Ex)	4
Miseros	60	III	1
Neumáticos (fabricación de)	160	III	3
Petróleo (fabricación de)	espec	II(Ex)	5

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c FmE-d	a Cat	UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c FmE-d	a Cat
Oficinas de comercio	180	III	1	Restaurantes	80	III	2
Oficinas técnicas	140	III	1	Restaurantes grandes (p.T.)	60	III	2
Oficinas de transportes	80	III	1	Reparques (taller de)	70	III	2
Orfebrería (fábrica de joyas)	40	VI	2	Rodamientos a bolas (fabric. del)	40	IV	2
Orfebrería (taller de)	40	III	3	Roturas en madera (tallamos)	100	III	2
Panadería (almacen)	80	III	1	Roturas metálicas (tallamos)	20	IV	1
Panadería (laboratorios-horno)	50	IV	2				
Pantallas comerciales (fabric. del)	250	III	3				
Papelaria (comercio de)	160	III	1				
Papel (fabric. y manufactura del)	40	III	2				
Papel (tratamiento de)	200	III	2				
Paraguas (fabricación de)	80	III	2				
Paraguas (comercio de)	80	III	1				
Parking (de las casas)	40	III	2				
Parquet (fabricación de)	400	III	3				
Pastas alimenticias (fab. de)	300	III	3				
Pastas alimenticias (expendedor)	250	III	2				
Pedernera (engranajes, ver relojería)	20	VI	2				
Peletería	120	IV	2				
Peleterías (taller de)	80	III	2				
Pescaderías	80	III	3				
Perfumaría (comercio de)	100	III	1				
Piedras artificiales (fabric. de)	10	VI	2				
Piedras preciosas (tallado de)	20	VI	2				
Piel (teñido, confección y costura de)	80	III	2				
Piel (venta de)	40	III	1				
Pilas secas (fabricación de)	100	IV	2				
Pinturas (automóviles, máquinas, etc.)	40	II	4				
Pinturas (muebles, etc.)	100	II	4				
Pintura (taller de)	120	II	3				
Placas de resina sintética (fab. del)	200	III	3				
Planchado (taller de)	120	III	2				
Planchas de conglomerado a presión (paneles)	25	III	2				
Planchas de conglomerado (paneles) (manufacturas)	180	III	3				
Porcelana (fabricación de)	40	VI	2				
Preparaciones de arcilla	10	VI	2				
Preparaciones de papel	120	III	2				
Preparaciones de textiles	60	III	2				
Proceso de enfilamiento (tratamiento)	40	III	2				
Productos alimentarios (fab. de)	200	III	3				
Productos de fuerza (comercio de legumbres)	40	IV	1				
Productos disolventes (instalación de)	40 e H	I	4				
Productos disolventes (en botella) ver sección empaquetado							
Productos de alimento (fabric. del)	20	VI	2				
Productos lavados (leja) (fab. del)	60	IV	2				
Productos mantenimiento del calzado (fabricación de)	200	I	4				
Puertas de madera (fabricación de)	200	III	3				
Pulido de maderas	40	III	3				
Pulido de metales	20	V	2				
Queserías	30	V	2				
Quesos (comercio de)	20	V	1				
Quesos en caja (fabricación de)	40	V	2				
Quosco de periódicos	300	III	1				
Radio-difusión (estudio del)	80	III	2				
Radio (instituto de)	40	IV	2				
Radio y T.V. (comercio de)	100	III	1				
Radio y T.V. (fabricación de)	80	III	2				
Rampa de descarga con mercancía (media aguas)	200	III	2				
Recorte de cuero (sintético)	60	III	2				
Recorte de la madera	160	III	3				
Recorte de textiles	120	III	2				
Recorte, ver también estampado metales relevadores (fabricación de)	80	III	2				
Relojería (cajas, desbastos)	10	VI	2				
Relojería (montaje de piezas)	60	VI	2				
Relojería (piedras finas para)	20	VI	2				
Relojería (piezas composición repuesto)	60	III	2				
Relojería (venta)	80	III	1				
Reparaciones de todas clases (taller de)	100	III	2				
Resina sintética (fabricación de)	800	I	4				

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm Mcal/m ²	c Fe/Est	a Cat
Sábanas (fabricación del)	90	II	3
Sacos (fab. yute, papel, plástico)	120	II	2
Salón de peluquería	60	II	2
Salón de té	80	IV	1
Seda artificial (fabricación del)	80	II	2
Seda artificial (manufactura, hebraje, confección de la)	50	II	2
Serrería (sin atracción de maderas)	100	II	2
Servicios de mesa (fabricación del)	40	VI	2
Sodas (fabricación sifones del)	0	II	2
Soldaduras de materiales sintéticos	160	II	2
Soldadura sobre metales	20	VI	2
Soldadura (taller del)	80	VI	2
Sombrería (fábrica)	120	II	3
Sombrería (venta)	120	II	1
Tabacos (manufactura del)	40	II	2
Tabacos (venta del)	120	II	1
Tallado de piedras	10	VI	2
Tapicería (fabricación del)	80	II	3
Tejidos	60	II	2
Tejas (cocidas)	0	VI	2
Tejas (hornos secado de pisos en madera)	240	IV	2
Tejas (hornos secado a piezas metálicas)	0	VI	2
Tejas, preparación de la arcilla	10	VI	1
Tejas (premaado)	40	VI	1
Tejas (secadero a estantes en madera)	100	IV	1
Tejas (secadero a estantes metálicos)	0	VI	1
Tejería (sección de ollomitos)	80	II	2
Tejido de seda (natural)	80	II	2
Tejido del yute	100	II	2
Tela encerada (fabricación del)	160	II	2
Tela (o lana) encerada (manipulación)	160	II	2
Teléfono (central del)	20	II	2
Teléfono (fab. de aparatos del)	100	II	2
Teléfonos (fab. de centrales)	20	II	2
Televisión (estudio del)	80	II	2
Templo (taller del)	100	IV	2
Tiendas (de talleres etc.)	280	II	1
Tienda de calzados	120	II	1
Tipografía	100	II	2
Tipografía	80	IV	2
Tocadiscos (fabricación del)	60	VI	2
Tornos e lonas (fabricación del)	80	II	2
Tornos	140	IV	2
Tornos de mano (fabricación del)	280	II	2
Tornos (taller de tornos)	40	IV	2
Tornos en madera	120	II	2
Tostado de café	100	II	2
Trabajos de piezas pequeñas, Cu o Fe	80	IV	2
Tractores (fabricación del)	80	IV	2
Transformadores (construcción del)	60	II	2
Transformadores (bobinado del)	140	II	2
Tratamiento de materiales ya usados	200	II	2
Trefilería (fábrica de alambres)	20	VI	2
Trocado	40	II	2
Tubos luminiscentes (fabric. del)	80	VI	2
Utensilios (fábrica del)	40	IV	2
Vagones (fabricación del)	90	II	3
Vehículos (montaje del)	80	IV	2
Velas (fabricación del)	320	II	2
Ventanas de madera (fabric. del)	240	II	4
Ventanas (vidrieras)	160	II	2
Vestidos (almacen de venta, ropas vestidos)	140	II	1
Vestidos (manufactura ropas vestidos del)	120	II	2
Vidrio (comercio de artículos del)	40	II	1
Vidrio (fabric. cristalería)	20	VI	2
Vidrio (fabric. de artículos del)	40	VI	2
Vidrio (taller de soplado del)	40	VI	2
Vidrio (pinte del)	60	VI	2
Vidrio (tratamiento del)	40	VI	2
Vinagre (fabricación del)	20	VI	2
Vinos (despacho del)	40	II	1
Vulcanizados (taller del sin almacén)	320	II	3
Yaso (fabricación del)	20	VI	1
Zúaque de vidrieras (fabricación del)	340	II	2

Nota: la tabla muestra los coeficientes para la utilización de locales. Fuente de GREENER, M. (1973)

Coeficiente por tipo de almacenamiento

UTILIZACIÓN DE LOS LOCALES	qm	C	a	ALMACENAMIENTOS	qm	C	a
	Mos/m ²	Fer/100	Car		Mos/m ²	Fer/100	Car
Abonos artificiales	40	III	1	Cepillos	200	IV	1
Aceite comestibles en toneles	4500	IV	1	Cerámica (vajillas del ver "alm. n.c.")			
Aceites en barriles (mineral, vegetal y animal)	4500	III-IV	1	Ceras	800	IV	1
Acidos (ver "almacenaje n.c.")				Cera liberos del	500	IV	1
Acumuladores	200	IV	1	Cera para perfum.	1200	IV	1
Acorchados	400	III	1	Cereales en saco	1500	III	1
Algodón en bolas	200	III	1	Cereales en fideh	2200	III	1
Algodón en rama ligada	2500	III	1	Cerillos	200	II	2
Alimentos (ver "almac. n.c.")	200	III	1	Cerveza (toneles-sistema metálico)	0	VI	
Alpargatas n.c. (resaca no combustible)				Chapa ondulada (ver "alm. n.c.")			
-Cajas de madera o material sintético	500	IV	1	Chapa ondulada (Arts. en) (ver "alm. n.c.")			
-Esterillas de madera con anaqueles de madera	300	IV	1	Chocorona	800	IV	1
-Esterillas de madera con cajas de madera	1000	IV	1	Cigarrillos	800	III	1
-Esterillas metálicas	500	IV	1	Glindro y bastidores de imprenta (ver "alm. n.c.")			
-Esterillas metálicas empujadas de madera	200	IV	1	Colas	800	II	2
-Palets	500	IV	1	Colchones	120	III-IV	1
* Si las mercaderías n.c. están embaladas en cartón o materiales sintéticos habrá que añadir 20 Mos a los valores indicados.				Colmillos	200	IV	1
Atornillos de acero				Colores para impresión en toneles	800	IV	1
Fe III en lugar de IV y se tomará Sp Car II en lugar de I. Considerar el embalaje (tipo Sp MA/2/2207)				Colores para impresión en bidones	400	IV	1
Almacenes con mercancías diversas (media aprox.)	100	III	1	Copos de patata	400	III	1
Almacenes en bandas (media aproximada)	50	III	1	Corchos y objetos en corcho	200	III-IV	1
Armas. Otensils de ver "alm. n.c.")	50	IV	1	Coque	120	III	1
Aparatos caseros (electrodomesticos)	40	III	1	Cuadros	150	IV	1
Aparatos electrónicos				Cuero	400	IV	1
Aparatos electrónicos				Cuero (objetos de)	400	III	1
Aparatos (piezas sueltas metálicas para) (ver "alm. n.c.")	400	III	1	Cuero sintético (objetos de)	200	III	1
Archivos (almacenamiento de)				Decorado de teatro y similares	250	III	1
Armas (ver "alm. n.c.")	400	III	1	Desperdicios de madera	600	III	1
Artículos de imprenta en estanterías	400	III	1	Desperdicios	800	II	2
Artículos de imprenta sobre paletizadores	200	III	1	(trapos inflamables usados)	600	III	1
Artículos dentales	80	III-IV	1	Desperdicios de papel en tolas	800	I	2
Asfalto en toneles (alquitran)	800	IV	1	Disholientes	80	II	2
Arts. trocadas (tejidos de punto)	150	IV	1	Disyuntor			
Automóviles (accesorios para)	40	III	1	Electrodomesticos (ver aparatos caseros)	200	III	1
Azúcar	2000	IV	1	Enchufados			
Bambúes (materias primas)	800	I	2	Escayola (objetos de) (ver "alm. n.c.")	100	III	1
Bambúes en bidones (ajas grandes)	400	II	2	Escobas			
Barridos rebatidos	600	I	2	Escorbidos de (cables)			
Bebidas no alcohólicas (ver "alm. n.c.")				Escorbidos (cables)	200	III	1
Betumenos	700	III	1	Espuma de caucho en bloques y trozos pequeños	600	III-IV	2
Bobinas de madera para cables	120	IV	1	Espuma de caucho en rollos, recortes y trozos pequeños	300	III	2
Bramante o tramilla para embalajes	250	III-IV	1	Espuma sintética (artículos de)	180	III	1
Bramantes, cuerdas finas	250	III	1	Espuma sintética en rollos y recortes y trozos pequeños	220	III-IV	2
Brea	800	II	1	Espiraciones	200	II	2
Cables (en bobinas de madera)	150	IV	1	Espines no apilados	400	IV	1
Café verde (fresco)	150	IV	1	Fibras de coco	300	III	1
Cajas de madera	100	III	1	Fibras vegetales (sepias)	250	III	1
Calzados	100	III	1	Fierro	200	III	1
Calzados (guarniciones para)	200	III	1	Flores artificiales	40	III	1
Camas y ropas de cama	120	III	1	Ferros de pieles	800	III	1
Cámaras frigoríficas	80	IV	1	Frutas (ver "almacenaje n.c.")			
Caña (artículos en)	50	III	1	Fuegos artificiales	200	(Ca)	2
Canastas en mimbre	40	III	1				
Canamón	300	IV	1				
Carbón	2500	IV	1				
Carrocerías	200	III	1				
Cartón embetunado	800	III	1				
Cartón (en hojas a pilas)	1000	III-IV	1				
Cartón (objetos de)	50	III	1				
Cartón ondulado	300	III	1				
Caucho (objetos de)	1200	III	1				
Caucho en bruto	800	III	1				
Celulósico	800	III	1				
Cemento	5	VI	1				

UTILIZACION DE LOS LOCALES	qm Mcat/m ²	c Fe(Ex)	d Cat
Galletas	200	III	1
Gas líquido c. por litro	(6)	I	1
Gas líquido en botella	1500 (Ex)	III	-
Géneros de punto	300	III	1
Granos	200	IV	1
Grasas	4500	IV	1
Grasas alimenticias	4500	IV	1
Grava	-	VI	1
Harina en sacos	2000	III	1
Harina en silos	3600	IV	1
Heno en haces	250	III	2
Hilo metálico no aislado (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Hilo metálico aislado	40	III	1
Hilo para tejidos	400	III	1
Normas para conf. de calzado en madera o material sintético	400	IV	1
Hormigón (elementos en) (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Huercos	40	V	1
Jabón	1000	V	1
Jaulas de madera para embalajes	160	IV	1
Joyería (artículos de) (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Juguetes n.c. + c mezclados	200	III	1
Lámparas de incandescencia (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Lanas	450	IV	1
Leche en polvo	2500	IV	1
Legumbres frescas (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Lencería	150	III	1
Libros	500	IV	1
Licores y espirituosos	-	-	-
Lino	300	III	1
Lúpulo	400	IV	1
Madera contrachapada	1000	IV	1
Madera en bruto	1500	IV	1
Madera para hacer fuego	800	III	1
Madera (objetos de)	300	IV	1
Malta en silos	3200	IV	1
Mantaquilla	1000	IV	1
Máquinas (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Máquinas de coser (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Máquinas lavadoras acumuladas	(10)	IV	1
Máquinas para oficinas (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Mazilla (ver "Lubrican de vidrios")	-	-	-
Materiales de construcción (medial)	200	IV	1
Materiales sintéticos (objetos de)	200	III	2
Material de oficina	200	III	1
Material para embalaje	240	III	1
Material eléctrico	80	III	1
Materias sintéticas en bruto (excepto espumas)	1400	IV	1
Materias sintéticas, espumas en bloque	300	II-IV	2
Medicamentos	80	IV	1
Melaza en toneles	1200	IV	1
Metálicos (objetos) (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Motores eléctricos (ver "alm. n.c.")	-	-	-
Muebles diversos no apilados	200	III	1
Munición para armas de mano	Ex (Es)	II	2
Negro de humo en sacos	3000	IV	1
Neumáticos	440	III	1
Nitratos (salitre)	20	II	1
Nitrocelulosa (húmeda en toneles)	250	III	3

ALMACENAMIENTOS	qm Moat/m ²	C FedEx	A Car	ALMACENAMIENTOS	qm Moat/m ²	C FedEx	A Car
Paja	200	III	1	Tabaco en bruto	400	IV	1
Palets en madera	300	IV	1	Tabaco manufacturado	500	III	1
Papelaria (abamos del)	200	III	1	Tejas en paleta de madera	40	IV	1
Papel (hojas de amontonadas)	2000	IV	1	Tejas en palets metálicos	0	VI	1
Papel (objetos del)	250	III	1	Tejidos (textiles)	400	III	1
Papel (rollos apilados)				Tela de lino	300	III	1
- horizontalmente	2400	IV	1	Tela encerada	300	III	1
Papel (rollos apilados verticalmente)	2400	IV	1	Telemado (aparatos del)	60	IV	1
Pastas alimenticias	400	III	1	Texidos (tejidos y entremesados)	350	III	1
Pelo animal	150	IV	1	Tocadiscos	50	IV	1
Pelusa de madera	300	III	1	Tonales vacios en madera	200	IV	1
Pemunas, onofuas	80	IV	1	Tonales vacios de materiales			
Pelos	300	IV	1	sintéticos	200	III	1
Piso secos	150	III	1	Tractores, no apilados	140	VI	1
Piezas de conglomerado	1600	III	1	Trapos	200	III	1
Plumas para cámaras				Tubos luminiscentes (ver: alm. n.c. 1)	-	-	-
(para utensilios de casa)	60	III	1				
Porcelana (objetos del) (ver: alm. n.c. 1)	-	-	-	Utensilios diversos (tienda o almacén			
Ptos. almet. almacen de materias				de taller) (ver: alm. n.c. 1)	(26)	-	-
primas	600	III	1	Utensilios (ver coloniales)	-	-	-
Productos alimenticios preparados	200	III	1				
Ptos. para mantenimiento del calzado	500	II	1	Ventajas (productos para apófitos)	200	III	1
Ptos. químicos esencialmente				Ventanas de madera	80	III	1
combustibles	320	II	2	Ventanas en material sintético	80	III	1
Ptos. químicos esencialmente no				Vestidos	100	III	1
combustibles	40	IV	1	Vidrio y artículos de vidrio			
Ptos. químicos combustibles y no				(ver: alm. n.c. 1)	-	-	-
combustibles mezclados	200	III	2	Vigas y juntas en madera			
Productos químicos (para laboratorio)	120	II	2	(ver también maderas)	1000	IV	1
Productos para lija (materias primas)	120	IV	1	Vinutas de madera (ver: alm. n.c. 1)	500	III	2
Ptos. para lijas							
(productos terminados)	50	III	1	Yeso (ver: escayola)	-	-	-
Puertas de madera	420	IV	1	Yute	320	III	1
Puertas en materiales sintéticos	1000	IV	1				
Puntillas	150	III	1	Zalupia de vidrios	300	IV	1
Quercos	600	V	1				
(Cristalería) (ver: alm. n.c. 1)	-	-	-				
Radio (aparatos)	60	IV	1				
Recipientes en material sintético	170	III	1				
Recipientes de acumuladores en							
material sintético	300	IV	1				
Relojes en estuches o cajas	10	III	1				
Relojeria, piezas para (ver: alm. n.c. 1)	-	-	-				
Refrigerados (productos para)							
espuma sintética estuida	100	III	1				
Resina sintética en toneles	1000	IV	1				
Resina sintética en placas	600	IV	1				
Revestimientos de suelos en materias							
orgánicas	1500	IV	1				
Sacos de yute	180	III	1				
Sacos de papel	3000	III	1				
Sacos en material sintético (plásticos)	6000	III	1				
Seda artificial (rayón)	400	III	1				
Sedenas	250	III	1				
Serrín (ver: pelusa de madera)							

Nota: la tabla muestra los coeficientes para la utilización de locales. Fuente de GREENER, M. (1973)

Anexo 4: Factores y criterios de diseño de dispositivos

Anexo 4.1: Factor de escala para detectores de humo

Factor de escala para distribución de detectores de Humo

Tabla 17.6.3.5.1 Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielo raso

Altura del cielo raso mayor de (>)		Hasta e inclusive		Multiplicar espaciamiento listado por
En pies	En m	En pies	En m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

Nota: la tabla muestra el factor de disminución de cobertura en función a la altura del recinto. Fuente NFPA 72 (2022)

Anexo 4.2: Nivel sonoro ambiental promedio por ubicación

Grado sonoro del ambiente según posición

Tabla A.18.1.5 Nivel sonoro ambiental promedio de acuerdo con la ubicación

Ubicación	Nivel sonoro ambiental promedio (en dBA)
Ubicaciones de negocios	55
Ubicaciones de oficinas	45
Ubicaciones industriales	90
Ubicaciones comerciales	50
Ubicaciones residenciales	40
Salas de conferencias	55
Muelles y estructuras de muelles para agua	80
Lugares de reunión	55
Ubicaciones recreativas	55
Ubicaciones para actividades recreativas	50
Vías públicas cercanas a la autopista	70
Vías públicas cercanas a la autopista	55
Vías públicas cercanas a la autopista	40
Ubicaciones recreativas	55
Entornos recreativos	40
Vías públicas	50

Nota: la tabla muestra el grado de sonido medio por posición. Fuente NFPA 72 (2022)

Anexo 4.3: Separabilidad de marcadores de visión en muros verticales

Separabilidad de marcadores de visión en muros

Tabla 18.5.5.4.1(a): Espaciamento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes

Tamaño máximo de la sala		Salida luminosa mínima requerida (intensidad efectiva en cdi)	
En pies	En m	Una luz por sala	Cinco luces por sala (una luz por pared)
20 x 20	6.10 x 6.10	15	NA
28 x 28	8.53 x 8.53	30	NA
30 x 30	9.14 x 9.14	33	NA
40 x 40	12.2 x 12.2	60	15
45 x 45	13.7 x 13.7	75	19
50 x 50	15.2 x 15.2	90	24
53 x 53	16.3 x 16.3	110	30
55 x 55	16.8 x 16.8	115	30
60 x 60	18.3 x 18.3	135	36
63 x 63	19.2 x 19.2	150	37
68 x 68	20.7 x 20.7	177	43
70 x 70	21.3 x 21.3	184	46
80 x 80	24.4 x 24.4	240	60
84 x 84	25.6 x 25.6	304	75
100 x 100	30.5 x 30.5	375	95
110 x 110	33.5 x 33.5	455	115
120 x 120	36.6 x 36.6	540	135
130 x 130	39.6 x 39.6	635	155

NA: No aceptable

Nota: la tabla muestra el espaciamento máximo permitido para la notificación visible. Fuente NFPA 72 (2022)

Anexo 4.4: Separabilidad de marcadores de visión para el techo

Separabilidad de marcadores de visión para el techo

Tabla 18.5.5.4.1(b): Espaciamento en salas para aparatos visibles montados sobre el techo

Tamaño máximo de la sala	Altura máxima del lente*		Salida luminosa mínima requerida (intensidad efectiva en cdi)
	En pies	En m	
20 x 20	6.1	6.1	15
30 x 30	9.1	9.1	30
40 x 40	12.2	12.2	60
44 x 44	13.4	13.4	75
20 x 20	6.1	6.1	20
30 x 30	9.1	9.1	30
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80
20 x 20	6.1	6.1	30
30 x 30	9.1	9.1	45
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80
20 x 20	6.1	6.1	30
30 x 30	9.1	9.1	45
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80
20 x 20	6.1	6.1	30
30 x 30	9.1	9.1	45
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80
20 x 20	6.1	6.1	30
30 x 30	9.1	9.1	45
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80
20 x 20	6.1	6.1	30
30 x 30	9.1	9.1	45
44 x 44	13.4	13.4	75
46 x 46	14.0	14.0	80

*El lente no debe instalarse a alturas más bajas.

Nota: la tabla muestra el espaciamento máximo permitido para la notificación visible. Fuente NFPA 72 (2022)

Anexo 4.5: Porcentaje de sección de tubería para cables

Porcentaje de sección transversal de para conductores y cables

Cantidad de conductores y/o cables		Área transversal (%)
1		53
2		31
Más de 2		40

Nota: la tabla muestra el porcentaje máximo permitido por área transversal en conductos y tuberías, NFPA 70 (2022)

Anexo 4.6: Calibres conductores y su resistencia a 75°C

Propiedades de conductores

Calibre (AWG) o (kcmil)	Área (mm²)	Conductores										Resistencia en serie (contra a 75°C - 167°F)					
		Estrado					Total					Cables		Alambres			
		Máx. conductores	Cable (mm)	mm	mil	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²						
14	11.04	1	1.62	1.62	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
12	13.31	2	1.31	1.31	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103	0.103
10	16.77	3	1.09	1.09	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
8	21.76	4	0.91	0.91	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
6	28.25	5	0.76	0.76	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297	0.297
4	37.16	6	0.64	0.64	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393
3	42.41	7	0.56	0.56	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453	0.453
2	53.51	8	0.48	0.48	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533	0.533
1	67.44	9	0.41	0.41	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635	0.635
1/2	85.01	10	0.35	0.35	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754	0.754
3/8	107.2	11	0.30	0.30	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890	0.890
1/4	133.1	12	0.26	0.26	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055
3/16	162.6	13	0.22	0.22	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250
1/8	201.1	14	0.19	0.19	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476
1/16	253.8	15	0.16	0.16	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743	1.743
1/32	319.7	16	0.14	0.14	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053	2.053
1/64	399.7	17	0.12	0.12	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409	2.409
1/128	496.9	18	0.10	0.10	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813	2.813
1/256	614.4	19	0.09	0.09	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274	3.274
1/512	764.8	20	0.08	0.08	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794	3.794
1/1024	951.1	21	0.07	0.07	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374	4.374
1/2048	1188.4	22	0.06	0.06	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015	5.015
1/4096	1481.7	23	0.05	0.05	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718	5.718
1/8192	1835.0	24	0.04	0.04	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484	6.484
1/16384	2262.5	25	0.03	0.03	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314	7.314
1/32768	2800.0	26	0.02	0.02	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218	8.218
1/65536	3462.5	27	0.01	0.01	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197	9.197
1/131072	4265.0	28	0.01	0.01	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252	10.252
1/262144	5217.5	29	0.01	0.01	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394	11.394
1/524288	6335.0	30	0.01	0.01	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624	12.624

Nota: la tabla muestra la resistividad por unidad de medida para diferentes calibres de cables, NFPA 70 (2022)

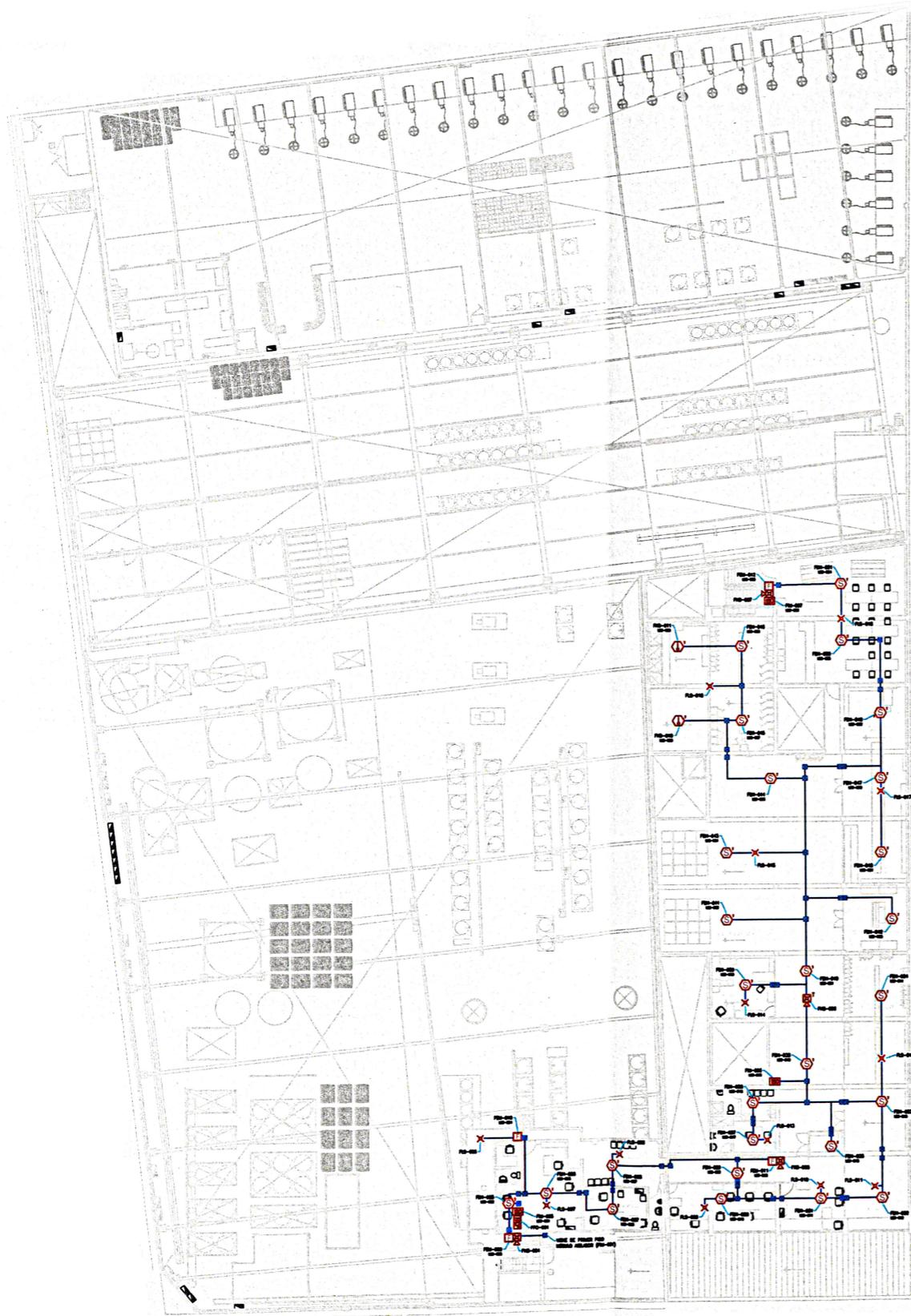
Anexo 5: Planos de diseño



PRIMER NIVEL

LEYENDA				
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG	CANT.
01	NAC	FUENTE NAC EXTENDER	FIN	01
02	FDA	FUENTE AUXILIAR	FDA	01
03	FPM	PANEL DE MÓDULOS	FPM	04
04	ISO	MÓDULO AISLADOR	FIM	04
05	F	ESTACIÓN MANUAL	FEM	08
06	SIRENA	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	FHS	17
07	X	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN PARED	FLS	14
08	X	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TECHO	FLS	03
09	S _T	DETECTOR FOTOBEBAM TRANSMISOR	FDT	07
10	S _R	DETECTOR FOTOBEBAM RECEPTOR	FDR	07
11	S _H	DETECTOR DE HUMO	FDH	31
12	S _T	DETECTOR DE TEMPERATURA	FHD	09
13	M	MÓDULO DE MONITOREO	FMM	16

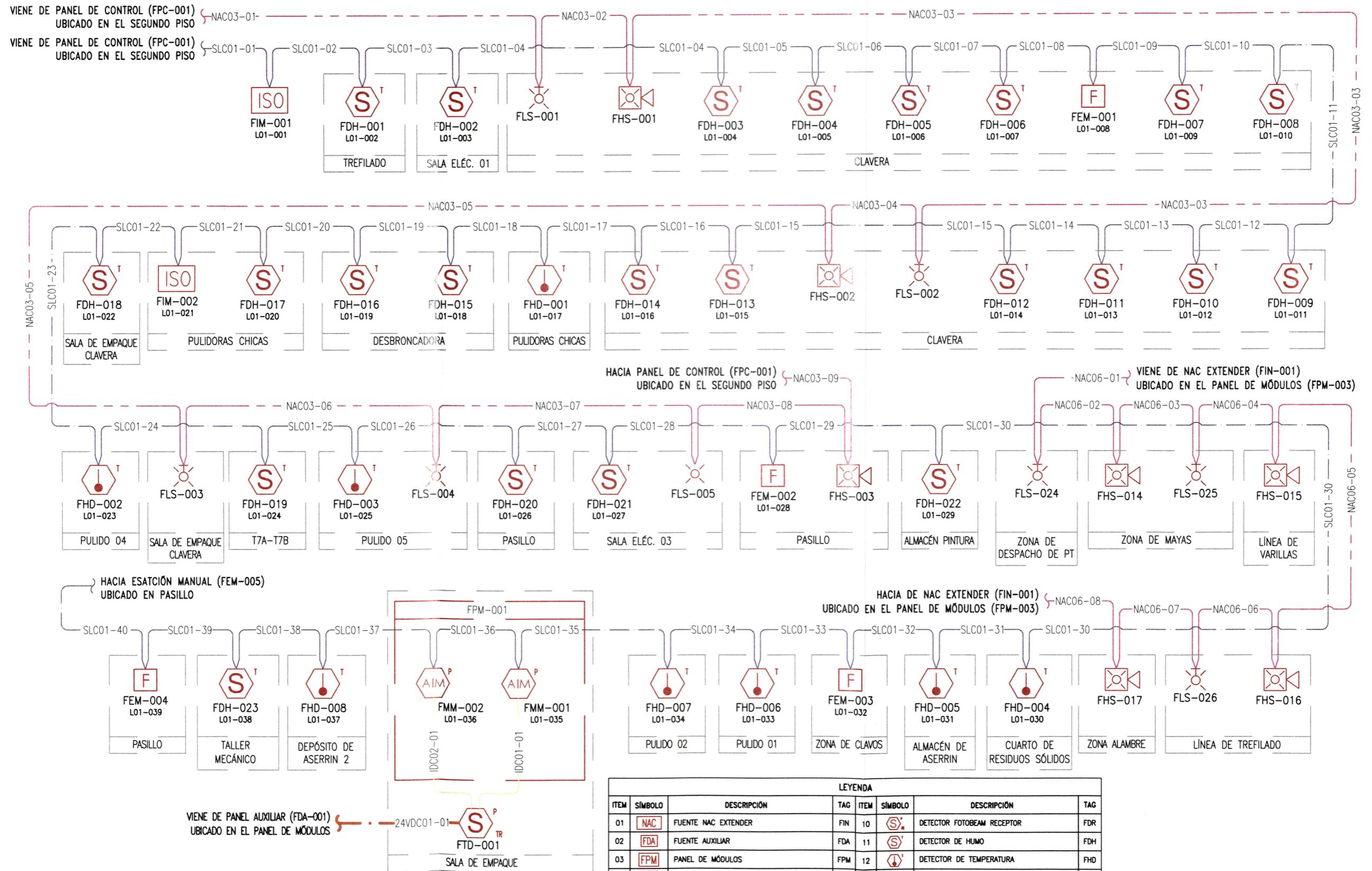
DIBUJÓ	O.B.I.		ESCALA		PLANO DE PLANTA PLANTA TREFILADO
DISEÑÓ	O.B.I.		1:200		
APROBÓ	O.B.I.		FECHA		
NORMA			31/07/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DPTO. ACAD. MECÁNICA			PLANO N° PL_DYA_CAASA-01 SUSTITUYE A SUSTITUYE POR	N° 1	



SEGUNDO NIVEL

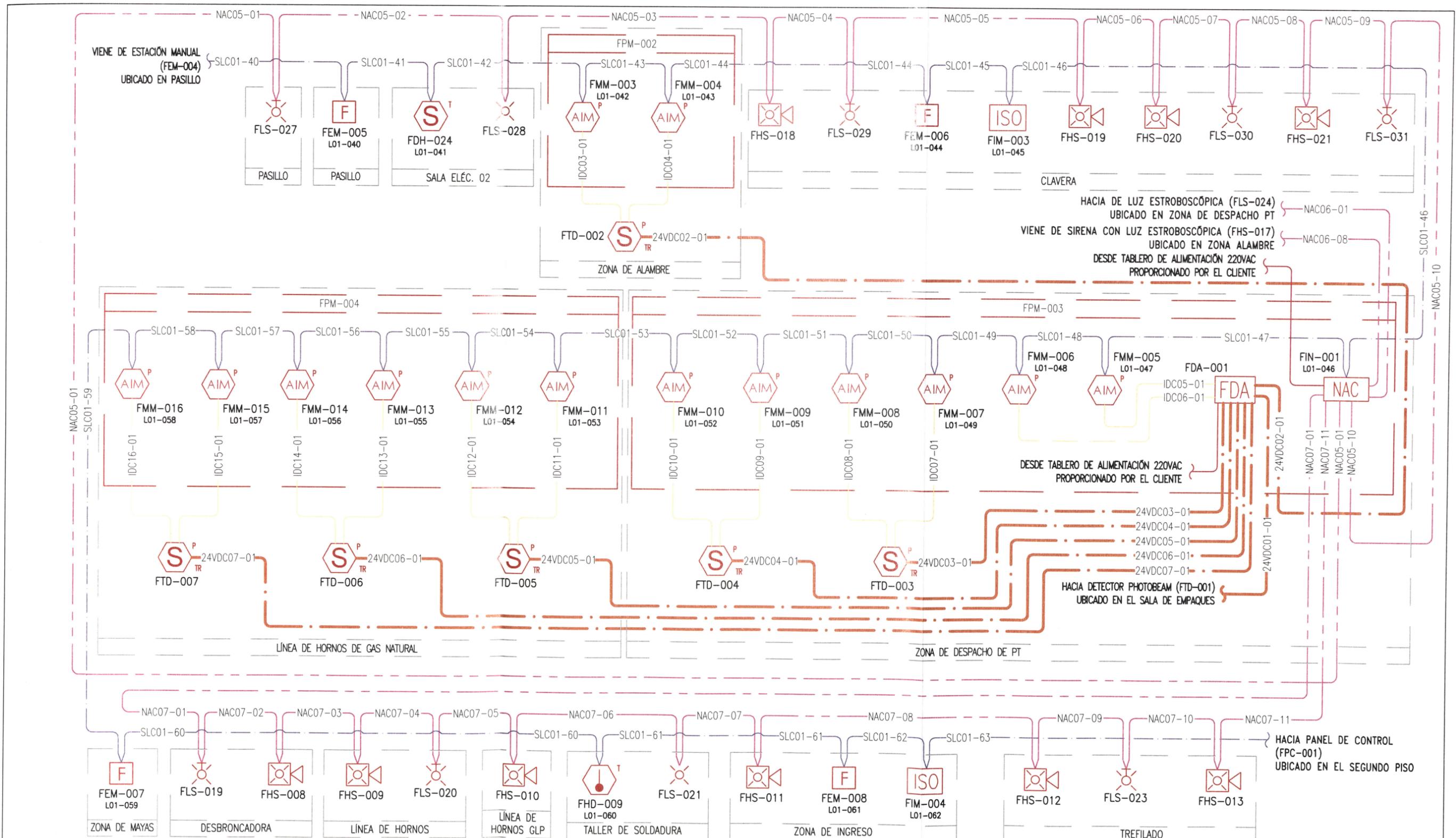
LEYENDA				
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG	CANT.
01	FACP	PANEL DE CONTROL CONTRA INCENDIO	FPC	01
02	ISO	MÓDULO AISLADOR	FMI	03
03	F	ESTACIÓN MANUAL	FEM	04
04	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	FHS	04
05	X	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TECHO	FLS	13
06	S	DETECTOR DE HUMO	FDH	27
07	T	DETECTOR DE TEMPERATURA	FHD	02

DIBUJÓ	O.B.I.	ESCALA	1:200	
DISEÑO	O.B.I.	PLANO DE PLANTA PLANTA TREFILADO		
APROBÓ	O.B.I.			
NORMA		FECHA	31/07/24	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA DPTO. ACAD. MECÁNICA			PLANO N°	PL_DYA_CAASA-01
			SUSTITUYE A	
			SUSTITUYE POR	
				N°
				2



LEYENDA							
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG	ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG
01	NAC	FUENTE NAC EXTENDER	FIN	10	S	DETECTOR FOTOBAM RECEPTOR	FDR
02	FDA	FUENTE AUXILIAR	FDA	11	S	DETECTOR DE HUMO	FDH
03	FPM	PANEL DE MÓDULOS	FPM	12	T	DETECTOR DE TEMPERATURA	FHD
04	ISO	MÓDULO AISLADOR	FIM	13	M	MÓDULO DE MONITOREO	FMM
05	F	ESTACIÓN MANUAL	FEM	14	---	CIRCUITO DE LÍNEA DE SEÑAL (SLC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
06	S	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	FHS	15	---	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACIÓN (NAC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x16 AWG	---
07	X	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN PARED	FLS	16	---	CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN (24VDC) CABLE FPLR, UNSHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
08	X	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TECHO	FLS	17	---	CIRCUITO DE DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN (IDC) CABLE FPLR 2x16 AWG	---
09	S	DETECTOR FOTOBAM TRASMISOR	FDT				

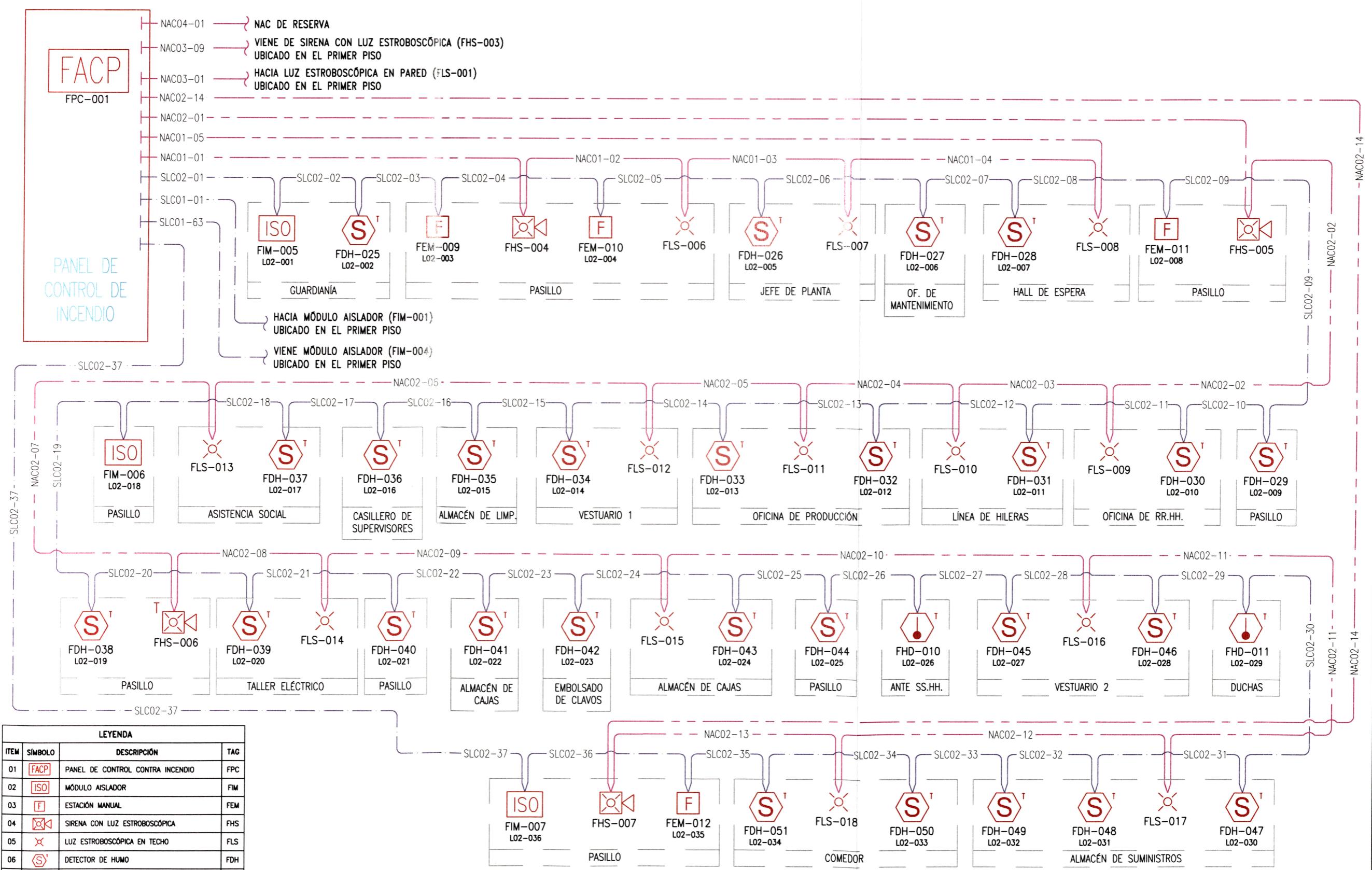
DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	PLANO UNIFILAR PLANTA TREFILADO
DISEÑO	O.B.I.	1:10	
APROBÓ	O.B.I.	FECHA	
NORMA		31/07/24	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA			PLANO N° PL_DYA_CAASA-02
DPTO. ACAD. MECÁNICA			SUSTITUYE A
			SUSTITUYE POR
			1



LEYENDA

ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG	ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG	ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG
01	NAC	FUENTE NAC EXTENDER	FIN 07	07	⊗	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN PARED	FLS 13	08	AIM	MÓDULO DE MONITOREO	FMM
02	FDA	FUENTE AUXILIAR	FDA 08	08	⊗	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TECHO	FLS 14	09	---	CIRCUITO DE LÍNEA DE SEÑAL (SLC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
03	FPM	PANEL DE MÓDULOS	FPM 09	09	⊗	DETECTOR FOTOBEAM TRASMISOR	FDT 15	10	---	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACIÓN (NAC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x16 AWG	---
04	ISO	MÓDULO AISLADOR	FIM 10	10	⊗	DETECTOR FOTOBEAM RECEPTOR	FDR 16	11	---	CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN (24VDC) CABLE FPLR, UNSHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
05	F	ESTACIÓN MANUAL	FEM 11	11	⊗	DETECTOR DE HUMO	FDH 17	12	---	CIRCUITO DE DISPOSITIVOS DE INICIAción (IDC) CABLE FPL 2x16 AWG	---
06	⊗	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	FHS 12	12	⊗	DETECTOR DE TEMPERATURA	FHD				

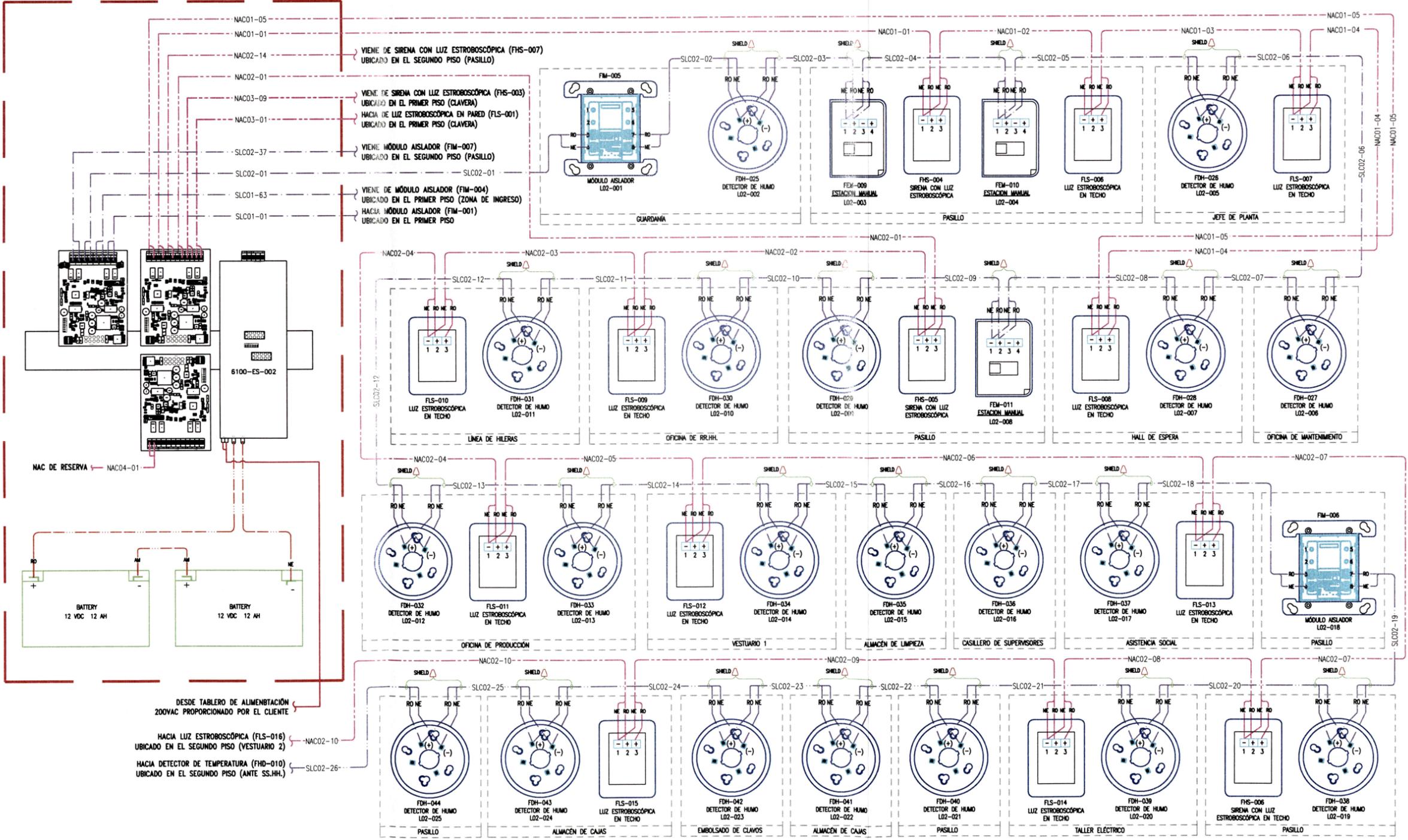
DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	PLANO UNIFILAR PLANTA TREFILADO
DISEÑO	O.B.I.	1:10	
APROBÓ	O.B.I.	FECHA	
NORMA		31/07/24	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			PLANO N° PL_DYA_CAASA-02 N° 2
SUSTITUYE A SUSTITUYE POR			



LEYENDA			
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TAG
01	[FACP]	PANEL DE CONTROL CONTRA INCENDIO	FPC
02	[ISO]	MÓDULO AISLADOR	FIM
03	[F]	ESTACIÓN MANUAL	FEM
04	[Sirena]	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	FHS
05	[X]	LUZ ESTROBOSCÓPICA EN TECHO	FLS
06	[S]	DETECTOR DE HUMO	FDH
07	[D]	DETECTOR DE TEMPERATURA	FHD
08	[Cable]	CIRCUITO DE LÍNEA DE SEÑAL (SLC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
09	[Cable]	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACIÓN (NAC) CABLE FPLR, SHIELD, LSZH 2x16 AWG	---
10	[Cable]	CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN (24VDC) CABLE FPLR, UNSHIELD, LSZH 2x14 AWG	---
11	[Cable]	CIRCUITO DE DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN (IDC) CABLE FPL 2x16 AWG	---

DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	PLANO UNIFILAR PLANTA TREFILADO
DISEÑO	O.B.I.	1:10	
APROBÓ	O.B.I.	FECHA	
NORMA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DPTO. ACAD. MECÁNICA			PLANO N° PL_DYA_CAASA-02 SUSTITUYE A SUSTITUYE POR
			N° 3

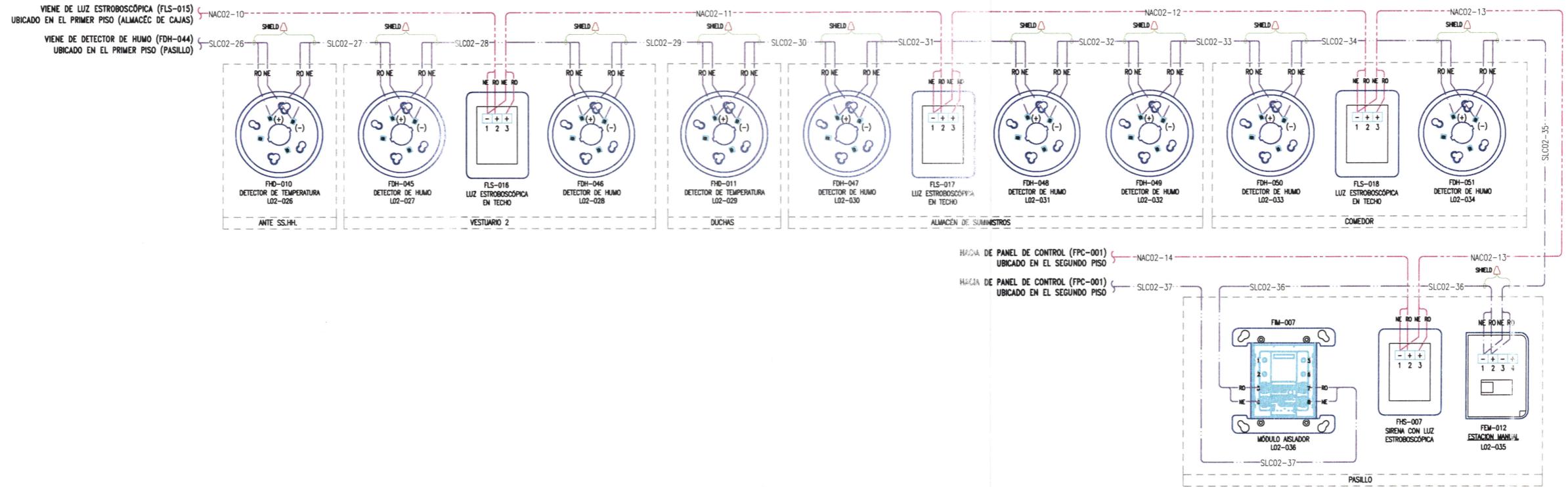
PANEL DE CONTROL
FPC-001



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	SIGNAL LINE CIRCUIT (SLC) - LOOP - FPLP CABLE 2x16 AWG + SHIELD
---	CIRCUITO DE LÍNEA DE SEÑAL (SLC) - LAZO - CABLE FPLP 2x16 AWG + SHIELD
---	POWER SUPPLY LINE 24 VDC - FPLP CABLE 2 X 14 AWG
---	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE 24 VDC - CABLE FPLP 2 X 14 AWG
---	INITIATING DEVICE CIRCUIT (IDC) - FPLP CABLE 2x16 AWG
---	CIRCUITO DE LOS DISPOSITIVOS INICIALES (IDC) - CABLE FPLP 2x16 AWG
---	NOTIFICATION DEVICE CIRCUIT (NDC) - FPLP CABLE 2x14 AWG
---	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACIÓN (NDC) - CABLE FPLP 2x14 AWG
---	POWER SUPPLY LINE 220VAC - FPL CABLE 2 X 12 AWG
---	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE 220VAC - CABLE FPL 2 X 12 AWG
---	NE - NEGRO
---	RO - ROJO

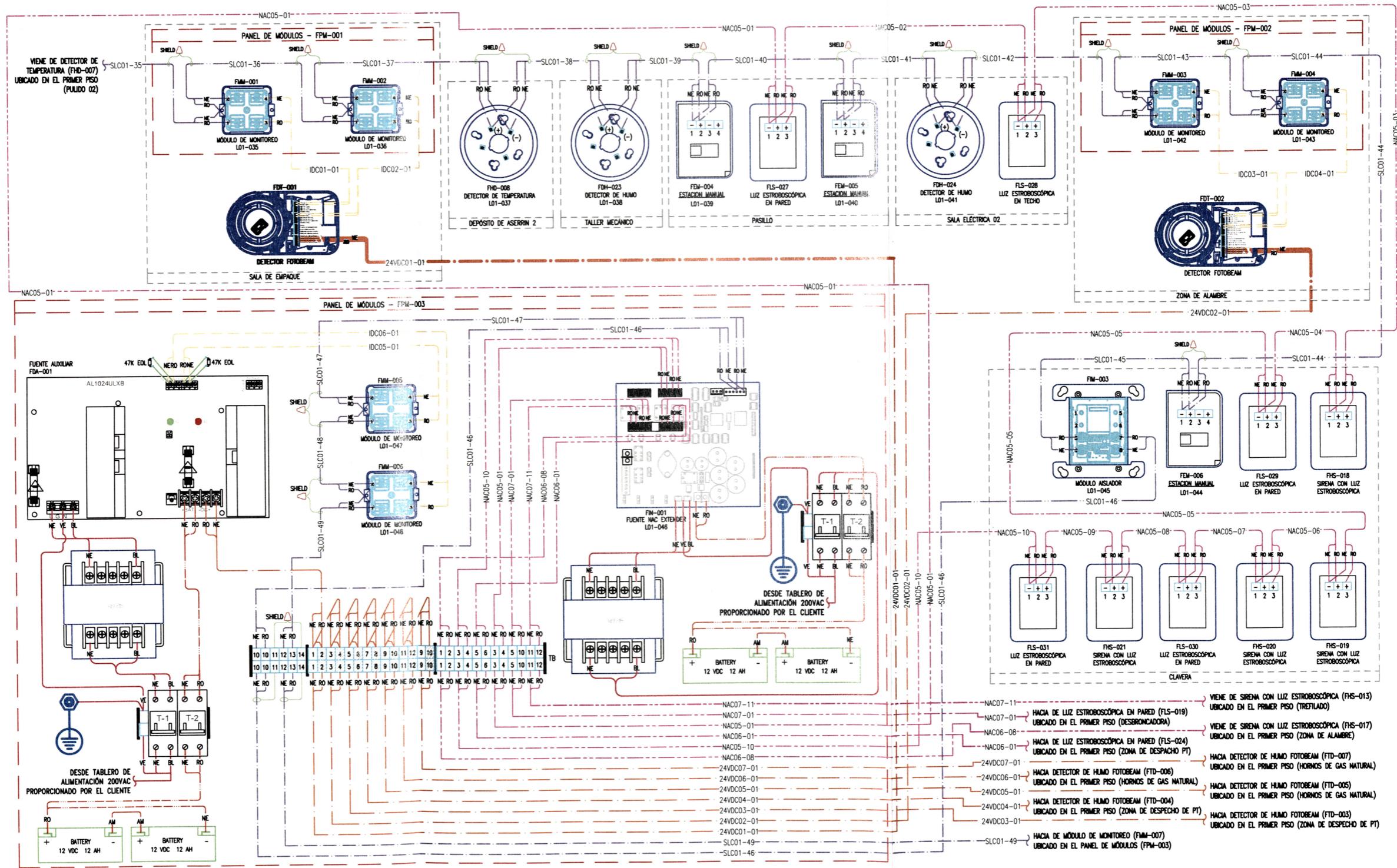
DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	1:10
DISEÑO	O.B.I.	FECHA	31/07/24
APROBÓ	O.B.I.	NORMA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA			
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
DPTO. ACAD. MECÁNICA			
PLANO N° PL_DYA_CAASA-03			N° 1
SUSTITUYE A			
SUSTITUYE POR			



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SIGNAL LINE CIRCUIT (SLC) - LOOP - FPLP CABLE 2x16 AWG + Shield CIRCUITO DE LÍNEA DE SEÑAL (SLC) - LAZO - CABLE FPLP 2x16 AWG + Shield
	POWER SUPPLY LINE 24 VDC - FPLP CABLE 2 X 14 AWG LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE 24 VDC - CABLE FPLP 2 X 14 AWG
	INITIATING DEVICE CIRCUIT (IDC) - FPLP CABLE 2x16 AWG CIRCUITO DE LOS DISPOSITIVOS INICIADORES (IDC) - CABLE FPLP 2x16 AWG
	NOTIFICATION DEVICE CIRCUIT (NDC) - FPLP CABLE 2x14 AWG CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACIÓN (NDC) - CABLE FPLP 2x14 AWG
	POWER SUPPLY LINE 220VAC - FPL CABLE 2 X 12 AWG LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE 220VAC - CABLE FPL 2 X 12 AWG
	NE NEGRO RD ROJO

DIBUJÓ	O.B.I.	ESCALA	1:10	PLANO CONEXIONADO PLANTA TREFILADO
DISENÓ	O.B.I.	FECHA	31/07/24	
APROBÓ	O.B.I.			PLANO N° PL_DYA_CAASA-03
NORMA				SUSTITUYE A
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MÉCANICA DPTO. ACAD. MECÁNICA				SUSTITUYE POR
				N°
				2



VIENE DE DETECTOR DE TEMPERATURA (FHM-007) UBICADO EN EL PRIMER PISO (PULIDO 02)

FUENTE ALDOLAR FDA-001

DESDE TABLERO DE ALIMENTACIÓN 200VAC PROPORCIONADO POR EL CLIENTE

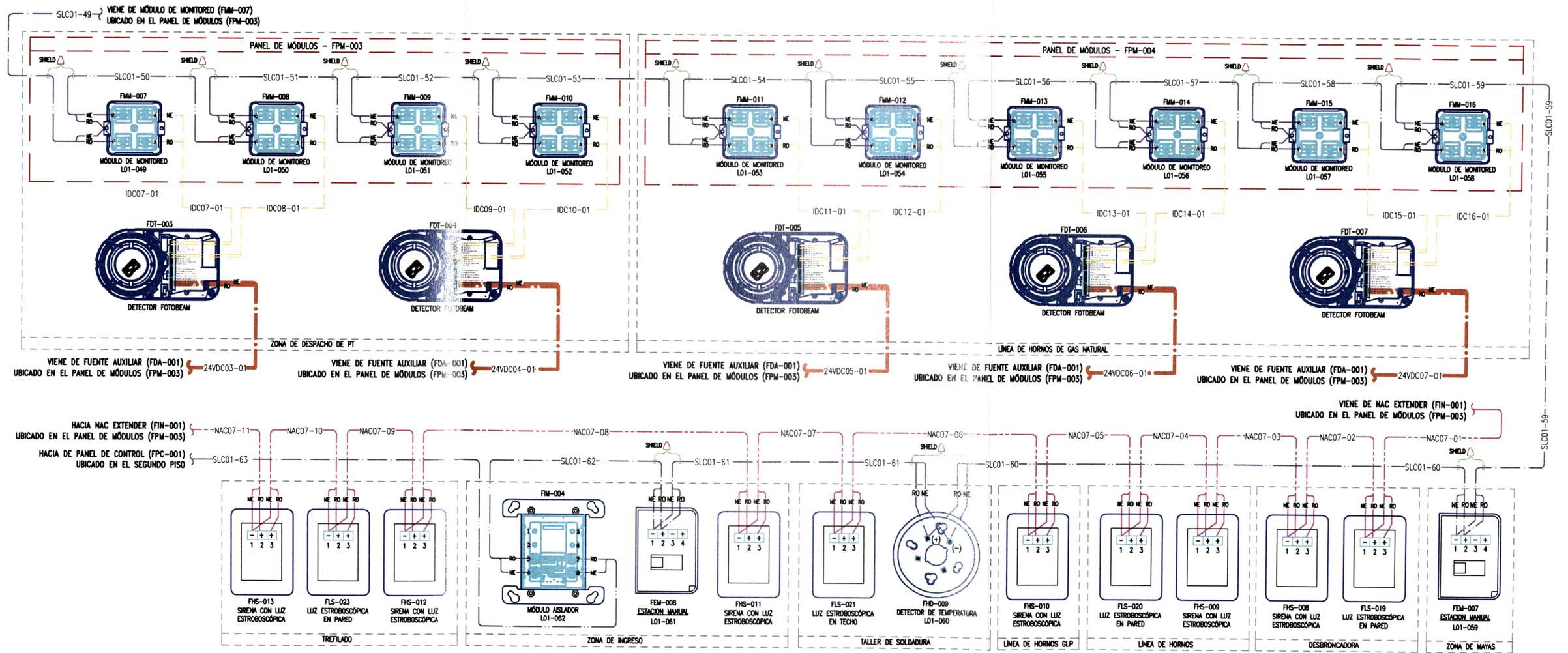
DESDE TABLERO DE ALIMENTACIÓN 200VAC PROPORCIONADO POR EL CLIENTE

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SIGNAL LINE CIRCUIT (SLC) - LOOP - FPLP CABLE 2x16 AWG + Shield
	CIRCUITO DE LINEA DE SEÑAL (SLC) - LAZO - CABLE FPLP 2x16 AWG + Shield
	POWER SUPPLY LINE, 24 VDC - FPLP CABLE 2 x 14 AWG
	LINEA DE ALIMENTACION DE 24 VDC - CABLE FPLP 2 x 14 AWG
	INITIATING DEVICE CIRCUIT (IDC) - FPLP CABLE 2x16 AWG
	CIRCUITO DE LOS DISPOSITIVOS INICIAADORES (IDC) - CABLE FPLP 2x16 AWG
	NOTIFICATION DEVICE CIRCUIT (NDC) - FPLP CABLE 2x14 AWG
	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACION (NDC) - CABLE FPLP 2x14 AWG
	POWER SUPPLY LINE, 220VAC - FPL CABLE 2 x 12 AWG
	LINEA DE ALIMENTACION DE 220VAC - CABLE FPL 2 x 12 AWG
	NE NEGRO
	RO ROJO

- NAC07-11 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-019) UBICADO EN EL PRIMER PISO (DESBRONCADORA)
- NAC07-01 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-017) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE ALAMBRE)
- NAC06-08 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-024) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO PT)
- NAC05-10 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-024) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO PT)
- NAC05-08 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-024) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO PT)
- NAC05-07 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-024) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO PT)
- NAC05-06 Hacia de LUZ ESTROBOSCOPICA EN PARED (FLS-024) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO PT)
- 24VDC07-01 Hacia de DETECTOR DE HUMO FOTOBEAM (FTD-007) UBICADO EN EL PRIMER PISO (HORNO DE GAS NATURAL)
- 24VDC06-01 Hacia de DETECTOR DE HUMO FOTOBEAM (FTD-006) UBICADO EN EL PRIMER PISO (HORNO DE GAS NATURAL)
- 24VDC05-01 Hacia de DETECTOR DE HUMO FOTOBEAM (FTD-005) UBICADO EN EL PRIMER PISO (HORNO DE GAS NATURAL)
- 24VDC04-01 Hacia de DETECTOR DE HUMO FOTOBEAM (FTD-004) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO DE PT)
- 24VDC03-01 Hacia de DETECTOR DE HUMO FOTOBEAM (FTD-003) UBICADO EN EL PRIMER PISO (ZONA DE DESPACHO DE PT)
- SLC01-49 Hacia de MÓDULO DE MONITOREO (FHM-007) UBICADO EN EL PANEL DE MÓDULOS (FPM-003)
- SLC01-46 Hacia de MÓDULO DE MONITOREO (FHM-007) UBICADO EN EL PANEL DE MÓDULOS (FPM-003)

DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	1:10
DISEÑO	O.B.I.	FECHA	31/07/24
APROBÓ	O.B.I.		
NORMA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		PLANO N°	PL_DYA_CAASA-03
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		SUSTITUYE A	4
DPTO. ACAD. MECANICA		SUSTITUYE POR	



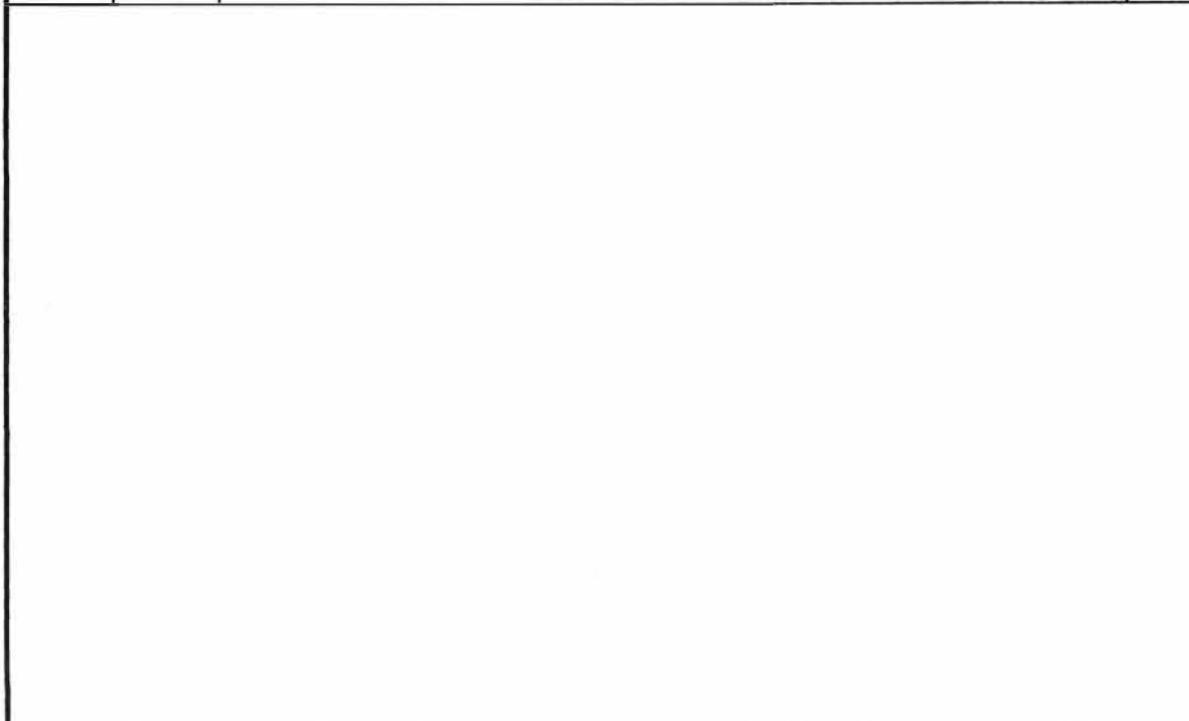
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	SIGNAL LINE CIRCUIT (SLC) - LOOP - FPLP CABLE 2x16 AWG + Shield
	CIRCUITO DE LINEA DE SEÑAL (SLC) - LAZO - CABLE FPLP 2x16 AWG + Shield
	POWER SUPPLY LINE 24 VDC - FPLP CABLE 2 X 14 AWG
	LINEA DE ALIMENTACION DE 24 VDC - CABLE FPLP 2 X 14 AWG
	INITIATING DEVICE CIRCUIT (IDC) - FPLP CABLE 2x16 AWG
	CIRCUITO DE LOS DISPOSITIVOS INICIAADORES (IDC) - CABLE FPLP 2x16 AWG
	NOTIFICATION DEVICE CIRCUIT (NAC) - FPLP CABLE 2x14 AWG
	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACION (NAC) - CABLE FPLP 2x14 AWG
	POWER SUPPLY LINE 220VAC - FPL CABLE 2 X 12 AWG
	LINEA DE ALIMENTACION DE 220VAC - CABLE FPL 2 X 12 AWG
	NE NEGRO
	RO ROJO

DIBUJO	O.B.I.	ESCALA	1:10
DISENO	O.B.I.	FECHA	31/07/24
APROBO	O.B.I.	NORMA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
DPTO. ACAD. MECANICA			
PLANO CONEXIONADO		PLANO N°	PL_DYA_CAASA-03
PLANTA TREFILADO		SUSTITUYE A	
SUSTITUYE POR		N°	5

DETALLES DE INSTALACIÓN PLANTA DE TREFILADO

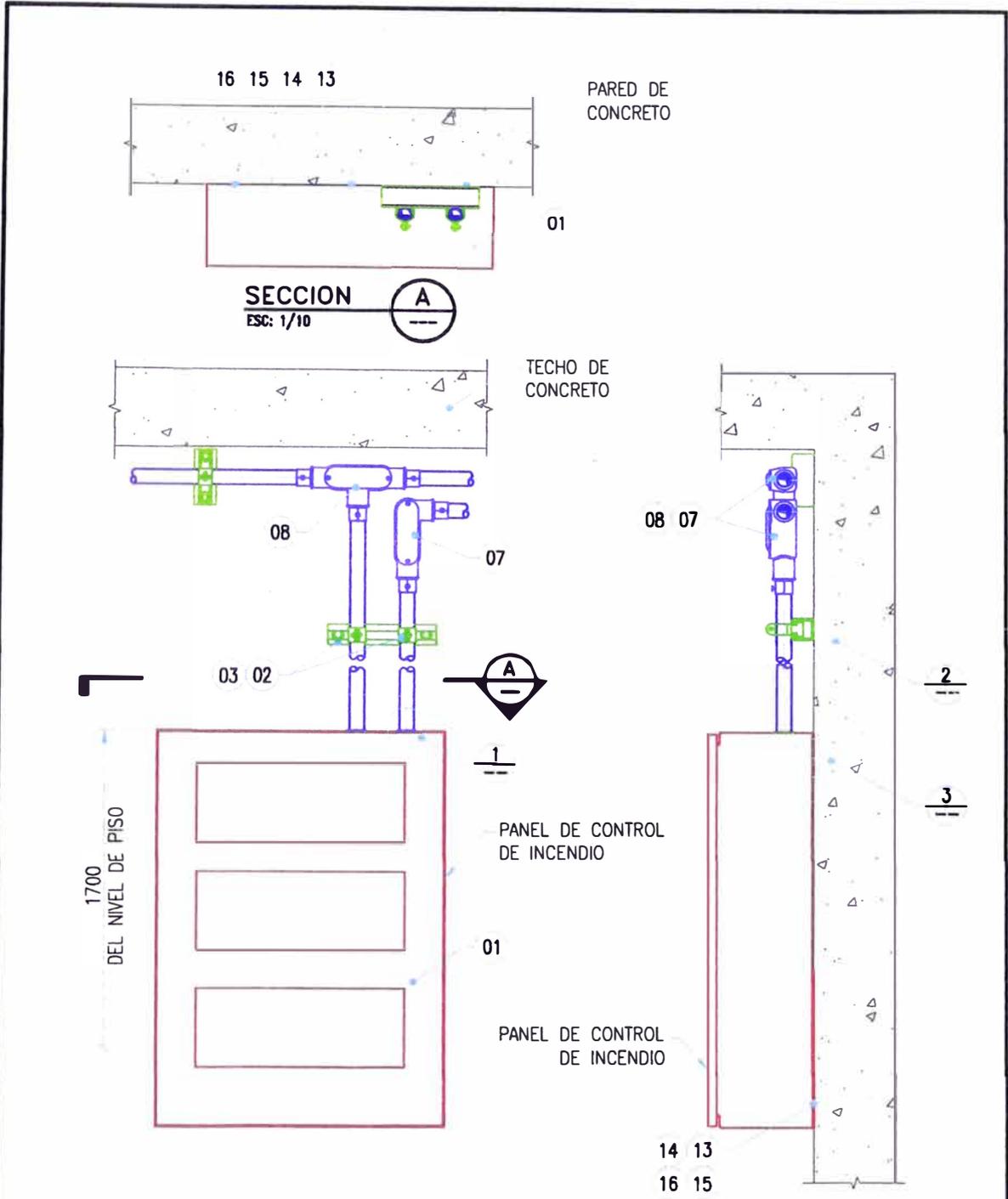
PL-DYA-CAASA-04						
—	—	—	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---	
—	—	—	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---	
—	—	—		DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		HOJA N° 01
—	—	—				
—	—	—				
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0	

INDICE			
N° HOJA	DETALLE	DESCRIPCIÓN	REV.
01	---	CARÁTULA	0
02	---	INDICE	0
03	D-DYA001	PANEL DE CONTROL DE INCENDIO - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO	0
04	D-DYA001	PANEL DE CONTROL DE INCENDIO - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO	0
05	D-DYA002	PANEL DE MÓDULOS - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO	0
06	D-DYA002	PANEL DE MÓDULOS - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO	0
07	D-DYA003	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN FALSO TECHO	0
08	D-DYA003	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN FALSO TECHO	0
09	D-DYA004	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN TECHO DE CONCRETO	0
10	D-DYA005	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN TECHO ESTRUCTURAL	0
11	D-DYA006	LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN TECHO CONCRETO	0
12	D-DYA006	LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN TECHO METÁLICO	0
13	D-DYA007	LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
14	D-DYA007	LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
15	D-DYA008	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO	0
16	D-DYA008	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO	0
17	D-DYA009	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO	0
18	D-DYA009	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO	0
19	D-DYA010	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
20	D-DYA010	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
21	D-DYA011	DETECTOR FOTOBEAM - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
22	D-DYA011	DETECTOR FOTOBEAM - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	0
23	D-DYA012	PANEL DE MÓDULOS - INSTALADO EN PARANTE METÁLICO	0
24	D-DYA012	PANEL DE MÓDULOS - INSTALADO EN PARANTE METÁLICO	0



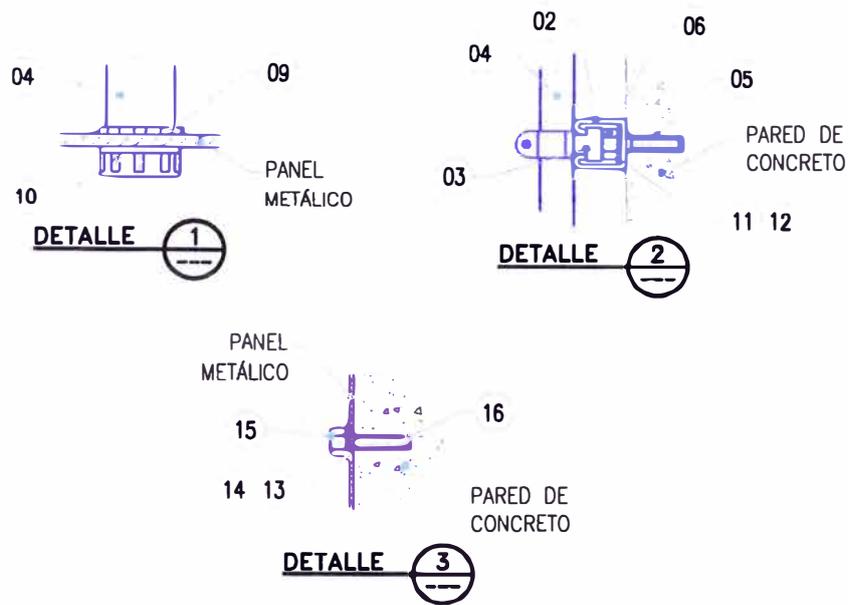
PL-DYA-CAASA-04

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	HOJA N°
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	02
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



- NOTA:
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
 - 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
 - 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

PANEL DE CONTROL DE INCENDIO - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO						
---	---	---	TOL. GRAL.:	---	ESCALA:	1:10
---	---	---	ACAB. GRAL.:	---	FECHA:	31/07/24
---	---	---			MATERIAL:	---
---	---	---			DIMENSIONES:	---
---	---	---		DEMONACIÓN:		HOJA N°
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		03
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ:	O.B.I.	REVISIÓN 0



NOTA:

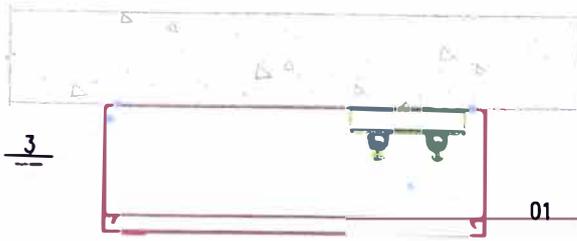
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

16	06	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 3/8"	---	---
15	06	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE ϕ 3/8"x1"	---	---
14	06	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 3/8"	---	---
13	06	Pza.	ARANDELA PLANA 3/8" METÁLICA	---	---
12	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
11	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
10	01	Pza.	TUERCA BUSHING DE ϕ 1"	---	---
09	01	Pza.	CONTRATUERCA P/TUBO EMT ϕ 1"	---	---
08	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
07	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO LL 1" (con tapa y empaque)	---	---
06	04	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE ϕ 1/4"x1"	---	---
05	04	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
04	3.0	m.	TUBERÍA ETM ϕ 1"	---	PROSTAR
03	03	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
02	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
01	01	Pza.	PANEL DE CONTROL DE INCENDIO	4100ES	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

PANEL DE CONTROL DE INCENDIO - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO

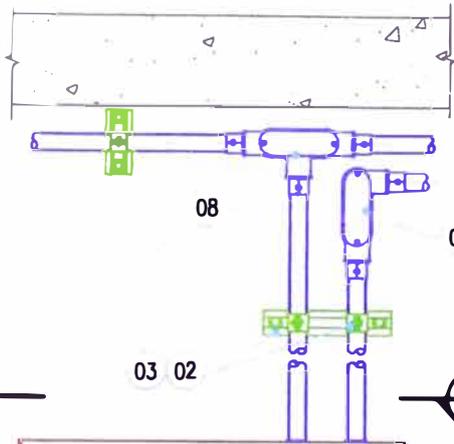
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 04
					REVISIÓN 0

16 15 14 13



PARED DE CONCRETO

SECCION
ESC: 1/10



TECHO DE CONCRETO

08 07

08

07

03 02

01

1700
DEL NIVEL DE PISO

1

2

PARED DE CONCRETO

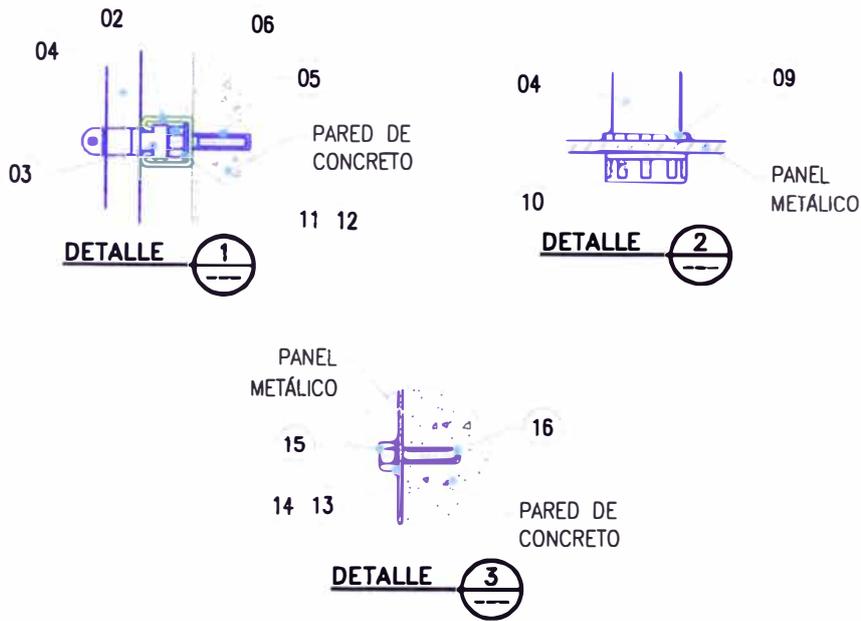
3

NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

PANEL DE MÓDULOS - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 05
					REVISIÓN 0



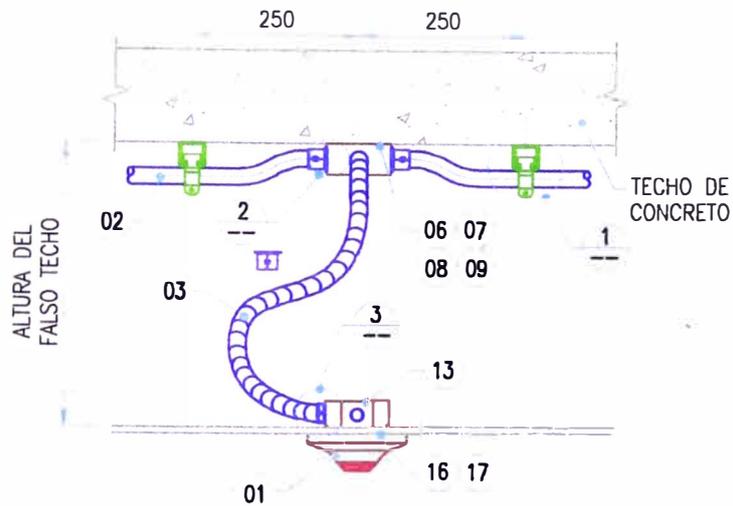
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL

16	06	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 3/8"	---	---
15	06	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE ϕ 3/8"x1"	---	---
14	06	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 3/8"	---	---
13	06	Pza.	ARANDELA PLANA 3/8" METÁLICA	---	---
12	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
11	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
10	01	Pza.	TUERCA BUSHING DE ϕ 1"	---	---
09	01	Pza.	CONTRATUERCA P/TUBO EMT ϕ 1"	---	---
08	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
07	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO LL 1" (con tapa y empaque)	---	---
06	04	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE ϕ 1/4"x1"	---	---
05	04	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
04	3.0	m.	TUBERÍA ETM ϕ 1"	---	PROSTAR
03	01	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
02	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
01	01	Pza.	PANEL DE MÓDULOS	TIP-86	TIBOX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

PANEL DE MÓDULOS - INSTALACIÓN EN PARED DE CONCRETO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 06
					REVISIÓN 0

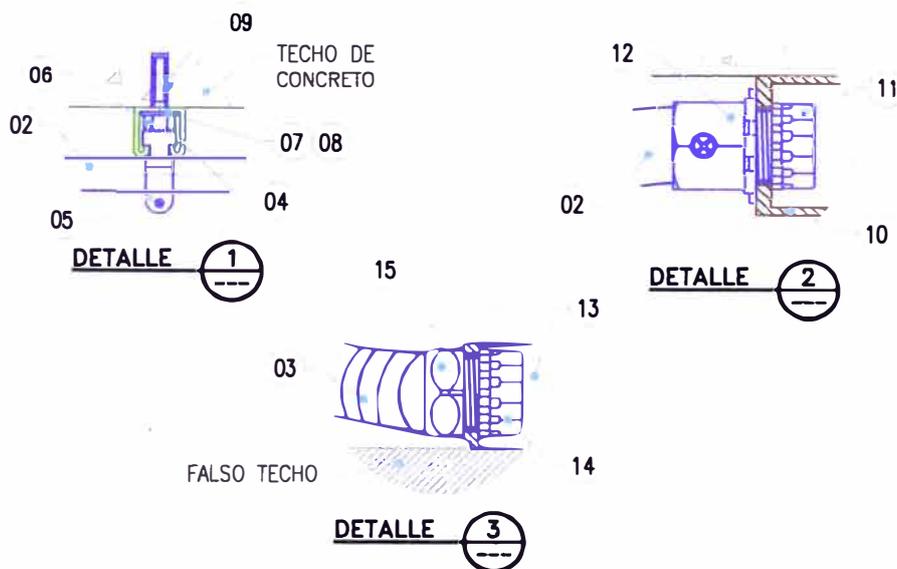


NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SAJIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN FALSO TECHO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	HOJA N°
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	07
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



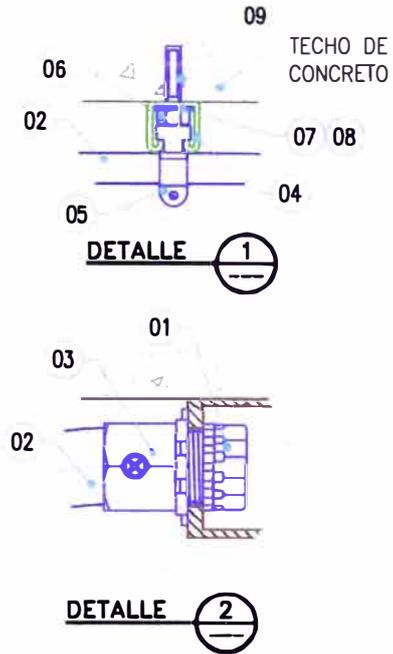
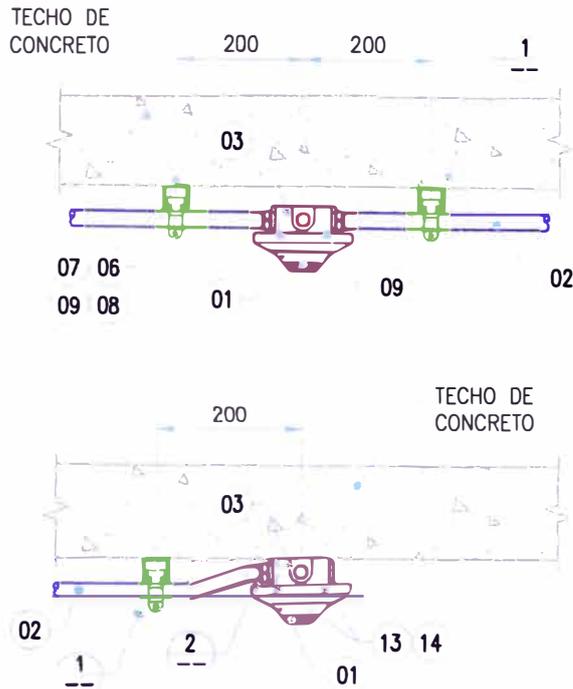
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

17	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 1/4"	---	---
16	04	Pza.	STOVE BOLT 6/32" X 2" CABEZA ESTRELLA	---	---
15	01	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO 3/4"	---	---
14	01	Pza.	TUERCA BUSHING DE 3/4"	---	---
13	01	Pza.	CAJA METÁLICA PESADA OCTOGONAL KO 3/4"	---	---
12	02	Pza.	CONECTOR EMT 1"	---	---
11	02	Pza.	TUERCA BUSHING DE 1"	---	---
10	01	Pza.	CAJA DE PASE 4"x4"x2"	---	RATWELL
09	04	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	04	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE 1/4"x1"	---	---
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
04	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
03	1.0	m.	TUBO CONDUIT FLEXIBLE 3/4" SIN FORRO	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA EMT 1"	---	PROSTAR
01	01	Pza.	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA	---	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN FALSO TECHO

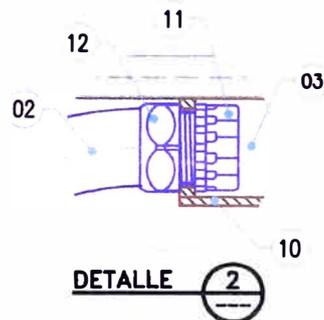
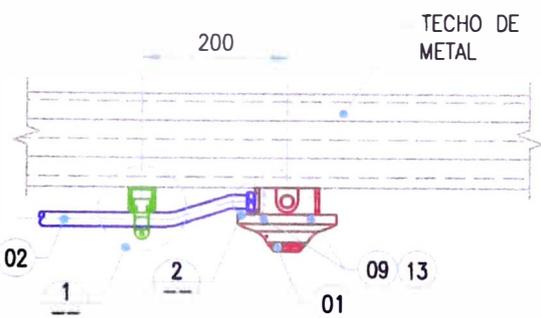
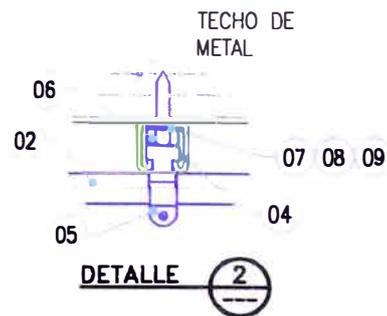
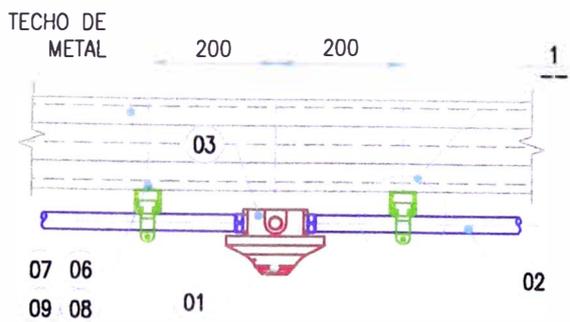
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---			
---	---	---	DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		
---	---	---	HOJA N° 08		
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

14	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 1/4"	---	---
13	04	Pza.	STOVE BOLT 6/32" X 2" CABEZA ESTRELLA	---	---
12	02	Pza.	CONECTOR EMT 1"	---	---
11	02	Pza.	TUERCA BUSHING DE #1"	---	---
10	01	Pza.	TAPA CIEGA DE CAJA OCTOGONAL	---	---
09	04	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	04	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE # 1/4"x1"	---	---
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
04	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
03	01	Pza.	CAJA METÁLICA PESADA OCTOGONAL KO 1"	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA ETM #1"	---	PROSTAR
01	01	Pza.	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA	---	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA
DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN TECHO DE CONCRETO					
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	CAASA		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	DIBUJÓ:	O.B.I.	HOJA N° 09
					REVISIÓN 0



NOTA:

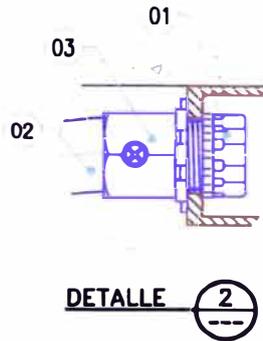
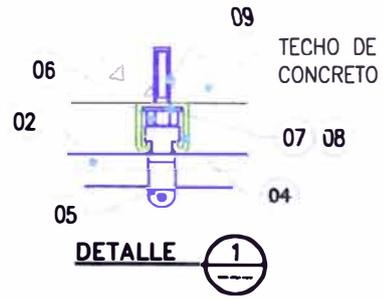
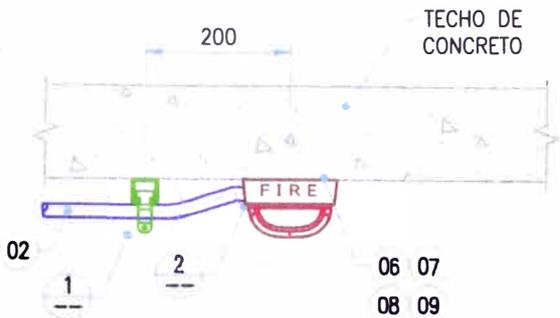
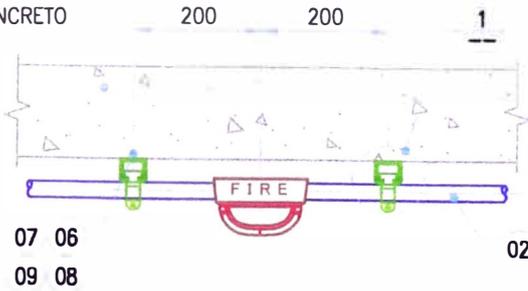
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

13	04	Pza.	STOVE BOLT 6/32" X 2" CABEZA ESTRELLA	---	---
12	02	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO 3/4"	---	---
11	02	Pza.	TUERCA BUSHING DE Ø3/4"	---	---
10	01	Pza.	TAPA CIEGA DE CAJA OCTOGONAL	---	---
09	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 3/4"	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	06	Pza.	PERNO AUTOPERFORANTE DE Ø 1/4"x1"	---	---
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 3/4"	P1112	---
04	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
03	01	Pza.	CAJA METÁLICA PESADA OCTOGONAL KO 3/4"	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA CONDUIT RGS Ø3/4"	---	PROSTAR
01	01	Pza.	DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA	---	SIMPLEX

DETECTOR DE HUMO Y/O TEMPERATURA - INSTALACIÓN EN TECHO DE CONCRETO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 10
					REVISIÓN 0

TECHO DE CONCRETO



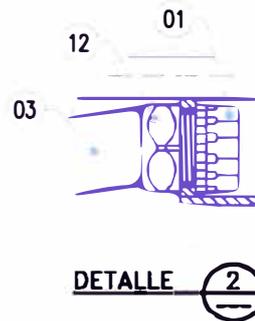
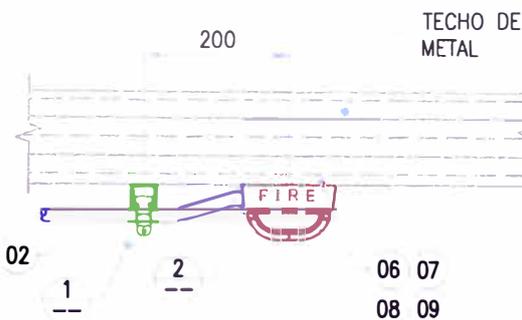
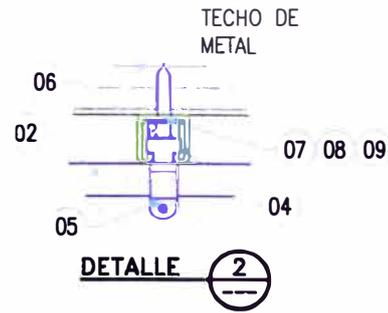
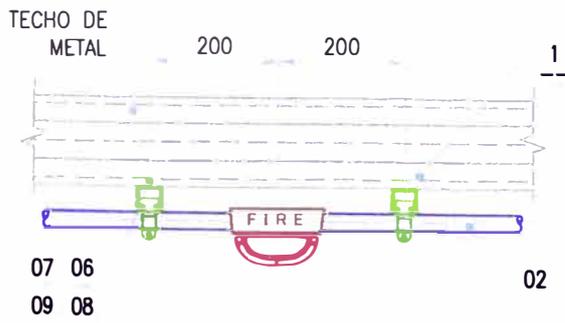
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA
09	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 3//4"	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	06	Pza.	PERNO AUTOPERFORANTE DE Ø 1/4"x1"	---	---
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 3/4"	P1112	---
04	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - USO	P1000	UNISTRUT
03	02	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO 3/4"	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA CONDUIT RGS Ø3/4"	---	PROSTAR
01	02	Pza.	TUERCA BUSHING DE Ø3/4"	---	---

LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN TECHO CONCRETO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	CAASA		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	DIBUJÓ:	O.B.I.	HOJA N° 11
					REVISIÓN 0



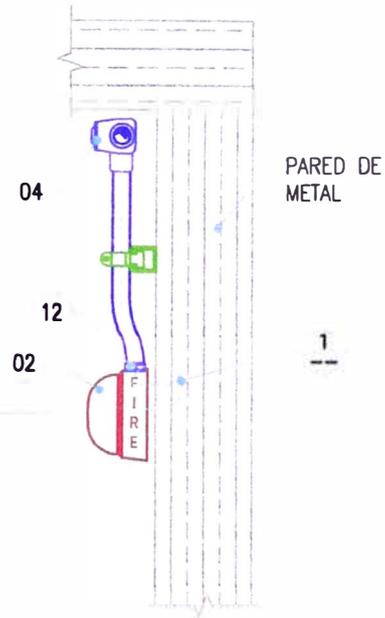
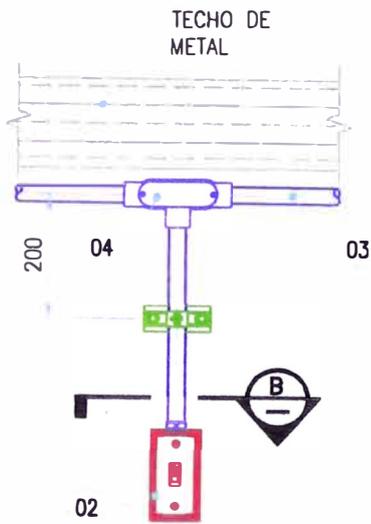
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

09	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 3//4"	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	06	Pza.	PERNO AUTOPERFORANTE DE Ø 1/4"x1"	---	---
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 3/4"	P1112	---
04	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
03	02	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO 3/4"	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA CONDUIT RGS Ø3/4"	---	PROSTAR
01	02	Pza.	TUERCA BUSHING DE Ø3/4"	---	---
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN TECHO METÁLICO

---	---	---	TOL. GRAL.:	---	ESCALA:	1:10	MATERIAL:	---
---	---	---	ACAB. GRAL.:	---	FECHA:	31/07/24	DIMENSIONES:	---
---	---	---		DEMONACIÓN:		HOJA N°		
---	---	PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		12				
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ:	O.B.I.	REVISIÓN		
						0		



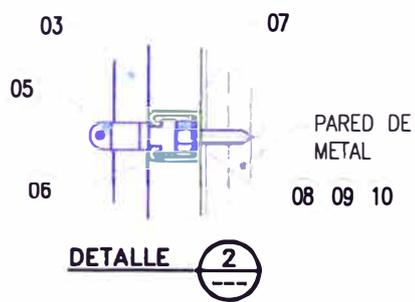
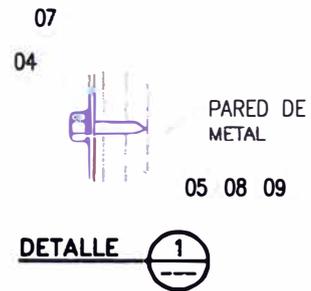
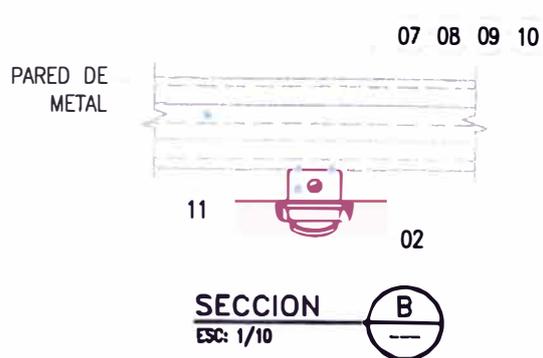
2200 A 2400
DEL NIVEL DE PISO (SE DEFINIRÁ EN OBRA)

NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	HOJA N°
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	13
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0

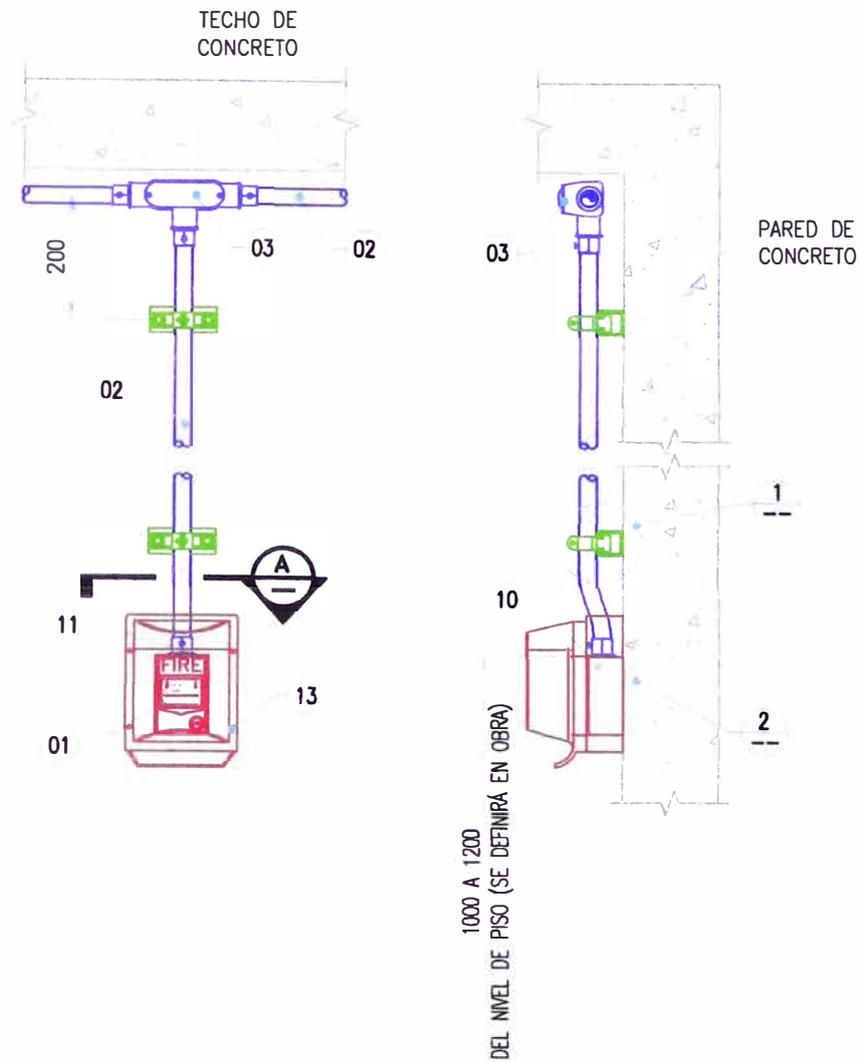


- NOTA:
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERIAS Y DIAMETROS SE DEFINIRA EN OBRA.
 - 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILIMETROS.
 - 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

12	03	Pza.	CONECTOR EMT 1"	---	---
11	01	Pza.	CAJA SIMPLE GANG 3-3/4"x2" DEEP	BELL	5324-5
10	12	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
09	12	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
08	12	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
07	12	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE Ø 1/4"x1"	---	---
06	1.5	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
04	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
03	2.0	m.	TUBERÍA ETM Ø1"	---	PROSTAR
02	01	Pza.	ESTACIÓN DE ABORTO	2080-9057	SIMPLEX
01	01	Pza.	LUZ ESTROBOSCÓPICA	4906-9102	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA

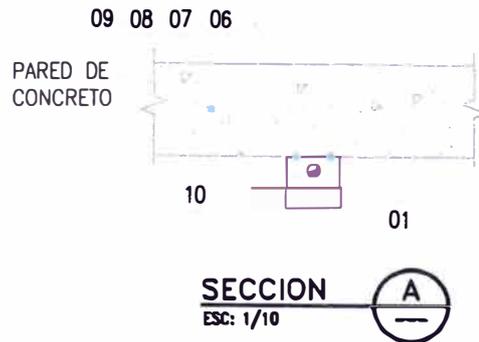
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 14
					REVISIÓN 0



NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO						
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---	
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---	
---	---	---		DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		HOJA N° 15
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.		CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



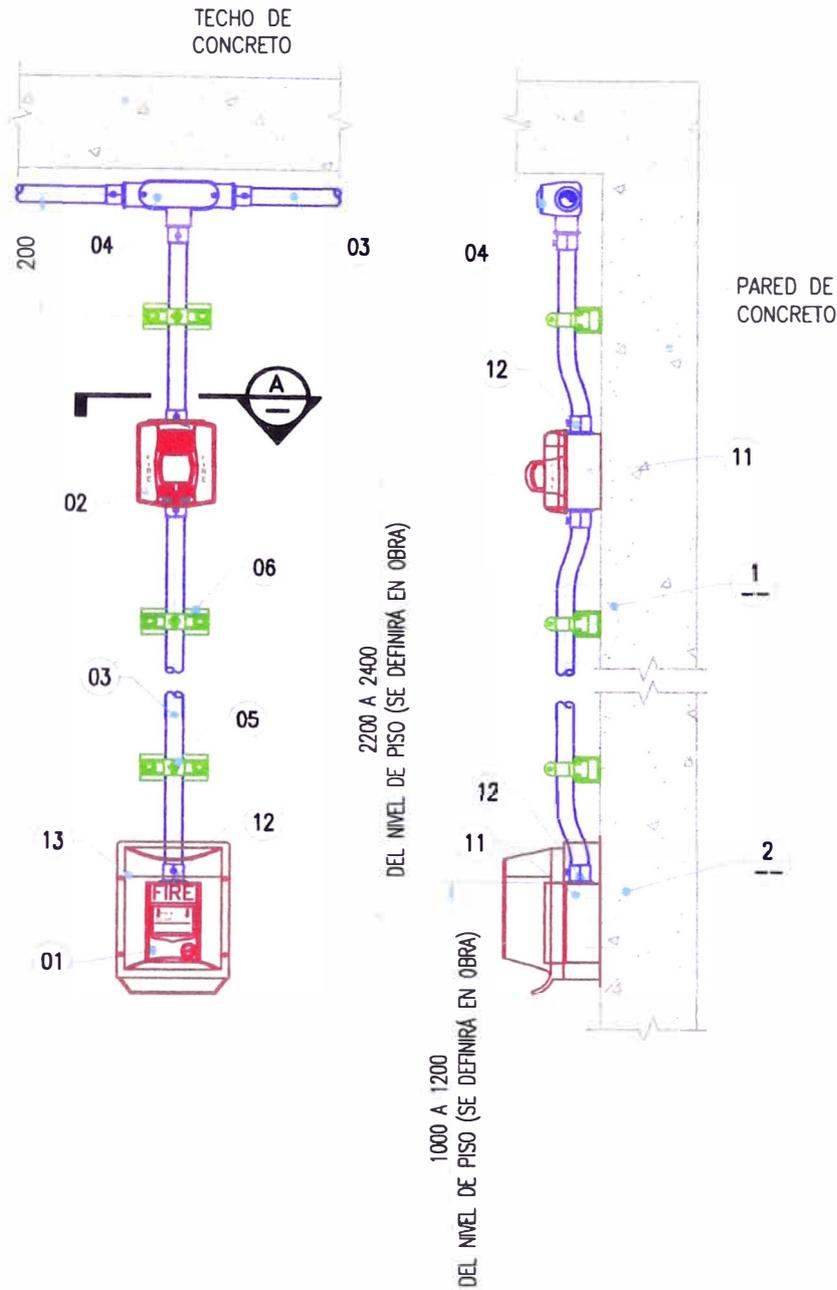
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL

13	01	Pza.	STOPPER	STI-3150/SPA	SECUTRON
11	01	Pza.	CONECTOR EMT 1"	---	---
10	01	Pza.	CAJA SIMPLE GANG 3-3/4"x2" DEEP	BELL	5324-5
09	08	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
08	08	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
07	08	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
06	08	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE Ø 1/4"x1"	---	---
05	1.0	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
04	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
03	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
02	2.0	m.	TUBERÍA ETM Ø1"	---	PROSTAR
01	01	Pza.	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA	4099-9006SP	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
---	---	---		HOJA N° 16	
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0

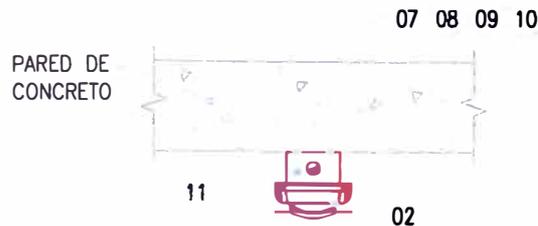


NOTA:

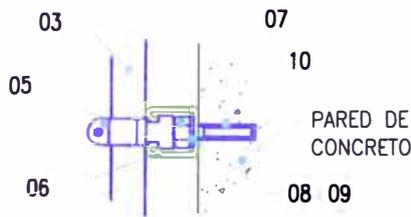
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL

ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO

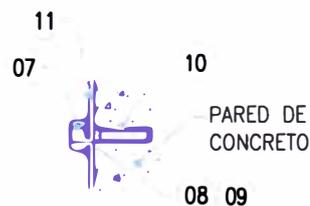
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
---	---	---		HOJA N° 17	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



SECCION A
Esc: 1/10



DETALLE 1



DETALLE 2

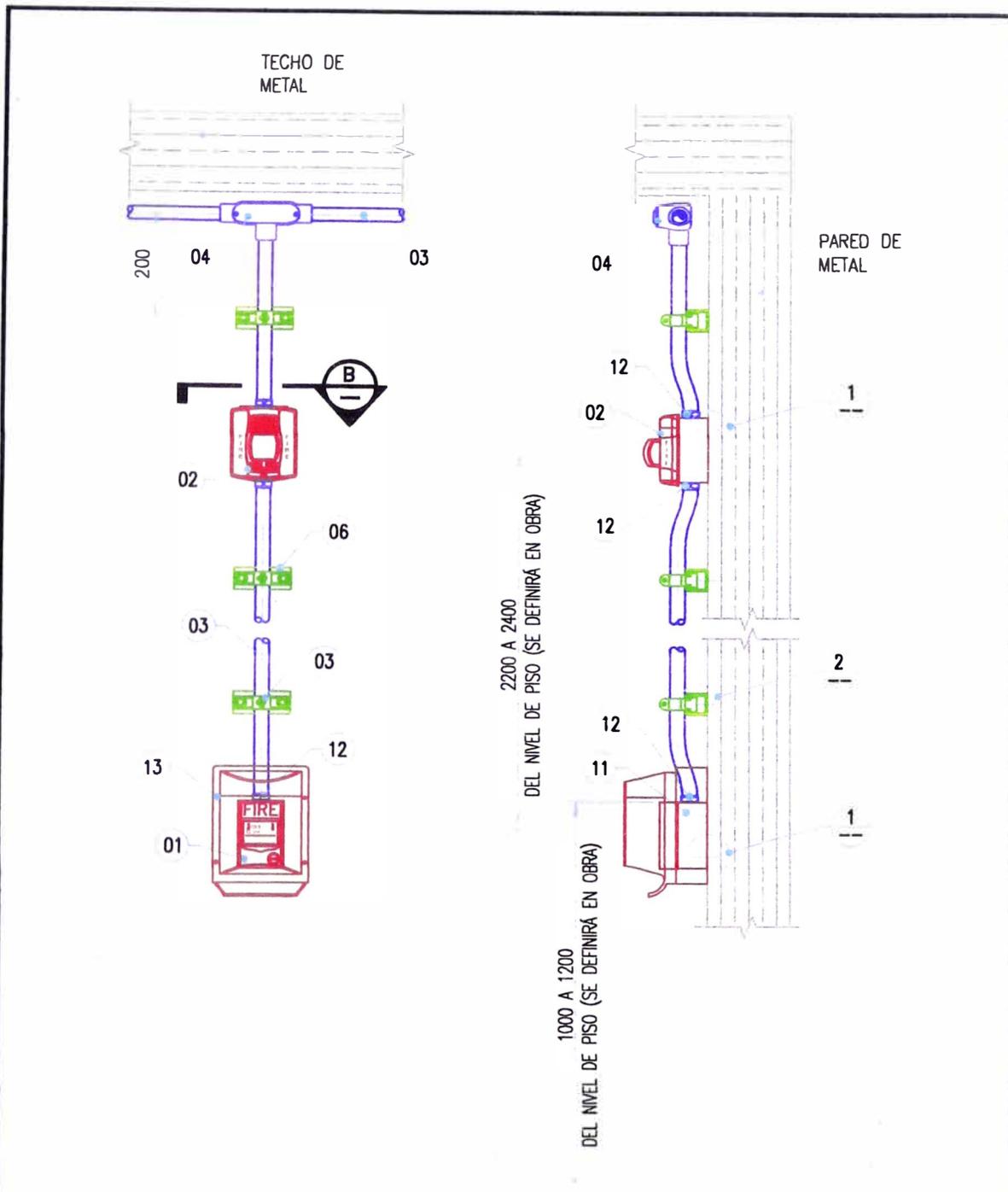
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL

13	01	Pza.	STOPPER	STI-3150/SPA	SECUTRON
12	03	Pza.	CONECTOR EMT 1"	---	---
11	02	Pza.	CAJA SIMPLE GANG 3-3/4"x2" DEEP	BELL	5324-5
10	14	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
09	14	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
08	14	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
07	14	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE Ø 1/4"x1"	---	---
06	1.5	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
04	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
03	3.0	m.	TUBERÍA ETM Ø1"	---	PROSTAR
02	01	Pza.	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	4906-9127	SIMPLEX
01	01	Pza.	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA	4099-9006SP	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA

ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED CONCRETO

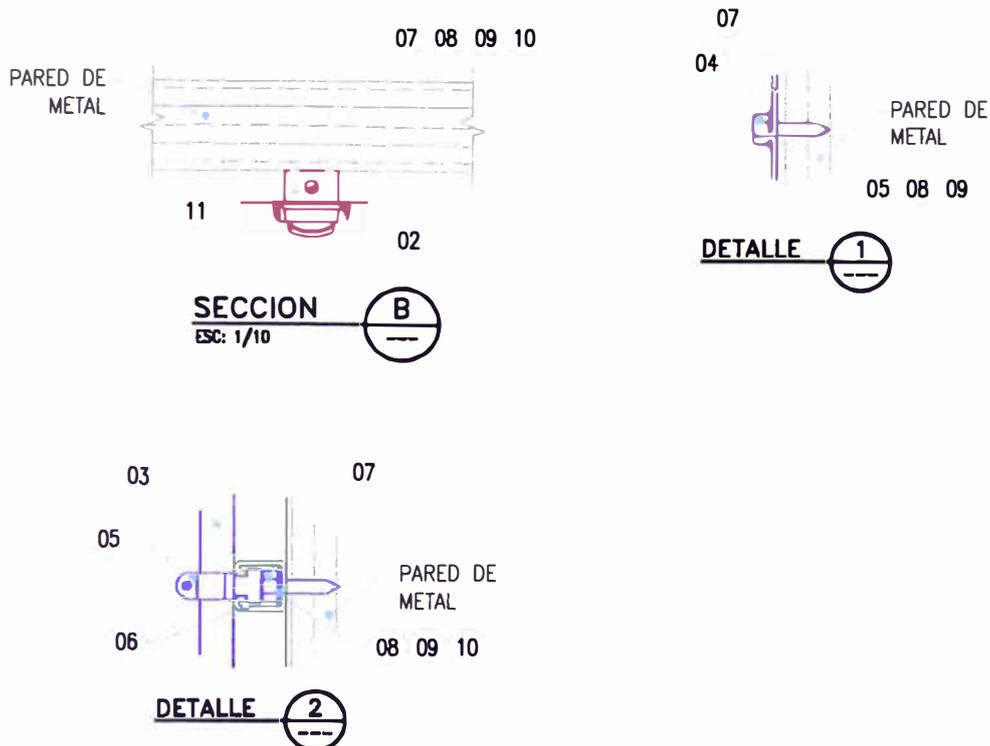
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 18
					REVISIÓN 0



NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL

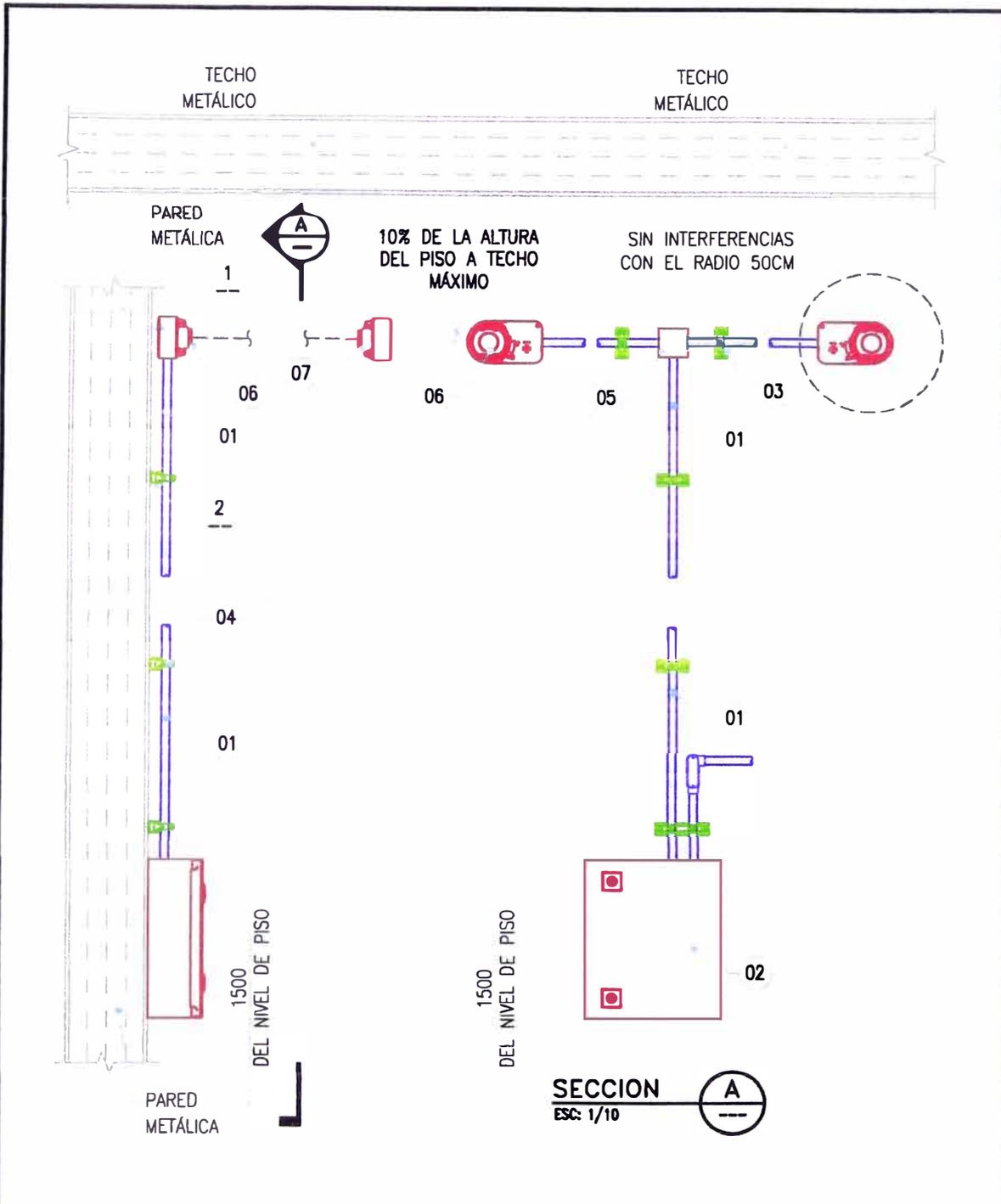
ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA						
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---	
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---	
---	---	---		DEMONACIÓN: PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN		HOJA N° 19
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.		CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

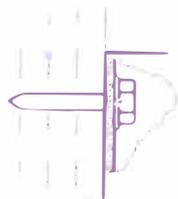
13	01	Pza.	STOPPER	STI-3150/SPA	SECUTRON
12	03	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO DE 3/4"	---	---
11	02	Pza.	CAJA SIMPLE GANG 3-3/4"x2" DEEP	BELL	5324-5
10	14	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
09	14	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
08	14	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO 1/4"	---	---
07	14	Pza.	PERNO AUTOPERFORANTE DE Ø 1/4"x1"	---	---
06	1.5	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
05	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 1"	P1112	---
04	01	Pza.	CAJA CONDULET TIPO T 1" (con tapa y empaque)	---	---
03	2.5	m.	TUBERÍA CONDUIT RGS Ø3/4"	---	PRODUIT
02	01	Pza.	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA	4906-9127	SIMPLEX
01	01	Pza.	ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA	4099-9006SP	SIMPLEX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA
ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA Y SIRENA C/ LUZ ESTROBOSCÓPICA - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA					
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
---	---	---		HOJA N°	
---	---	---		20	
TOL. ISO	COTA MÁX	COTA MÍN	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



- NOTA:
- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
 - 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
 - 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

DETECTOR FOTOBEAM - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA						
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---	
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---	
---	---	---		DEMONACIÓN:	HOJA N°	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	21	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0	

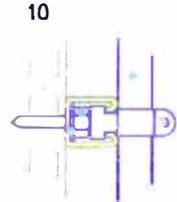
PARED METÁLICA



08 09 10

DETALLE ①

PARED METÁLICA



09 08

DETALLE ②

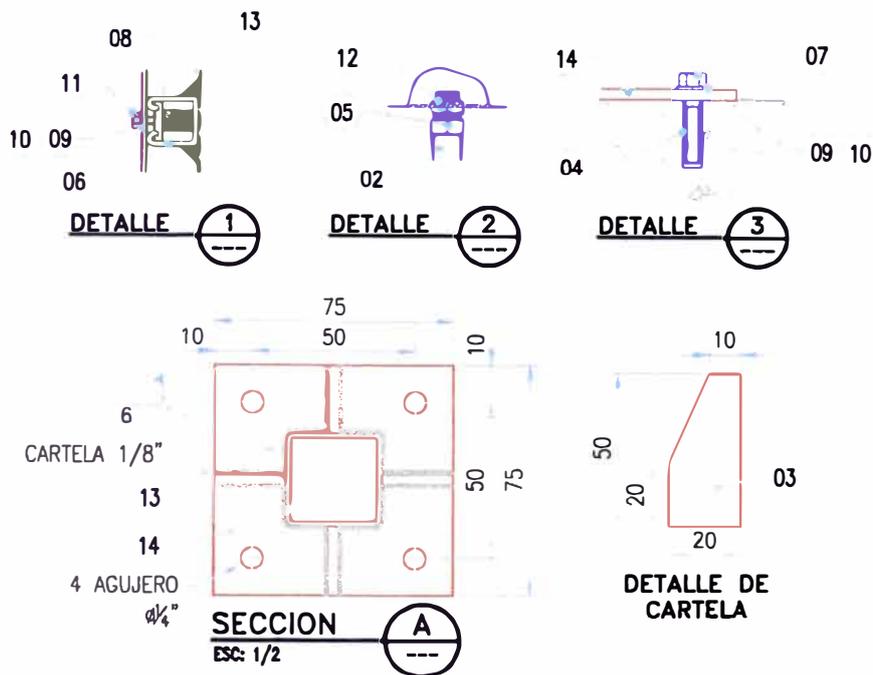
NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERÍAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

10	04	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4° METÁLICA	---	---
09	04	Pza.	ARANDELA DE NEOPRENO DE 3//4°	---	---
08	04	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4°	---	---
07	01	Pza.	DETECTOR FOTOBEM RECEPTOR	---	---
06	01	Pza.	DETECTOR FOTOBEM TRANSMISOR	---	---
05	01	Pza.	CAJA SIMPLE GANG 3-3/4"x2" DEEP	BELL	5324-5
04	02	Pza.	ABRAZADERA PARA CANAL METÁLICO 3/4°	P1112	---
03	0.5	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
02	01	Pza.	PANEL DE MÓDULOS	---	---
01	2.5	m.	TUBO CONDUIT 3/4° RGS	---	---
ITEM	CANT	UND	DETECTOR FOTOBEM - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA	MODELO	MARCA

DETECTOR FOTOBEM - INSTALACIÓN EN PARED METÁLICA

---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	HOJA N°
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	22
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	REVISIÓN 0



NOTA:

- 1.- LA CANTIDAD DE SALIDAS DE TUBERIAS Y DIÁMETROS SE DEFINIRÁ EN OBRA.
- 2.- TODAS LAS MEDIDAS EN MILÍMETROS.
- 3.- MARCA Y MODELO DE MATERIALES REFERENCIAL.

14	02	Pza.	PLANCHA DE ACERO e=1/4" - 75x75mm	---	---
13	5.2	m.	TUBO CUADRADO 1 1/4"x1 1/4"x1.5mm	---	---
12	02	Pza.	CONTRATUERCA P/TUBO CONDUIT Ø3/4"	---	---
11	04	Pza.	PERNO HEXAGONAL CON RANURA GRADO 8 DE Ø 1/4"x1"	---	---
10	12	Pza.	ARANDELA DE PRESIÓN 1/4"	---	---
09	12	Pza.	ARANDELA PLANA 1/4" METÁLICA	---	---
08	04	Pza.	TUERCA CON RESORTE LARGO Ø1/4"	---	---
07	08	Pza.	PERNO HEXAGONAL DE Ø 1/4"x2"	---	---
06	0.5	m.	CANAL METÁLICO 41x41mm - LISO	P1000	UNISTRUT
05	08	Pza.	CONECTOR CONDUIT LIQUID TIGHT RECTO DE 3/4"	---	---
04	08	Pza.	TACO DE EXPANSIÓN DE 1/4"	---	---
03	08	Pza.	PLANCHA DE ACERO e=1/8" - 50x20mm	---	---
02	2.8	m.	TUBERÍA CONDUIT RGS Ø3/4"	---	PRODUIT
01	01	Pza.	PANEL DE MÓDULOS	TIP-86	TIBOX
ITEM	CANT	UND	DESCRIPCION	MODELO	MARCA
PANEL DE MÓDULO - INSTALADO EN PARANTE METÁLICO					
---	---	---	TOL. GRAL.: ---	ESCALA: 1:10	MATERIAL: ---
---	---	---	ACAB. GRAL.: ---	FECHA: 31/07/24	DIMENSIONES: ---
---	---	---		DEMONACIÓN:	
---	---	---		PLANO DE DETALLE DE INSTALACIÓN	
TOL. ISO	COTA MÁX.	COTA MÍN.	CAASA	DIBUJÓ: O.B.I.	HOJA N° 24
					REVISIÓN 0