

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En el plano internacional, la gestión de emergencias se concibe como un proceso integral que articula prevención, preparación, respuesta y recuperación para reducir vulnerabilidades y fortalecer la resiliencia organizacional. Este enfoque se traduce en estándares de gestión que operan sobre el día a día de las empresas: ISO 45001 incorpora la preparación y respuesta ante emergencias dentro del sistema de seguridad y salud, bajo la lógica de mejora continua, exigiendo definición de roles, competencias, procedimientos y verificación periódica; de forma complementaria, ISO 22320 ordena la gestión de incidentes y la coordinación operativa, de modo que la estructura de mando, la comunicación y la interoperabilidad se sostengan incluso en condiciones de presión. En el campo específico de la protección de ocupantes, NFPA 101 (Life Safety Code) ha permeado códigos y buenas prácticas al fijar criterios de ocupación, rutas de salida, protección activa y pasiva y comunicaciones para una evacuación segura.

A nivel nacional, Bolivia estructura la reducción y el manejo del riesgo mediante la Ley 602, que promueve la construcción de escenarios y la preparación de la respuesta frente a amenazas naturales, tecnológicas y antrópicas. En el ámbito laboral, la uniformidad visual y funcional de la señalización se asegura con la RM 849/2014 y la NB 55001, que normalizan colores, formas, pictogramas, tamaños y distancias de lectura para rutas, salidas y equipos de emergencia. Esta normalización no es un solo un aspecto gráfico: es una condición para que las personas identifiquen con rapidez las vías de desalojo y los medios de primera intervención.

El diseño documental del plan se enmarca, además, en lineamientos nacionales específicos. La NB 517002 define los contenidos mínimos y la estructura de un Plan de Emergencias, organización y responsabilidades, análisis de escenarios, recursos, procedimientos de respuesta, comunicación, simulacros y control documental, ofreciendo el esqueleto técnico sobre el que se construyen los productos del proyecto. En prevención y protección contra incendios, el SIPPCI establece medidas activas y pasivas y clasifica el riesgo del

establecimiento; su índice ICSI y la lectura de carga de fuego permiten traducir el diagnóstico en decisiones de diseño verificables, tales como selección de agentes extintores, cobertura y accesibilidad de medios, necesidad de rutas protegidas y criterios de compartimentación.

En el sector manufacturero de empaques plásticos, la coexistencia de insumos con compuestos orgánicos volátiles, equipos energizados y tránsito permanente de personal entre áreas concentra condiciones que exigen coherencia entre marco internacional, normativa nacional y metodologías de evaluación. Bajo ese encuadre, el Plan de Emergencias debe concebirse como un sistema documentado, con organización de respuesta claramente definida, rutas y señalización normalizadas y medios dimensionados al riesgo, todo sustentado en procedimientos medibles y auditables.

Sobre esta base se aborda el caso de Flexyplas. La empresa opera con múltiples procesos y turnos y presenta brechas de preparación y respuesta que justifican un diseño específico del plan. En los capítulos siguientes se integra el marco teórico, el marco técnico y el marco normativo para priorizar escenarios, fijar criterios de diseño y generar los productos documentales que ordenan la respuesta ante emergencias en este contexto productivo.

1.2 Antecedentes

A nivel internacional, estudios en la industria plástica evidencian que la falta de planes de emergencias formales agrava riesgos por solventes, COV y maquinaria. Casos NFPA (2023) destacan la necesidad de priorizar carga de fuego, ventilación y procedimientos LOTO para reducir incidentes y lesiones. (Bermeo, 2010)

En Bolivia, diagnósticos y estudios en empresas manufactureras plásticas revelan brechas recurrentes: ausencia de planes, señalización deficiente y brigadas inexistentes. La Ley 602, NB 517002 y SIPPCI exigen preparación ante riesgos tecnológicos, pero muchas empresas aún presentan deficiencias en respuesta preventiva. (Ramirez, 2024)

En Tarija, observaciones en plantas similares del sector de empaques plásticos muestran discontinuidades en rutas, falta de brigadas por turno y capacitación insuficiente, agravadas por operación continua con adhesivos y equipos energizados.

Flexyplas S.A. es una organización industrial boliviana dedicada a la fabricación de empaques y envases plásticos, con planta principal en la Carretera a Bermejo Km 8, Tarija. A partir de un proceso de consolidación empresarial, anteriormente operó bajo el nombre comercial Formas Plásticas Cascada, la compañía ha fortalecido su portafolio y su presencia en el mercado nacional, abasteciendo a clientes del sector alimenticio y de consumo masivo. Este crecimiento se refleja en una operación continua las veinticuatro horas del día, estructurada en turnos de doce horas, y en la incorporación de activos de mayor capacidad productiva, lo que impone estándares más exigentes de coordinación técnica, aseguramiento de la calidad y disciplina operativa.

El predio industrial está compuesto por varias naves y áreas de soporte que integran las etapas clave de transformación de materiales plásticos y sus actividades de apoyo logístico. En ese contexto, el presente estudio delimita su alcance a la Nave 1, por ser el espacio donde se concentra la mayor interacción entre procesos productivos, personal operativo y flujo de materiales, y donde la continuidad de las operaciones depende de una respuesta coordinada ante incidentes. Esta acotación permite diseñar un plan específico y aplicable a la configuración real de dicha nave, sin extrapolar resultados al resto del establecimiento.

Durante el levantamiento de información en planta se identificaron brechas relevantes en preparación y respuesta ante emergencias en la Nave 1: ausencia de un Plan de Emergencias formal y vigente, señalización y rutas de evacuación incompletas o con discontinuidades, ausencia de brigadas constituidas por turno y capacitaciones sin registro trazable. A ello se suman antecedentes de incidentes con lesiones (cortaduras, sobreesfuerzos y una fractura) que, si bien no derivaron en eventos de mayor magnitud, evidencian vulnerabilidades frente a escenarios típicos del rubro, como incendios asociados a compuestos orgánicos volátiles de

tintas y adhesivos, emergencias eléctricas en equipos energizados, derrames de sustancias y atrapamientos mecánicos.

El contexto operativo de la Nave 1 intensifica estas necesidades: el tránsito simultáneo de personas y materiales, la coexistencia de equipos de distinta naturaleza, la variabilidad de pedidos y la exigencia de plazos de entrega demandan una estructura clara de roles, rutas y medios de primera intervención que permita actuar con rapidez y coherencia. Si bien la empresa declara prácticas formales de control de calidad —lo que aporta orden documental en lo productivo—, la dimensión de seguridad y, en particular, la gestión de emergencias, requiere un marco de diseño propio que unifique criterios y documente procedimientos de actuación, comunicaciones y responsabilidades.

En atención a estas evidencias, la dirección manifestó su interés en fortalecer los mecanismos de prevención y respuesta, priorizando la Nave 1 como punto de partida. De este modo, el proyecto se orienta al diseño de un Plan de Emergencias específico para esta nave, con sustento en metodologías de priorización de riesgos y lineamientos de referencia, a fin de organizar la actuación, reducir consecuencias sobre personas y activos y favorecer la continuidad operativa. La presente investigación se circunscribe a la fase de diseño documental; cualquier actividad de implementación, adquisición o certificación queda explícitamente fuera del alcance.

1.3 Descripción de la empresa

1.3.1 Empresa: Flexyplas S.A.

Razón social: Flexyplas Sociedad Anónima

Rubro: Producción industrial de empaques y envases plásticos

Flexyplas S.A. es una empresa del sector industrial dedicada a la fabricación y comercialización de envases plásticos, etiquetas y productos termo contraíbles. Su modelo

de producción abarca desde la transformación de materia prima mediante procesos de extrusión, impresión y troquelado, hasta la elaboración de empaques plásticos personalizados según los requerimientos de cada cliente. La empresa es reconocida por su capacidad de producción a gran escala y su enfoque en el aseguramiento de la calidad, respaldado por estrictos controles en cada etapa del proceso productivo.

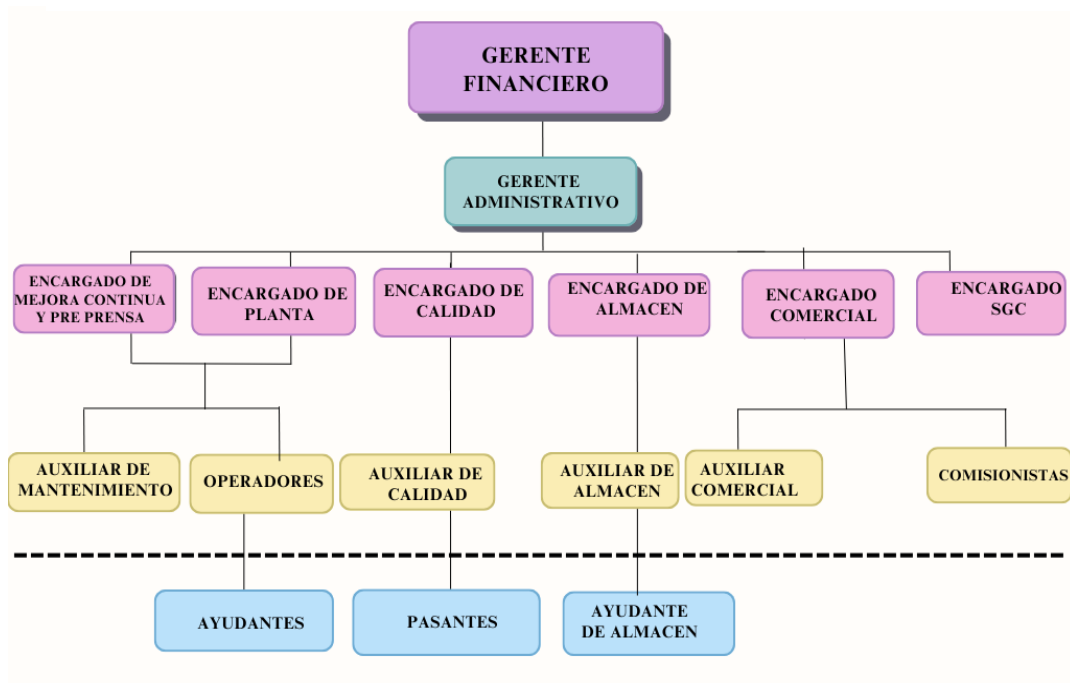
1.3.2 Organigrama

La organización está conformada por un Gerente General, bajo cuya supervisión operan diferentes encargados y responsables distribuidos por área. Las principales funciones directivas y técnicas están a cargo de:

- Encargado de Producción
- Encargado de Calidad
- Encargado de Almacén
- Encargado de Ventas
- Encargado Administrativo
- Jefe de Planta

Cada unidad operativa cuenta con personal técnico calificado, que cumple funciones específicas de acuerdo con el área de trabajo.

Figura 1 .Organigrama jerárquico de la empresa en estudio



Nota. La figura representa el organigrama funcional de Flexyplas S.A., en el cual se observa la jerarquía de gestión encabezada por el Gerente General, seguida por los responsables de áreas clave como producción, calidad, ventas, administración, almacén. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.3 Ubicación geográfica

Flexyplas S.A. se encuentra ubicada en la Carretera a Bermejo Km. 8, en la ciudad de Tarija, Bolivia. Su localización estratégica permite una conexión eficiente con rutas de abastecimiento y distribución a nivel nacional, favoreciendo el transporte de materia prima y la entrega oportuna de productos terminados a sus clientes en diferentes departamentos del país.

Figura 2. Vista satelital de la planta industrial de Flexyplas S.A.



Nota. La figura muestra la localización de la planta industrial Flexyplas S.A., situada en la Carretera a Bermejo Km. 8, Tarija. Esta ubicación facilita la distribución nacional de sus productos. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.4 Misión

Proveer soluciones de empaque plástico con calidad y oportunidad, promoviendo operaciones seguras que protejan a las personas, los activos y el entorno.

1.3.5 Visión

Consolidarse como referente nacional en empaques plásticos por su excelencia operativa, innovación y gestión segura de procesos.

1.3.6 Flujograma del proceso

El proceso productivo de Flexyplas S.A. se basa en la transformación de polímeros en productos plásticos terminados, mediante diversas etapas industriales que varían según el tipo de producto elaborado. No todos los productos atraviesan todas las fases, ya que algunas etapas son específicas de ciertos tipos de envases o empaques.

Las principales etapas del proceso son:

Extrusión: Fusión y conversión de resinas plásticas en láminas o películas flexibles mediante la aplicación de calor y presión, a través de extrusoras especializadas.

Impresión: Aplicación de tintas y diseños gráficos sobre los materiales plásticos utilizando el sistema de impresión flexográfica, según las especificaciones del cliente.

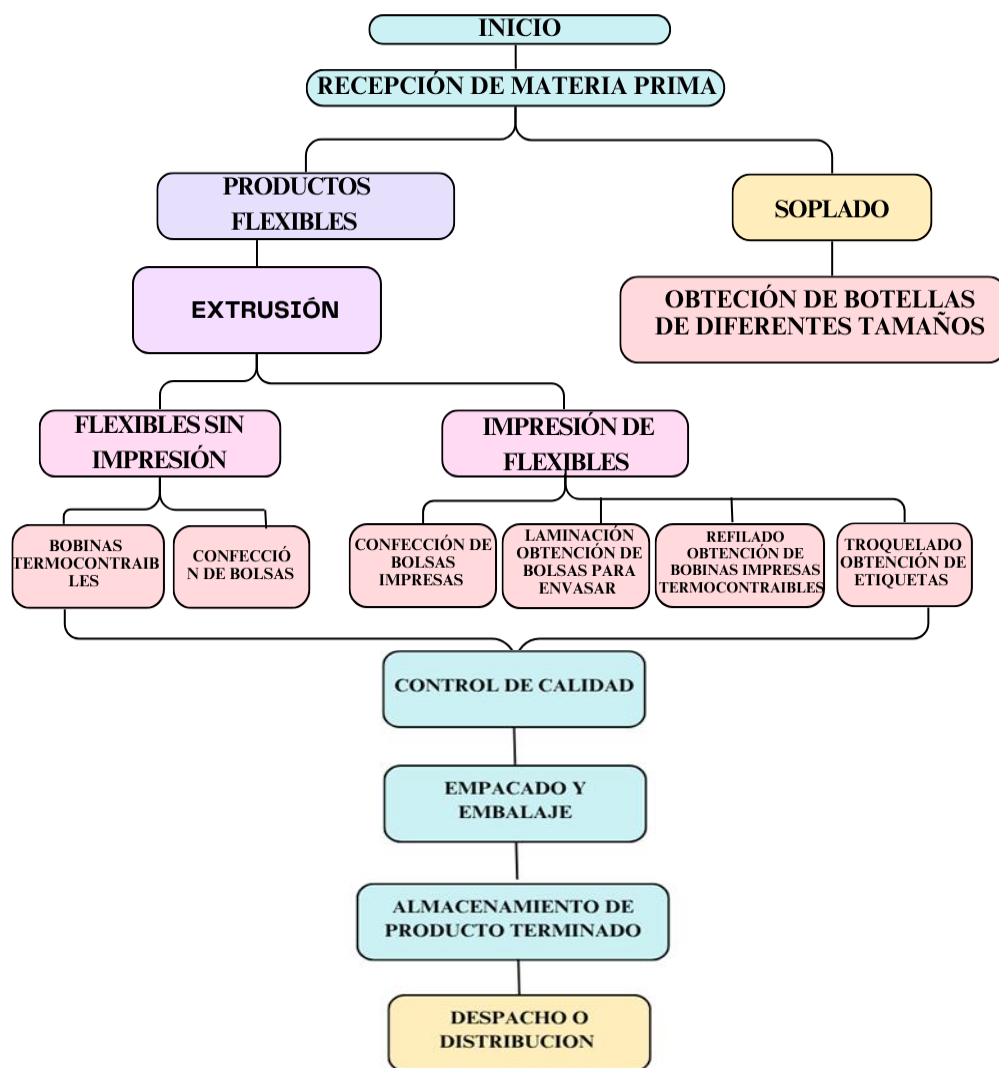
Laminación: Unión de múltiples capas de materiales plásticos, con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, funcionales y estéticas.

Troquelado: Corte preciso de los materiales conforme a formas y dimensiones definidas por el cliente, mediante el uso de troqueladoras de alta precisión.

Confección: Ensamblaje y sellado de empaques plásticos (como bolsas u otros formatos), dejándolos listos para su distribución o almacenamiento.

Control de calidad: Verificación sistemática en cada etapa del proceso productivo, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de los estándares técnicos y normativos establecidos por la empresa y sus clientes. Los flujogramas de los demás procesos se encuentran en el **Anexo 15** hasta el **Anexo 19**

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso productivo en Flexyplas S.A.



Nota. La figura muestra el flujo general del proceso de transformación de materias primas en productos finales dentro de Flexyplas S.A., Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.7 Productos y/o servicios

Flexyplas S.A. se especializa en la producción de:

Tabla 1. *Productos y servicios ofrecidos por Flexyplas S.A.*

PRODUCTO/SERVICIO	IMAGEN
Etiquetas plásticas Utilizadas para envases y productos comerciales. Elaboradas según especificaciones del cliente.	
Películas Termocontraíbles Utilizadas para embalaje, se ajustan al calor para envolver productos.	
Soplado de botellas plásticas Fabricadas mediante procesos de soplado para diversas aplicaciones.	

Empaques plásticos	
Diseñados principalmente para el sector alimenticio, aunque también se aplican en otros rubros.	

Nota. La tabla presenta los principales productos y servicios industriales que ofrece Flexyplas S.A., acompañados de una imagen representativa para cada uno. Se incluyen etiquetas plásticas, películas termocontraíbles, y empaques flexibles destinados principalmente al sector alimenticio. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.8 Maquinaria y equipo

A lo largo de las diferentes etapas del proceso de producción, la empresa cuenta con diversas máquinas especializadas que permiten transformar la materia prima en productos terminados de alta calidad. A continuación, se detallan las principales máquinas utilizadas en la Nave 1, organizadas según el proceso al que pertenecen y acompañadas de una breve descripción de su función.

1.3.8.1 Laminación

Proceso donde se unen dos o más capas de material para formar una sola estructura.

Tabla 2. *Maquinaria empleada en el proceso de laminación en Flexyplas S.A*

NOMBRE DE LA MÁQUINA	IMAGEN
CONEXI SL2 MB	
Laminadora automática que fusiona capas de materiales (ej. BOPP + PEBD) mediante calor y presión, asegurando resistencia y sellabilidad.	

Nota. La tabla presenta la laminadora industrial utilizada por Flexyplas S.A. para fusionar capas de materiales plásticos mediante calor y presión, mejorando las propiedades del producto final. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.8.2 Impresión

Aplicación de diseños, logos o textos sobre el film plástico.

Tabla 3. *Maquinaria utilizada en el proceso de impresión en Flexyplas S.A.*

NOMBRE DE LA MÁQUINA	IMAGEN
CONEXI F4	
Impresora flexográfica de alta precisión. Utiliza tintas flexográficas (como Flexiprint/Flexistar) para impresión continua sobre films.	

Nota. La tabla presenta el equipo utilizado en el área de impresión de Flexyplas S.A., donde se aplican diseños gráficos sobre películas plásticas mediante el sistema flexográfico. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.8.3 Refilado

Corte y ajuste de los bordes de la lámina plástica impresa y laminada.

Tabla 4. Equipos de refilado utilizados en Flexyplas S.A.

NOMBRE DE LA MÁQUINA	IMAGEN
REF CHINA Máquina refiladora de origen asiático, corta bordes y elimina defectos del film	
REF PROFORMA Refiladora destinada a materiales específicos como preformas o formatos preestablecidos	
CONEXI REFILADORA Equipo de alta precisión para corte longitudinal del film	

Nota. La tabla muestra las principales máquinas refiladoras empleadas en Flexyplas S.A. para el corte y ajuste de películas plásticas, eliminando defectos y adaptando los formatos a las especificaciones requeridas. Fuente: Elaboración propia (2025)

1.3.8.4 Confección

Transforma el film en productos finales como bolsas o empaques sellados.

Tabla 5. *Maquinaria empleada en el proceso de confección en Flexyplas S.A.*

NOMBRE DE LA MÁQUINA	IMAGEN
MAQ PLAST 800	
Máquina de confección para bolsas grandes.	
MAQ PLAST 740	
Máquina de confección de menor tamaño	
POUCH 400	
Máquina especializada en confeccionar bolsas tipo pouch con cierres o sellos especiales.	

Nota. La tabla presenta los equipos utilizados en el área de confección de Flexyplas S.A., destinados a transformar el film plástico en bolsas y empaques con diferentes formatos y aplicaciones. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.8.5 Troquelado

Corte de materiales en tamaños según sus especificaciones.

Tabla 6. Equipos de troquelado utilizados en Flexyplas S.A.

NOMBRE DE LA MÁQUINA	IMAGEN
NARITA Troqueladora precisa, corta etiquetas o formas específicas con moldes.	
KARVILLE Troqueladora de alta capacidad, puede incluir funciones de corte y sellado para etiquetas complejas.	
FERRO S2 Troqueladora de alta capacidad utilizada para el corte preciso de etiquetas, adaptada según las especificaciones del diseño.	

Nota. La tabla incluye las troqueladoras empleadas por Flexyplas S.A. para realizar cortes precisos en materiales plásticos, adaptándose a moldes y diseños definidos por el cliente. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.3.9 Materia Prima e Insumos

Entre las materias primas más utilizadas para la elaboración de los productos en Flexyplas S.A. se encuentran diversos polímeros, aditivos, pigmentos, solventes y tintas, esenciales para los procesos de extrusión, impresión, laminado y confección de envases plásticos. A continuación, se detallan sus principales características:

Tabla 7. *Materias primas e insumos utilizados en Flexyplas S.A*

MATERIA PRIMA	IMAGEN
PEBD (Polietileno de Baja Densidad) Termoplástico flexible y transparente. Usado para películas plásticas por su resistencia al rasgado.	
PEBDL (Polietileno de Baja Densidad Lineal) Similar al PEBD pero con mayor resistencia al impacto y al estiramiento. Usado en empaques flexibles.	
PEAD (Polietileno de Alta Densidad) Polímero rígido y resistente. Se emplea en envases, botellas y bolsas más gruesas.	

BOPP Metalizado	
Polipropileno orientado con capa metalizada. Aporta barrera contra luz, vapor y oxígeno. Ideal para alimentos.	
BOPP Cristal	
Film transparente con alta claridad óptica y resistencia. Muy usado en etiquetas y envolturas.	
BOPP Perlado	
BOPP blanco opaco, con acabado perlado. Aporta barrera térmica y estética a empaques.	
Adhesivo	
Componente clave en la laminación de capas plásticas. Puede ser base solvente o sin solvente.	

Pigmento Negro	
Concentrado de color que se mezcla con el polímero base para dar coloración uniforme.	
Pigmento Blanco	
Pigmento (usualmente con dióxido de titanio) que da opacidad y apariencia blanca al material.	
Tinta Flexiprint	
Tinta flexográfica base solvente. Usada para impresión de alta velocidad y buena adhesión.	
Tinta Flexistar	
Tinta especializada para impresión flexográfica en plásticos. Buena resistencia y color.	

Preformas Moldes plásticos iniciales que se usan para fabricar botellas por soplado. Hechos de PET.	
Solvente Reductor A Solvente para diluir tintas o limpiar sistemas de impresión. Mejora la viscosidad y secado.	

Nota. La tabla muestra los principales insumos utilizados en los procesos de extrusión, impresión, laminación, confección y soplado en Flexyplas S.A. Incluye polímeros, pigmentos, adhesivos, tintas y solventes esenciales para la transformación del plástico. Fuente: Elaboración propia (2025).

1.4 Planteamiento de la problemática

Flexyplas S.A. ha crecido en infraestructura, equipamiento y líneas productivas, operando de manera continua las veinticuatro horas del día, los siete días de la semana. Este régimen intensivo incrementa la exposición a eventos de origen humano, técnico o natural y exige procedimientos de coordinación y respuesta claramente documentados. En este contexto, el presente trabajo delimita su alcance a la Nave 1, donde se concentran los procesos de impresión, laminación, troquelado/refilado y confección, con uso de tintas, solventes y adhesivos (VOC) y operación de equipos energizados.

El levantamiento de campo evidenció la ausencia de un Plan de Emergencias formal y vigente para la Nave 1, rutas y señalización incompletas o no estandarizadas, brigadas no constituidas y capacitaciones sin registro trazable. Esta situación dispersa responsabilidades y dificulta la activación de una cadena de mando efectiva durante incidentes. Los escenarios plausibles incluyen incendios asociados a VOC y a sobrecalentamiento de equipos, emergencias eléctricas en turnos nocturnos, exposición a químicos en laminación y accidentes mecánicos en troquelado/refilado y confección. Aunque no se han registrado siniestros catastróficos, existen antecedentes de accidentes laborales, una fractura y lesiones por cortes con estiletes, además de dolores musculares y lumbares por sobrecarga, que evidencian vulnerabilidades en la preparación y en la respuesta inicial.

El problema no se reduce a la complejidad técnica del proceso, sino a la falta de un diseño documental que integre organización de respuesta por turno, procedimientos por escenario, rutas y señalización normalizadas y medios de primera intervención dimensionados al riesgo. La ausencia de simulacros y de registros sistemáticos refuerza el diagnóstico de una preparación insuficiente. De ahí la necesidad de diseñar un Plan de Emergencias específico para la Nave 1, que priorice escenarios mediante criterios técnicos y establezca productos documentales auditables, dejando explícitamente fuera de alcance toda actividad de implementación en esta etapa.

1.4.1 Formulación del problema

¿Cómo puede el diseño de un Plan de Emergencias mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias y fortalecer la seguridad operativa en la empresa Flexyplas S.A., ubicada en Tarija, Bolivia?

1.4.2 Árbol de problemas

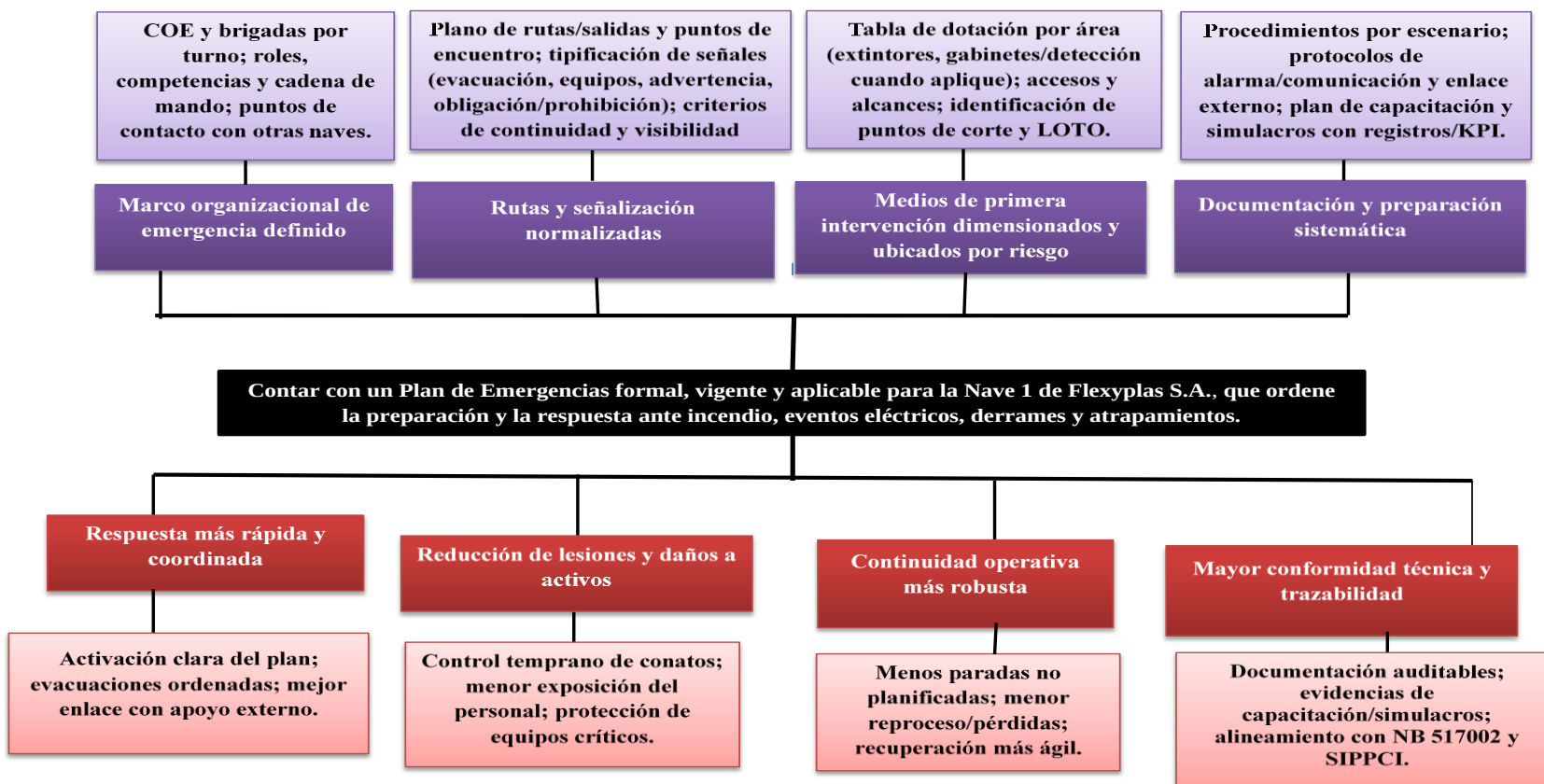
Figura 4. Árbol de problemas de la gestión de emergencias en la Nave 1 de Flexyplas S.A.



Nota. El diagrama sintetiza las principales causas y consecuencias asociadas a la ausencia de un Plan de Emergencias y de una organización formal de respuesta en la Nave 1 de Flexyplas S.A., incluyendo debilidades organizacionales, de señalización, medios de intervención y cultura preventiva. Elaboración propia, 2025.

1.4.3 Árbol de soluciones

Figura 5. Árbol de soluciones del Plan de Emergencias en la Nave 1 de Flexyplas S.A.



Nota. El diagrama muestra los componentes propuestos del Plan de Emergencias para la Nave 1 de Flexyplas S.A., así como sus efectos esperados en términos de organización, señalización, medios de intervención, continuidad operativa y cumplimiento normativo. Elaboración propia, 2025.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un Plan de Emergencias para la Nave 1 de Flexyplas S.A., basado en la guía del SIPPCI y la NB 517002, con el fin de establecer procedimientos organizados de actuación ante situaciones de riesgo, garantizando la seguridad del personal, la protección de activos y la continuidad operativa.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la Nave 1 mediante la aplicación de un checklist técnico, identificando brechas en medidas preventivas, señalización, recursos de emergencia, organización y cultura de seguridad.
- Evaluar los escenarios de emergencia de la Nave 1 mediante la metodología IPER y lectura de vulnerabilidad, con el fin de clasificar y priorizar los riesgos que requieren medidas de diseño dentro del plan de emergencias.
- Diseñar la estructura del Plan de Emergencias para la Nave 1, definiendo la organización de respuesta (COE y brigadas por turno), trazando rutas y señalización correspondiente, y dimensionando/ubicando los medios de primera intervención de acuerdo con carga de fuego/ICSI.
- Estandarizar y documentar los procedimientos operativos por escenario de emergencias identificados y el esquema de comunicaciones y alarma, definiendo responsables, medios, lineamientos de gestión documental y revisión PHVA.
- Presupuestar el diseño del Plan de Emergencias para la Nave 1, estimando el costo total del diseño y justificando su viabilidad, sin incluir actividades de implementación.

1.6 Justificación

1.6.1 Justificación académica

Este proyecto aporta un caso aplicado de seguridad industrial en un entorno real. Integra la identificación de peligros, la priorización técnica mediante IPER y lectura de vulnerabilidad, el diseño documental del Plan de Emergencias, la señalización, la organización de la respuesta y las comunicaciones. En el pregrado estos contenidos suelen abordarse de forma general; aquí se profundizan con una metodología trazable y con productos técnicos transferibles a otras industrias con riesgos similares. El trabajo fortalece competencias propias de la ingeniería industrial, como el análisis de procesos, la toma de decisiones en condiciones de riesgo, la documentación técnica y la comunicación efectiva, y abre camino a futuras especializaciones o posgrados en seguridad y salud en el trabajo.

1.6.2 Justificación técnica

En la Nave 1 confluyen procesos con uso de tintas y adhesivos, equipos energizados y operación continua, lo que incrementa la exposición a incendios, emergencias eléctricas, derrames y atrapamientos. El diagnóstico evidenció brechas en la planificación de emergencias, en la continuidad y visibilidad de rutas y señalización, en la constitución de brigadas, en el dimensionamiento y ubicación de medios de primera intervención de acuerdo con la carga de fuego y el ICSI, y en los registros de capacitación y simulacros. El diseño del Plan de Emergencias ordena la respuesta mediante una estructura clara —roles y cadena de mando por turno, procedimientos por escenario, planos temáticos y protocolos de comunicación y alarma— y produce documentos verificables que facilitan auditorías técnicas y preparan una futura puesta en práctica. No se incluyen compras, obras ni instalación de equipos.

1.6.3 Justificación legal

Disponer de un plan diseñado y documentado favorece la conformidad con los lineamientos nacionales sobre organización de emergencias, señalización de seguridad y protección contra incendios. Para la empresa, contar con este diseño reduce el riesgo de observaciones y sanciones, facilita auditorías y evidencia diligencia al priorizar la seguridad del personal y la protección de activos. La delimitación a la Nave 1 permite un abordaje preciso y proporcional al riesgo real de sus procesos, evitando la dispersión de esfuerzos y de documentación.

1.6.4 Justificación económica

El enfoque preventivo ayuda a evitar pérdidas y sostiene la continuidad operativa. Una respuesta organizada disminuye tiempos de inactividad, reprocesos y daños a equipos, y reduce costos asociados a accidentes, ausentismo y rotación, así como a incumplimientos formales. La evaluación económica preliminar del diseño estima la relación costo–beneficio de contar con procedimientos, planos, tablas de dotación, programas y formatos listos, información clave para planificar inversiones futuras con criterios de prioridad.

1.6.5 Justificación personal

El trabajo conecta una necesidad concreta de la organización con el desarrollo profesional de la tesista. Permite ejercitar capacidades de análisis, diseño y comunicación técnica, refuerza el compromiso ético con la protección de la vida y el cuidado del entorno laboral, y consolida hábitos de mejora continua y de trazabilidad documental. Al trabajar con datos y procesos reales de la Nave 1, la experiencia trasciende el requisito académico y se transforma en un aporte útil y aplicable para la empresa.

1.6.6. Justificación Social

El diseño de un Plan de Emergencias para la Nave 1 de Flexyplas S.A. contribuye al fortalecimiento de la seguridad y la protección de la vida de los trabajadores, al establecer lineamientos técnicos orientados a la prevención y a la preparación ante posibles situaciones de emergencia. A través de este diseño se promueve una cultura de seguridad basada en la identificación de riesgos, la organización de la respuesta y la adopción de comportamientos seguros dentro del entorno laboral.

Asimismo, disponer de un plan estructurado orientado a la gestión de emergencias favorece la protección de la integridad física y la salud de los colaboradores, lo que repercute positivamente en su bienestar y en su calidad de vida laboral. Desde una perspectiva social, este tipo de iniciativas fortalece la responsabilidad empresarial frente a sus trabajadores y su entorno, contribuyendo a generar confianza en la comunidad y una percepción positiva de la empresa respecto a su compromiso con la seguridad y la prevención de riesgos.

1.6.7. Justificación Empresarial

El presente trabajo se justifica como una herramienta técnica orientada al diseño de un Plan de Emergencias que permita a Flexyplas S.A. contar con una base estructurada para la gestión de situaciones críticas dentro de la Nave 1. Este diseño contribuye a la identificación de riesgos, a la organización de la respuesta ante emergencias y al establecimiento de procedimientos que favorezcan la protección del personal, de los activos y de la continuidad operativa de la empresa.

Desde la perspectiva empresarial, la planificación anticipada de las emergencias constituye un elemento clave dentro de la gestión del riesgo organizacional y del cumplimiento de la normativa vigente en Seguridad y Salud en el Trabajo. La ausencia de una planificación adecuada puede exponer a la empresa a interrupciones operativas, pérdidas económicas, daños a la infraestructura, sanciones legales y afectaciones a su imagen corporativa.

En este contexto, el diseño del Plan de Emergencias representa una base técnica para futuras decisiones organizacionales orientadas a fortalecer la prevención y la preparación ante eventos críticos, permitiendo a la empresa disponer de lineamientos claros para una gestión más eficiente de los riesgos y para la protección de sus recursos humanos y materiales.

1.7 Metodología del estudio

1.7.1 Enfoque y tipo de investigación

El estudio adopta un enfoque mixto que combina un componente cuantitativo, basado en listas de verificación y lectura estructurada de cumplimiento, con un componente cualitativo sustentado en entrevistas y observación directa. Se trata de una investigación aplicada orientada al diseño de un Plan de Emergencias para la Nave 1, con alcance descriptivo y explicativo que permite caracterizar las condiciones actuales y fundamentar las decisiones de diseño.

1.7.2 Métodos y técnicas

La metodología integra el método inductivo, que parte de la observación en planta para derivar conclusiones y criterios de diseño, y el método analítico, que descompone procesos y condiciones observadas con el fin de identificar riesgos y necesidades específicas de respuesta. Se emplean recorridos sistemáticos y observación directa en impresión, laminación, troquelado o refilado y confección, además de entrevistas semiestructuradas a personal operativo, técnico y de supervisión. También se revisa documentación interna como planos, distribuciones de planta, listados de equipos, registros y formatos, y se realiza un análisis de referencia técnica que ordena los hallazgos y sustenta el diseño sin duplicar el contenido del Capítulo 2.

1.7.3 Ámbito y unidades de análisis

El ámbito espacial del estudio es la Nave 1 de Flexyplas S. A. Las unidades de análisis son los procesos de impresión, laminación, troquelado o refilado y confección, junto con su soporte inmediato, que incluye el almacenamiento de insumos, los puntos de corte y los tableros vinculados a la operación de la Nave 1.

1.7.4 Población y muestra

La población está compuesta por el personal de la Nave 1 en las áreas de operación, mantenimiento, calidad y supervisión. Se aplica un muestreo no probabilístico por conveniencia, condicionado por la disponibilidad del personal según turnos y cargas de trabajo. No se busca inferencia estadística. Se prioriza la representatividad técnica mediante informantes clave en cada proceso crítico de la Nave 1.

1.7.5 Recolección de información

La recolección se realiza mediante visitas técnicas con recorridos guiados por área, uso de listas de verificación para evaluar rutas de evacuación, señalización, medios de primera intervención, organización y comunicaciones, y entrevistas enfocadas en prácticas reales de operación, preparación y respuesta. Se incorporan registros fotográficos y una bitácora de observaciones como evidencia de campo. También se compila la documentación interna disponible, como formatos, procedimientos y planos, a fin de complementar el diagnóstico.

1.7.6 Procedimiento de análisis

El análisis inicia con la sistematización del diagnóstico de la Nave 1 a partir de listas, entrevistas y evidencias de campo. Luego se priorizan los escenarios mediante una lectura estructurada del riesgo y de la vulnerabilidad, cuyo resultado es una matriz de priorización que guía el diseño. Con esta base se desarrolla el diseño del plan. Se define la estructura organizativa de respuesta, incluyendo comité operativo de emergencias, brigadas por turno,

roles y cadena de mando. Se trazan rutas y señalización integradas en planos temáticos con criterios de continuidad y visibilidad. Se determina la dotación y la ubicación de los medios de primera intervención en coherencia con el nivel de riesgo. Se redactan los procedimientos operativos por escenario junto con el esquema de comunicaciones y alarma. Posteriormente se programa la preparación del personal mediante un plan de capacitaciones y simulacros con indicadores de verificación. Finalmente se elabora una evaluación económica preliminar del diseño que estima costos de documentación, planos, programas y formatos, sin considerar actividades de implementación, y se realiza una revisión cruzada para asegurar consistencia y trazabilidad.

1.8 Alcances y delimitaciones

El presente estudio se circunscribe exclusivamente al diseño del Plan de Emergencias para la Nave 1 de Flexyplas S.A., comprendiendo la elaboración técnica y documental del plan. Incluye la definición de la organización de respuesta y cadena de mando por turno, la estandarización de procedimientos operativos por escenario, el trazado de rutas y señalización en planos temáticos, el dimensionamiento y ubicación de los medios de primera intervención según el nivel de riesgo, el diseño del sistema de comunicaciones y alarma, la programación de capacitación y simulacros, y una evaluación económica preliminar orientada a justificar la viabilidad del diseño.

La delimitación del estudio excluye expresamente toda actividad de implementación, tales como la compra de equipos, obras civiles, instalación, adecuación, certificación o mantenimiento de sistemas, así como la ejecución de capacitaciones, simulacros o pruebas en campo. El alcance espacial se limita a la Nave 1 y sus áreas de apoyo inmediatas, sin considerar otras naves o sedes de la empresa, y el alcance temporal corresponde a la información recopilada y validada durante el año 2026.

1.9 Estructura del documento

El Capítulo 1 presenta la introducción del estudio, los antecedentes y la descripción general de la empresa, así como el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, la metodología del estudio y los alcances y delimitaciones.

El Capítulo 2 desarrolla el marco teórico, técnico y normativo que sustenta el diseño del plan, articulando los conceptos y criterios empleados.

El Capítulo 3 expone el diagnóstico aplicado a la Nave 1 y la priorización de escenarios de emergencia.

El Capítulo 4 integra el diseño del Plan de Emergencias para la Nave 1, incluyendo la estructura de respuesta, los procedimientos por escenario, las rutas y la señalización, la dotación y ubicación de medios de primera intervención, el esquema de comunicaciones y la propuesta de capacitación y simulacros.

El Capítulo 5 presenta el presupuesto del diseño del plan, con estimación de costos documentales, planos temáticos, programas y formatos, y el sustento de su viabilidad.

El Capítulo 6 contiene las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

Los Anexos reúnen matrices, formatos, planos temáticos y evidencia de campo que respaldan el desarrollo del trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco teórico

Este apartado presenta los fundamentos que sustentan el Plan de Emergencias de Flexyplas, articulando conceptos de Seguridad y Salud en el Trabajo y seguridad contra incendios para el contexto específico de empaques plásticos. Se explican, de forma clara y aplicable, la gestión del riesgo (IPERC y jerarquía de controles), nociones clave de evacuación y comportamiento humano, y los principios de protección activa/pasiva y señalización, tomando como referencia los procesos de impresión, laminación, troquelado, refilado, confección y control de calidad. La finalidad es dar coherencia técnica a las decisiones de diseño que se desarrollarán más adelante, vinculando los hallazgos del diagnóstico con los criterios del marco técnico y los requisitos del marco legal, para asegurar un sistema de respuesta ordenado, medible y en mejora continua.

2.2.1 Seguridad industrial

La seguridad industrial es el conjunto de principios, métodos y medidas destinadas a identificar, evaluar y controlar los riesgos generados por procesos, equipos, instalaciones y actividades en el entorno de trabajo, con el fin de prevenir lesiones, enfermedades y daños a la propiedad y al ambiente (ISO, 2018; ILO, 2001). Su enfoque se fundamenta en la gestión del riesgo (identificación de peligros, análisis y valoración según severidad–probabilidad–exposición) y en la jerarquía de controles; eliminación, sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y EPP, aplicada bajo el criterio ALARP para reducir la probabilidad y/o las consecuencias de eventos no deseados (ISO, 2018; ISO, 2018b). En el contexto de empaques plásticos, la seguridad industrial integra medidas frente a peligros mecánicos, eléctricos, químicos y de incendio/explosión, estructurando un sistema de prevención y respuesta que incluye señalización normalizada, protección activa y pasiva, LOTO, capacitación y simulacros, además de indicadores para el seguimiento del desempeño (ISO, 2019; NFPA, 2024a, 2024d; ISO, 2018).

2.2.2 Plan de emergencia

El plan de emergencia es el conjunto organizado de procedimientos, recursos y responsabilidades destinados a prevenir, preparar y responder de forma coordinada ante eventos que puedan afectar a las personas, las instalaciones y la continuidad operativa (ISO, 2018; ISO, 2022). Su objetivo es reducir consecuencias y tiempos de recuperación mediante cadena de mando, medios de alarma y comunicación, rutas/salidas y puntos de reunión, protección activa y pasiva y protocolos específicos (incendio, derrames, fuga de gas/VOC, sismo, emergencia médica).

2.2.3 Gestión del riesgo

La gestión del riesgo es un enfoque sistemático para identificar, analizar, valorar y tratar riesgos, con la finalidad de apoyar decisiones informadas y coherentes con los objetivos de la organización. Se basa en principios como la integración con los procesos del negocio, la proporcionalidad de los controles (jerarquía de medidas) y la mejora continua mediante monitoreo, comunicación y revisión. En la práctica, combina técnicas cualitativas y semicuantitativas (p. ej., matrices P×C, listas de verificación) para priorizar acciones donde más reducen la exposición o las consecuencias (ISO, 2018a; ISO/IEC, 2019).

2.2.4 Señalización y protección activa/pasiva

La señalización de seguridad provee indicaciones visibles y uniformes para orientar la evacuación, identificar equipos contra incendio y advertir peligros; se fundamenta en colores y pictogramas normalizados y en criterios de visibilidad/distancia de lectura y fotoluminiscencia (ISO, 2019; ISO, 2011). La protección activa comprende sistemas que detectan, alertan y combaten el incendio: detección/alarma (cobertura, avisos audibles/visuales), extintores portátiles seleccionados por clase de fuego y carga, e hidrantes/gabinetes con accesibilidad y mantenimiento documentado (NFPA, 2022; NFPA, 2024d). La protección pasiva busca contener y retrasar la propagación mediante

sectorización, resistencia al fuego, sellado de pasamuros, puertas cortafuego y rutas protegidas hasta el punto de reunión (NFPA, 2024a).

2.2.5 Organización de la respuesta (COE y brigadas)

La organización de la respuesta estructura la dirección y coordinación del plan mediante un Comité de Emergencias (COE) y brigadas (incendio, evacuación, primeros auxilios), con roles, autoridad y competencias claramente definidos para cada turno (ISO, 2022; NFPA, 2024a). El COE establece la cadena de mando, activa el plan, asigna recursos y mantiene el enlace con servicios externos; las brigadas ejecutan procedimientos estandarizados con comunicaciones interoperables y registro de eventos. Elementos mínimos: (a) titular y suplente por rol crítico, (b) cobertura por turno/área y recuento, (c) coordinación con mantenimiento para LOTO y cortes, (d) protocolo de transferencia de mando y (e) evaluación post-evento con PHVA (NFPA, 2024a; ISO, 2018).

2.2.6 Comunicación, alarma y coordinación externa

La comunicación y alarma garantizan que una emergencia sea detectada, anunciada y entendida con rapidez. Los sistemas deben cubrir activación automática y/o manual, avisos audibles/visibles, redundancia de medios (sirenas, parlantes, radios) y mensajes pregrabados claros (NFPA, 2022; ISO, 2017). La interoperabilidad (protocolos de radio, listas de distribución) y el registro son esenciales. La coordinación externa define contacto y flujo de información con bomberos, salud y seguridad pública, con punto de transferencia de mando, planos, SDS, cortes y recuento (ISO, 2022).

La capacitación asegura competencias por rol/turno para reconocer peligros, ejecutar procedimientos y usar equipos (extintores, hidrantes, LOTO, primeros auxilios) con estándares verificables (ISO, 2018). Los simulacros validan la coordinación del plan: objetivos, escenario (incendio por VOC/tintas, atrapamiento, derrame, sismo), métricas (tiempo detección–alarma–RSET–despeje, recuento, uso correcto de rutas/EPP) y criterios

de éxito, incorporando lecciones aprendidas al PHVA (ISO, 2022; NFPA, 2024a). Deben cubrir todos los turnos, con reentrenos por rotación o cambios de proceso.

2.2.8 Indicadores clave de desempeño (KPI)

Los KPI son métricas para evaluar eficacia y conformidad; deben ser relevantes, medibles, oportunos y trazables a objetivos del plan (ISO, 2015; ISO, 2018). Ejemplos: tiempo total de evacuación, porcentaje de rutas/salidas operativas, cobertura/estado de extintores-hidrantes-detección, porcentaje de simulacros/capacitaciones cumplidos y tiempo de respuesta del COE/brigadas (ISO, 2018; ISO, 2022).

2.2.9 Ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar)

El PHVA estructura la mejora continua: Planear (riesgos, objetivos, controles), Hacer (implementar, entrenar), Verificar (auditar/medir con KPI) y Actuar (corregir, estandarizar y actualizar) (ISO, 2015; ISO, 2018; Deming, 1986).

Figura 6. *Ciclo PHVA aplicado a la gestión de la seguridad y emergencias*



Nota. Representación del ciclo Planear–Hacer–Verificar–Actuar (PHVA) para la gestión de riesgos, implementación de controles, verificación con indicadores (KPI) y actualización de las medidas de seguridad. Elaboración propia a partir del enfoque de mejora continua propuesto en ISO 45001:2018.

2.2.10 Metodología 5S (orden y limpieza)

La 5S organiza lugares de trabajo seguros, limpios y eficientes, reduciendo desperdicios y riesgos (Hirano, 1995; Imai, 1986). Seiri (clasificar), Seiton (ordenar y rotular), Seiso (limpiar y detectar), Seiketsu (estandarizar con POE/checklists/señales) y Shitsuke (disciplina con auditorías). En Flexyplas, 5S asegura pasillos/salidas sin bloqueos, reduce carga de fuego y mejora visibilidad de equipos, integrándose con PHVA y KPI.

Figura 7. *Aplicación de la metodología 5S en las áreas de trabajo de Flexyplas S.A.*



Nota. Ilustración de las cinco etapas de la metodología 5S orientadas a organizar, limpiar y estandarizar los puestos de trabajo para mejorar la seguridad, la eficiencia y la reducción de la carga de fuego en Flexyplas S.A. Elaboración propia, 2025.

2.2.11 Energías peligrosas y bloqueo/etiquetado (LOTO)

El bloqueo y etiquetado (LOTO) aísla, bloquea, libera y verifica energías peligrosas antes de intervenir equipos, garantizando cero energías (ILO, 2001; NFPA, 2024b). Fuentes típicas: eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, térmica y potencial; pasos mínimos: (1) notificar/detener, (2) aislar/bloquear, (3) etiquetar, (4) liberar energías almacenadas, (5) verificar ausencia de tensión/movimiento, (6) retorno controlado (ISO, 2018; OSHA, 2002).

2.2.12 Electricidad estática y atmósferas inflamables por VOC

La electricidad estática generada por fricción/separación, puede encender VOC si supera la energía mínima de ignición (NFPA, 2023; ISO, 2016). Controles: puesta a tierra y equipotencialización, resistividad superficial (barras/ionizadores cuando corresponda), ventilación/extracción para mantener VOC <25% del LIE, control de fuentes de ignición, humedad y prácticas seguras de trasiego (NFPA, 2024; NFPA, 2021).

Figura 8. *Control de electricidad estática y atmósferas inflamables por compuestos orgánicos volátiles*



Nota. Ilustración de las medidas de control para prevenir incendios y explosiones por VOC, incluyendo puesta a tierra y equipotencialización, control de resistividad superficial, ventilación/extracción y gestión de fuentes de ignición. Elaboración propia, 2025.

2.2.13 Manejo de sustancias peligrosas y SDS

El manejo de sustancias peligrosas se rige por GHS (pictogramas), etiquetado y consulta de la SDS de 16 secciones (United Nations, 2021). Pilares: inventario/segregación por compatibilidad, ventilación/extracción, contención y control de derrames, lavaojos/duchas y kits, EPP según SDS, capacitación y acceso visible a SDS y trazabilidad (ISO, 2018; NFPA, 2021).

Figura 9. Manejo seguro de sustancias peligrosas en Flexyplas S.A.



Nota. Esquema de los principales controles para el manejo de sustancias peligrosas, incluyendo inventario y segregación por compatibilidad, uso de hojas de datos de seguridad (SDS), ventilación, contención de derrames, equipos de emergencia, EPP y capacitación del personal. Elaboración propia, 2025.

2.2.14 Permisos de trabajo (caliente, eléctrico y en altura)

El permiso de trabajo es autorización formal previa para tareas con riesgo incrementado (ISO, 2018). Trabajo en caliente: eliminar/alejar combustibles, protección ignífuga, control de chispas, vigía de fuego y vigilancia post-trabajo (NFPA, 2024c). Trabajo eléctrico: evaluación de arco, distancias de aproximación, EPP dieléctrico, LOTO y verificación de ausencia de tensión (NFPA, 2024b). Trabajo en altura: anclajes certificados, línea de vida, arnés, control de caída de objetos y delimitación.

Figura 10. Permisos de trabajo para tareas en caliente, eléctricas y en altura



Nota. Esquema de los requisitos básicos de seguridad para la emisión de permisos de trabajo en caliente, trabajo eléctrico y trabajo en altura, incluyendo control de combustibles, protección ignífuga, evaluación de arco, uso de EPP dieléctrico, anclajes certificados y líneas de vida. Elaboración propia con base en ISO 45001:2018 y normas NFPA, 2024.

2.2.15 Compatibilidad de agentes extintores y clases de fuego

Las clases de fuego determinan el agente extintor: A (sólidos), B (líquidos/gases inflamables), C (eléctricos energizados). En general: agua/niebla (A, no en C), espuma (B; AR-AFFF ante polares), PQS ABC (A-B-C, versátil pero con residuo), CO₂ (B-C, limpio, sin enfriamiento sostenido), agentes limpios (C, sin residuos) (NFPA, 2024d; NFPA, 2021). La selección considera riesgo predominante, compatibilidad, capacidad nominal (p. ej., 2A:10B:C) y accesibilidad; la señalización y el mantenimiento son parte de la eficacia (ISO, 2019).

2.2.16 Ventilación y extracción localizada

La extracción localizada (ELV) controla contaminantes en la fuente: campana, caudal de captura, conductos, tratamiento y descarga segura; la ventilación general diluye, pero no sustituye la ELV ante emisiones puntuales de VOC (ACGIH, 2022).

2.2.17 Mantenimiento e inspecciones

El mantenimiento basado en confiabilidad y las inspecciones periódicas aseguran que extintores, hidrantes, detección/alarma, tableros, bombas cumplan su función (ISO, 2015; ISO, 2018). Se definen frecuencias, criterios de aceptación, roles y registros; los hallazgos generan acciones correctivas con responsable y plazo, alimentando KPI y PHVA.

Figura 11. *Mantenimiento basado en confiabilidad de los sistemas de protección contra incendios*



Nota. Esquema del enfoque de mantenimiento basado en confiabilidad para extintores, hidrantes, bombas y tableros eléctricos, que define frecuencias, criterios de aceptación, roles y registros; los hallazgos generan acciones correctivas con responsable y plazo, integradas al ciclo PHVA y a los KPI. Elaboración propia, 2025.

2.2.18 Gestión documental y control de cambios (MOC)

La gestión documental asegura documentos vigentes y controlados; el MOC evalúa riesgos y define controles antes de cambiar proceso, materiales, equipos o layout, evitando desalineaciones entre operación y señalización (ISO, 2015; ISO, 2018).

2.2.19 Control de contratistas

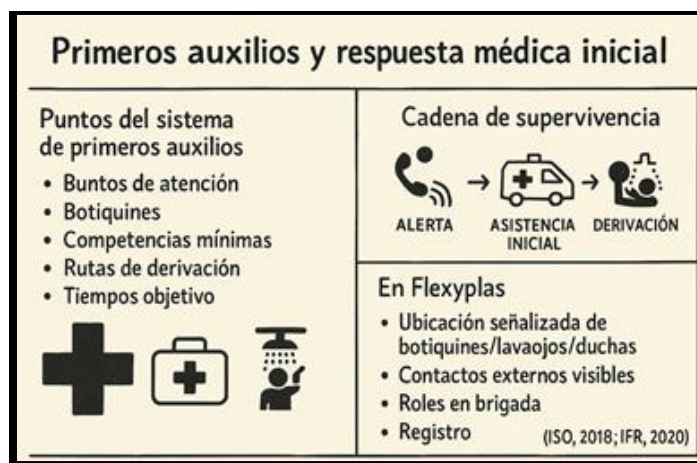
El control de contratistas exige evaluación de competencias, inducción a riesgos del sitio, permisos de trabajo, verificación de EPP y supervisión; define áreas autorizadas, rutas, puntos de reunión y canales con el COE (ISO, 2018).

2.2.20 Primeros auxilios y respuesta médica inicial

Un sistema de primeros auxilios define puntos de atención, botiquines, competencias mínimas, rutas de derivación y tiempos objetivo (ISO, 2018; IFRC, 2020). Integra la cadena de supervivencia: alerta → asistencia inicial → derivación → retroalimentación.

Nota. Esquema de los puntos clave del sistema de primeros auxilios (puntos de atención,

Figura 12. Sistema de primeros auxilios y respuesta médica inicial en Flexyplas S.A.



Nota. Esquema de los puntos clave del sistema de primeros auxilios (puntos de atención, botiquines, rutas de derivación y tiempos objetivo), la cadena de supervivencia y los elementos específicos implementados en Flexyplas S.A., como señalización, contactos externos visibles, roles en brigada y registros. Elaboración propia con base en ISO 45001:2018 e IFR, 2020.

2.2 Marco técnico

Este capítulo define, en lenguaje claro, las herramientas y criterios de diseño que se utilizaron para construir el Plan de Emergencias de Flexyplas. Cada apartado explica para qué sirve la herramienta, cómo se aplica y qué documentos de diseño produce (matrices, planos, listados o formatos). Se evita el uso de abreviaturas siempre que sea posible para favorecer la lectura. El alcance de este capítulo es exclusivamente de diseño.

2.2.1 Metodología de priorización técnica

El orden de atención de los escenarios se define combinando tres lecturas: la valoración del riesgo del evento mediante una matriz de Probabilidad por Consecuencia; la vulnerabilidad del contexto a través de un análisis en cuatro dimensiones (personas, recursos, sistemas y procesos, y amenazas); y un color operativo que resume la urgencia real de tratamiento (posible, probable o inminente). Esta integración entrega un listado priorizado que orienta las decisiones de diseño en rutas y señalización, protección contra incendios, manejo de sustancias y ventilación, control de energías, organización y comunicaciones, y lineamientos para capacitación, simulacros e indicadores.

2.2.1.1 IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos)

La IPER ubica cada evento no deseado en una matriz 3×3 que cruza Probabilidad (Baja/Media/Alta) y Consecuencia (Ligeramente dañina/Dañina/Extremadamente dañina). La intersección entrega el nivel T/TO/MO/IN:

- **T/TO:** mantener y vigilar.
- **MO:** mejorar con jerarquía de controles (ingeniería → administrativos → EPP), con plazos y responsables.
- **IN:** detener/aislar hasta cerrar controles críticos.

Tabla 8. Matriz cualitativa de valoración de riesgos según probabilidad y consecuencias

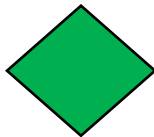
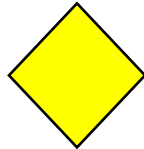
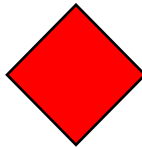
		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo moderado MO	Riesgo moderado I	Riesgo Intolerable IN
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo Intolerable IN

Nota. La tabla muestra la codificación utilizada para la matriz Probabilidad (P) × Severidad (S)

2.2.1.2 Metodología semicuantitativa por colores (Posible/Probable/Inminente)

Para profundizar el proyecto, se utilizó la metodología semicuantitativa tipo colores, que clasifica las amenazas en:

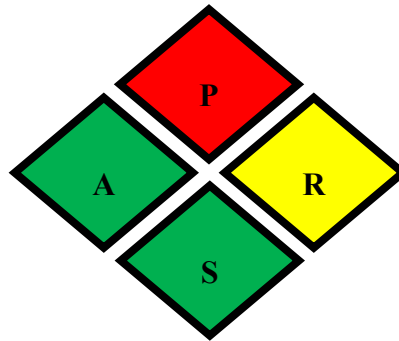
Tabla 9. *Clasificación de eventos según comportamiento y color asignado*

EVENTO	COMPORTAMIENTO	COLOR ASIGNADO
Posible	Es aquel fenómeno que no ha sucedido pero que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	Verde 
Probable	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá y se ha presentado en ocasiones anteriores.	Amarillo 
Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir y es evidente/detectable.	Rojo 

Nota. Los eventos se clasifican en posible, probable e inminente. El evento posible es un fenómeno que no ha ocurrido pero puede suceder; se representa en color verde. El evento probable cuenta con antecedentes y argumentos técnico-científicos que indican que puede repetirse; se representa en color amarillo. El evento inminente tiene alta probabilidad de ocurrir y es evidente o detectable; se representa en color rojo. Elaboración propia, 2025.

2.2.1.3 Diamante de riesgo (Personas, Recursos, Sistemas/Procesos, Amenazas)

Una vez clasificadas las amenazas, se aplicó la herramienta del Diamante de Riesgo, que evalúa la vulnerabilidad considerando cuatro componentes:



- **Personas** (empleados, visitantes, contratistas).
- **Recursos** (infraestructura, maquinaria, insumos).
- **Sistemas y procesos** (actividades productivas, logística, procedimientos críticos).
- **Amenazas** (naturales, tecnológicas o sociales previamente identificadas).

Cada componente se valora cualitativamente (bueno, regular o malo) y se asigna un puntaje. La sumatoria final determina el nivel de riesgo global:

Tabla 10. Categorización del nivel de riesgo según la sumatoria de rombos

SUMATORIA DE ROMBOS	CALIFICACIÓN	EJEMPLO
3 o 4 rombos rojos	ALTO	
1 o 2 rombos rojos	MEDIO	
3 o 4 rombos amarillos	MEDIO	
0 rombos rojos, máximo 2 amarillos	BAJO	

Nota. La calificación del riesgo se determina en función de la cantidad y color de rombos asignados: 3 o 4 rombos rojos corresponden a un riesgo alto; 1 o 2 rombos rojos o 3 o 4 rombos amarillos corresponden a un riesgo medio; y 0 rombos rojos con un máximo de 2 rombos amarillos corresponden a un riesgo bajo. Elaboración propia, 2025.

Este enfoque permite no solo identificar amenazas, sino también priorizar aquellas de mayor impacto para la seguridad de las personas y la continuidad operativa.

2.2.1.4. Identificación y clasificación de amenazas

Para evaluar la vulnerabilidad de la Nave 1 de Flexyplas S.A., se inició con la identificación de las amenazas potenciales que podrían afectar a las personas, los recursos y los sistemas y procesos.

Las amenazas se agrupan en tres grandes orígenes:

- **Naturales:** fenómenos geológicos e hidrometeorológicos como sismos, inundaciones, tormentas eléctricas o granizadas.
- **Tecnológicas:** asociadas a la operación industrial, el uso de sustancias peligrosas, equipos energizados, incendios o explosiones.
- **Sociales:** vinculadas a factores externos como protestas, robos, accidentes viales o actos de terrorismo.

Cada amenaza fue descrita considerando su tipo (interna o externa), los antecedentes o causas identificados en la organización, el impacto esperado sobre personas, bienes, recursos o procesos, y finalmente una calificación de la amenaza con base en la metodología semicuantitativa utilizada:

- **Posible (verde):** fenómeno que no ha ocurrido en la empresa, pero que puede llegar a presentarse.
- **Probable (amarillo):** fenómeno del cual existen antecedentes históricos o técnicos que justifican su ocurrencia.
- **Inminente (rojo):** fenómeno con alta probabilidad de ocurrir y con evidencias claras de su posible impacto.

2.2.1.5. Criterios de calificación de las amenazas y vulnerabilidades

Para la valoración de las amenazas identificadas y el análisis de vulnerabilidad de la Nave 1 de Flexyplas S.A., se adoptó una metodología semicuantitativa basada en la Ley 602 de Gestión de Riesgos y la norma NB 517002, complementada con metodologías de análisis de riesgo recomendadas por Defensa Civil en Bolivia.

La calificación se desarrolla en dos etapas:

1.Evaluación de cumplimiento de medidas preventivas.

Cada variable analizada (personas, recursos, sistemas y procesos) se califica según el nivel de cumplimiento con los elementos de protección:

Tabla 11. *Criterios de calificación del nivel de cumplimiento de medidas de prevención y control*

CALIFICACIÓN		
NO CUMPLE	(0,0)	No se cuenta con los elementos de prevención o control necesarios.
CUMPLE PARCIALMENTE	(0,5)	Se cuenta parcialmente con los elementos o estos se encuentran en proceso de adquisición/implementación.
CUMPLE	(1.0)	Se cuenta con los recursos, condiciones o medidas requeridas para afrontar la amenaza.

Nota. La calificación “No cumple” (0,0) indica que no se cuenta con los elementos de prevención o control necesarios; “Cumple parcialmente” (0,5) señala que se dispone parcialmente de los elementos o que se encuentran en proceso de adquisición o implementación; y “Cumple” (1,0) indica que se cuenta con los recursos, condiciones o medidas requeridas para afrontar la amenaza. Elaboración propia, 2025.

2. Interpretación del nivel de vulnerabilidad.

La sumatoria de los valores obtenidos permite clasificar la vulnerabilidad en tres categorías:

Tabla 12. Interpretación del nivel de vulnerabilidad según el puntaje obtenido

INTERPRETACIÓN		
BAJA	(0,0 – 1,0)	La organización dispone de la mayoría de recursos y medidas de control, por lo que la exposición a la amenaza es limitada.
MEDIA	(1,1 – 2,0)	Existen medidas parciales; la organización tiene vulnerabilidades que incrementan la exposición frente a la amenaza.
ALTA	(2,1 – 3,0)	No existen o son mínimas las medidas de prevención; la exposición y el impacto esperado son elevados.

Nota. La vulnerabilidad baja (0,0–1,0) indica que la organización dispone de la mayoría de recursos y medidas de control, por lo que la exposición a la amenaza es limitada. La vulnerabilidad media (1,1–2,0) refleja la existencia de medidas parciales y vulnerabilidades que incrementan la exposición. La vulnerabilidad alta (2,1–3,0) indica ausencia o mínima presencia de medidas de prevención, con elevada exposición e impacto esperado. Elaboración propia, 2025.

3. Criterios de clasificación del nivel de riesgo

Tabla 13. Interpretación del nivel de riesgo según la combinación de rombos y porcentaje de vulnerabilidad

ALTO	3 a 4 rombos en rojo	Del 75 al 100% de los valores que representan la vulnerabilidad y amenaza, están en su punto máximo para que los efectos de un evento representen un cambio significativo en la comunidad, la economía, la infraestructura y el medio ambiente.
MEDIO	1 a 2 rombos rojos o amarillos	Del 50 al 74% de los valores que representan la vulnerabilidad son altos o la amenaza es alta. También es posible que 3 de todos los componentes son calificados como medios, por lo tanto las consecuencias y efectos sociales, económicos y del medio ambiente pueden ser de magnitud, pero se esperan sean inferiores a los ocasionados por el riesgo alto.
BAJO	1 a 3 rombos amarillos y los restantes verdes	Del 25 al 49% de los valores calificados en la vulnerabilidad y la amenaza representan valores intermedios, o que del 70 al 100% de la vulnerabilidad y la amenaza están controlados. En este caso se espera que los efectos sociales, económicos y del medio ambiente representen pérdidas menores.

Nota. El riesgo alto corresponde a 3 a 4 rombos rojos y del 75 al 100 % de los valores de vulnerabilidad y amenaza en su punto máximo, lo que implica efectos significativos sobre la comunidad, la economía, la infraestructura y el medio ambiente. El riesgo medio se asocia a 1 a 2 rombos rojos o amarillos y del 50 al 74 % de valores altos de vulnerabilidad o amenaza, pudiendo generar consecuencias importantes, aunque inferiores a las del riesgo alto. El riesgo bajo se relaciona con 1 a 3 rombos amarillos y el resto verdes, o con un 70 a 100 % de vulnerabilidad y amenaza bajo control, esperándose pérdidas sociales, económicas y ambientales menores. Elaboración propia, 2025.

2.2.2 Identificación y clasificación de amenazas

Se consolida un inventario por origen, área y proceso. Las amenazas tecnológicas incluyen, entre otras, encendido de vapores inflamables en impresión y laminación, arco eléctrico en tableros, atrapamientos en troquelado y refilado, y manejo o almacenamiento de líquidos inflamables. Las amenazas naturales contemplan sismo e inundación. Las sociales u organizativas abarcan emergencias médicas y trabajos de contratistas. A cada registro se le asigna un color operativo en función del riesgo y la vulnerabilidad: inminente (rojo) cuando existe condición crítica, probable (amarillo) cuando hay brechas o antecedentes relevantes, y posible (verde) cuando existen controles y no hay evidencias actuales. El color se utiliza como guía de prioridad de diseño.

2.2.3 Estimación de carga de fuego y criterios de protección contra incendios

La carga de fuego es un indicador que cuantifica la energía térmica potencial disponible para un incendio en una determinada área, en función de los materiales combustibles presentes y su poder calorífico. Se expresa como energía por unidad de superficie y permite comparar sectores entre sí, priorizar áreas críticas y justificar la selección de medidas de protección contra incendios.

Objetivo. El objetivo de la carga de fuego es estimar la energía potencial que podría liberarse en un incendio, por metro cuadrado de superficie, de manera que se pueda clasificar el nivel de peligrosidad de cada área y dimensionar de forma técnica los sistemas de protección (extintores, gabinetes, detección, ventilación, etc.).

La expresión general de la carga de fuego es:

$$q^f = \frac{\sum(m_i * H_i)}{A} \left(\frac{MJ}{m^3} \right)$$

Donde:

- q^f = carga de fuego
- m_i = masa
- H_i = poder calorífico
- A = área neta evaluada (m^2)

En términos prácticos, primero se calcula la energía total que podrían liberar los materiales combustibles presentes en el área (sumando el producto de la masa por el poder calorífico de cada uno) y luego se divide entre la superficie, obteniendo la energía potencial por unidad de área.

Aplicación al plan de Flexyplas. En el Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., la carga de fuego se aplica especialmente en las áreas con presencia de films plásticos, solventes y adhesivos (impresión y laminación). Los valores de q^f obtenidos se utilizan para:

- clasificar internamente las áreas en bandas de carga de fuego (baja, media, alta);
- justificar el tipo y cantidad de agentes extintores;
- definir necesidades de almacenamiento de inflamables, ventilación y equipos complementarios (ducha/lavaojos, gabinetes, etc.);
- apoyar la priorización de simulacros y medidas preventivas en el Plan de Emergencias.

2.2.4 Vapores orgánicos y ventilación por extracción localizada

Se aplica el enfoque fuente–camino–receptor. Primero se identifican los puntos de emisión en mezcla, trasiego y uso de solventes. Después se verifica la captura en la fuente mediante comprobaciones funcionales sencillas y mediciones puntuales de velocidad de aire en la boca de la campana. Por último, se contrasta con criterios operativos de seguridad y con evidencia observada en piso (por ejemplo, olor persistente o recipientes abiertos). Con esta lectura se

clasifica la extracción como efectiva, a ajustar o crítica; y se definen medidas complementarias cuando corresponda (puesta a tierra y equipotencialización, recipientes cerrados, control de fuentes de ignición). La salida de diseño es una lista priorizada de mejoras con la localización de cada punto en plano.

2.2.5 Control de energías peligrosas (bloqueo y etiquetado)

Para toda intervención que requiera retirar resguardos o exponga a energías, se establece un procedimiento secuencial único: notificar y detener; aislar todas las fuentes (eléctrica, neumática, hidráulica, mecánica, térmica y gravitacional); colocar bloqueo físico y tarjeta de aviso con identificación del responsable; liberar energías acumuladas; comprobar ausencia de energía con una prueba segura; y documentar la devolución controlada a condición operativa. Este apartado entrega formatos de bloqueo por equipo, listas de verificación por paso y un registro básico para asegurar trazabilidad de las intervenciones.

2.2.6 Permisos de trabajo (caliente, eléctrico y en altura)

Se define un flujo de autorización previa para tareas no rutinarias que elevan el riesgo. La revisión incluye el entorno (orden, materiales combustibles cercanos y rutas), los controles previos específicos según el permiso (protección y vigilancia para trabajo en caliente; distancias, señalización y equipos de protección para trabajo eléctrico; puntos de anclaje certificados, línea de vida, arnés y control de caída de objetos para trabajo en altura), y las condiciones para suspender la autorización si cambian las variables. Los formatos de permiso recogen condiciones previas, responsables, vigencia y cierre.

2.2.7 Organización de respuesta y comunicaciones

Se establece una estructura operativa mínima por turno que determina quién decide, quién coordina y quién ejecuta. Se elabora una matriz simple que indica quién detecta, a quién avisa, por qué canal y qué mensaje se emite, así como los puntos de contacto con apoyo

externo. Se verifican coberturas por turno con titular y suplente en los roles críticos, y se incorporan planillas de recuento y un registro básico de eventos.

2.2.8 Señalización y demarcación

Se realiza un inventario visual de rutas y salidas, equipos contra incendios, riesgos y obligaciones. La señalización se tipifica por función (evacuación, equipos, advertencia, obligación y prohibición) y se verifica la continuidad de rutas, la distancia de lectura y la ubicación en el plano para evitar zonas sin cobertura. Se acompaña de un listado codificado por punto con la información necesaria para la revisión periódica y la reposición cuando sea necesaria.

2.2.9 Lineamientos para capacitación, simulacros e indicadores

Se proponen contenidos mínimos por rol y por turno para construir un programa de formación, con énfasis en uso de extintores, guías de evacuación, primeros auxilios y comunicaciones. Para los simulacros se describen objetivos, escenarios de referencia y métricas recomendadas (tiempos de detección, alarma, desalojo y recuento). Los indicadores clave de desempeño se seleccionan por relevancia y capacidad de verificación, por ejemplo: tiempo total de evacuación, porcentaje de rutas y equipos operativos, y cumplimiento de actividades de formación. Estos lineamientos sirven como base para que, en el futuro, la empresa defina su propio programa.

2.2.10 Gestión documental y control de cambios

Todos los documentos de diseño (procedimientos, instructivos, planos, listados y formatos) se identifican con códigos y versiones. Cualquier modificación de procesos, materiales, equipos o distribución en planta requiere una evaluación de impacto que determine qué documentos deben actualizarse y a quién debe comunicarse el cambio. Se conserva un historial de versiones para mantener la trazabilidad del diseño.

2.2.11 Trazabilidad técnica

Se consolida una matriz que relaciona, para cada escenario, la herramienta aplicada, la decisión de diseño y el documento de respaldo (código de matriz, plano, procedimiento o lista). Esta matriz permite seguir el hilo lógico desde el diagnóstico hasta cada elemento del plan y facilita auditorías documentales.

2.2.12 Criterios de aceptación del diseño

Para cada tema se establecen condiciones mínimas que debe cumplir el documento de diseño. Por ejemplo: en protección contra incendios, que la cobertura propuesta no deje zonas sin alcance; en ventilación por extracción localizada, que los puntos definidos tengan acceso para medición y ajuste; en bloqueo y etiquetado, que cada equipo disponga de una hoja con puntos de corte identificados; en señalización, que las rutas y salidas sean continuas y legibles en los planos. Estos criterios sirven para revisar internamente que el diseño esté consistente y completo.

2.2.13 Priorización de diseño

El color operativo asignado a cada escenario (posible, probable, inminente) se utiliza únicamente para ordenar la secuencia recomendada de desarrollo de los documentos de diseño. De esta manera, los temas que tienen mayor urgencia conceptual se abordan primero en planos, listados y procedimientos, dejando registro de la prioridad sin definir cronogramas ni responsables.

El presente marco técnico deja definidos los criterios y los documentos de diseño necesarios para el Plan de Emergencias de Flexyplas. La programación, trabajos en sitio y verificaciones operativas no forman parte del alcance del proyecto y podrán ser considerados por la empresa en una etapa posterior.

2.3 Marco normativo

Este capítulo fija las reglas de diseño del Plan de Emergencias de Flexyplas. Se priorizan las normas que definen la estructura del plan, la terminología oficial, los criterios de evaluación de riesgo/vulnerabilidad y la señalización de seguridad. Cada norma se presenta con su objetivo y su aplicación al plan para asegurar trazabilidad con el diagnóstico y coherencia con el marco técnico.

2.3.1 Norma Boliviana 517002 — Planes de emergencia

La Norma Boliviana NB 517002, emitida por la APNB, establece los contenidos mínimos y la estructura que debe tener un Plan de Emergencias en centros de trabajo. Su objetivo es definir, de forma sistemática, la organización y responsabilidades, la identificación y evaluación de escenarios de emergencia, los recursos disponibles, los procedimientos de respuesta, los mecanismos de comunicación, los simulacros y el control documental del sistema. Esta norma se articula además con otros referentes técnicos y legales, como la guía del SIPPCI (RM 065/2023), la ISO 45001 (seguridad y salud en el trabajo), la ISO 31000 y la IEC 31010 (gestión y evaluación del riesgo), la NB 55001 (señalización de seguridad), criterios NFPA específicos (NFPA 10, NFPA 70E, NFPA 101, NFPA 600) y el SGA/GHS para sustancias químicas peligrosas.

De acuerdo con la NB 517002, el Plan de Emergencias debe contemplar como mínimo los componentes descritos en los numerales 4.1 a 4.12:

4.1 Comité de emergencias. Define la conformación del Comité de Emergencias (COE), la designación del/de la Coordinador(a) General y las responsabilidades y alcances de decisión de cada miembro.

4.2 Identificación y evaluación de situaciones de emergencia. Exige el inventario de amenazas (naturales, antropogénicas y sociales), el análisis de vulnerabilidades, la identificación de elementos preventivos existentes y la jerarquización de las emergencias significativas.

4.3 Desarrollo de medidas preventivas. Obliga a establecer medidas dirigidas a reducir la probabilidad de ocurrencia (en amenazas antropogénicas) o la vulnerabilidad (en amenazas naturales y sociales), junto con criterios para evaluar su efectividad.

4.4 Identificación y medidas de alerta temprana. Regula los sistemas de alerta temprana, sus pruebas e inspecciones, el mantenimiento y el registro de evidencias, así como las restricciones para su retiro o inhabilitación, que debe ser autorizado por el/la Coordinador(a) General.

4.5 Grupos de respuesta a emergencias. Establece los criterios para conformar brigadas de emergencia, definiendo sus funciones, limitaciones, dotación mínima por turno, recursos necesarios y estándares de capacitación y entrenamiento anual.

4.6 Recursos para la atención de emergencias. Requiere identificar y asegurar recursos humanos, materiales, de infraestructura, tecnológicos y financieros suficientes, además de fijar rutinas de inspección, prueba y mantenimiento.

4.7 Planes de acción específicos. Exige procedimientos o fichas por cada escenario de emergencia, donde se detallen activación, objetivo táctico, roles, secuencia de acciones, cortes o aislamientos (incluida la aplicación de LOTO cuando corresponda), criterios de evacuación, límites de actuación y registros asociados.

4.8 Solicitud de apoyo externo y evacuación del personal. Regula los criterios para retirar brigadas, solicitar apoyo externo (bomberos, ambulancias, etc.) y ordenar evacuaciones sectoriales o totales, manteniendo listados actualizados de contactos y trazabilidad de las comunicaciones.

4.9 Sistemas de comunicación en caso de emergencias. Establece la necesidad de contar con mecanismos y procedimientos de comunicación interna y externa, con sus respectivas pruebas, inspecciones, mantenimiento y registros.

4.10 Señalización del sistema de emergencias. Vincula el plan con la señalización de seguridad conforme a la NB 55001 y normativa complementaria (por ejemplo, RM 849/2014), definiendo criterios de visibilidad, legibilidad, comportamiento frente a humo o baja iluminación y mantenimiento en el tiempo.

4.11 Simulacros. Determina la planificación y ejecución de simulacros por cada emergencia significativa con una frecuencia mínima anual, incluyendo al menos un simulacro de evacuación total, así como la evaluación imparcial y el archivo de los registros generados.

4.12 Revisión del Plan de Emergencias. Obliga a revisar y actualizar el plan ante cambios normativos, después de simulacros o emergencias reales y cuando se modifiquen las condiciones de diseño, garantizando el control documental de dichas revisiones.

En el caso del Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., la NB 517002 funciona como el esqueleto estructural del diseño desarrollado en el Capítulo 4: orienta la presencia y funciones del COE y las brigadas, la elaboración de fichas por escenario de emergencia, la definición y registro de recursos (extintores, puntos de corte, botiquines, equipos de comunicación), la elaboración de planos temáticos (rutas de evacuación, puntos de reunión, señalización de emergencias) y las pautas para la ejecución de simulacros, la revisión periódica y el control documental del plan.

2.3.2 APNB 517001 — Definiciones y conceptos base

Objetivo. Uniformar la terminología oficial (amenaza, vulnerabilidad, riesgo, respuesta, continuidad) para evitar ambigüedades.

Aplicación al plan de Flexyplas. Se adopta como glosario rector: los términos de matrices, fichas y planos siguen estas definiciones para asegurar lecturabilidad técnica y auditoría coherente.

2.3.3 NB 55001 — Señalización de seguridad en lugares de trabajo

Objetivo. Definir colores, formas, pictogramas, tamaños, condiciones de visibilidad/fotoluminiscencia y ejemplos de uso para señalización de prohibición, obligación, advertencia, salvamento/evacuación y contra incendio.

Aplicación al plan de Flexyplas. Estructura el plano de señalización: tipificación por función (evacuación, equipos CI, advertencia, obligación, prohibición), alturas y distancias de lectura, y continuidad de rutas; sirve como regla de aceptación del diseño (sin zonas sombra; coincidencia plano–piso; marcación de extintores vertical y piso).

2.3.4 RM 849/2014 (MTEPS) — Señalización de seguridad

Objetivo. Establecer lineamientos ministeriales para uso de señales en centros de trabajo (criterios de ubicación, conservación y mantenimiento).

Aplicación al plan de Flexyplas. Complementa NB 55001 para criterios de ubicación y mantenimiento de señales en rutas, salidas, equipos y avisos operativos.

2.3.5 Ley 602 de Gestión de Riesgos — Enfoque de escenarios y prioridades

Objetivo. Regular el marco institucional/competencial de la gestión de riesgos; promover prevención, mitigación y preparación mediante construcción de escenarios y activación de alertas (verde, amarilla, naranja, roja).

Aplicación al plan de Flexyplas.

La gestión del riesgo comprende la identificación de peligros, el análisis y valoración del riesgo según su severidad, probabilidad y exposición, y la definición de medidas de control bajo la jerarquía de controles con el criterio ALARP (ISO, 2018; ISO, 2018b).

La gestión del riesgo, de acuerdo con la Ley 602 de Gestión de Riesgos de Desastres en Bolivia, se entiende como un proceso social orientado a la formulación, ejecución y evaluación de medidas que permitan conocer, reducir y manejar el riesgo, con el fin de proteger la vida, los bienes y garantizar el desarrollo sostenible.

En este marco, el análisis de vulnerabilidad de la Nave 1 de Flexyplas S.A. se desarrolló considerando los tres procesos fundamentales establecidos en la Ley 602:



2.3.6 SIPPCI / ICSI — Índice y categoría por sustancias incendiables

El Sistema Plurinacional de Protección contra Incendios (SIPPCI) propone el Índice de Carga de Sustancias Inflamables y Combustibles (ICSI) como un indicador cuantitativo del nivel de exposición al fuego en un establecimiento, en función del inventario de gases, líquidos inflamables, líquidos y sólidos combustibles presentes.

Objetivo. El objetivo del ICSI es asignar una categoría global del establecimiento según la cantidad y características de las sustancias inflamables y combustibles, de manera que se orienten la dotación mínima de equipos de protección contra incendios (por ejemplo, tipo y capacidad de extintores), las restricciones de almacenamiento y las medidas de control complementarias en las áreas con mayor carga de fuego.

La expresión general del ICSI, de acuerdo con el SIPPCI, es:

$$ICSI = \left(\frac{\text{inventario de líquidos inflamables}}{1400 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{inventarios de líquidos combustibles}}{2000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{\text{inventario de sólidos combustibles}}{1500 \text{ litros}} \right)$$

Donde:

- **Inventario de líquidos inflamables (L):** volumen total de líquidos inflamables presentes en la instalación.
- **Inventario de líquidos combustibles (L):** volumen total de líquidos combustibles.
- **Inventario de sólidos combustibles (kg):** masa total de sólidos combustibles.

1400, 2000 y 1500 son valores de referencia definidos por el SIPPCI para normalizar el aporte de cada tipo de sustancia al índice global.

Aplicación al plan de Flexyplas. En el Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., el ICSI se integra con la estimación de carga de fuego desarrollada en el apartado 2.2. Esta combinación permite derivar la dotación base de equipos de protección contra incendios (tipo

de agente extintor, capacidad nominal y alcance), verificar la coherencia entre dicha dotación y la distribución real en planta, y reforzar la señalización en las zonas con presencia relevante de líquidos inflamables o combustibles. De este modo, el ICSI sirve como criterio técnico para la toma de decisiones en el diseño del plan y en la gestión de cambios futuros en el inventario de sustancias peligrosas.

2.3.7 SGA/GHS — Etiquetado de sustancias y SDS

Objetivo. Unificar clasificación y comunicación de peligros (pictogramas, palabras de advertencia, frases H/P) y estandarizar la SDS de 16 secciones.

Aplicación al plan de Flexyplas. Reglas de rotulado en envases originales/recipientes secundarios, carteles de punto de uso con acceso a SDS y coherencia entre rótulos GHS y señalización del área (las señales del plan no reemplazan el rótulo del producto).

2.3.8 Referenciales técnicos de apoyo

- **ISO 45001** (roles, competencias, control operacional y preparación para emergencias).
- **ISO 31000 / IEC 31010** (marco y técnicas de análisis de riesgo) para sustentar P×C del 2.2.
- **NFPA 10/70E/101/600** (extintores; seguridad eléctrica; salidas/ocupación; brigadas).
- **ACGIH** (ventilación/extracción localizada: verificación de captura/caudales).

2.4 Síntesis del Capítulo II

El marco teórico fijó los conceptos que sustentan el Plan de Emergencias (seguridad industrial, gestión del riesgo, evacuación y comportamiento, señalización, protección activa/pasiva, organización de respuesta, capacitación, PHVA y KPI).

El marco técnico tradujo esos conceptos en criterios de diseño y herramientas aplicadas a Flexyplas (IPER, vulnerabilidad con diamante, priorización por colores, carga de fuego/ICSI, ventilación por extracción, control de energías, permisos de trabajo, organización y comunicaciones, señalización y lineamientos de capacitación/indicadores), dejando definidos productos de diseño: matrices, planos, listados y formatos.

El marco normativo aseguró la conformidad del diseño con las reglas vigentes y referenciales (APNB 517001–517002, NB 55001 y RM 849/2014, Ley 602, SIPPCI/ICSI, GHS/SGA e internacionales de apoyo), dando trazabilidad entre requisitos y decisiones.

En conjunto, el Capítulo II proporciona un andamiaje coherente y verificable: qué se entiende (teoría), cómo se diseña (técnico) y bajo qué reglas (normativo). Este cierre habilita, en el Capítulo IV, desarrollar la ingeniería de diseño del plan con prioridades claras, criterios medibles y respaldo documental.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO

3.1 Descripción del proceso y alcance

3.1.1 Objeto del diagnóstico

El presente capítulo desarrolla el diagnóstico de condiciones de riesgo y preparación ante emergencias de la empresa Flexyplas S.A., enfocado en la Nave 1, donde se concentran los procesos de impresión, laminación, troquelado, refilado, confección y control de calidad.

El propósito del diagnóstico es identificar, valorar y jerarquizar los riesgos existentes, así como evidenciar las brechas organizacionales, técnicas y operativas que deben ser atendidas mediante el Plan de Emergencia de la empresa.

Este análisis constituye la base para el diseño de medidas de prevención, respuesta y recuperación, conforme a los lineamientos de la Ley N.º 602 de Gestión de Riesgos, la NB 512-2010, la NB 517002 y la NFPA 600:2020.

3.1.2 Criterios de focalización

La Nave 1 se definió como el área crítica de evaluación por las siguientes razones:

- **Alta densidad de procesos y personal operativo**, que incrementa la exposición a eventos no deseados.
- **Convergencia de riesgos de distinta naturaleza**: químicos (solventes y adhesivos), térmicos (hornos y secadores), mecánicos (máquinas de corte y troquelado) y eléctricos (equipos energizados y tableros).
- **Relevancia estratégica para la continuidad productiva**, ya que alberga la mayor parte de la producción de empaques flexibles y etiquetas.
- **Evidencia de brechas organizacionales** observadas durante las inspecciones, tales como ausencia de brigadas, señalización parcial, rutas obstruidas y prácticas de orden y limpieza insuficientes.

La selección de esta área permite concentrar los esfuerzos de intervención en el espacio con mayor impacto potencial sobre la seguridad de las personas, los bienes y la operación industrial.

3.1.3 Alcance del trabajo

Espacial: comprende exclusivamente la Nave 1, incluyendo áreas de producción, soporte, circulación interna y puntos de acceso.

Temporal: la información fue recopilada entre [04–2025] y [10–2025], mediante visitas técnicas, entrevistas y revisión documental.

Poblacional: abarca a todo el personal de planta (turnos diurno y nocturno) y a los tercerizados permanentes de limpieza y orden, debido a su presencia continua en la operación.

Procesos incluidos: impresión, laminación, troquelado, refilado, confección y control de calidad.

Procesos fuera de alcance: actividades administrativas, de almacenamiento y extrusión, que serán abordadas en fases posteriores o en anexos complementarios.

El alcance adoptado permite profundizar en el área más sensible de la empresa, asegurando que los resultados sean representativos del nivel de riesgo operativo global.

3.1.4 Enfoque y fuentes de información

El diagnóstico se elaboró mediante un enfoque técnico-aplicado, combinando herramientas de identificación, evaluación y análisis de vulnerabilidad reconocidas en la gestión de seguridad industrial:

a) Matriz IPER global, para jerarquizar los peligros según probabilidad y severidad, estableciendo prioridades de control.

b) Análisis de vulnerabilidad por escenarios, orientado a determinar el nivel de exposición y capacidad de respuesta de la organización frente a amenazas específicas.

c) Inspecciones de campo con listas de verificación, entrevistas y registro fotográfico, que permitieron evidenciar condiciones reales en la planta.

Nota metodológica. las definiciones, escalas de valoración, rangos de riesgo y criterios normativos empleados se desarrollan detalladamente en el Marco Teórico. En este capítulo se presentan únicamente los resultados y su interpretación técnica.

3.1.5 Supuestos y limitaciones

- La información se obtuvo a partir de observaciones directas, entrevistas con el personal y registros internos disponibles.
- En ausencia de mediciones instrumentales (p. ej., COV o temperatura ambiental), los valores se estimaron a partir de condiciones observadas y referencias normativas, consignándose como “posible exposición”.
- Algunas áreas de acceso restringido fueron documentadas según la información proporcionada por los responsables de turno.
- El registro fotográfico fue autorizado por la empresa y se utiliza exclusivamente con fines académicos y técnicos.

3.1.6 Trazabilidad y criterios de decisión

Cada hallazgo se presenta acompañado de su evidencia, la implicancia de riesgo y la acción correctiva o preventiva sugerida.

La priorización de riesgos se fundamenta en la relación Probabilidad $\times$ Severidad (IPER) y en los resultados del análisis de vulnerabilidad por escenario. Las referencias normativas (NB

512-2010, NB 517002, NFPA 10, 30, 600, ISO 31000 e IEC 31010) se citan en el Marco Teórico y en la Matriz de brechas incluida al final de este capítulo.

3.2 Organización operativa – Nave 1

3.2.1 Dotación de personal y estructura de turnos

La Nave 1 constituye el núcleo operativo de Flexyplas S.A., donde se ejecutan los principales procesos productivos y de control. El personal se organiza en dos turnos rotativos que garantizan la continuidad de la producción durante las 24 horas del día:

- **Turno diurno:** conformado por aproximadamente 30–32 trabajadores, que incluyen personal operativo, supervisores, técnicos de calidad y apoyo administrativo.
- **Turno nocturno:** integrado por 12–15 trabajadores, principalmente operadores de línea y un responsable de control de calidad.

Esta distribución refleja una asimetría de dotación que debe considerarse en la planificación de la respuesta ante emergencias, pues la cobertura humana es sensiblemente menor durante la noche.

Asimismo, se identificó la presencia constante de personal tercerizado (limpieza, mantenimiento y orden industrial) que desarrolla tareas permanentes en la nave, por lo cual debe ser incluido en los planes de capacitación, inducción y evacuación.

3.2.2 Brigadas y cobertura mínima de respuesta

De acuerdo con los lineamientos de la NFPA 600:2020 y la NB 517002, la conformación de brigadas debe representar entre el 10 % y 15 % del personal presente por turno. Aplicando este criterio a la dotación actual, la empresa debería contar con al menos 8 brigadistas activos distribuidos en ambos turnos (≈ 6 diurno / ≈ 2 nocturno).

Durante la verificación en campo no se evidenció personal formalmente capacitado ni designado como brigadista, lo que constituye una brecha crítica dentro del sistema de preparación y respuesta institucional. Esta ausencia limita la capacidad de reacción inicial frente a un evento y retrasa la activación de procedimientos de emergencia.

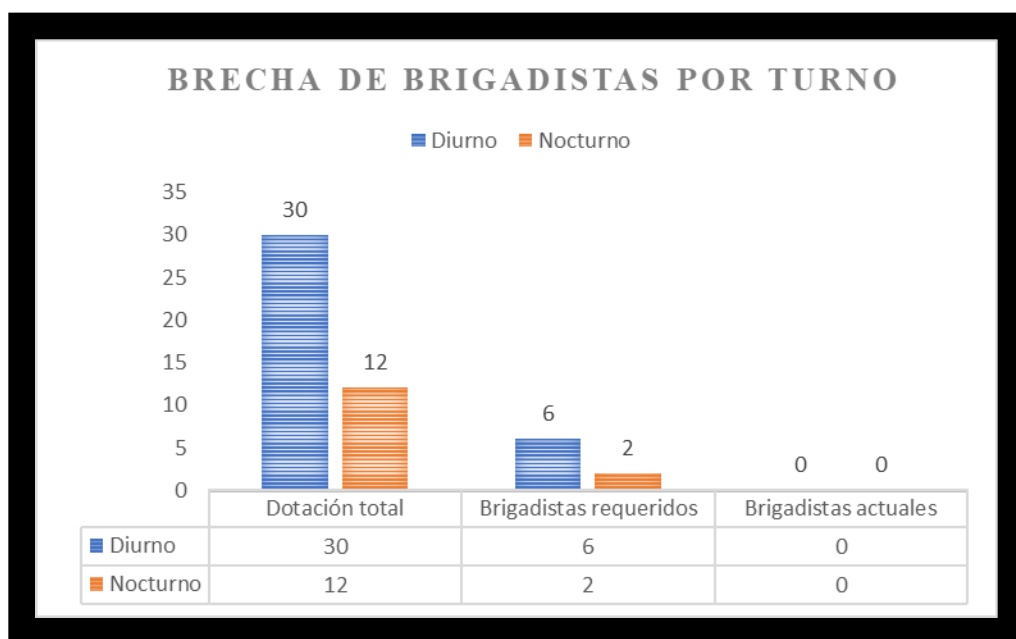
Tabla 14. Dotación y brigadistas mínimos requeridos por turno (10–15 %)

Turno	Categoría	Puestos de trabajo	Nº personas aprox.	% brigadistas exigido (NFPA 600)	Brigadistas mínimos requeridos	Brigadistas actuales	Brecha identificada
Diurno	Administrativos	Gerencia, Contabilidad, RRHH, Producción, Calidad	12	10–15 %	2	0	2
	Operativos	Impresión, laminación, troquelado, confección, soplado, logística, mantenimiento	18–20	10–15 %	3	0	3
	Apoyo externo	Limpieza y orden	2–3	10–15 %	1	0	1
Total turno diurno	–	–	30–32	–	6	0	6
Nocturno	Operativos	Operadores de máquinas principales, encargado de calidad	12–15	10–15 %	2	0	2
Total turno nocturno	–	–	12–15	–	2	0	2

Nota. La tabla muestra la distribución laboral de la Nave 1 y el cálculo de brigadistas exigidos según NFPA 600:2020 y NB 517002. Actualmente, el 0 % del personal cuenta con formación en brigadas, lo que constituye una brecha crítica de preparación.

Para una mejor visualización de la brecha existente, la Figura 4.1-A presenta de manera gráfica la relación entre la dotación de personal y el número mínimo de brigadistas requeridos por turno, según lo establecido en la NFPA 600:2020 y la NB 517002.

Tabla 15. Brecha de brigadistas por turno en Flexyplas S.A.



Nota.

El gráfico compara, para los turnos diurno y nocturno, la dotación total de trabajadores, la cantidad de brigadistas requeridos según la dotación y el número de brigadistas actualmente designados, evidenciando la ausencia de personal formalmente asignado a brigadas en ambos turnos. Elaboración propia, 2025.

3.2.3 Roles operativos críticos

Independientemente del tamaño de la dotación, cada turno debe contar con roles claramente definidos y entrenados, que aseguren una respuesta coordinada:

- **Coordinador de emergencia:** responsable de activar el plan, evaluar la situación y mantener comunicación con la dirección y autoridades externas.

- **Líder de evacuación y conteo:** encargado de verificar rutas, orientar al personal y confirmar el registro de evacuados en el punto de reunión.
- **Primeros auxilios:** brinda atención inmediata hasta el arribo de personal médico o traslado del afectado.
- **Prevención y control inicial:** actúa en el uso de extintores portátiles y aislamiento de la fuente de riesgo, siempre dentro de los límites de seguridad.
- **Corte de energía e insumos:** ejecuta el cierre seguro de tableros eléctricos, gas o compresores para evitar la propagación del evento.

La definición formal de estos roles debe estar documentada, con sustitutos designados para cubrir ausencias y rotaciones de turno.

3.2.4 Implicancias operativas para la gestión de emergencias

El análisis organizativo evidencia varios aspectos que influyen directamente en la capacidad de respuesta:

- La **diferencia de dotación entre turnos** requiere una planificación diferenciada de las brigadas y de los medios de comunicación interna.
- La **inclusión de tercerizados** en las rutinas de seguridad es indispensable para evitar vacíos de información durante una emergencia.
- La **alta rotación** del personal operativo obliga a mantener un programa permanente de capacitación e inducción, especialmente en temas de evacuación, uso de extintores y primeros auxilios.
- La **falta de brigadas formadas** implica que, ante un evento, la empresa depende únicamente de la autoprotección básica del personal, incrementando el riesgo de descoordinación en la respuesta.

En consecuencia, la organización operativa requiere fortalecer su estructura interna de emergencia, dotando de personal entrenado, roles definidos y procedimientos normalizados, lo que se abordará en el capítulo de Ingeniería del Proyecto.

3.3 Contexto operativo y evidencias de campo

3.3.1 Evidencias priorizadas (observación → implicancia → acción)

1. Pasillos con scrap y bobinas en tránsito



Implica: mayor carga combustible y obstrucción de rutas de evacuación.

Acción: programa 5S y retiro diario; señalización de pasillos y puntos de acopio; carro de traslado dedicado.

2. Ventilación solo general en impresión/laminación.



Implica: posible exposición a COV y estrés térmico cerca de hornos/secadores.

Acción: evaluar extracción localizada en fuente; control de temperatura ambiental; checklist de ventilación por turno.

3. Recipientes de solventes/adhesivos sin cierre hermético



Implica: emisión de vapores y riesgo de derrame/ignición.

Acción: tapas de seguridad, bandejas de contención, estación de dispensado y rotulado GHS/SGA.

5. Guardas/Protectores incompletos en equipos de corte/refilado/Confección



Implica: riesgo de atrapamiento/corte y paradas no seguras.

Acción: instalar guardas físicas, microinterruptores de seguridad y procedimiento LOTO; auditoría semanal.

6. Cableado expuesto/tablero sin rotulado completo



Implica: choque eléctrico, desconexiones lentas por falta de identificación.

Acción: rotulado normalizado de circuitos, tapas y ordenamiento de canaletas; lista de verificación eléctrica.

7. Manipulación manual de bobinas (>25–30 kg)



Implica: riesgo ergonómico (lumbalgias, sobreesfuerzo) y golpes en pies/manos.

Acción: ayudas mecánicas (gatos, rodillos, polipastos), topes de seguridad y guantes adecuados; capacitación de manipulación.

3.3.2 Observaciones complementarias (gestión y orden)

- Señalización parcial en rutas/puntos de encuentro: actualizar planos y flechas direccionales; listado de evacuación por turno.
- Inducción irregular a tercerizados: incluirlos en simulacros y charlas de seguridad; registro de firmas.
- Permisos de trabajo (caliente/energizado) no estandarizados: emitir formatos y control de cierre.

3.3.3 Síntesis operativa

Las evidencias muestran tres frentes críticos:

- (i) Combustibles y vapores en impresión/laminación,
- (ii) Energías peligrosas y partes móviles en corte/refilado
- (iii) Orden/evacuación (rutas despejadas, señalización y brigadas).

Estas condiciones explican los riesgos altos que se observarán en la IPER global y orientan las acciones inmediatas de control.

3.4 Jerarquización de riesgos operativos (IPER)

3.4.1 Criterios de lectura

Se utiliza la matriz **Probabilidad (P) × Severidad (S)** con la siguiente codificación:

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo moderado MO	Riesgo moderado I	Riesgo Intolerable IN
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo Intolerable IN

3.4.2 Matriz IPER global

Tabla 16. Matriz IPER del diagnóstico de riesgos en la Nave 1 de Flexyplas S.A.

ÁREA	PROCESO	ACTIVIDAD	RUT/NO RUT	PELIGRO	RIESGO						CONTROL ACTUAL	CUMPLE			CONTROL PROPUESTO	JERARQUIA	CONTROL DEFINITIVO	RESPONSABLE	T (días)
					EVENTO PELIGROSO	CONSECUENCIA	CAT. RIESGO	P	S	Nivel De Riesgo		SI	NO	PARCIAL					
Nave 1	Impresión	Alimentación de tintas	RUT	Vapores solventes (MEK, etanol, acetatos) con COV 50–100 ppm	Inhalación/atmósfera inflamable	Intoxicación/ Incendio	Químico	A	ED	IN	Ventilación general			●	Extracción localizada, detectores COV, gabinetes ignífugos, FDS accesibles	ING/ SUS /EPP	Cabina cerrada de mezclado + detectores calibrados	Jefe Producción / SSO	30
		Limpieza de anilox	RUT	Contacto dérmico con solventes	Exposición directa	Dermatitis/ absorción	Químico	M	ED	IN	Guantes de algodón			●	Guantes resistentes a solventes, dispensers anti-derrame, capacitación	EPP/ ADM	Procedimiento de limpieza segura + kit derrames	Supervisor de Impresión	15
		Secado en hornos (sala 30–32 °C)	RUT	Calor ambiental	Sobrecarga térmica	Fatiga/estrés térmico	Físico	M	D	MO	Ventilación natural parcial			●	Climatización/ ventilación mecánica, rotación	ING/ADM	Ventilación mecánica con caudal calculado	SSO / Mantenimiento	45
		Manipulación de bobinas (20–40 kg)	RUT	Sobreesfuerzo	Levantamiento manual	Lumbalgias	Ergonómico	M	D	MO	Prácticas manuales	●			Carros porta-bobinas, capacitación ISO 11228, pausas activas	ING/ADM	Ayudas mecánicas obligatorias	Supervisor de Área	20
	Laminación	Mezcla de adhesivos PU (isocianatos)	RUT	Vapores (TLV ≤0.005 ppm)	Exposición continua	Sensibilización respiratoria	Químico	M	ED	IN	Ventilación natural		●		Cabina cerrada, extracción localizada, monitoreo TWA, recipientes cerrados	SUS/ING/ADM	Cabina certificada + plan de monitoreo	SSO / Laminación	45
		Rodillos 60–80 °C	RUT	Superficie caliente	Contacto térmico	Quemaduras	Físico	B	D	TO	Señalización			●	Guardas/barreras térmicas, guantes térmicos	ING/EPP	Guardas interbloqueadas	Supervisor de Laminación	20
		Derrames de adhesivo	NO RUT	Químico y locativo	Resbalones/dermatitis	Caídas/irritación	Químico	M	D	MO	Limpieza ocasional			●	Bandejas antiderrames, kit spill, procedimiento 5S	ING/ADM	Contención permanente	SSO / Mantenimiento	15
	Troquelado	Ajuste de moldes	RUT	Golpes/atrapamientos	Manipulación de moldes	Fracturas/lesiones músculo-esq.	Mecánico	M	D	MO	Guardas parciales			●	Ayudas mecánicas, mesas elevables, capacitación segura	ING/ADM	Ayuda mecánica estandarizada	Jefe de Taller	30
		Operación con cuchillas	RUT	Cuchillas expuestas	Corte/amputación	Amputación	Mecánico	A	ED	IN	Guardas parciales			●	Guardas interbloqueadas, LOTO, checklist diario	ING/ADM	Interbloqueos certificados + LOTO	SSO / Producción	15
	Refilado	Corte de bordes	RUT	Cuchillas de alta velocidad	Cortes	Heridas/amputación	Mecánico	M	ED	IN	Señalización			●	Guardas fijas + herramienta de cambio seguro	ING	Guardas completas	Supervisor Refilado	15
		Scrap acumulado (10–20 kg/turno)	RUT	Carga combustible	Incendio/ obstrucción	Incendio/ evacuación lenta	Físico	M	ED	IN	Retiro eventual			●	Programa 5S, retiro por turno, contenedores ignífugos	ADM/ING	Aplicar metodología 5S	Jefe de Área / SSO	10
	Confección	Sellado/termo (150–200 °C)	RUT	Calor y superficies	Contacto térmico	Quemaduras/estrés térmico	Físico	A	ED	IN	EPP básico	●			Pantallas térmicas, ventilación mecánica, rotación	ING/EPP/ADM	Barreras térmicas + ventilación	Supervisor Confección	20
		Vapores residuales	RUT	Emisiones puntuales	Inhalación	Irritación/ intoxicación leve	Químico	B	D	TO	Ventilación parcial			●	Extracción puntual, FDS, capacitación	ING/ADM	Extracción en punto de emisión	SSO	30
	Calidad	Ensayo de tinta con solvente	RUT	Manipulación solvente	Inhalación/ derrame	Intoxicación/ dermatitis	Químico	M	D	MO	EPP básico	●			Cabina ventilada, guantes resistentes, FDS	ING/EPP	Cabina instalada y operativa	Responsable de Calidad	15
		Pasillos con materiales	RUT	Obstrucción	Caídas/evacuación lenta	Contusiones/retardo evacuación	Locativo	M	D	MO	Demarcación parcial			●	Sectorización, límites de apilado, FIFO	ADM	Layout con pasillos libres	Calidad / Almacén	10
	Logística	Movimiento de bobinas (20–40 kg)	RUT	Carga física	Manipulación manual	Lumbalgias/fatiga	Ergonómico	M	D	MO	Manual			●	Carros hidráulicos, capacitación ergonomía	ING/ADM	Carros y ganchos porta-bobinas	Encargado Logística	20
		Apilado y tránsito	RUT	Apilado inestable/obstáculos	Golpes/tropezos	Contusiones, riesgo en evacuación	Locativo	M	ED	IN	Señalización parcial			●	Límites de apilado, pasillos libres, inspecciones	ADM	Procedimiento + checklist 5S	Jefe de Almacén	7
	Área común	Tableros/cableado expuesto	RUT	Contacto eléctrico/arco	Electrocución/ incendio	Electrocución/ incendio	Físico	M	ED	IN	Señales, candados en algunos			●	Canalización cerrada, protecciones dieléctricas, inspección NFPA 70E	ING/ADM	Tableros cerrados + inspección	Mantenimiento / SSO	20
		Extinción inicial	RUT	Extintores insuficientes	Falla de respuesta	Propagación incendio	Protección	A	ED	IN	4 equipos ABC total			●	Dimensionar por carga de fuego, redistribuir y señalar	ADM/ING	Rediseño y check mensual	SSO / Administración	15
	Emergencias	Evacuación y señalización	RUT	Rutas incompletas	Evacuación lenta	Víctimas/sanciones	Organizativo	A	ED	IN	Señal parcial			●	Señal fotoluminiscente, puntos de encuentro, simulacros	ADM	Sistema completo + simulacro	SSO / Todos	30

Nota. Identificación de peligros, evaluación y nivel de riesgo por área y tarea en la Nave 1 de Flexyplas S.A. Elaboración propia, 2025.

3.4.3 Lectura técnica (por familias de riesgo, sin rankings)

- **Químicos (impresión/laminación).**

Se identifican eventos de atmósfera inflamable y exposición continua a COV/isocianatos, con resultados entre I/IN según P y S declaradas. Se requieren controles de ingeniería en fuente (cabina cerrada, extracción localizada, detectores calibrados) y gestión de recipientes/dispensado; reforzar procedimientos y EPP específico como complemento.

- **Mecánicos (refilado/troquelado/moldes).**

Existen peligros de corte/amputación y manipulación de piezas pesadas. La reducción se logra con guardas con enclavamiento, LOTO, ayudas mecánicas y checklist de puesta a punto.

- **Térmicos/ambiente.**

Estrés y contacto térmicos se controlan con barreras, HVAC dimensionado, ventilación mecánica y rotación de tareas.

- **Eléctricos.**

Riesgo de electrocución/incendio mitigado con canalización cerrada, tableros protegidos y rotulados, y plan sistemático de inspección.

- **Locativos/organizativos.**

Obstrucción por scrap y evacuación lenta requieren 5S por turno, sectorización, límites de apilado y señalización fotoluminiscente; incluir tercerizados en inducción/simulacros.

- **Protección contra incendios.**

Se evidencian brechas de cobertura y clase; corresponde dimensionar por carga de fuego, redistribuir equipos y capacitar en uso.

3.4.4 Controles priorizados por jerarquía

- **Sustitución (SUS).**

Implica reemplazar el agente o el proceso por alternativas de menor peligrosidad. En Flexyplas puede traducirse en usar solventes o adhesivos de menor volatilidad/toxicidad, incorporar cuchillas de seguridad o trapos antiestáticos. La sustitución disminuye la severidad o la probabilidad del daño sin añadir complejidad operativa significativa.

- **Controles de ingeniería (ING).**

Separan físicamente al trabajador del peligro mediante diseño, barreras o tecnología. En planta, esto incluye la extracción localizada y la cabina certificada para mezcla/laminación, guardas con enclavamiento en corte/refilado, aplicación rigurosa de LOTO con puntos de bloqueo definidos, HVAC y barreras térmicas en zonas calientes, además de canalización cerrada y tableros protegidos y rotulados. Son los controles más eficaces cuando ELI/SUS no son posibles.

- **Controles administrativos (ADM).**

Reducen la exposición a través de procedimientos, organización del trabajo y verificación.

Reducen la exposición a través de procedimientos, organización del trabajo y verificación. Para la Nave 1, esto significa implementar permisos de trabajo (caliente/ energizado/ solventes), realizar 5S por turno con indicadores (porcentaje de pasillos libres, tiempos de retiro de scrap), definir sectorización y límites de apilado, ejecutar un plan de inspecciones y simulacros con registro, e incluir a personal tercerizado en inducción y evacuaciones. Estos controles sostienen la disciplina operativa y aseguran el cumplimiento cotidiano.

- **Equipo de Protección Personal (EPP).**

Es la última barrera y nunca sustituye a ELI/SUS/ING/ADM. En riesgos químicos, corresponde usar respirador de media cara con filtro para vapores orgánicos (A1/A2), gafas químicas y guantes apropiados (nitrilo/neopreno); en riesgos térmicos, guantes térmicos, pantalla facial y ropa resistente al calor; y en riesgos eléctricos, guantes y casco dieléctricos, calzado aislante y vestimenta según energía incidente. El EPP complementa y cierra el sistema de control, pero no debe emplearse como única medida.

3.4.5 Responsables, plazos y verificación (vinculado a la IPER)

Cada fila de la IPER debe tener un único Responsable (R), que es el cargo o área que ejecutará el control propuesto/definitivo y registrará la evidencia de cierre. Cuando una acción requiera compra o modificación de proceso, la Aprobación (A) corresponde a Gerencia/Administración; otras áreas como Mantenimiento, Producción o Calidad pueden participar como apoyo, pero no reemplazan al responsable. Esta unicidad evita que se diluya la responsabilidad y facilita el seguimiento.

El plazo en días se define de acuerdo con el Resultado de la celda IPER. Si el riesgo es IN (intolerable), la intervención es inmediata; cuando la solución técnica implica adquisición o instalación, se aplica un control interino (paro de tarea, restricción de acceso, ventilación temporal) y se deja constancia del N.º de solicitud/OC con fecha comprometida. Los riesgos I (importantes) se reducen con urgencia dentro de 30–45 días, priorizando controles de ingeniería y/o administrativos que disminuyan de forma tangible la probabilidad o la severidad. Los riesgos MO (moderados) se programan en un horizonte ≤ 90 días, mediante acciones de organización y mejora (5S, permisos de trabajo, capacitación, redistribución de extintores). Los niveles TO/T (tolerable/trivial) se mantienen bajo control y se monitorea su desempeño, ejecutando mejoras de oportunidad cuando corresponda.

La evidencia de cierre debe ser verificable y coherente con el tipo de control aplicado. Para controles de ingeniería, se anexan fotografías del equipo instalado y una prueba funcional

(por ejemplo, caudal medido de extracción, test de enclavamiento/paro), junto con el informe o protocolo de instalación. Para controles administrativos, bastan el procedimiento o permiso vigente, el registro de capacitación, el checklist aplicado, el acta de simulacro o la planilla 5S con KPI. Cuando se trate de sustitución/eliminación, se adjunta la ficha técnica o compra del sustituto, el retiro del agente anterior y la actualización de FDS/rotulado. En el caso de EPP, se incluye la entrega firmada, la especificación del filtro (p. ej., A1/A2) o el ensayo dieléctrico si aplica, además del registro de inducción y mantenimiento.

Una acción se considera cerrada cuando el control definitivo indicado en la fila fue implementado y probado. En ese momento, el responsable reevalúa la propia fila IPER actualizando P y/o S con la misma nomenclatura (A/M/B y ED/D/LD), dejando la fecha de revaluación. El objetivo es que los riesgos ubicados en IN o I descendan al menos a MO o TO. Si la revaluación no reduce el nivel, se incorpora en la misma fila una acción complementaria que complete la mitigación (por ejemplo: además de la cabina, instalar extracción puntual en anilox).

La trazabilidad debe mantenerse alineada con la IPER: la jerarquía declarada (ELI, SUS, ING, ADM o EPP) debe ser coherente con el control definitivo. Así, en Inhalación/atmósfera inflamable ($A \times ED \rightarrow IN$) la jerarquía correcta es ING y el control definitivo se redacta como “cabina certificada con extracción localizada y detectores calibrados”; el responsable es uno solo (p. ej., Mantenimiento), con apoyo de SSOMA, y un plazo de 30–45 días respaldado por OC y medición de caudal. En corte/amputación en refilado ($M \times ED \rightarrow I/IN$), la jerarquía es ING/ADM y el control definitivo es “guardas con enclavamiento y LOTO”; el responsable suele ser Mantenimiento con un plazo 15–30 días y evidencia mediante fotos, prueba de enclavamiento y registro LOTO. Para evacuación lenta por scrap ($M \times D \rightarrow MO$), la jerarquía es ADM/ING con “5S por turno, sectorización y límites de apilado”; el responsable puede ser Jefatura de Área o SSOMA en 10–15 días, evidenciado con planillas 5S que muestren % de pasillos libres y tiempos de retiro.

Cuando la medida afecte a tercerizados permanentes, el responsable asegura su inducción y participación en simulacros o permisos de trabajo, adjuntando esa constancia como evidencia. Si interviene un proveedor externo, la IPER reflejará dos hitos: implementación interina (el riesgo queda acotado hoy) e implementación técnica (equipo instalado y probado), manteniendo la continuidad operativa sin exponer al personal.

Finalmente, el seguimiento mensual consolida los avances y alimenta decisiones en Ingeniería del Proyecto: porcentaje de filas IN/I cerradas; porcentaje de rutas libres y tiempos de retiro de scrap; cobertura y clase de extintores respecto al riesgo del área; cumplimiento LOTO; y condiciones WBGT/temperatura en zonas calientes. Cualquier fila que no alcance MO/TO se reprograma con la acción complementaria correspondiente. Con este esquema, la IPER se convierte en un plan ejecutable, medible y trazable, listo para traducirse en el cronograma y presupuesto del Plan de Emergencia.

3.4.6 Transición al análisis de vulnerabilidad

Con la IPER global se identificaron los riesgos operativos y los controles prioritarios por jerarquía. Para dimensionar la exposición integral de la empresa, se evalúan ahora las amenazas por origen —Natural, Tecnológica y Social/Organizativa— que pueden afectar a la empresa y a sus áreas de soporte. Esta transición organiza, en una sola mirada, qué amenazas existen en el entorno y en la operación diaria, cómo podrían materializarse y a qué escenarios de vulnerabilidad conducirán en el capítulo siguiente.

Tabla 17. Registro de amenazas por origen (Natural, Tecnológica, Social/Organizativa)

ORIGEN	AMENAZA	TIPO DE AMENAZA (INTERNA/ EXTERNA)	ANTECEDENTES - CAUSAS O FUENTES DE RIESGO	IMPACTO DE LA AMENAZA	CALIFICACIÓN DE LA AMENAZA	ESCENARIO ASOCIADO
TECNOLÓGICO	Riesgo eléctrico (equipos y red)	INTERNA/ EXTERNA	Equipos/maniobras energizadas; tableros/canalización; fallas de red/transformador	Personas; Infraestructura/Equipos; Continuidad	POSIBLE	Energías peligrosas / Electrocutación–Arco
	Manejo y almacenamiento de sustancias inflamables/adhesivos y aceites	INTERNA	Recipientes abiertos, cambios de aceite, derrames, FDS no accesibles	Personas; Infraestructura/Equipos; Continuidad	PROBABLE	Incendio estructural / Exposición química
	Incendio estructural por carga de fuego y vapores	INTERNA	Solventes en impresión/laminación; ventilación solo general; scrap en pasillos	Personas; Infraestructura/Equipos; Continuidad	PROBABLE	Incendio estructural
NARURAL	Lluvias / Inundación	EXTERNA	Drenaje/alcantarillado insuficiente; cota baja en accesos	Personas; Infraestructura/Equipos; Continuidad	POSIBLE	Lluvias/Inundación
	Movimientos sísmicos	EXTERNA	Sismicidad regional; estanterías/anclajes	Personas; Infraestructura/Equipos; Continuidad	PROBABLE	Sismo
SOCIAL/ ORGANIZATIVA	Trabajo en alturas	INTERNA	Tareas >1,50 m; permisos; líneas de vida; capacitación	Personas; Continuidad	POSIBLE	Trabajo en alturas
	Accidente vial interno	INTERNA/ EXTERNA	Maniobras en patio; estado de vías; conducción	Personas; Bienes; Continuidad	PROBABLE	Incendio de vehículo / Colisión
	Caídas al mismo nivel / Evacuación lenta	INTERNA	Scrap y objetos en rutas; señalización parcial	Personas; Continuidad	INMINENTE	Caídas/Evacuación
SEGURIDAD FÍSICA	Intrusión/robos (incl. amenaza externa)	EXTERNA	Perímetro vulnerable; delincuencia común	Bienes; Sistemas; Continuidad	POSIBLE	Seguridad perimetral

Nota. Se resumen amenazas tecnológicas, naturales, sociales/organizativas y de seguridad física, indicando su origen, causas, impacto, calificación (posible, probable, inminente) y escenarios asociados. Elaboración propia, 2025.

La siguiente tabla mapea los riesgos priorizados en la IPER hacia los escenarios de vulnerabilidad identificados en el Registro de Amenazas. Para cada riesgo se indica el proceso/área, el resultado IPER (P×S) y el control definitivo previsto. Así se asegura la trazabilidad entre lo observado en planta, la priorización de controles y la evaluación por escenarios (Natural, Tecnológica y Social/Organizativa).

Tabla 18. Mapa IPER → Escenarios de vulnerabilidad

RIESGO IPER	PROCESO/ ÁREA	RIESGO			VULNERABILIDAD	CONTROL DEFINITIVO
		P	S	NIVEL DE RIESGO		
Atmósfera inflamable por solventes/adhesivos	Impresión / Laminación	A	ED	IN	Incendio estructural	Cabina certificada + extracción localizada + detectores calibrados
Guardas incompletas / cortes	Refilado / Troquelado	M	ED	IN	Energías peligrosas (partes móviles/LOTO)	Guardas con enclavamiento + LOTO + checklist diario
Scrap en pasillos / rutas obstruidas	Rutas / Almacén	M	D	MO	Caídas al mismo nivel y evacuación	5S por turno, sectorización, límites de apilado, señalización fotoluminiscente
Cobertura/clase de extintores insuficiente	Varias áreas	M	ED	IN	Incendio estructural / incendio de vehículo	Redistribución y recarga; añadir clase B; capacitaciones; plan de inspección
Riesgo eléctrico (tableros/canalizaciones)	Eléctrico	M	ED	IN	Energías peligrosas (electrocución–arco)	Canalización cerrada y tableros cerrados/rotulados; plan de inspección NFPA 70E
Drenaje deficiente / cotas bajas	Patio, accesos, áreas bajas	M	D	MO	Lluvias / Inundación	Limpieza y mantenimiento de drenajes, bombeo, barreras, plan de desvío logístico

Nota. Se resumen los riesgos críticos por área, su nivel de riesgo IPER (probabilidad, severidad e interpretación) y los controles definitivos propuestos para su reducción. Elaboración propia, 2025.

La siguiente matriz reúne, en un solo cuadro, los escenarios de vulnerabilidad priorizados para la empresa, agrupados por origen (Tecnológico, Natural y Social/Organizativa). Para cada escenario se muestran los puntajes en Personas, Recursos y Sistemas/Procesos, su interpretación y el resultado global. Los valores provienen de la verificación en planta y mantienen la misma escala definida en el Marco Teórico; así se preserva la trazabilidad con la IPER y con los controles definitivos ya planificados.

Figura 13. Matriz integrada de vulnerabilidad por escenarios (Tecnológica, Natural y Social/Organizativa)

TIPO	CALIFICACIÓN	EN PERSONAS					EN RECURSO					EN SIST. Y PROCESOS					NIVEL DE RIESGO		
		GESTIÓN ORGANIZACIONAL	CAPACITACIÓN-ENTRENAMIENTO	CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD	TOTAL VULNERABILIDAD EN PERSONAS	INTERPRETACIÓN	SUMINISTROS	EDIFICACIÓN	EQUIPOS	NATURALES	TOTAL VULNERABILIDAD RECURSOS	INTERPRETACIÓN	SERVICIOS	SISTEMAS ALTERNOS	RECUPERACIÓN	TOTAL VULNERABILIDAD SISTEMAS Y RECURSOS			INTERPRETACIÓN
TECNOLÓGICOS																	INTERPRETACIÓN	R.	
INCENDIO ESTRUCTURAL.	POSIBLE	0,29	0,75	0,30	1,34	MEDIO	0,25	0,42	0,83	0,21	1,71	MEDIO	0,88	0,40	0,80	2,08	BAJO		MEDIO
INCENDIO DE VEHICULO	POSIBLE	0,29	0,50	0,50	1,29	MEDIO	0,25	0,42	0,75	0,33	1,75	MEDIO	0,88	0,4	0,80	2,08	BAJO		BAJO
ACCIDENTES POR SISTEMAS ENERGIZADOS	POSIBLE	0,43	0,5	0,5	1,43	MEDIO	0,5	0,25	0,83	0,13	1,71	MEDIO	0,88	0,40	0,90	2,17	BAJO		BAJO
FALLAS DE EQUIPOS Y/O SISTEMAS	PROBABLE	0,43	0,50	0,60	1,53	MEDIO	0,5	0,42	0,67	0,13	1,71	MEDIO	0,88	0,4	0,90	2,17	BAJO		MEDIO
NATURALES																	INTERPRETACIÓN	R.	
MOVIMIENTO SISMICO	PROBABLE	0,14	0,50	0,50	1,14	MEDIO	0,25	0,33	0,58	0,13	1,30	MEDIO	0,88	0,40	0,90	2,17	BAJO		MEDIO
LLUVIAS /INUNDACIÓN	PROBABLE	0,29	0,50	0,50	1,29	MEDIO	0,25	0,42	0,75	0,33	1,75	MEDIO	0,88	0,40	0,77	2,05	BAJO		MEDIO
VIENTOS FUERTES	POSIBLE	0,21	0,13	0,50	0,81	BAJO	0,5	0,33	0,75	0,33	1,91	MEDIO	0,88	0,40	0,90	2,17	BAJO		BAJO
SOCIAL/ORGANIZATIVA																	INTERPRETACIÓN	R.	
ACCIDENTE POR TRABAJO EN ALTURAS	POSIBLE	0,36	0,63	0,4	1,38	MEDIO	0,75	0,42	0,83	0,00	2,00	MEDIO	0,88	0,40	0,90	2,17	BAJO		MEDIO
ACCIDENTES POR CAÍDAS AL MISMO NIVEL	INMINENTE	0,36	0,13	0,50	0,98	ALTO	0,25	0,42	0,83	0,42	1,92	MEDIO	0,88	0,4	0,90	2,17	BAJO		ALTO

Nota. La matriz integrada de vulnerabilidad indica que los escenarios tecnológicos concentran la mayor exposición, mientras que los eventos naturales y sociales mantienen vulnerabilidad controlada. El perfil de riesgo global se clasifica como vulnerabilidad media, con control operativo aceptable. Elaboración propia, 2025.

3.4.7 Interpretación global de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad permitió identificar el grado de exposición de la empresa frente a los distintos orígenes de amenaza: tecnológicas, naturales y sociales/organizativas. En conjunto, los resultados evidencian una vulnerabilidad global de nivel medio, reflejando una estructura organizacional con controles implementados, pero aún dependiente de la eficacia del mantenimiento, la disciplina operativa y la capacitación continua.

En el componente tecnológico, los escenarios de incendio estructural, fallas eléctricas y energías peligrosas mostraron valores medios, atribuibles principalmente a la concentración de materiales inflamables y a la interacción constante con equipos energizados. Si bien existen medidas de control y verificación, su sostenibilidad depende del cumplimiento riguroso de inspecciones y del mantenimiento preventivo.

Respecto al origen natural, los escenarios de lluvias, inundación y sismo alcanzaron niveles medios o bajos, lo que sugiere una infraestructura razonablemente resistente, aunque con necesidad de mejoras en drenaje, almacenamiento de materiales y planes de continuidad ante eventos severos.

Por último, en el componente social/organizativo, los riesgos asociados a caídas al mismo nivel y trabajo en alturas mantienen una vulnerabilidad media, determinada por condiciones del entorno físico y prácticas de orden. Este grupo requiere fortalecer la señalización, la supervisión operativa y la cultura preventiva del personal.

En síntesis, la empresa presenta un comportamiento controlado frente a amenazas recurrentes, aunque con márgenes de mejora en gestión, recursos críticos y respuesta ante emergencias. Estos hallazgos servirán como base para el diseño del plan de intervención y fortalecimiento de controles que se desarrollará en el siguiente capítulo.

3.4.8 Checklist operativo: elementos mínimos del Plan de Emergencia

Con base en la información obtenida durante el recorrido de campo y la revisión documental, se elaboró el siguiente checklist que permite verificar la presencia y el estado de los principales componentes del Plan de Emergencia de la empresa.

Este instrumento complementa el análisis de vulnerabilidad, permitiendo identificar brechas en la preparación y respuesta ante emergencias, así como priorizar acciones correctivas inmediatas.

Tabla 19. Checklist operativo de elementos mínimos del Plan de Emergencia – Nave 1, Flexyplas S.A.

ÍTEM	¿QUÉ VERIFICAR?	EVIDENCIA MÍNIMA REQUERIDA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	CUMPLE			OBSERVACIONES
					SI	NO	PARCIAL	
1. Organización de emergencia	Existe organigrama/roles (coordinador, jefe de evacuación, primeros auxilios, brigadas) y nombres actualizados	Documento firmado con nombres y teléfonos	SSOMA / Gerencia	Revisión anual / actualización inmediato si hay cambios		•		No existe organigrama de emergencia formal ni roles designados; ausencia de coordinación entre turnos.
2. Brigadas internas	Brigadistas capacitados por turno (lista de asistentes)	Listas de asistencia y certificados de formación	SSOMA / Jefes de área	Capacitación inicial + simulacros trimestrales		•		No se cuenta con brigadistas capacitados ni registros de entrenamiento interno.
3. Plan de emergencia escrito	Procedimientos por tipo de evento (incendio, fuga química, sismo, inundación, accidente)	Documento planificado y distribuido	SSOMA / Gerencia	Revisión anual		•		No existe un Plan de Emergencia escrito ni difundido entre el personal.
4. Alarmas y sistema de notificación	Alarmas sonoras/visual y canales alternos (radio/teléfono/megafonía)	Prueba funcional registrada (fecha)	Mantenimiento / SSOMA	Prueba semestral			•	Sistema de alarma funcional, pero sin mantenimiento documentado; señal acústica no audible en toda la planta.
5. Rutas de evacuación y salidas	Rutas demarcadas, libres y con señalización fotoluminiscente	Fotos antes/después; planimetría con rutas marcadas	Jefatura de área / Calidad	Inspección diaria/semana			•	Algunas rutas de evacuación están parcialmente obstruidas por materiales o pallets; señalización incompleta.
6. Puntos de encuentro	Puntos señalizados y conocidos por el personal	Foto y registro de simulacro indicando tiempos de reunión	SSOMA / Jefatura	Revisión trimestral		•		No se cuenta con un punto de encuentro designado
7. Extintores (cantidad / clase / cargados)	Extintores ubicados, con etiqueta vigente y clase acorde (A, B, C)	Registro de inspección y fotos; certificado de recarga	Mantenimiento / SSOMA	Revisión mensual / recarga según vencimiento			•	Solo existen cuatro extintores activos; algunos sin etiqueta de recarga vigente y con distribución insuficiente.
8. Hidrantes, mangueras y BIEs	Funcionamiento, presión y accesibilidad	Prueba funcional y planilla de mantenimiento	Mantenimiento / SSOMA	Prueba semestral			•	No se dispone de hidrantes ni mangueras operativas; no hay registros de pruebas de presión.
9. Sistemas de detección y supresión	Detectores de humo, detectores COV, rociadores, bocas automáticas	Certificados, pruebas y calibración (fechas)	Mantenimiento / Proveedor	Prueba anual (calibración periódica)			•	No existen detectores de humo ni sistemas automáticos de supresión en las áreas críticas.
10. Señalización / iluminación de emergencia	Señalización fotoluminiscente y luces de emergencia operativas	Fotos + prueba de iluminación de emergencia	Mantenimiento / Calidad	Prueba semestral			•	Señalización mixta (algunas fotoluminiscentes, otras deterioradas); no se han probado las luces de emergencia.
11. Planos y mapa de riesgos	Plano actualizado con rutas, puntos de riesgo y ubicación de equipos	Planos firmados y puestos en lugares visibles	SSOMA / Ingeniería	Revisión anual		•		No se cuenta con planos de evacuación, ni mapa de riesgos en áreas visibles.
12. Botiquines y atención primera ayuda	Botiquines por sector y personal capacitado (RCP/primeros auxilios)	Inventario de botiquines y listas de capacitados	SSOMA / RRHH	Control mensual / capacitación anual			•	Solo un botiquín operativo en área administrativa; faltan en producción y laminado.
13. Equipos y kits spill (derrames)	Kits antiderrames en áreas con solventes, contenedores ignífugos	Fotos, inventario de kits, FDS accesibles	Producción / Calidad	Control semanal/mes		•		No existen kits de derrames; se utilizan trapos absorbentes comunes sin FDS visibles.
14. Contención de sustancias peligrosas	Gabinetes ignífugos, recipientes cerrados, rotulado FDS	Fotos, registro de almacenaje, fichas FDS	Calidad / Producción	Revisión mensual		•		Sustancias inflamables almacenadas sin gabinete ignífugo ni etiquetas de seguridad actualizadas.
15. Permisos de trabajo (hot work / energizados)	Procedimientos y registros de permisos de trabajo	Registros firmados de permisos y checklist previos	Mantenimiento / Producción	Control por intervención		•		No se aplican permisos de trabajo para tareas calientes o mantenimiento; ausencia de registros.
16. LOTO / control de energías	Procedimiento LOTO, candados, checklist y capacitación	Registros de LOTO aplicados y lista de habilitados	Mantenimiento / SSOMA	Revisión trimestral		•		No existe procedimiento formal de bloqueo y etiquetado (LOTO); sin candados ni checklist de energía.
17. Inspecciones y mantenimiento crítico	Programas y evidencias de mantenimiento preventivo	Cronograma y reportes de mantenimiento	Mantenimiento	Plan mensual/según equipo			•	Mantenimiento preventivo realizado, pero sin registros firmados ni cronograma actualizado.
18. Comunicación externa	Contactos con bomberos, ambulancia, empresa eléctrica y respuesta acordada	Registro de coordinación y número de contacto	Gerencia / SSOMA	Confirmación anual / simulacros		•		No hay contactos actualizados con bomberos ni convenios de coordinación formal.
19. Simulacros documentados	Planificación, ejecución y acta de lecciones aprendidas	Informe de simulacro con tiempos y observaciones	SSOMA / Jefatura	Simulacro anual mínimo; por turno recomendable		•		No se han realizado simulacros documentados; el personal desconoce los procedimientos.
20. Registro y reporte de incidentes	Formato para notificar incidentes, lecciones y acciones correctivas	Registro de incidentes y cierre de acciones	Calidad / SSOMA	En tiempo real y revisión mensual		•		No existe formato de registro de incidentes ni seguimiento de acciones correctivas.
21. Protección eléctrica y cortes	Botón de corte general, señalización de tableros, protección dieléctrica	Etiquetado, fotos y protocolo de corte	Mantenimiento / Eléctrico	Revisión semestral		•		Tableros eléctricos sin señalización de riesgo; ausencia de botón de corte general visible.
22. Gestión de residuos peligrosos	Contenedores metálicos para trapos con solvente y plan de retiro	Registro de disposición y fotos	Calidad / Mantenimiento	Control semanal/mes		•		Desechos plásticos y solventes se acumulan en recipientes comunes; no hay contenedores ignífugos.
23. Accesibilidad para emergencias	Acceso para bomberos y maquinaria, señalización de acceso	Fotos y verificación en simulacro	Logística / Gerencia	Revisión anual			•	Acceso principal libre, pero sin señalización ni espacio designado para ingreso de bomberos.
24. Plan de recuperación / continuidad	Inventario de repuestos críticos, plan de recuperación y responsables	Documento de continuidad y responsables	Gerencia / Calidad	Revisión anual		•		No se dispone de plan de continuidad ni inventario de repuestos críticos.
25. Documentación actualizada y accesible	FDS, procedimientos, bitácoras y registros disponibles en planta	Copias físicas y digitales con ruta clara	Calidad / SSOMA	Revisión trimestral			•	Documentación de seguridad dispersa; no se cuenta con una copia física ni digital centralizada.

3.5 Hallazgo significativos

El diagnóstico integral realizado en la Nave 1 de Flexyplas S.A. permitió evidenciar el estado actual de las condiciones de seguridad, orden y respuesta ante emergencias, integrando los resultados del análisis IPER, la evaluación de vulnerabilidad y la verificación en campo mediante checklist operativo.

De acuerdo con los hallazgos, la empresa presenta un nivel de riesgo medio global, con áreas críticas que requieren intervención prioritaria para garantizar la continuidad operativa y la protección del personal. Los procesos de impresión, laminación y refilado concentran las mayores exposiciones debido al uso de solventes inflamables, equipos energizados y limitaciones en ventilación y resguardo físico.

En el componente tecnológico, se identifican vulnerabilidades asociadas a:

- **Riesgo de incendio estructural**, por acumulación de scrap, presencia de vapores inflamables y ventilación general insuficiente.
- **Energías peligrosas**, derivadas del uso de maquinaria con guardas parciales y procedimientos LOTO no estandarizados.
- **Fallas en infraestructura eléctrica**, donde algunos tableros y canalizaciones requieren cierre, rotulación y mantenimiento conforme a la norma NFPA 70E. Estas condiciones mantienen riesgos catalogados como importantes (I) e intolerables (IN), demandando controles de ingeniería y administrativos inmediatos.

En cuanto a las amenazas naturales, los escenarios de lluvias intensas e inundación representan exposición media, especialmente en accesos y áreas bajas con drenaje limitado. Asimismo, la sismicidad regional exige reforzar el anclaje de estanterías, señalización de puntos seguros y procedimientos de evacuación vertical.

Desde el enfoque social y organizativo, las vulnerabilidades más relevantes se vinculan a:

- **Caídas al mismo nivel y evacuación lenta**, asociadas al almacenamiento en pasillos y señalización incompleta.
- **Trabajo en alturas**, que carece de una gestión estandarizada de permisos, inspección de líneas de vida y capacitación específica.
- **Capacitación desigual y ausencia parcial de brigadas**, lo cual reduce la capacidad de respuesta en emergencias y afecta la percepción de seguridad entre los trabajadores.

El checklist operativo confirmó que, si bien la empresa cuenta con extintores, rutas demarcadas y procedimientos básicos, persisten brechas en la cobertura, inspección y actualización de planes, especialmente en la redistribución de equipos por tipo de riesgo, la señalización fotoluminiscente y el control documental de simulacros y capacitaciones.

En síntesis, los resultados reflejan un sistema de gestión de seguridad y emergencias en desarrollo, con controles implementados parcialmente y un cumplimiento normativo aún fragmentado.

El análisis muestra que la mayor vulnerabilidad se concentra en la interacción entre factores tecnológicos y organizativos, es decir, donde la exposición técnica no está acompañada de una gestión sistemática (procedimientos, formación y seguimiento).

Por tanto, el problema central identificado es la insuficiente integración entre la prevención operativa y la preparación ante emergencias, lo que incrementa la probabilidad de incidentes y su impacto potencial en personas, recursos e infraestructura.

Este diagnóstico respalda la necesidad de formular un Plan de Emergencia integral para la Nave 1, orientado a:

- Consolidar controles de ingeniería (ventilación, guardas, redistribución de extintores).
- Estandarizar procedimientos administrativos (5S, permisos de trabajo, mantenimiento eléctrico).
- Fortalecer la capacitación, brigadas y simulacros.
- Alinear la gestión de emergencias con normas NB, ISO 45001 y NFPA aplicables.

Con ello se busca elevar la confiabilidad operativa, reducir la exposición a pérdidas y asegurar la continuidad del negocio en condiciones seguras y sostenibles.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL PLAN DE EMERGENCIAS

4.Diseño del Plan de Emergencias

El presente capítulo desarrolla el diseño del Plan de Emergencias para la Nave 1 de Flexyplas S.A., en cumplimiento de la NB 517002 y de la normativa técnica y legal vigente en materia de seguridad y gestión de emergencias. El objetivo general del plan es establecer una organización, unos recursos y unos procedimientos claros para prevenir, preparar y responder de manera oportuna y coordinada ante situaciones de emergencia que puedan presentarse en la Nave 1, protegiendo la vida e integridad de las personas, minimizando los daños a las instalaciones y al medio ambiente y favoreciendo la continuidad operativa esencial.

El alcance del Plan de Emergencias se limita a la Nave 1 de Flexyplas S.A. e incluye sus áreas de producción, almacenamiento, servicios auxiliares, circulación interna y zonas de carga y descarga asociadas. El plan es aplicable a todo el personal propio que desarrolla actividades en la Nave 1, así como a contratistas, proveedores, visitantes y cualquier otra persona que se encuentre en estas instalaciones durante la jornada laboral o actividades extraordinarias. Cubre emergencias por incendios, fallas o incidentes eléctricos, fugas o derrames de sustancias peligrosas, explosiones, atrapamientos, caídas de personas, fenómenos naturales y otros eventos que puedan comprometer la seguridad de las personas, las instalaciones o el entorno y que requieran la activación del plan.

Con este marco, en los numerales 4.1 a 4.13 se desarrollan los componentes del Plan de Emergencias de la Nave 1 de acuerdo a la estructura establecida por la NB 517002: comité de emergencias, identificación y evaluación de situaciones de emergencia, medidas preventivas, alerta temprana, grupos de respuesta, recursos para la atención de emergencias, planes de acción específicos, solicitud de apoyo externo y evacuación, sistemas de comunicación, señalización, simulacros y revisión del plan.

Con base en el checklist aplicado, se elaboró la siguiente tabla, la cual funciona como un plan y herramienta de cierre de brechas, permitiendo comparar los resultados del diagnóstico con los requerimientos del diseño del Plan de Emergencias de la Nave 1, y definir las acciones necesarias para su adecuación e implementación.

Tabla 20. *Brechas identificadas en el diagnóstico y medidas de diseño del Plan de Emergencias para la Nave 1*

Brecha detectada en el diagnóstico	Medida de diseño propuesta (Plan de Emergencias)	Responsable del diseño	Indicador (KPI)	Meta del diseño
Ausencia de Plan de Emergencias formal documentado	Diseño integral del Plan de Emergencias alineado a NB 517002 y Guía SIPPCI	Responsable SST / Autor del proyecto	Plan documentado y validado	Plan diseñado y aprobado (100 %)
Falta de organización formal de respuesta ante emergencias	Diseño de la estructura del COE y brigadas por turno, con roles y funciones definidos	Responsable SST	% de roles definidos en el plan	100 % de roles definidos
Inexistencia de simulacros planificados	Diseño de un programa anual de simulacros por tipo de emergencia	COE	Programa anual documentado	≥ 1 programa anual diseñado
Deficiencias en señalización de evacuación y emergencia	Diseño de rutas, salidas y señalización conforme a criterios técnicos	Responsable SST / Mantenimiento (diseño)	% de señalización diseñada vs requerida	100 % señalización diseñada
Falta de señalización y rotulado eléctrico (corte general no visible)	Incorporación de puntos de corte, rotulado y señalización eléctrica en planos y POE	Responsable SST / Eléctrico	% puntos críticos señalizados en diseño	100 % puntos críticos incorporados
Acumulación inadecuada de residuos peligrosos (VOC, trapos con solvente)	Diseño de subprograma de gestión de residuos peligrosos con contenedores ignífugos, rutas y registros	Responsable SST	Subprograma documentado	100 % del subprograma diseñado

Brecha detectada en el diagnóstico	Medida de diseño propuesta (Plan de Emergencias)	Responsable del diseño	Indicador (KPI)	Meta del diseño
Falta de procedimientos operativos ante escenarios específicos	Diseño y estandarización de POE por escenario (incendio, eléctrico, derrames, evacuación)	Responsable SST	% POE diseñados	100 % POE definidos
Ausencia de esquema formal de comunicación y alarma	Diseño del sistema de comunicación y alarma con jerarquía de mensajes y redundancia	COE	Sistema documentado	Sistema de comunicación definido
Deficiencia en capacitación en emergencias	Diseño de un programa anual de capacitación por rol (COE, brigadas, operarios, terceros)	Responsable SST / COE	% de roles con capacitación diseñada	100 % de roles cubiertos
Falta de criterios técnicos para selección de extintores	Definición de criterios de selección de agentes extintores según clase de fuego, ICSI y carga de fuego	Responsable SST	Criterios documentados	Criterios definidos para el 100 % de áreas
Falta de validación del tiempo de evacuación	Diseño del cálculo del tiempo de evacuación con respaldo normativo (NFPA 101)	Responsable SST	Método normativo aplicado	Método incorporado y documentado
Ausencia de mejora continua formal	Diseño del ciclo PHVA con cronograma de auditorías, simulacros y revisión del plan	COE	Cronograma documentado	PHVA definido al 100 %

Nota. La tabla presenta las brechas identificadas durante el diagnóstico inicial y las medidas de diseño propuestas para la elaboración del Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., en concordancia con la NB 517002 y la guía del SIPPCI. Asimismo, se indican los responsables del diseño, los indicadores de seguimiento (KPI) y la meta prevista para cada acción. Elaboración propia, 2025.

4.1 Comité de Emergencias (COE)

El Comité de Emergencias (COE) es la autoridad interna responsable de dirigir la respuesta ante incidentes y emergencias, asegurar la continuidad de las operaciones y preservar la vida, la salud y los bienes. Su misión es decidir con criterio técnico (activar o escalar el plan, ordenar evacuaciones, solicitar apoyo externo, disponer cortes de energías) y mantener vigente la documentación del Plan. La conformación, responsabilidades y competencias se establecen conforme a NB 517002 y se articulan con el resto del capítulo (identificación de emergencias, medidas preventivas, recursos, planes de acción, comunicaciones, señalización, simulacros y mejora continua).

4.1.1 Integrantes y estructura del COE

La efectividad de un plan depende de una estructura definida y redundante: cada rol operativo debe contar con titular y suplente en turno diurno y nocturno, con alcance de decisión y límites claros. El cuadro siguiente ordena, en un solo lugar, quién hace qué, desde qué cargo, cómo lo contactamos y hasta dónde puede actuar sin comprometer su seguridad ni la de terceros.

Tabla 21. Roles y responsabilidades por turno en el Plan de Emergencias

ROL EN EL PLAN	CARGO EN LA EMPRESA	TURNO DIURNO		CARGO EN LA EMPRESA	TURNO NOCTURNO		CONTACTO	LÍMITES DE ACCIÓN
		TITULAR	SUPLENTE		TITULAR	SUPLENTE		
Coordinación General	Gerente Adm.	Julio García	Minerva Tejerina (Adm)	Encargado de Calidad	Ramiro León	Rodrigo Huanca	Celular personal	No intervenir si no es seguro No operar equipos energizados Ordenar evacuación/solicitar apoyo al superar límites.
Jefatura de Evacuación y Conteo	Supervisor de Producción	Horacio Soruco	Pedro Flores (Troquelado)	Operador	Esteban Herrera	Alejandra Chuquimia		No reingresar sin autorización Prioriza flujo seguro y conteo.
Prevención y Control Inicial	Brigadista – Impresión	Angie García	César Segovia (Impresión)	Operador	Sofía Loza	Belizario Quiroga		Atender conato solo si es seguro Retirarse ante humo denso/llamas fuera de control.
Prevención y Control Inicial	Brigadista – Laminación	Ruly Garnica	Jaime Rodríguez (Laminación)	Operador	Antonio Perales	Juan Ponce		Atender conato solo si es seguro Retirarse ante humo denso/llamas fuera de control.
Primeros Auxilios	Calidad	Katherine Vilca	Alberto Torrez (Jefe de Calidad)	Operador	Marcos Choque	Ramiro Huanca		No realizar procedimientos no autorizados Derivar según protocolo.
Primeros Auxilios	Producción	Sebastián Romero	Eliberto Rojas (Refilado)	Operador	Rodrigo Herrera	Sofía Quiroga		No realizar procedimientos no autorizados Derivar según protocolo
Corte de Energías/Insumos	Mantenimiento	Samuel Aldana	Ivan Loaiza (Producción)	Operador	Esteban Ponce	Alejandra León		No restablecer sin inspección técnica y autorización escrita.

Nota. Se detallan los cargos, titulares y suplentes por turno diurno y nocturno, así como los contactos y límites de acción para cada rol del Plan de Emergencias. Elaboración propia, 2025.

4.1.2 Funciones y responsabilidades por rol

La claridad funcional evita solapamientos y vacíos durante una emergencia. A continuación, se resume, para cada rol, qué debe hacer y hasta donde es su límite de acción. Los detalles operativos (paso a paso, comunicaciones predefinidas, formatos) están desarrollados en el siguiente cuadro

Tabla 22. *Resumen de roles, funciones y límites de acción en el Plan de Emergencias*

Rol	Funciones clave	Límites de acción
Coordinación General	– Activar Plan – Evaluar escenario – Decidir retirada/evacuación – Solicitar apoyo externo – Autorizar restablecimiento.	No operar equipos; priorizar vida y rutas; detener acción si supera conato.
Jefatura de Evacuación	– Ordenar evacuación; – Asignar guías/retaguardia – Cierre de áreas – Consolidar conteo y reportar.	No reingresar sin autorización COE.
Prevención/ Control Inicial	– Seleccionar extintor – Técnica PASS (Pull–Aim–Squeeze–Sweep) – Proteger rutas.	Retirada ante humo denso/llama libre.
Primeros Auxilios	– Atención inicial; – Mantener botiquín – Coordinar traslado.	No procedimientos avanzados sin competencia.
Corte de Energías/ Insumos	– Ejecutar cortes seguros; – LOTO (Lockout/Tagout = Bloqueo/Etiquetado); – Verificar ausencia de energía.	No restablecer sin inspección/permiso.
Enlace/ Comunicaciones	– Activar sirena/estrobo/PA – Mensajes – Coordinar con externos.	Usar solo mensajes preaprobados.

Nota. Se describen las funciones clave y los límites de acción para los roles de coordinación, evacuación, prevención y control inicial, primeros auxilios, corte de energías y enlace/comunicaciones. Elaboración propia, 2025.

4.1.3 Cadena de mando y activación del Plan

Para evitar demoras, la activación del plan sigue una secuencia breve y repetible: recibir el aviso, activar el COE, asignar funciones, decidir si se contiene un conato o se evacúa/retira y se solicita apoyo externo, y finalmente, cerrar y restablecer bajo verificación técnica. La señal de alarma y su nivel se emiten mediante los medios definidos en el mensaje de alarma.

Tabla 23. Flujo básico de activación y respuesta del COE ante emergencias

Paso	Acción	Responsable	Medio / Canal	Registro
1	Aviso/ detección	Cualquier trabajador	Pulsador / voz / celular	—
2	Activar COE	Coordinación General	Mensaje de comunicación y mensaje de alarma	Registro de activación del COE
3	Asignar roles	Coordinación General	Reunión rápida	Formato de asignación de roles
4	Decisión operativa	Coordinación General	Evaluación (humo, llama, personas)	Fichas de evaluación operativa
5	Comunicar nivel de alarma	Enlace/Comunicaciones	Sirena/estrobe/PA/WhatsApp	Registro de comunicación de alarma
6	Cierre / restablecimiento	Coordinación + Mantto.	Inspección técnica	Acta de cierre y establecimiento

Nota. Se describen los pasos, responsables, medios de comunicación y registros asociados a la activación, operación y cierre del Centro de Operaciones de Emergencia (COE). Elaboración propia, 2025.

Tabla 24. Niveles de alarma, criterios de declaración y acciones del COE

Nivel	¿Cuándo se declara?	¿Quién declara?	Señal / Mensaje estándar	Acción inmediata del COE y del personal
Verde – Preventiva	Condiciones anómalas sin humo/llama (olor a solvente, chispas, derrame menor, tormenta en aproximación). No hay riesgo inmediato.	Coordinación a propuesta de Seguridad/Calidad	1 pulso corto de sirena + mensaje en PA: “Atención preventiva. Mantener puestos. Verificar área.”	COE en pre-alerta. Supervisor revisa área; Energías en standby; brigadistas en espera con EPP. Sin evacuación.
Amarilla – Conato	Humo leve/llama pequeña controlable; derrame inflamable contenido; evento eléctrico aislado sin personas afectadas. Límites de acción NO superados.	Coordinación	2 pulsos cortos repetidos + estrobo ámbar. Mensaje: “Conato en (area). Brigada a posición. Personal no involucrado, prepárese.”	Brigada ejecuta (técnica PASS). Energías realiza cortes locales LOTO. Personal ajeno se prepara para evacuación sectorial. Si no se controla en 3–5 min, escalar a Naranja.
Naranja – Evacuación sectorial	Humo denso, propagación, atmósferas peligrosas (IDLH) o límites de acción superados; necesidad de apoyo externo en camino; sin afectación general del sitio.	Coordinación	Sirena continua intermitente + estrobo rojo en sector. Mensaje: “Evacuación del sector (X) hacia punto (Y).”	Evacuación solo del/los sectores involucrados (ver plano). Conteo en punto de encuentro. Brigada se retira si hay riesgo. Enlace coordina con Bomberos/911. Preparar posible escala a Roja.
Roja – Evacuación total	Fuego no controlable, explosión inminente, colapso/derrame mayor, sismo severo, orden de autoridad externa.	Coordinación (o autoridad externa in situ)	Sirena continua general + estrobo rojo general. Mensaje: “Evacuación total. Diríjase a puntos [PE-1/PE-2].”	Evacuación total. Cierre de energías/insumos maestros. COE traslada Puesto de Comando a área segura. Entrega del sitio a Bomberos.

Nota. Se definen los niveles de alarma (verde, amarilla, naranja y roja), indicando cuándo se declaran, quién los activa, la señal o mensaje estándar y las acciones inmediatas del COE y del personal. Elaboración propia, 2025.

4.1.4 Competencias mínimas por rol

La respuesta segura exige que cada rol demuestre conocimientos, habilidades y conductas mínimas. Esta matriz define lo indispensable para actuar sin exponerse a situaciones IDLH y cumpliendo el LOTO y el uso correcto de EPP. La verificación se documenta anualmente.

Tabla 25. *Matriz de competencias mínimas por rol en el Plan de Emergencias*

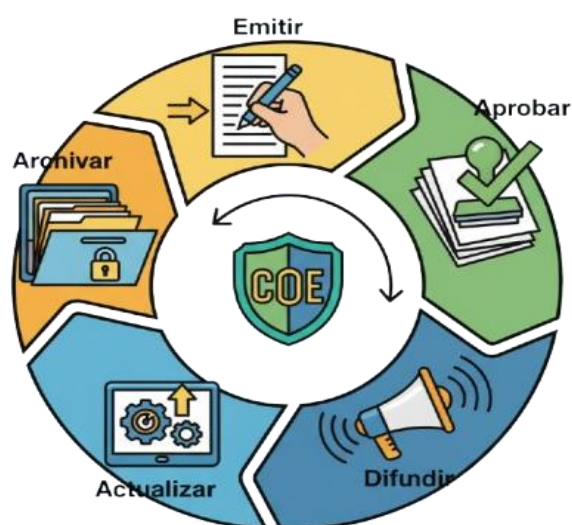
Rol	Conocimientos (saber)	Habilidades (saber hacer)	Conducta segura	Evidencia mínima
Coordinación	– Plan – criterios de evacuación – límites de acción.	Decidir bajo presión; priorizar vida/evacuación.	No intervenir sin condiciones seguras.	Registro anual
Evacuación	– Rutas – Foros – Puntos de encuentro.	Gestionar flujo y conteo.	Cierre de áreas; reporte oportuno.	Actas de simulacro.
Brigadistas	– Agentes extintores – lectura SGA/GHS.	Técnica PASS; uso EPP.	Retirada ante IDLH.	Práctica registrada
P. Auxilios	– Protocolo básico – exposición química.	Curaciones básicas; reporte.	No exceder competencia.	Certificado interno
Corte/LOTO	– Puntos de corte – etiquetas LOTO.	Aplicar bloqueo/verificación.	No restablecer sin permiso.	Lista de chequeo

Nota. Se resumen los conocimientos, habilidades, conductas seguras y evidencias requeridas para coordinación, evacuación, brigadistas, primeros auxilios y corte/LOTO. Elaboración propia, 2025.

4.1.5 Control documental del Comité Organizacional de Emergencias

El control documental asegura que toda la información generada por el Comité de Emergencias (COE) se mantenga actualizada, verificable y trazable. Cada documento emitido por el COE sigue un ciclo de gestión estandarizado, representado en la siguiente

Figura 14. Ciclo de gestión y control documental del COE



Nota. Se representa el flujo de emisión, aprobación, difusión, actualización y archivado de la documentación del Centro de Operaciones de Emergencia (COE). Elaboración propia, 2025.

Este proceso evita el uso de datos desactualizados durante una emergencia y permite mantener la trazabilidad del Plan.

Los documentos controlados abarcan designaciones, competencias, actas de constitución, verificaciones de vigencia y procedimientos de comunicación.

La custodia está definida según el tipo de documento (COE, SSO o Administración), y toda modificación debe registrarse en el Control de Cambios.

El cumplimiento de este punto asegura que el COE:

- Cuento con miembros formalmente designados.
- Mantenga actualizadas sus competencias y reemplazos.
- Disponga de documentación vigente y aprobada.
- Ejecute sus funciones sin ambigüedad ni duplicidad.

La gestión documental garantiza la trazabilidad y vigencia del Plan de Emergencias. Todo documento emitido por el COE debe seguir un ciclo de control que asegure su actualización y validez, evitando el uso de información obsoleta durante una emergencia.

Se elaboró un manual instructivo complementario para fortalecer el desarrollo de este punto, proporcionando herramientas operativas, criterios de verificación y formatos estandarizados que facilitan su aplicación y aseguran la coherencia del proceso. El contenido desarrollado se presenta en el **Anexo 5**.

4.2 Identificación y evaluación de situaciones de emergencia

Consiste en determinar los tipos de emergencias que pueden presentarse en las instalaciones, evaluando su gravedad y los requisitos mínimos establecidos por el SIPPCI. Los resultados de esta evaluación sirven como base para definir las medidas preventivas, los recursos necesarios, las fichas tácticas, los procedimientos de comunicación, la señalización y la planificación de los simulacros.

4.2.1 Método adoptado (operativo y entendible)

1. **Identificar** amenazas por origen (tecnológico, natural, social/organizativa) y por área/proceso (diagnóstico + recorridos + FDS).
2. **Clasificar** el riesgo global con SIPPCI (ICSI) para conocer mínimos obligatorios.
3. **Priorizar** por $P \times C$ (y S si aplica) para definir emergencias significativas.
4. **Aplicar método por área:** Carga de Fuego donde hay solventes/adhesivos; Básico en el resto.
5. **Decidir:** medidas, recursos, fichas y simulacros.

Este registro permite visualizar rápidamente qué puede ocurrir, por qué, y cuál sería el impacto principal, estableciendo así un panorama general de riesgos antes de la priorización formal. La columna de probabilidad orienta el enfoque inicial hacia aquellos eventos que requieren una atención más inmediata dentro del proceso de diseño del Plan de Emergencias.

Tabla 26. Escenarios de emergencia priorizados según origen, causas e impacto

Origen	Área/proceso	Escenario	Causas típicas	Impacto principal	Probabilidad
Tecnológico	Impresión / Laminación	Incendio por solventes/adhesivos	Vapores + chispa; recipientes abiertos; scrap	Personas / Infraestructura / Continuidad	Probable
Tecnológico	Tableros / Red	Arco eléctrico / electrocución	Maniobras energizadas; protecciones	Personas / Infraestructura	Posible
Tecnológico	Nave / Almacenes	Incendio estructural (carga de fuego)	Film/pallets/cartón; ventilación general	Personas / Infraestructura / Continuidad	Probable
Natural	Sitio / Accesos	Lluvias–inundación sectorial	Drenajes; cota de acceso	Infraestructura / Continuidad	Posible
Natural	Toda la nave	Sismo	Estanterías; anclajes; caída de objetos	Personas / Infraestructura	Probable
Social/Organizativa	Rutas y pasillos	Caídas al mismo nivel	Orden/señalización parcial	Personas / Evacuación lenta	Inminente
Social/Organizativa	Patio interno	Incendio de vehículo / colisión	Maniobras; combustible	Personas / Bienes / Continuidad	Probable
Social/Organizativa	Mantenimiento / Alturas	Caída de altura	Permisos; líneas de vida	Personas / Continuidad	Posible

Nota. Se resumen los principales escenarios tecnológicos, naturales y sociales/organizativos, indicando área, causas típicas, impacto principal y probabilidad estimada. Elaboración propia, 2025.

4.2.2 Índice de carga de sustancias inflamables y combustibles

Para la Nave 1 de Flexyplas S.A. se aplicó el Índice de Carga de Sustancias Inflamables y Combustibles (ICSI), sustituyendo en la fórmula general los inventarios medidos de gases inflamables, líquidos inflamables, líquidos combustibles y sólidos combustibles. Cada cantidad se dividió entre su divisor normativo correspondiente y luego se sumaron los cocientes obtenidos para obtener el valor global del índice.

Sustituyendo los valores de la Nave 1 en la expresión del ICSI se tiene:

$$ICSI = \left(\frac{500}{1400 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{120}{2000 \text{ litros}} \right) + \left(\frac{5000}{1500 \text{ litros}} \right) \\ = (0,3571) + (0,0600) + (0,3333) = 0,7505$$

La tabla 26 resume la aplicación de la fórmula del ICSI para la Nave 1, mostrando para cada tipo de material la cantidad inventariada, el divisor normativo y el cociente correspondiente. La suma de estos cocientes da como resultado un índice global de 0,7505, que representa la carga de sustancias inflamables y combustibles de la nave. Este valor se utiliza como insumo para definir la dotación mínima de equipos de protección contra incendios, las distancias de seguridad y otros controles adicionales considerados en el Plan de Emergencias.

Tabla 27. Cálculo del Índice de Carga de Sustancias Inflamables (ICSI)

Componente	Cantidad	Divisor	Cociente
Gases inflamables (L)	0	3000	0.0000
Líquidos inflamables (L)	500	1400	0.3571
Líquidos combustibles (L)	120	2000	0.0600
Sólidos combustibles (kg)	5 000	15000	0.3333
ICSI (suma)	—	—	0.7505

Nota. Se muestra el volumen o masa de cada componente inflamable o combustible, su divisor normativo y el cociente utilizado para obtener el ICSI total del área. Elaboración propia, 2025.

4.2.3 Priorización (P×C) y emergencias significativas

El ICSI obtenido ubica a la planta en Categoría 2 – Riesgo Medio según el SIPPCI. El cálculo se realizó utilizando inventarios representativos del proceso industrial (líquidos inflamables, líquidos y sólidos combustibles). Este valor se establece como base oficial de diseño para el Plan de Emergencias y determina los requisitos mínimos de control y protección aplicables a la instalación.

Para priorizar los escenarios de emergencia se adopta un enfoque cualitativo basado en la combinación de probabilidad (P) y consecuencia (C). En la Tabla 27 se presentan los criterios definidos para cada nivel.

Tabla 28. *Criterios de probabilidad y consecuencia para la valoración del riesgo*

CRITERIOS		
Probabilidad		Consecuencia
1	Rara	Leve
2	Posible	Seria
3	Probable/ inminente	Grave

Nota. Se definen tres niveles de probabilidad (rara, posible, probable/inminente) y sus consecuencias asociadas (leve, seria, grave) para la evaluación cualitativa del riesgo. Elaboración propia, 2025.

Sobre la base de estos criterios, se asignan valores de P y C a los principales escenarios identificados y se calcula el índice de riesgo mediante el producto $P \times C$. La Tabla 28 resume la priorización obtenida.

Tabla 29. Priorización de escenarios de emergencia según índice de riesgo

Escenario	P	C	Índice	Prioridad	¿Significativa?
Incendio en impresión/laminación	2	3	6	Alta	Sí
Evento eléctrico (arco/choque)	2	3	6	Alta	Sí
Caídas al mismo nivel (rutas)	3	2	6	Alta	Sí
Sismo	2	2	4	Media	Sí
Lluvias-inundación	2	2	4	Media	Sí

Nota. Se muestran los principales escenarios con su probabilidad (P), consecuencia (C), índice resultante, prioridad y condición de riesgo significativo. Elaboración propia, 2025.

El índice $P \times C$ permite priorizar las situaciones de emergencia: todo escenario con un valor ≥ 6 se clasifica como emergencia significativa. Los casos que superan este umbral deben avanzar obligatoriamente a medidas preventivas, asignación de recursos, elaboración de fichas tácticas y simulacros específicos. Los escenarios con valores inferiores permanecen en monitoreo y aplicación de buenas prácticas.

De forma complementaria, se define el método de evaluación de riesgo por área y proceso, diferenciando entre áreas donde corresponde aplicar el enfoque de carga de fuego y áreas donde es suficiente una evaluación básica. Esto se resume en la Tabla 29.

Tabla 30. Selección del método de evaluación de riesgo por área y proceso

Área/Proceso	Método	Justificación
Impresión	Carga de Fuego	Solventes/adhesivos; vapores; scrap
Laminación	Carga de Fuego	Adhesivos PU; solventes; rodillos calientes
Troquelado	Básico	Riesgo mecánico; bajo combustible
Refilado	Básico	Cortes localizados; scrap bajo control
Confección	Básico	Superficies calientes controladas
Calidad	Básico	Pequeñas cantidades de solvente
Logística / Comunes	Básico	Orden de rutas; apilado y tránsito

Nota. Se define el método de evaluación (carga de fuego o básico) para cada área según la presencia de solventes, adhesivos, fuentes de ignición y nivel de combustible disponible. Elaboración propia, 2025.

La categoría de carga de fuego aplica en áreas con solventes, adhesivos y plásticos debido a su alta energía potencial, lo que exige calcular el q^f (MJ/m²). La categoría básica, es suficiente cuando el aporte combustible es reducido. Si el inventario real varía y modifica la clasificación, el mapa de áreas debe revalidarse y actualizar en consecuencia los recursos, la señalización y los simulacros asociados.

4.2.4 Carga de fuego (q^f)

En las áreas de la Nave 1 donde se trabaja con films plásticos, solventes y adhesivos, se aplicó el concepto de carga de fuego descrito en el marco teórico, con el fin de cuantificar la energía potencial disponible para un incendio por unidad de superficie. Esta información permite comparar la criticidad de las distintas zonas y justificar técnicamente el dimensionamiento de los medios de protección contra incendios.

4.2.4.1 Carga de Fuego (q_f) — Áreas con solventes/adhesivos

En el área de impresión se identificaron los principales materiales combustibles (films, cartón, pallets de madera, solventes y adhesivos), se estimó su masa equivalente y se calculó la energía potencial asociada a cada uno de ellos. La suma de estas energías, dividida entre el área neta del sector, proporciona la carga de fuego del área.

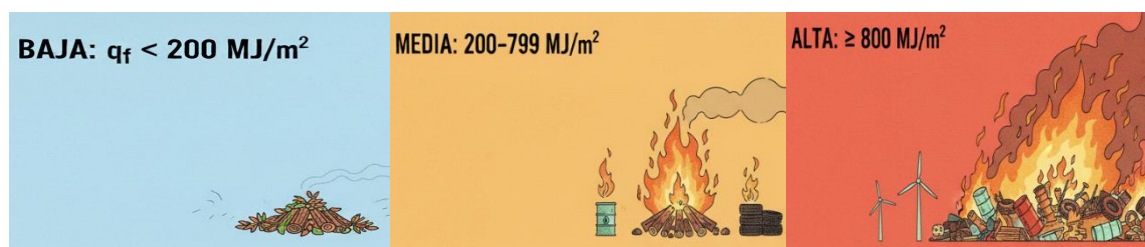
Sustituyendo los valores del área de impresión en la expresión de carga de fuego, se tiene:

$$q_f = \frac{1400 + 6400 + 4250 + 6241 + 1707 + 1500}{180} = \frac{61498}{180} = 341,7 \left(\frac{MJ}{m^2} \right)$$

Bandas internas de lectura (priorización, no requisito legal):

A partir de este valor se definen bandas internas de lectura (baja, media y alta), utilizadas como criterio de priorización interna y no como requisito legal. La representación gráfica de estas bandas permite visualizar la clasificación de la carga de fuego según la cantidad e intensidad de los materiales combustibles presentes en cada área.

Figura 15. Clasificación de carga de fuego



Nota. Representación gráfica de los rangos de carga de fuego por área (q_f) en MJ/m^2 .
Elaboración propia.

A partir de este criterio, en el área de impresión se identificaron los principales materiales combustibles (films, cartón, pallets de madera, solventes y adhesivos), se estimó su masa y se calculó la energía que cada uno puede liberar. La suma de estas energías se dividió luego entre la superficie del área, obteniéndose el valor de q^f para impresión. El detalle del cálculo se muestra en la Tabla 30.

Tabla 31. *Cálculo de la carga de fuego del área de impresión*

Ítem	Material/Producto	Cantidad	Densidad (kg/L)	Masa (kg)	H (MJ/kg)	Energía (MJ)
1	Film PP/PE	900 kg	—	900	46	41.400
2	Cartón	400 kg	—	400	16	6.400
3	Pallets madera	250 kg	—	250	17	4.250
4	MEK	250 L	0,805	201,3	31	6.241
5	Etanol	80 L	0,79	63,2	27	1.707
6	Adhesivo PU (sólidos)	60 kg	—	60	25	1.500
Totales				1.874,50		61.498

Nota. El valor obtenido de $q^f = 341,7 \text{ MJ/m}^2$, correspondiente a la banda media, refleja una energía potencial típica de procesos con films plásticos y solventes en el área de impresión. Este parámetro, obtenido a partir del estudio de carga de fuego, se utiliza como referencia técnica para la selección de agentes extintores. Elaboración propia, 2025.

4.2.4.2 Carga de Fuego — Laminación

En el área de laminación se aplica el mismo procedimiento: se inventarían los materiales combustibles relevantes, se calcula la masa efectiva de cada uno y, multiplicando por su poder calorífico, se obtiene la energía potencial asociada. La suma de estas energías se divide entre el área neta de laminación, obteniéndose la carga de fuego del sector.

La Tabla 31 resume los datos utilizados y la energía total calculada para el área de laminación.

Tabla 32. *Cálculo de la carga de fuego del área de laminación*

Ítem	Material/Producto	Cantidad	Densidad (kg/L)	Masa (kg)	H (MJ/kg)	Energía (MJ)
1	Film PP/PE	1.100 kg	—	1.100,00	46	50.600
2	Cartón	600 kg	—	600	16	9.600
3	Pallets madera	300 kg	—	300	17	5.100
4	MEK	300 L	0,805	241,5	31	7.487
5	Etanol	100 L	0,79	79	27	2.133
6	Adhesivo PU (sólidos)	80 kg	—	80	25	2.000
	Totales			2.400,50		76.920

Nota. El valor de $q^f = 384,6 \text{ MJ/m}^2$, correspondiente a la banda media, confirma la criticidad del área de laminación por la combinación de films, adhesivos/solventes y equipos a temperatura. Este parámetro se utiliza como referencia para justificar el dimensionamiento de extintores, gabinete para inflamables, ducha/lavajos y ventilación mecánica. Elaboración propia, 2025.

4.2.5. Requisitos mínimos (Categoría 2 – SIPPCI)

- Alarma general y medios de comunicación
- Simulacros anuales: al menos 2 de evacuación y 1 de combate de incendios
- Planos de evacuación y puntos de encuentro
- Listado/planos de equipos de emergencia.
- Capacitación/brigadas con registros.

4.3 Desarrollo de medidas preventivas ante situaciones de emergencia

El propósito de este punto es definir y documentar las acciones preventivas que reducen la probabilidad de emergencias antropogénicas y/o la vulnerabilidad frente a amenazas naturales/sociales. Cada medida tiene responsable, criterio de efectividad, cómo se verifica y con qué registro se evidencia.

4.3.1 Criterios y alcance

- **Medida preventiva:** actúa antes del evento (política de llamas, manejo seguro de solventes).
- **Medida de mitigación:** no evita el evento; reduce el daño (extintores, barreras cortafuego).
- **Naturales** (sismo/lluvias): no se previene el origen; se baja la vulnerabilidad (anclajes, drenajes).

- **Efectividad:** cada medida define qué resultado mínimo debe observarse y cada cuánto se verifica.

4.3.2 Medidas preventivas por emergencias significativas

A partir de la priorización de escenarios ($P \times C$), se definieron medidas específicas para cada emergencia significativa, diferenciando entre acciones preventivas y acciones de reducción de vulnerabilidad. La Tabla 32 resume estas medidas, indicando su tipo, responsable, criterio mínimo de efectividad, frecuencia de verificación y el registro asociado.

Tabla 33. Medidas preventivas y criterios de efectividad para escenarios de riesgo significativos

Escenario significativo	Medida preventiva (diseño)	Tipo	Responsable	Criterio de efectividad (mínimo)	Verificación / Frecuencia	Evidencia / Registro
Incendio en Impresión/Laminación (solventes/adhesivos)	Política “cero llamas abiertas y cero chispas” en áreas con vapores.	Preventiva	Coordinación COE / SSO	Cero hallazgos de fuentes de ignición en rondas.	Inspección dirigida semanal.	Registro de inspección
	Recipientes cerrados + dispensadores antiderrames + FDS accesibles.	Preventiva	Producción / Calidad	100% recipientes cerrados; FDS visibles.	Observación diaria al inicio de turno.	Registro de inspección, fotografía
	Extracción localizada y ventilación mecánica operativa.	Preventiva	Mantto.	Δ COV dentro de guías internas; flujo $\geq$ valor de diseño.	Prueba funcional mensual.	Registro de verificación
	Capacitación corta de uso seguro de solventes (inducción + refresco).	Preventiva	SSO	$\geq$ 95% personal clave capacitado vigente.	Trimestral (listado).	Registro de verificación técnica
Energías peligrosas / Arco eléctrico	Aplicación estricta de POE-LOTO en trabajos y aperturas.	Preventiva	Mantto. / Producción	100% trabajos con LOTO; 0 intervenciones energizadas sin permiso.	Auditoría mensual.	Registro de capacitación
	Tableros cerrados y rotulados; herramientas dieléctricas.	Preventiva	Mantto.	0 tapas abiertas; 100% rótulos presentes.	Quincenal.	Procedimiento LOTO
Caídas al mismo nivel / Evacuación lenta	Rutas despejadas y demarcadas (pisos, giros, salidas) según RM 849/2014.	Preventiva	Logística / SSO	0 obstrucciones en rutas críticas.	Inspección diaria (apertura).	Registro de inspección
	Gestión de scrap y contenedores ignífugos en puntos definidos.	Preventiva	Producción	Scrap contenido en puntos; pasillos libres.	Turno a turno.	Registro de inspección
Sismo	Anclaje de estanterías, equipos y cilindros.	Reducción de vulnerabilidad	Mantto.	100% anclajes críticos colocados y vigentes.	Revisión semestral y post sismo.	Registro técnico/, Acta de verificación
	Protección anticaída de materiales elevados.	Reducción de vulnerabilidad	Logística	0 elementos sueltos en altura.	Mensual.	Registro de inspección
Lluvias / Inundación	Limpieza preventiva de drenajes y canaletas; sello perimetral en accesos.	Reducción de vulnerabilidad	Mantto.	Drenajes operativos; 0 encharcamientos en prueba.	Antes de época de lluvias + trimestral.	Registro técnico
	Estiba mínima del piso + barreras móviles en puntos bajos.	Reducción de vulnerabilidad	Logística	Material fuera de piso $\geq$ 10 cm.	Mensual.	Registro de inspección
Incendio de vehículo / Patio	Zonas de maniobra señalizadas y libres de combustible.	Preventiva	Seguridad / Logística	0 reabastecimientos dentro de zona restringida.	Mensual.	Registro de inspección
	Prohibición de motores encendidos en carga/descarga (cartelería).	Preventiva	Seguridad	0 incumplimientos en observaciones.	Aleatorias/semana.	Registro de inspección

Nota. Se detallan las medidas de prevención y reducción de vulnerabilidad por escenario significativo, indicando responsables, criterios mínimos de efectividad, frecuencia de verificación y registros asociados. Elaboración propia, 2025.

4.3.3 Pruebas de efectividad y seguimiento

Para asegurar que las medidas definidas se mantengan operativas en el tiempo, se establecen pruebas de efectividad para los controles críticos de seguridad. Estas pruebas permiten verificar de forma periódica si los controles cumplen los criterios de aceptación definidos y, en caso contrario, activar acciones correctivas.

La Tabla 33 presenta las principales pruebas de efectividad consideradas, junto con sus criterios de aceptación, frecuencia y responsables.

Tabla 34. *Pruebas de efectividad de controles críticos de seguridad*

Medida a probar	Prueba de efectividad	Criterio de aceptación	Frecuencia	Responsable
Ventilación / extracción en Impresión /Laminación	Test funcional con anemómetro / chequeo COV interno	Caudal $\geq$ diseño; COV bajo umbral interno	Mensual	Mantto. / SSO
POE-LOTO	Auditoría documental + observación en campo	100% órdenes de trabajo con LOTO correcto	Mensual	Mantto. / COE
Rutas y demarcación (RM 849/2014)	Recorrido de rutas y salidas	0 obstrucciones; señales legibles	Diario (apertura)	Supervisor área
Drenajes/Canaletas	Prueba con caudal de agua	Flujo sin retorno ni estancamiento	Trimestral / pre-lluvias	Mantto.
Anclajes (sismo)	Inspección visual y apriete	100% firmes, sin holguras	Semestral / post sismo	Mantto.

Nota. Si alguna prueba no cumple el criterio de aceptación, se debe aperturar una acción correctiva y registrarla ,consignando responsable y fecha objetivo. Elaboración propia, 2025.

4.3.4 Actualización y control de cambios

- **Cuando actualizar:** cambios de proceso/layout, nuevos químicos, resultados de simulacros o incidentes, o ajustes de categoría SIPPCI.
- **Cómo:** Se actualiza el plan de medidas, se reprograman las verificaciones correspondientes en el registro general y se documenta en dicho registro qué modificaciones se realizaron, las razones del cambio y la fecha de su aplicación
- **Quién:** Coordinación del COE con SSO y responsables de área.

Las medidas anteriores bajan la probabilidad de eventos antropogénicos y la vulnerabilidad frente a naturales. Su efectividad se valida con pruebas simples, con responsables y evidencia.

Se diseñó un manual específico que amplía los procedimientos descritos en este punto y estandariza su aplicación en planta. Dicho manual se encuentra en el **Anexo 6**.

4.4 Identificación y medidas de alerta temprana de situaciones de emergencia

El objetivo de este apartado es definir los medios de alerta temprana que permiten detectar oportunamente una emergencia significativa (incendio, fuga de sustancias, evento eléctrico, lluvia intensa, sismo), establecer cómo se activan (automática o manualmente), qué criterio dispara la alarma y cómo se prueban, mantienen y controlan para asegurar su confiabilidad.

4.4.1 Alcance y criterios

- **Alerta temprana:** todo medio que avisa antes o al inicio del evento (detector, pulsador, sirena/estrobeo, mensaje PA).
- **Coherencia con las medidas de emergencia:** los dispositivos se priorizan donde el riesgo lo exige (Impresión, Laminación, tableros, rutas).
- **Regla NB 517002:** si un dispositivo se retira/ bypass sea por mantenimiento, debe existir autorización escrita y medida alternativa. Se registran pruebas e inspecciones.

4.4.2 Inventario y condiciones operativas

En la Tabla 34 se presenta el inventario de dispositivos de alerta temprana previstos para la Nave 1, indicando el área o proceso donde actúan, su función, el tipo de activación (manual o automática) y cómo se integran con los niveles de alarma gestionados por el COE.

Tabla 35. *Dispositivos de alerta temprana*

Área/Proceso	Dispositivo	Función / Setpoint (si aplica)	Activación	Integración con alarma
Impresión	Pulsador manual (rojo)	Disparo inmediato de alarma	Manual	Sirena/estrob o sector + mensaje PA
Impresión	Detector de vapores COV (si aplica)	Umbral interno (p. ej., 25–50 ppm sobre base)	Automática	Señal a panel; alerta Amarilla preventiva
Laminación	Pulsador manual (rojo)	Disparo inmediato de alarma	Manual	Igual
Laminación	Detector de humo/calor (punto)	Umbral de fabricante (config. “industria ligera”)	Automática	Alarma Amarilla/Naranja según evaluación rápida
Tableros eléctricos	Señal térmica/irregularidad (luz piloto/relé alarma del tablero)	Sobre temperatura. /disparo	Automática	Aviso técnico + posible Verde/Amarilla
Rutas/Pasillos	Sirena + Estrobo sectorial	Difusión de nivel Amarilla/Naranja	Remota desde panel/COE	Evacuación sectorial
Patio/Accesos	Alerta meteo simple (pluviómetro/manual)	Lluvia fuerte sostenida	Manual/visual	Verde preventivo (drenajes)
Nave general	PA/WhatsApp corporativo	Mensajes estándar por nivel	Manual	Soporte a sirenas/estrobos

Nota. Se detallan los dispositivos de alarma, su función, forma de activación e integración con los niveles de alerta del COE en las distintas áreas del sitio. Elaboración propia, 2025.

4.4.3 Pruebas, inspecciones y criterios de aceptación

Para asegurar que los dispositivos de alarma y comunicación se mantengan operativos en todo momento, se establecen pruebas periódicas con criterios de aceptación definidos. Estas pruebas permiten detectar fallas, programar mantenimientos y garantizar que, ante una emergencia real, las señales se emitan y reciban correctamente.

La Tabla 35 resume las pruebas consideradas para los principales dispositivos, junto con su criterio de aceptación, frecuencia y responsables.

Tabla 36. *Pruebas de funcionamiento de dispositivos de alarma y comunicación*

Dispositivo	Prueba	Criterio de aceptación	Frecuencia	Responsable
Pulsadores manuales	Accionamiento controlado	Dispara sirena/estrobeo del sector y mensaje PA (según MC-ALR)	Mensual (rotativa por sectores)	COE/SSO
Detectores COV	Prueba funcional (gas patrón / simulación segura)	Lectura responde; contacta panel; restablece	Trimestral	Mantto. / SSO
Detectores humo/calor	Test con gas de prueba/calor	Señal en panel; salida a sirena/estrobeo	Trimestral	Mantto. / SSO
Sirenas/estrobos	“Prueba silenciosa” (circuito) / “audible”	Silenciosa OK; audible con aviso previo	Semanal / Mensual	COE/Mantto.
PA/WhatsApp	Mensaje estándar (plantilla)	Mensaje íntegro; lista de difusión actualizada	Mensual	Enlace/Comunicación
Señalización (RM 849)	Inspección visual	Legible; sin obstrucción; ubicación correcta	Mensual	SSO

Nota. Se describen las pruebas, criterios de aceptación, frecuencia y responsables para verificar el correcto funcionamiento de pulsadores, detectores, sirenas, sistema de voz y señalización del sistema de alarma de emergencias. Elaboración propia, 2025.

4.4.4 Mantenimiento, retiradas y “bypass”

- Autorización escrita obligatoria del Coordinador de emergencias para retirar/inutilizar un dispositivo de alerta
- Medidas alternativas mientras dure el retiro: p. ej., vigía en área, ronda corta y teléfono directo con COE.
- Señalización temporal: Equipo fuera de servicio – fecha y responsable.
- Restablecimiento: prueba funcional + cie en registro con fechas

4.4.5 Correspondencia con niveles de alarma (MC-ALR)

En la siguiente figura se muestra los diferentes niveles de emergencia – semáforo de emergencia con su ejemplo correspondiente:

Figura 16. Escalamiento de niveles de emergencia ante un incendio



Nota. Diagrama que muestra la progresión desde una condición anómala sin humo ni llama hasta la pérdida de control con evacuación total, indicando la respuesta esperada de brigadas y personal en cada etapa. Elaboración propia, 2025.

4.5 Grupos de respuesta a emergencias

El siguiente punto tiene como propósito definir qué brigadas requiere la planta, cómo se organizan por turno, qué conocimientos y funciones deben cumplir, y cuáles son sus límites de acción para intervenir de forma segura. Este apartado se vincula directamente con los roles del COE, las emergencias significativas y sus medidas preventivas, los recursos y fichas de comunicación, así como con la planificación y ejecución de simulacros.

4.5.1 Estructura funcional

Se adopta una estructura simple y funcional a la dotación real por turno:

1. **Prevención y Control Inicial (PCI).** Atender conatos de incendio con el agente correcto, retirar combustibles cercanos si es seguro, y ejecutar procedimiento LOTO cuando aplique.
2. **Evacuación y Conteo (EVC).** Guía flujo por rutas seguras, evita reingresos, realiza el conteo en puntos de encuentro y reporta al COE.
3. **Primeros Auxilios (PA).** Atención básica inmediata, evaluación primaria, inmovilización simple, derivación y registro.
4. **Corte de Energías/Insumos (CEI).** Ejecuta cortes eléctricos y de insumos, aplica la técnica LOTO (Lockout/Tagout = Bloqueo/Etiquetado), verifica restablecimiento solo con autorización del COE.

4.5.2 Dimensionamiento por turno (diurno/nocturno)

A continuación, se presenta la siguiente tabla, que muestra el dimensionamiento recomendado de las brigadas de emergencia por turno considerando el supuesto de dotación de planta de 30–32 personas en turno diurno y 12–15 personas en turno nocturno. El criterio aplicado corresponde a una categoría 2, con un tamaño de brigada equivalente al 10–15 % del personal por turno, priorizando la polivalencia funcional, es decir, que un mismo brigadista pueda desempeñar más de una función siempre que no se comprometa la seguridad operativa.

Tabla 37. Dotación mínima de brigadistas por función y turno

Función	Turno Diurno (30–32 personas)	Turno Nocturno (12–15 pers.)
Prevención y Control Inicial (PCI)	3 (2 Titulares + 1 Supl.)	2 (1 Titular + 1 Supl.)
Evacuación y Conteo (EVC)	3 (2 Titulares + 1 Supl.)	2 (1 Titular + 1 Supl.)
Primeros Auxilios (PA)	2 (1 Titular + 1 Supl.)	2 (1 Titular + 1 Supl.)
Corte de Energías/Insumos (CEI)	2 (1 Titular + 1 Supl.)	1 (1 Titular)
Total, brigadistas	10, efectivos netos $\approx$ 5–6	7, efectivos netos $\approx$ 4

Nota. Se indica la dotación mínima de brigadistas por función para los turnos diurno y nocturno, considerando titulares, suplentes y efectivos netos estimados. Elaboración propia, 2025.

4.5.3 Competencias mínimas por función

A continuación se sintetizan las competencias mínimas requeridas para cada función de brigada de emergencia, diferenciando entre conocimientos, habilidades prácticas y límites de actuación segura.

Tabla 38. Competencias mínimas por función de brigada de emergencia

Función	Qué deben saber (conocimiento)	Qué deben poder hacer (habilidad)	Límites de seguridad (conducta segura)
Fuego inicial (PCI)	Tipos de fuego A/B/C y qué agente usar (polvo químico ABC, dióxido de carbono CO ₂ , espuma si aplica). Uso del extintor con técnica PASS (Tirar–Apuntar–Apretar–Barrer). Leer el manómetro y verificar vía de escape.	Acercarse 2–3 m, apuntar a la base de la llama y barrer; retirar combustibles cercanos si es seguro; avisar a quien realiza cortes.	No ingresar sin equipo de protección personal. Si hay humo denso o el fuego no cede en <30 s, retirarse. No intervenir si hay atmósfera peligrosa para la vida o la salud (IDLH).
Evacuación y conteo (EVC)	Rutas, salidas, puntos de encuentro y señales según RM 849/2014. Procedimiento de conteo y reporte al coordinador.	Guiar personas por rutas seguras, evitar reingresos, cerrar puertas si corresponde, realizar conteo por lista y reportar novedades.	No reingresar a zonas con humo/llama. Priorizar personas sobre bienes. Mantener vías libres en todo momento.
Primeros auxilios (PA)	Evaluación primaria (vía aérea, respiración, circulación), control de hemorragias, manejo básico de quemaduras, RCP básica. Contenidos del botiquín.	Aplicar vendajes simples y ferulización básica, usar botiquín, llenar registro de atención y derivar.	No administrar medicamentos. No mover si sospecha lesión de columna. Derivar según protocolo cuando excede el nivel básico.
Corte de energías/ insumos (CEI)	Procedimiento de Bloqueo/Etiquetado (LOTO), puntos de corte eléctrico e insumos, riesgos de arco eléctrico.	Cortar energía/insumos en forma segura, verificar ausencia de tensión, colocar candados y etiquetas.	No restablecer sin orden del Coordinador de Emergencias (por escrito). No abrir tableros sin autorización y EPP dieléctrico.

Nota. Las competencias se definen con base en la Norma Boliviana NB 517002 y se revisan anualmente en simulacros y prácticas; si un brigadista no cumple el estándar, permanece como suplente o apoyo hasta completar la capacitación. Elaboración propia, 2025.

4.5.4 Capacitación y entrenamiento anual

Para este apartado se elaboró un manual en el **Anexo 14**, en el cual se abordan los aspectos de capacitación, entrenamiento, límites de acción para prevenir lesiones y el control correspondiente de estas actividades.

De igual manera, se elaboraron las siguientes tablas que complementan el programa de capacitación por roles y el entrenamiento mediante simulacros. Este plan anual detalla, para cada rol, los contenidos formativos, la modalidad de capacitación, la carga horaria, la frecuencia de ejecución y el tipo de evaluación a aplicar, con el fin de verificar la eficacia del proceso formativo y fortalecer la capacidad de respuesta ante emergencias

Tabla 39. Programa de simulacros de emergencia para la Nave 1

Tipo de simulacro	Escenario	Participantes	Frecuencia	Objetivo del simulacro	Evaluación	Evidencia / Bitácora
Simulacro general	Incendio estructural	Todo el personal	Anual	Evaluar evacuación y respuesta general	Lista de verificación	Acta de simulacro
Simulacro parcial	Emergencia eléctrica	COE y brigadas	Anual	Evaluar procedimiento LOTO	Observación directa	Informe técnico
Simulacro parcial	Derrame de sustancias	Brigadas	Anual	Evaluar contención inicial	Evaluación práctica	Registro fotográfico
Simulacro parcial	Evacuación por sismo	Todo el personal	Semestral	Evaluar tiempos y rutas	Cronometraje	Informe de resultados

Nota. La tabla presenta los tipos de simulacros de emergencia considerados en el Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., incluyendo el escenario evaluado, los participantes, la frecuencia de realización, el objetivo del ejercicio, los métodos de evaluación y la evidencia documental generada. Elaboración propia, 2025

Tabla 40. Capacitación en emergencias por rol para el personal de la Nave 1

Rol	Tema / Contenido	Modalidad	Horas	Frecuencia	Evaluación	Evidencia / Bitácora
COE	Gestión integral de emergencias y toma de decisiones	Teórica	4 h	Anual	Evaluación escrita	Lista de asistencia / Acta
COE	Sistema de comunicaciones y enlace externo	Teórico–práctica	4 h	Anual	Simulación de escenarios	Informe de ejercicio
Brigadas	Uso de extintores según clase de fuego	Teórico–práctica	4 h	Semestral	Evaluación práctica	Registro fotográfico
Brigadas	Evacuación, rescate y primeros auxilios básicos	Teórico–práctica	6 h	Anual	Evaluación práctica	Acta y lista de asistencia
Operarios	Procedimientos de evacuación y puntos de reunión	Teórica	2 h	Anual	Evaluación oral	Lista de asistencia
Operarios	Identificación de alarmas y señalización	Teórica	2 h	Anual	Preguntas dirigidas	Registro de capacitación
Terceros / Contratistas	Inducción en emergencias y normas internas	Teórica	1 h	Al ingreso	Evaluación oral	Registro de inducción

Nota. La tabla presenta las actividades de capacitación en emergencias definidas para el personal de la Nave 1 de Flexyplas S.A., organizadas según el rol dentro del sistema de respuesta a emergencias. Se incluyen los temas de capacitación, la modalidad, la duración, la frecuencia de realización, el método de evaluación y la evidencia documental generada. Elaboración propia, 2025.

4.6 Recursos para la atención de emergencias

Definir, para la Nave 1, los recursos mínimos de respuesta (extintores y complementarios), cómo se distribuyen y cómo se mantienen operativos.

Base técnica utilizada.

- Categoría global de riesgo (SIPPCI): $ICSI = 0,7505 \rightarrow$ Categoría 2 (Riesgo Medio).
- Cargas de fuego de diseño (valores adoptados):

Impresión = $341,7 \text{ MJ/m}^2$; Laminación = $384,6 \text{ MJ/m}^2$ (Banda Media).
- Dotación final de extintores determinada por proveedor acreditado en evaluación de carga de fuego.
- Criterios de uso/ubicación: clases de fuego A/B/C, $\leq 25 \text{ m}$ de recorrido hacia un extintor aplicable, y señalización conforme RM 849/2014.

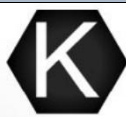
4.6.1 Criterio y Dotación de extintores

La empresa contrató un servicio especializado con Extintores Tarija (ver **anexo 20**) para definir el criterio de selección y la dotación de extintores, así como sus condiciones operativas. El proveedor realizó un levantamiento de información considerando los resultados del estudio de carga de fuego, la clase de fuego dominante en cada área, la superficie a proteger y la distancia máxima de recorrido hasta el extintor ($\leq 25 \text{ m}$).

De acuerdo con la Norma Boliviana NB 58002, los incendios se clasifican en cinco clases, en función de las características y naturaleza de los materiales combustibles involucrados. Con base en esta clasificación, se elaboró la siguiente tabla con el propósito de identificar y calificar los diferentes materiales inflamables presentes en la empresa, así como evaluar su

compatibilidad, como insumo técnico para la selección de medidas de prevención y control de incendios. A continuación, se presenta la clasificación correspondiente junto con sus principales características.

Tabla 41. *Clasificación de los tipos de fuego según el material combustible*

SÍMBOLO				
				
Combustibles ordinarios	Líquidos y gases inflamables	Combustibles energizados	Metales combustibles	Combustibles de cocina
□ Madera □ Tela □ Papel □ Plásticos □ Caucho	□ Alquitrán □ Alcoholes □ Gases inflamables □ Pinturas al aceite	□ Equipos eléctricos y energizados	□ Magnesio □ Titanio □ Sodio □ Litio □ Potasio	□ Aceites de cocina □ Animales □ Grasas vegetales

Nota. La tabla presenta la clasificación de los tipos de fuego de acuerdo con el material combustible involucrado, identificando las clases A, B, C, D y K, utilizadas como referencia para la selección de agentes extintores y equipos de combate de incendios dentro del Plan de Emergencias. Elaboración propia, 2025.

Con base en este estudio se estableció una dotación que cumple con los siguientes criterios: cantidad suficiente de equipos, tipo de agente adecuado (ABC o CO₂ según corresponda), cobertura que garantice un recorrido máximo de 25 metros, refuerzos en áreas con presencia de solventes, equipos eléctricos o almacenamiento, y señalización visible en todos los puntos. A continuación, se detalla la dotación establecida para la Nave 1

Tabla 42. *Criterios técnicos para la selección de extintores en la Nave 1*

Equipo seleccionado	Tipo de fuego	Material / riesgo asociado	Proceso o área de aplicación	Criterio técnico de selección	Compatibilidad con ICSI / carga de fuego	Rol autorizado para uso	Capacitación requerida por rol
Extintor ABC (10 lb)	ABC	Materiales sólidos combustibles (plásticos, cartón), líquidos inflamables (VOC), equipos eléctricos energizados	Áreas productivas y de circulación	Versatilidad para múltiples clases de fuego, fácil maniobrabilidad y rápida intervención inicial	Compatible con carga de fuego mixta (sólidos y líquidos) y ICSI moderado	Brigada contra incendios / operarios capacitados (conato)	Uso básico de extintores ABC y activación de alarma
Extintor ABC rodable (50 lb)	ABC	Alta concentración de material combustible y líquidos inflamables	Áreas de almacenamiento y zonas de mayor carga de fuego	Mayor capacidad de agente extintor para control de incendios incipientes de mayor magnitud	Compatible con ICSI elevado y alta carga de fuego; refuerzo a extinción inicial	Brigada contra incendios	Manejo de extintores rodables y coordinación de brigada
Extintor CO₂ (10 lb)	C (prioridad) B (secundario)	Tableros eléctricos, motores, equipos energizados	Áreas eléctricas y tableros de control	Agente limpio que no conduce electricidad ni deja residuos, evitando daños a equipos	Adecuado para ICSI localizado y bajo; riesgo eléctrico predominante	Brigada contra incendios	Emergencias eléctricas y uso seguro de CO ₂

Nota. La tabla presenta los criterios técnicos utilizados para la selección de extintores portátiles en la Nave 1 de Flexyplas S.A., considerando el tipo de fuego, los materiales o riesgos asociados, las áreas de aplicación, la compatibilidad con el Índice de Carga de Incendio (ICSI) y el rol del personal autorizado para su uso dentro del sistema de respuesta a emergencias.

Tabla 43. *Extintores por área*

Área / Proceso	Clase de fuego dominante	Criterio técnico aplicado	Dotación definida por proveedor
Impresión (≈180 m ²)	A/B (+ C por tableros)	Carga de fuego media con solventes; proximidad de tableros	2 × ABC 10 lb + 1 × CO ₂ 10 lb
Laminación (≈200 m ²)	A/B (+ C por tableros)	Carga de fuego media con adhesivos/solventes; equipos a temperatura	3 × ABC 10 lb + 1 × CO ₂ 10 lb
Nave / Almacenes (≈500 m ²)	A (sólidos combustibles)	Mayor masa combustible (film/cartón/pallets)	3 × ABC 10 lb + 1 × ABC 50 lb (rodable)
Eléctrico general (tableros / sala)	C (eléctrico energizado)	Protección limpia y cercana a tableros	2 × CO ₂ 10 lb

Totales Nave 1 (extintores):

- **ABC 10 lb:** 8 unidades
- **ABC 50 lb (rodable):** 1 unidad
- **CO₂ 10 lb:** 4 unidades

Nota. Se establece la dotación de extintores para cada área según la clase de fuego dominante y la carga de fuego, considerando la presencia de solventes, adhesivos, sólidos combustibles y tableros eléctricos energizados. Elaboración propia, 2025.

4.6.2 Otros recursos necesarios

Para que las funciones de la brigada (PCI, EVC, PA y CEI) puedan ejecutarse de manera eficaz, se definieron recursos mínimos de apoyo por zona, tales como botiquines, gabinete para inflamables, kits de derrames, sistemas de alarma y elementos para el control seguro de

energías. La Tabla 39 resume estos recursos para las áreas de impresión, laminación y nave/zonas comunes, junto con el criterio técnico que justifica su ubicación.

Tabla 44. *Recursos complementarios por zona*

Recurso	Impresión	Laminación	Nave/Comunes	Criterio técnico
Botiquín industrial	1	1	1	Cobertura de Primeros Auxilios por zona
Ducha/Lavaojos	—	1 (junto a mezcla)	—	Adhesivos/solventes (exposición)
Gabinete para inflamables	1	1	—	Almacenamiento seguro de líquidos inflamables
Kit de derrames (absorbentes + neutralizante + EPP)	1	1	—	Control inmediato de derrames
Kit LOTO (bloqueo/etiquetado)	1	1	1 (tablero ppal.)	Cortes seguros y verificados
Pulsador de alarma	1	1	2 (accesos/área común)	Activación rápida (MC-ALR)
Sirena con estrobo	—	—	2 (nave)	Cobertura audible/visible
Megáfono	—	—	1 (COE)	Comando durante evacuación
Linternas recargables	1	1	2	Contingencia en corte de energía

Nota. Se definen los recursos de emergencia requeridos en impresión, laminación y nave/áreas comunes (botiquines, ducha/lavaojos, gabinetes para inflamables, kits de derrames, LOTO, pulsadores, sirenas, megáfono y linternas), junto con el criterio técnico que justifica su ubicación. Elaboración propia, 2025.

4.6.3 Reglas de ubicación

- **Extintores:** a 1,0–1,5 m del piso, visibles y desobstruidos, junto a rutas
- **CO₂:** al pie de tableros/estaciones con electricidad.
- **ABC 50 lb (rodable):** próximo al mayor stock combustible (film/cartón/pallets).
- **Ducha/Lavaojos:** ≤ 10 s desde el punto de mezcla/exposición.
- **Kits** (derrame y LOTO): cercanos al punto de uso real.
- **Pulsadores/Sirenas:** visibles, alcanzables; pruebas periódicas
- **Señalización:** conforme RM 849/2014, de preferencia fotoluminiscente y mantenida.

4.6.4 Inspección, mantenimiento y evidencias

- **Extintores:** inspección mensual (manómetro, peso, sello, acceso), mantenimiento anual y recarga
- **CO₂:** control de masa/precintos mensuales; mantenimiento anual.
- **Ducha/Lavaojos:** prueba semanal corta y mensual documentada.
- **Gabinetes/Kits:** verificación mensual (completos y operativos).
- **Alarmas/sirenas:** prueba mensual corta y trimestral completa.
- **Señalización:** revisión trimestral (legibilidad, limpieza, fijaciones).
- **Fuera de servicio:** rotular “FUERA DE SERVICIO” y colocar sustituto temporal

4.7 Planes de acción específicos para atención de emergencias

El presente apartado tiene como propósito establecer los planes de acción específicos para la atención de emergencias significativas, definiendo de manera clara las acciones a realizar, los responsables de su ejecución y los límites operativos de actuación. Las fichas correspondientes están diseñadas para facilitar una respuesta rápida y coordinada dentro de los primeros minutos críticos (0–1, 1–3 y 3–10 minutos), incorporando los procedimientos de corte y bloqueo/etiquetado (LOTO), los criterios para la decisión de evacuación o retirada, y los registros mínimos requeridos para el control y trazabilidad de la respuesta.

4.7.1 Incendio por solventes/adhesivos (Impresión/Laminación)

Este guión operativo aplica a conatos o inicios de incendio originados por vapores o líquidos inflamables (MEK, etanol, adhesivos PU) en las operaciones de impresión y laminación de la Nave 1. El objetivo es asegurar una respuesta rápida, ordenada y segura de la brigada y del personal del área, aprovechando la dotación disponible de equipos de extinción (extintores ABC 10 lb, CO₂ 10 lb y un extintor ABC 50 lb rotable en el almacén cercano).

A continuación, en la Tabla 45 se resume la secuencia de actuación, los cortes y aislamientos requeridos, los límites de intervención segura y los registros y procedimientos de apoyo asociados.

Tabla 45. *Guión operativo resumido ante incendio por solventes/adhesivos*

CAMPO	CONTENIDO
Activación	Pulsador / voz / celular → COE define nivel (Amarillo/Naranja), convoca roles.
0–1 min	(1) Alarma inmediata. (2) Autoprotección (EPP básico), despejar vía de escape. (3) CEI se dirige al corte eléctrico/insumos si es seguro.
1–3 min	(4) PCI: atacar con ABC 10 lb a 2–3 m (técnica PASS Tirar–Apuntar–Apretar–Barrer). (5) Retiro de combustibles cercanos si es seguro. (6) COE decide evacuar sector/total según humo/llama.
3–10 min	(7) EVC: guiado a punto de encuentro y conteo. (8) PA: quemaduras/inhalación. (9) Si supera conato → retirada PCI y apoyo externo (bomberos).
Cortes/ aislamientos	Eléctrico del sector + insumos de solventes → LOTO documentado por CEI.
Límites	PCI: solo conato y ≤ 30 s. Prohibido agua sobre equipo energizado. Retirada ante humo denso o propagación.
Registros	Ficha de registro de accidentes
Soportes	POE-LOTO, POE-PA, POE-Evacuación.

Nota. Se sintetizan los pasos de activación de alarma, tiempos de respuesta, acciones de prevención y control inicial, evacuación, cortes de energía/insumos, límites de actuación y registros asociados según los procedimientos del Plan de Emergencias. Elaboración propia, 2025.

4.7.2 Ficha — Evento eléctrico (arco/choque) en tableros/equipos

En un escenario de conato o inicio de incendio provocado por vapores o líquidos inflamables (como MEK, etanol o adhesivos de poliuretano) durante las operaciones de impresión y laminación, se dispone de la siguiente dotación de equipos de extinción:

- Extintor ABC de 10 lb
- Extintor de CO₂ de 10 lb
- Extintor ABC de 50 lb (rodable) ubicado en el almacén más cercano

Esta dotación permite una respuesta inmediata y adecuada según la naturaleza del riesgo, asegurando la contención inicial del incendio antes de su propagación.

Evento eléctrico

Tabla 46. *Guión operativo resumido ante evento eléctrico en la Nave 1*

CAMPO	CONTENIDO
Activación	Aviso inmediato; COE marca Naranja si hay humo/daño y convoca CEI/PA/PCI.
0–1 min	(1) No tocar persona/equipo. (2) CEI: corte principal/sector si es seguro.
1–3 min	(3) PA: solo tras verificación de ausencia de tensión. (4) PCI: CO ₂ si hay llama visible y ya está sin tensión.
3–10 min	(5) Aislar el área. (6) EVC evacúa si hay humo persistente; (7) COE evalúa apoyo externo si hay daño mayor.
Cortes/aislamientos	Corte eléctrico verificado + LOTO. No reenergizar sin acta técnica.
Límites	Prohibido intervenir tableros sin EPP dieléctrico y autorización del COE. Nunca usar agua/ABC sobre equipo energizado.
Registros	Ficha de registro de accidentes
Soportes	POE-LOTO, POE-PA, MC-ALR.

Nota. Se resumen los pasos de activación de alarma, cortes y aislamientos eléctricos, atención de personas afectadas, uso de extinción con CO₂ y evacuación en caso de humo persistente, incluyendo los límites de actuación segura del personal. Elaboración propia, 2025.

4.7.3 Ficha de Caídas al mismo nivel / Evacuación lenta (rutas/pasillos)

Escenario. Tropiezos/caídas por scrap, obstrucciones o demarcación incompleta; impacto en tiempo de evacuación.

Tabla 47. Guión operativo resumido ante caídas en rutas y fluidez de evacuación

CAMPO	CONTENIDO
Activación (MC-ALR)	Aviso a COE; nivel Verde/Amarillo según afectación.
0–1 min	(1) Señalizar/aislar tramo. (2) PA atiende lesionado.
1–3 min	(3) EVC: ordena retiro inmediato de scrap/obstáculo; (4) revisa demarcación y flujo.
3–10 min	(5) Si afecta rutas críticas, redirigir flujo y reporte a COE para corrección definitiva.
Cortes/aislamientos	No aplica; se gestiona la ruta y se asegura el tránsito.
Límites	No reabrir el tramo hasta corregir causa (orden/señalización).
Registros	Ficha de registro de accidentes
Soportes	POE-Evacuación, RM 849/2014 (señalización y demarcación).

Nota. Se describen las acciones inmediatas de señalización y atención de la persona lesionada, el retiro de obstáculos, la revisión de rutas y demarcación, así como los límites para reabrir el tránsito hasta corregir la causa. Elaboración propia, 2025.

4.7.4 Ficha — Sismo

Escenario. Movimiento sísmico percibido dentro de la nave/planta, con riesgo de caída de objetos, estanterías y daños locativos.

Tabla 48. *Guión operativo resumido ante sismo en la Nave 1*

CAMPO	CONTENIDO
Activación (MC-ALR)	El primer aviso lo emite cualquier trabajador; COE declara Naranja durante el sismo y Roja si se observan daños, caídas de elementos o personas lesionadas.
Durante el sismo	1.- Protégete–Cúbrete–Sujétate (bajo mesa sólida/estructura; alejarse de estanterías y vidrios). 2.- No correr, no usar escaleras. 3.- Mantenerse lejos de tableros eléctricos y cargas suspendidas.
Al cesar (0–3 min)	4.- EVC activa evacuación ordenada por rutas seguras hacia el punto de encuentro. 5.- Conteo nominal por área/turno. 6- PA atiende lesionados leves en punto de encuentro y deriva si corresponde.
3–10 min	7.- CEI realiza inspección primaria perimetral (fugas, olores extraños, chispas, deformaciones visibles, caída de estanterías). 8.- COE decide cierre del área, apoyo externo y comunica el estado por MC-ALR.
Cortes / aislamientos (CEI)	Gas/eléctrico/agua solo si es seguro y hay indicios de fuga o daño; aplicar LOTO (Bloqueo/Etiquetado) donde corresponda.
Límites	Prohibido reingresar a la nave/sector hasta contar con acta de condición segura del COE (inspección técnica). No mover lesionados con sospecha de lesión espinal.
Registros	Ficha de registro de accidentes
Soportes	POE-Evacuación (procedimiento) · (mensajes y niveles) · POE-LOTO (si hubo cortes).

Nota. La lógica de respuesta ante sismo prioriza la protección de la vida: resguardarse durante el movimiento, evacuar sin correr una vez que cese, realizar el conteo de personas y bloquear el reingreso hasta completar una inspección técnica. Si el sismo genera conatos (pequeños incendios o derrames), estos se atienden con las fichas específicas solo después de asegurar el área y por decisión del COE. Elaboración propia, 2025.

4.7.5 Ficha — Lluvias / Inundación sectorial (accesos/nave)

Escenario. Aniego en accesos o sectores por drenaje/cota.

Tabla 49. *Guión operativo resumido ante lluvias intensas e inundación*

CAMPO	CONTENIDO
Activación (MC-ALR)	Amarillo (monitoreo) → Naranja (afecta operación) → Roja (riesgo a personas/equipo).
0–1 min	1.- Aislar zona. 2.- Elevar materiales vulnerables.
1–3 min	3.-CEI corta electricidad en sector anegado. 4.- EVC redirige circulación/evacuación.
3–10 min	5.- Retiro/bombeo (si disponible). 6.- Si compromete seguridad, evacuación parcial/total y apoyo externo si es necesario.
Cortes/aislamientos	Electricidad en zonas con agua (LOTO).
Límites	No transitar/operar equipos en zonas con energía activa.
Registros	Parte de inundación Acta de restablecimiento.
Soportes	POE-LOTO, POE-Evacuación.

Nota. Se describen los pasos de activación de alarma, aislamiento de zonas anegadas, elevación de materiales, cortes eléctricos seguros, redirección de circulación y criterios para evacuar parcial o totalmente en caso de que el agua comprometa la seguridad de las personas y equipos. Elaboración propia, 2025.

4.7.6 Ficha de Incendio de vehículo / colisión (patio interno)

Escenario. Fuego en vehículo de proveedor/cliente o colisión con daños.

Tabla 50. *Guión operativo resumido ante incendio de vehículo o colisión*

CAMPO	CONTENIDO
Activación (MC-ALR)	Naranja; Roja si hay propagación o lesiones múltiples.
0–1 min	(1) Alarma. (2) CEI desconecta bornes si es seguro. (3) Aislar 10–15 m.
1–3 min	(4) PCI: ABC 10 lb en motor/neumático o ABC 50 lb (rodable) si crece. (5) PA a lesionados. (6) EVC bloquea ingreso de vehículos.
3–10 min	(7) Si no cede: retirada PCI y bomberos. (8) Control de derrame con kit.
Cortes/aislamientos	Combustible / batería si es accesible y seguro.
Límites	No atacar fuego interior con humo denso; riesgo de explosión neumáticos/depósito.
Registros	F-4.7.6A Parte vehículo · Fotos · F-4.7.1B LOTO si hubo corte.
Soportes	POE-PA, POE-Evacuación.

Nota. Se describen las acciones de alarma, aislamiento del área, corte de batería y combustible cuando sea seguro, ataque inicial con extintores, atención de lesionados, bloqueo de ingresos vehiculares y criterios para la retirada de la brigada y solicitud de apoyo externo. Elaboración propia, 2025.

4.7.7 Ficha de caída a distinto nivel / Trabajo en altura ($\geq 1,80$ m)

Trabajos en altura (escaleras, plataformas, techos, estanterías) con riesgo de caída o caída ocurrida. Se relaciona con tareas de mantenimiento y almacenaje en altura.

Dotación y controles relacionados. Arnés con línea de vida y doble cabo; puntos de anclaje; barandas/rodapiés; POE-Permiso de Trabajo en Altura; botiquín; MC-ALR.

Tabla 51. Guión operativo resumido ante trabajo en altura y caída a distinto nivel

CAMPO	CONTENIDO
Activación (MC-ALR)	Ante caída real o riesgo inminente: aviso inmediato → COE declara Naranja (daño o riesgo alto) o Amarillo (casi-accidente).
0–1 min	(1) Detener trabajo y asegurar el área (no acercarse bajo la persona). (2) PA evalúa desde zona segura; si está suspendido en arnés, mantener comunicación y evitar síndrome del arnés (alivio de presión, plan de rescate).
1–3 min	(3) CEI corta energías cercanas si aplica (LOTO). (4) Equipo de rescate básico: bajar de forma planificada solo si existe punto de anclaje y medios (rescate con línea auxiliar); si no, esperar apoyo externo.
3–10 min	(5) PA atiende lesiones (politrauma, caída), inmovilización si se sospecha lesión espinal. (6) COE define apoyo externo y evacuación del área si hay peligro residual.
Cortes/aislamientos	CEI aplica LOTO si hay equipos en movimiento o riesgo eléctrico; delimitar zona de caída.
Límites	Prohibido improvisar rescates sin medios/entrenamiento. No usar escaleras defectuosas ni trabajar sin anclaje. No reanudar trabajo hasta investigación y autorización formal.
Registros	Permiso de Trabajo en Altura Registro de accidentes
Soportes	POE-Permiso de Trabajo en Altura, POE-PA, POE-LOTO.

Nota. Esta ficha aborda el riesgo alto por trabajos en altura, resaltando que no se deben improvisar rescates y que solo se debe actuar con plan, medios y entrenamiento adecuados. Si no se cuenta con estas condiciones, se bloquea la tarea mediante Permiso de Trabajo en Altura y se espera apoyo especializado. Elaboración propia, 2025.

4.7.8 Solicitud de apoyo externo y evacuación

De acuerdo con la NB 517002 (numeral 4.8), la solicitud de apoyo externo y la evacuación parcial o total de la Nave 1 se activan cuando la emergencia supera los límites de acción seguros de la brigada (PCI, CEI, PA), se observa propagación rápida del fuego, presencia de humo denso, daño estructural visible o un riesgo evidente para la integridad de los brigadistas y del personal. En estos casos, la estrategia pasa de una respuesta ofensiva a una respuesta defensiva, priorizando la protección de la vida y la coordinación con los servicios externos.

La Tabla 47 resume los pasos a seguir para ordenar la retirada, solicitar apoyo externo, ejecutar la evacuación y conteo, transferir el mando operativo y formalizar el cierre del evento.

Tabla 52. *Apoyo externo y evacuación ante emergencias*

PASO	ACCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO
1	Ordena retirada (defensiva)	COE	Registro general
2	Llama servicios externos (lista vigente)	Enlace COE	Registro general
3	Ejecuta evacuación (parcial/total) y conteo	EVC	Registro general
4	Transfiere mando/recursos a apoyo externo	COE	Acta
5	Cierre: acta + acciones correctivas (4.13)	COE	Registro general

Nota. Se describen los pasos para ordenar la retirada defensiva, solicitar servicios externos, ejecutar la evacuación y conteo, transferir el mando a los equipos de respuesta y formalizar el cierre del evento con acciones correctivas. Elaboración propia, 2025.

4.7.9 Evidencias y control documental

El Plan de Emergencias de la Nave 1 requiere que cada evento relevante (conato, incendio, incidente eléctrico, evacuación, sismo, inundación, etc.) quede documentado de manera trazable. Para ello se definen registros específicos que permiten evidenciar lo ocurrido, las decisiones tomadas y las acciones de mejora implementadas posteriormente.

En la Tabla 48 se resumen los principales registros utilizados y los escenarios en los que corresponde aplicarlos.

Tabla 53. *Registros para la documentación de emergencias y su aplicación por escenario*

NOMBRE DEL REGISTRO	ESCENARIOS QUE LO USAN
Parte de conato/incendio	Incendios solventes / adhesivos, vehículo
Reporte eléctrico	Evento eléctrico
Incidente de ruta	Caídas/flujo de evacuación
Informe de sismo	Sismo
Parte de inundación	Lluvias/Inundación
Bitácora de cortes y LOTO	Todos cuando hay cortes
Planilla de conteo	Todos con evacuación
Atención de PA y derivación	Todos con lesionados
Control de cambios (mejoras)	Todos (si aplica)

Nota. Se listan los principales registros utilizados para documentar conatos e incendios, eventos eléctricos, incidentes en rutas de evacuación, sismos, inundaciones, cortes de energía, conteo de personas, atención de primeros auxilios y mejoras posteriores al evento. Elaboración propia, 2025.

Las fichas y registros operativos traducen la priorización realizada en la identificación y evaluación de situaciones de emergencia, así como la dotación de recursos para su atención, en pasos concretos y límites de actuación claros, alineados con la NB 517002. Cada decisión relevante (contener, evacuar, solicitar apoyo externo) queda documentada en los registros correspondientes, de modo que las funciones PCI–EVC–PA–CEI operan con medios adecuados y sin exceder su alcance, priorizando en todo momento la vida y la integridad de las personas.

Con el objetivo de estandarizar la ejecución de estas acciones y facilitar su aplicación en terreno, se elaboró un manual operativo que describe paso a paso las actuaciones requeridas por escenario de emergencia. El contenido íntegro de este manual se presenta en el **Anexo 8**.

4.8 Solicitud de apoyo externo y evacuación del personal

Como apoyo visual para el COE y el personal involucrado en la respuesta, se elaboró un diagrama de decisión que muestra, de forma simplificada, las opciones disponibles ante una emergencia que se aproxima o supera los límites de acción segura: retirada de brigadas, solicitud de apoyo externo y evacuación sectorial o total del personal.

Figura 17. Decisiones clave del COE ante emergencias



Nota. La figura resume las decisiones clave del COE ante una emergencia: retirar brigadas, solicitar apoyo externo y definir la evacuación sectorial o total con comunicación y registros trazables. Elaboración propia, 2025.

4.8.1 Criterios para retirar brigadas y pedir apoyo externo

Para asegurar decisiones coherentes y oportunas durante una emergencia, el Comité de Emergencias (COE) cuenta con criterios predefinidos que orientan cuándo retirar brigadas, cuándo solicitar apoyo externo y qué tipo de evacuación corresponde (sectorial o total). En la Tabla 49 se sintetizan estas decisiones en función de la condición observada en el lugar del evento y la acción inmediata que debe ejecutarse.

Tabla 54. *Criterios de decisión del COE según condición observada*

Condición observada	Decisión del COE	Acción inmediata
Humo denso persistente, llama fuera de control o radiación térmica que impide aproximación	Retirar brigadas	Orden “Retirada”, ruta segura, sin reingreso
Riesgo eléctrico/estructural, atmósfera IDLH, químico sin control	Retirar brigadas + Apoyo externo	Llamada a externos según guión mínimo
Recursos insuficientes (sin agente, equipos fallan), múltiples lesionados o personas no ubicadas	Apoyo externo + Evacuación	Preparar transferencia táctica a jefe externo
Evento confinado pero inestable	Evacuación sectorial	Cerrar perímetro del sector y mantener vía libre
Fuente no controlada o afectación general	Evacuación total	Punto de encuentro y conteo por áreas/turnos

Nota. Se establecen las decisiones del COE (retirada de brigadas, solicitud de apoyo externo y tipo de evacuación) en función de la condición observada y la acción inmediata requerida. Elaboración propia, 2025.

4.8.2 Directorio y verificación de contactos

Para garantizar una comunicación rápida y efectiva durante una emergencia, se mantiene un directorio actualizado de servicios externos de respuesta. Los números y responsables se verifican de forma trimestral, registrando cualquier cambio que pueda afectar la activación

oportuna del apoyo externo. En la Tabla 50 se presenta el directorio de emergencias disponible para la Nave 1.

Tabla 55. *Directorio de emergencias externas*

DIRECTORIO DE EMERGENCIAS			
CORPORACIÓN	TELÉFONO	OBSERVACIONES	
Sistema Nacional de Atención de Emergencias de la Ciudadanía	911		
Bomberos Voluntarios Caballeros de Fuego	166		
Bomberos Policía Nacional	119		
Policía	110		
SEMAT	160-168		

Nota. Listado de números telefónicos de los principales servicios de respuesta ante emergencias disponibles para la empresa. Elaboración propia, 2025

4.8.3. Diseño de acceso para respuesta de bomberos ante emergencias

A continuación, se presenta el plano incorporado en el diseño, el cual documenta el punto de ingreso del vehículo de emergencia a través de la puerta principal, la ruta interna de acceso y el diámetro operativo considerado de 30 m para el camión de bomberos, representando el área de cobertura directa dentro de la Nave 1. Este diámetro permite la intervención inmediata en los sectores más próximos al punto de posicionamiento del vehículo.

Las áreas que no se encuentran dentro del alcance directo del camión podrán ser atendidas mediante el uso de las mangueras del propio vehículo de emergencia, lo que garantiza la cobertura operativa total de las instalaciones en caso de incendio. Asimismo, el diseño contempla la delimitación de la zona de posicionamiento del camión, la verificación de espacios libres para maniobra.

El desarrollo del presente plano se realizó con base en criterios técnicos y en la información obtenida mediante entrevista con el Jefe del Cuerpo de Bomberos “Caballeros de Fuego” de la ciudad de Tarija, a fin de asegurar que el diseño sea coherente con las condiciones reales de intervención y operatividad de las unidades de emergencia.

Figura 18. Plano de acceso y cobertura operativa del camión de bomberos para la atención de emergencias en la Nave 1



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	FLEXYPLAS S.A.	
DIBUJADO	14/10/2026	LUCIANA ZENTENO			
COMPROBADO	16/10/2026	ING. EMMY ALFARO			
ESCALA:	FLEXYPLAS S.A,			NUMERO: 2.0	
1:100				SUTITUYE A: 1.1	
				SUSTITUIDO POR: ---	

4.8.4 Paquete mínimo de registros y trazabilidad

Este apartado define los registros esenciales que deben generarse y conservarse durante una emergencia, con el fin de garantizar la trazabilidad de las acciones, la coherencia en la toma de decisiones y la retroalimentación del sistema. Los formularios permiten documentar cada fase crítica: desde la orden de evacuación hasta la autorización de reingreso, asegurando que todas las comunicaciones, apoyos externos y transferencias de mando queden registradas.

Se elaboró un anexo correspondiente al paquete mínimo de registros y trazabilidad, en el cual se detallan los formularios requeridos para documentar y verificar cada acción durante la atención de emergencias. (Ver **Anexo 8**.)

4.9 Sistemas de comunicación en caso de emergencias

4.9.1 Niveles de alarma y notificación

El sistema de comunicación de emergencias de la Nave 1 se organiza en niveles de alarma que permiten estandarizar la señal que recibe el personal y la respuesta mínima asociada a cada situación. Cada nivel tiene una autoridad única de declaración (COE), medios específicos de aviso y registros de prueba que aseguran su funcionamiento.

Los detalles operativos se desarrollan en los manuales de alarma y comunicación

(ver **Anexo 9**).

En la Tabla 51 se resumen los niveles de alarma, su definición operativa y las acciones mínimas asociadas.

.

Tabla 56. Niveles de alarma, definición operativa y acciones mínimas

Nivel	Definición operativa	Quién declara	Señal/Medio	Acciones mínimas	A quién llega
Verde (Precaución)	Condición anómala que no compromete seguridad; seguimiento local.	Jefatura de área; informa al COE	Aviso verbal local o mensaje interno	Mantener operación segura; verificar control; sin evacuación	Personal del sector
Amarilla (Incidente controlado / Conato)	Evento inicial con control local posible y rutas libres.	COE	Sirena breve + anuncio por megáfono; llamada celular	Brigada evalúa y actúa si es seguro (EPP); preparar corte LOTO; en espera de orden	Área afectada + líderes
Naranja (Emergencia sectorial)	Límite de acción cercano o superado en un sector; riesgo de escalamiento.	COE	Sirena intermitente; anuncio “Evacuación Sector [X]”	Evacuación sectorial; cortes y perímetro; apoyo externo en ruta si aplica	Todo el sector + COE
Roja (Emergencia mayor)	Fuente no controlada, humo generalizado, daño eléctrico/estructural, o instrucción externa.	COE	Sirena continua; anuncio “Evacuación Total”	Evacuación total; retirada de brigadas; apoyo externo; transferencia táctica	Toda la planta y visitantes

Nota. Se definen los niveles de alarma (verde, amarilla, naranja y roja), indicando quién los declara, la señal utilizada, las acciones mínimas esperadas y el alcance de la comunicación en la planta. Elaboración propia, 2025.

4.9.2 Medios de comunicación internos y externos

Propósito. Definir qué medios se usan, para qué nivel de alarma quién los opera y cómo se asegura su disponibilidad y redundancia.

Tabla 57. Medios de comunicación para emergencias, alcance y requisitos de disponibilidad

Medio	Alcance	Uso por nivel (V/A/N/R)	Operador principal	Respaldo	Requisitos de disponibilidad
Sirena fija principal	Planta completa	A, N, R	COE (tablero de alarma)	Megáfono + mensaje por altavoz	99% uptime, audible ≥ 65 dB en rutas; energía con UPS ≥ 30 min
Estrobos (luces)	Sectores ruidosos	A, N, R	COE / Jefatura de área	Sirena local	Visibilidad desde rutas; prueba visual trimestral
Megáfono portátil	Sector/local	V, A, N, R	Jefatura de Evacuación	Segundo megáfono	Baterías cargadas; etiqueta con fecha de prueba
Altavoz/PA interno	Planta completa	A, N, R	COE / Seguridad	Megáfono	Mensajes pregrabados; prueba mensual de audición
Mensaje por WhatsApp corporativo	Mandos medios	V, A, N, R	COE / Administración	SMS	Lista actualizada; mensajes plantillados
Carteles “EVACUACIÓN” para portería	Externo/visitantes	N, R	Portería	Señal manual	Carteles legibles, disponibles en carpeta de emergencia
Teléfono fijo de portería	Externo	A, N, R	Portería	Celular COE	Señal y números visibles; marcado rápido a bomberos
Celular COE	Externo/Interno	V, A, N, R	COE	Celular suplente	Cargador y powerbank en kit COE
Radio HT (si se incorpora)	Mandos	A, N, R	COE / Líderes	Celular	Canales definidos; cargador múltiple

Nota. Se describen los medios de comunicación internos y externos, su alcance, uso por nivel de alarma (V = Verde, A = Amarilla, N = Naranja, R = Roja), responsables de operación, respaldos previstos y requisitos mínimos de disponibilidad para la respuesta ante emergencias. Elaboración propia, 202

Para asegurar que los sistemas de comunicación de emergencia funcionen de manera confiable durante todo el ciclo de vida del plan, se definieron reglas técnicas de diseño que contemplan cobertura, audibilidad, energía de respaldo, redundancia de medios, estandarización de mensajes, actualización de listas y trazabilidad de pruebas. La Tabla 53 resume estos criterios.

Tabla 58. *Reglas técnicas de operación y redundancia*

Tema	Regla de diseño
Cobertura y audibilidad	Sirena principal audible en toda la nave; donde no se alcance, instalar estrobos visibles desde rutas y puestos.
Energía de respaldo	Sirena/PA con UPS mínimo 30 min; megáfonos con baterías de repuesto en kit COE.
Redundancia	Para cada medio crítico, definir un medio alternativo (sirena ↔ megáfono/PA; teléfono ↔ celular COE).
Mensajes tipo	Cargar mensajes pregrabados: “Evacuación Sector [X]” y “Evacuación Total”; validar dicción y volumen.
Listas de difusión	Mantener listas de WhatsApp/SMS con líderes por turno; actualizar trimestralmente.
Accesibilidad	Instrucciones de uso pegadas en los equipos (encendido, volumen, frases clave).

Nota. Se resumen los criterios de diseño para asegurar cobertura y audibilidad, energía de respaldo, redundancia de medios, mensajes tipo, mantenimiento de listas de difusión, accesibilidad de instrucciones y trazabilidad de pruebas y activaciones reales de los sistemas de comunicación de emergencia. Elaboración propia, 2025.

Además de las reglas de diseño, es necesario verificar periódicamente que los medios de comunicación se mantienen operativos. Para ello se establecieron pruebas rutinarias con una frecuencia mínima y responsables definidos para cada equipo o canal. En la Tabla 54 se presentan las pruebas operativas previstas para los principales medios de comunicación de emergencia.

Tabla 59. *Pruebas operativas de medios de comunicación de emergencia*

Medio	Frecuencia	Responsable
Sirena/estrobos/PA	Mensual	COE + Mantenimiento
Megáfonos	Mensual (encendido, volumen)	Jef. Evacuación
WhatsApp/SMS de líderes	Trimestral (mensaje test)	COE / Administración
Teléfono portería	Mensual (llamada a externo simulado)	Portería
UPS/baterías	Trimestral (autonomía)	Mantenimiento

Nota. Se indican la frecuencia mínima de prueba y los responsables de verificar el funcionamiento de la sirena, estrobos, sistema de voz (PA), megáfonos, canales de mensajería, teléfono de portería y sistemas de respaldo de energía. Elaboración propia, 2025.

4.10 Señalización del sistema de emergencias

La señalización de seguridad en Flexyplas S.A. se diseña y gestiona conforme a la RM 849/2014 (MTEPS, Bolivia) y a la NB 55001 de Señalización de Seguridad, aplicando sus criterios en todas las áreas operativas, administrativas y de servicios de la empresa. A continuación, se detallan los lineamientos de diseño, uso, instalación y desempeño de las señales del sistema de emergencias en la Nave 1. (Ver **Plano de ubicación de Extintores**)

4.10.1 Criterios generales de diseño y cumplimiento

Para asegurar que la señalización sea consistente, visible y comprensible para todo el personal, se definieron criterios generales de diseño alineados con la RM 849/2014 y la NB 55001.

En la Tabla 55 se resumen las reglas base relacionadas con colores, formas, pictogramas, tamaños, iluminación, consistencia y mantenimiento de las señales de seguridad.

Tabla 60. Reglas base para el diseño de la señalización de seguridad

Criterio	Diseño exigido
Colores y forma	Según RM 849/2014 y NB 55001: Prohibición (rojo, forma circular), Advertencia (amarillo/triangular), Obligación (azul/circular), Equipos PCI (rojo/cuadrado o rectangular), Evacuación/Salidas (verde/rectangular).
Pictogramas	Normalizados, simples, alto contraste, fondo pleno, sin texto o con texto complementario breve.
Tamaños	Elegir para que la señal sea reconocible a la distancia real del puesto de trabajo. Mínimo A4 en interiores; ampliar en naves amplias/pasillos largos.
Iluminación	Visibles con iluminación normal y, si aplica, fotoluminiscentes o con respaldo de luz (baja visibilidad/humo).
Consistencia	Misma simbología en toda la planta; evitar mezclas de estilos.
Mantenimiento	Limpieza que no borre pigmentos, bordes íntegros, sin decoloración.

Nota. Se establecen los criterios mínimos para el diseño de la señalización de seguridad, incluyendo colores y formas normados, uso de pictogramas simples y de alto contraste, tamaños adecuados a la distancia de observación, requisitos de iluminación, consistencia en toda la planta y mantenimiento periódico de las señales. Elaboración propia, 2025.

4.10.2 Tipología y uso por zona

En función del tipo de riesgo y de la información que se desea comunicar, se emplean distintas tipologías de señales (prohibición, advertencia, obligación, equipos de protección contra incendios y evacuación/salidas). La Tabla 56 presenta los tipos de señales requeridas,

su color y forma normativa, ejemplos de mensajes o pictogramas y los principales puntos donde deben instalarse en la planta.

Tabla 61. Señales de seguridad requeridas y su ubicación recomendada

Tipo de señal	Color/forma	Ejemplos de mensaje/pictograma	Dónde se coloca
Prohibición	Rojo / circular	“Prohibido fumar”, “Prohibido llama abierta”, “Prohibido obstruir”	Almacén de inflamables, áreas con solventes, frente a salidas y extintores
Advertencia	Amarillo / triangular	“Inflamables”, “Peligro eléctrico”, “Superficie caliente”, “Piso resbaladizo”	Tableros, hornos/rodillos, zonas con derrames potenciales
Obligación	Azul / circular	“Usar guantes químicos”, “Usar gafas”, “Usar calzado de seguridad”	Impresión, laminación, refilado, químicos
Equipos PCI	Rojo / cuadrado	Extintor (con clase y agente), gabinete manguera, hidrante, pulsador de alarma	Junto a cada equipo; visible desde la ruta de acceso
Evacuación/Salidas	Verde / rectangular	Flechas direccionales, “Salida”, “Ruta de evacuación”, “Punto de encuentro”	En todas las rutas, cambios de dirección, puertas de salida y patio

Nota. Se resumen los tipos de señales de seguridad, su color y forma normativa, ejemplos de mensajes o pictogramas y los puntos principales donde deben instalarse en la planta. Elaboración propia, 2025.

4.10.3 Reglas de instalación

Además del diseño, la eficacia de la señalización depende de una correcta instalación en sitio. Para ello se establecieron reglas relativas a altura de montaje, visibilidad, ubicación específica en equipos críticos y uso de señales temporales.

La Tabla 57 sintetiza estas reglas de instalación para asegurar que las señales sean visibles, legibles y se mantengan asociadas al riesgo que advierten.

Tabla 62. Manejo e identificación de la señalización de seguridad

Tema	Regla de instalación
Altura de montaje	1,8–2,2 m sobre el piso terminado en paredes; sobre puertas 2,0–2,5 m (sin quedar ocultas por marcos/viseras).
Visibilidad	Sin obstáculos en el cono visual; evitar reflejos. Señales de salida y flechas repetidas en cada cambio de dirección y en intervalos que aseguren continuidad de lectura (recom.: ≤ 20 m en pasillos largos).
Equipos PCI	Señal sobre el equipo; además, repetición en pared cercana si el equipo queda en nicho.
Extintores	Identificar tipo y clase (ej.: ABC 6 kg, CO ₂ 5 kg) y distancia de alcance.
Tableros eléctricos	“Peligro eléctrico”, “Solo personal autorizado”, y advertencia LOTO en puertas.
Señales temporales	Para trabajos no rutinarios: soportes móviles con base estable. Retirar al finalizar.
Idioma	Pictograma universal + texto corto en español cuando sea necesario.

Nota. Se establecen las reglas de instalación para la señalización de seguridad, incluyendo altura de montaje, visibilidad, ubicación en equipos de protección contra incendios y tableros eléctricos, uso de señales temporales e idioma de los mensajes. Elaboración propia, 2025.

4.10.4 Materiales y desempeño

Los materiales y acabados de las señales deben garantizar su durabilidad y legibilidad en las condiciones reales de operación de la Nave 1. En la Tabla 58 se indican los requisitos mínimos de sustrato, acabado, fijación, limpieza y vida útil que deben cumplir las señales de seguridad instaladas en la planta.

Tabla 63. *Especificaciones mínimas de la señalización de seguridad*

Aspecto	Requisito
Sustrato	Film común, ACM o aluminio; interior/exterior según ubicación; bordes redondeados.
Acabado	Tintas resistentes a solventes/UV; opción fotoluminiscente en rutas y salidas.
Fijación	Mecánica o adhesivo grado industrial. No colocar sobre superficies sueltas o con polvo.
Limpieza	Soluciones no agresivas. Prohibidos abrasivos que borren contraste.
Vida útil	Reemplazo cuando pierda contraste/legibilidad o sufra daño >10 %.

Nota. Se indican los requisitos mínimos de sustrato, acabado, fijación, limpieza y vida útil para garantizar la durabilidad y legibilidad de la señalización de seguridad en la planta. Elaboración propia, 2025

4.10.5 Señalización mínima por áreas críticas de Flexyplas

Con base en los riesgos presentes y en los flujos de trabajo de la Nave 1, se definió un conjunto mínimo de señales obligatorias por área crítica (Ver **Plano de Señalización**). La Tabla 59 presenta un checklist de señalización mínima para accesos, áreas de proceso,

almacenes de inflamables y químicos, tableros eléctricos y zonas comunes, de manera que se asegure una evacuación clara y el control de los riesgos más relevantes.

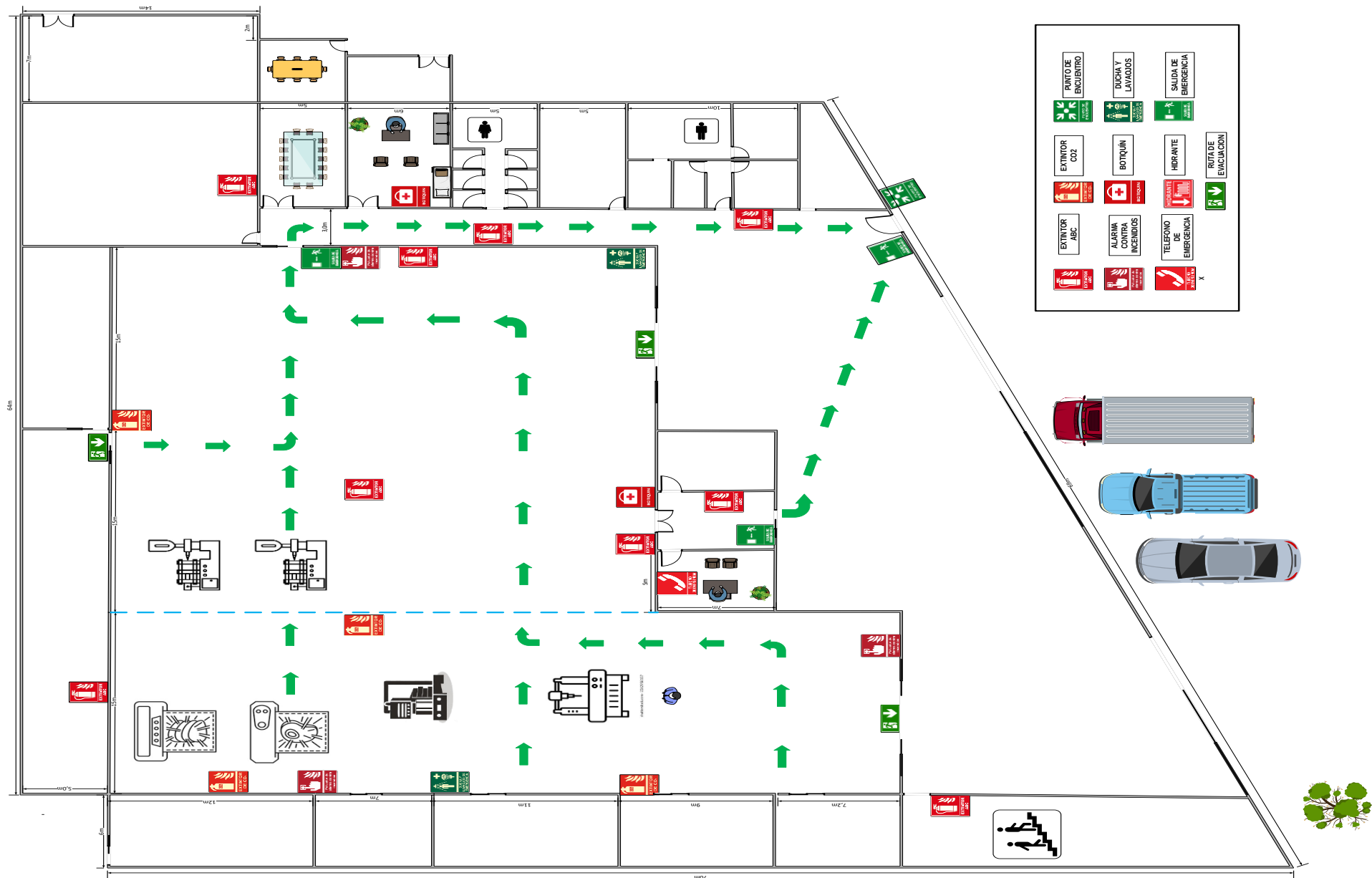
Tabla 64. Checklist de señalización mínima por área

Área	Señales mínimas exigidas
Accesos y portería	Plano de evacuación general; “Punto de encuentro”; teléfonos de emergencia; “Prohibido fumar/llama”.
Impresión y Laminación	“Inflamables”, “Obligatorio guantes/gafas”; “Superficie caliente”; “Peligro eléctrico”; Extintores (clase y agente) y pulsadores.
Troquelado / Refilado	“Cuchillas/atrapamiento” (advertencia), “Uso de guantes de corte” (si aplica), rutas verdes visibles.
Almacén de inflamables/químicos	“Inflamables”, “Prohibido fumar/llama”, ducha/lavaojos (ubicación), extintor adecuado y salida de emergencia.
Tableros eléctricos principales/subtableros	“Peligro eléctrico”, “Solo personal autorizado”, aviso LOTO; ruta de evacuación visible.
Áreas comunes y pasillos	Rutas y salidas; “Prohibido obstruir”, “Piso resbaladizo” en zonas de limpieza; punto de encuentro exterior.

Nota. Se listan las señales de seguridad mínimas requeridas en accesos, áreas de proceso, almacenes, tableros eléctricos y zonas comunes para asegurar una evacuación clara y el control de riesgos críticos. Elaboración propia, 2025.

4.10.6 Plano de ubicación de extintores y rutas de evacuación de la Nave 1

Figura 19. Plano de ubicación de extintores y rutas de evacuación de la Nave 1



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	FLEXYPLAS S.A.	
DIBUJADO	14/10/2026	LUCIANA ZENTENO			
COMPROBADO	16/10/2026	ING. EMMY ALFARO			
ESCALA:	ACCECIBILIDAD PARA APOYO EXTERNO			NUMERO: 2.0	
1:100				SUTITUYE A: 1.1	
				SUSTITUIDO POR: ---	

4.10.7 Control y registros

Para asegurar que la señalización de seguridad se mantenga vigente, visible y coherente con el plano de emergencia, se definieron actividades de inspección, prueba de visibilidad, reposición y revisión periódica. La Tabla 60 resume estas actividades, su frecuencia y los responsables asignados.

Tabla 65. *Mantenimiento y trazabilidad de la señalización de seguridad*

Actividad	Frecuencia	Responsable
Inspección visual de señales (legibilidad/obstáculos)	Trimestral	COE + Mantenimiento
Prueba de visibilidad en rutas y salidas (día/noche)	Semestral	COE
Reposición/cambio de señal	Cuando aplique	Mantenimiento
Revisión de coherencia con el plano 4.10-1	Anual o por cambio	COE

Nota. Se describen las actividades de inspección, prueba de visibilidad, reposición y revisión de coherencia de la señalización, indicando frecuencia y responsables para asegurar su vigencia y legibilidad en la planta. Elaboración propia, 2025.

4.10.8 Glosario visual de señales normalizadas

Con el fin de facilitar la comprensión y el uso correcto de la señalización de seguridad, se incluye un glosario visual de señales normalizadas, elaborado con base en la RM 849/2014 (MTEPS, Bolivia) y la NB 55001 de Señalización de Seguridad. En este glosario se presentan los principales pictogramas utilizados en la Nave 1, su significado y el tipo de riesgo o acción que comunican.

Tabla 66. *Glosario operativo y ubicación recomendada de la señalización de seguridad*

Categoría	Pictograma	Significado operativo	Dónde se usa	Regla clave de montaje	Referencia
Prohibición		Prohibido fumar	Almacén de inflamables, áreas con solventes	1,8–2,2 m de altura; visible desde acceso	RM 849/2014; NB 55001
Prohibición		Prohibido llama abierta	Mezclas/adhesivos, mantenimiento en zonas de COV	Doble señal si hay dos accesos	RM 849/2014; NB 55001
Prohibición		Prohibido obstruir extintor/salida	Junto a equipos PCI y puertas de salida	A ≤1 m del equipo/puerta	RM 849/2014; NB 55001
Prohibición		Prohibido uso de celular	Zonas con atmósfera inflamable o riesgo de distracción	En entradas a la zona y en puestos	RM 849/2014; NB 55001
Advertencia		Peligro eléctrico	Tableros, subtableros, salas eléctricas	Con letrero adicional “Solo personal autorizado”	RM 849/2014; NB 55001

CATEGORÍA	PICTOGRAMA	SIGNIFICADO OPERATIVO	DÓNDE SE USA	REGLA CLAVE DE MONTAJE	REFERENCIA
Advertencia		Alta tensión	BT/MT; cercanías de barras, celdas	Añadir voltaje nominal si aplica	RM 849/2014; NB 55001
Advertencia		Superficie caliente	Hornos/rodillos 60–200 °C	A 0,5 m del punto de contacto	RM 849/2014; NB 55001
Advertencia		Riesgo de atrapamiento/corte	Troquelado, refilado	Cerca de bocas de máquina	RM 849/2014; NB 55001
Advertencia		Piso resbaladizo	Zonas de lavado/derrame frecuente	Retirar si es temporal; usar móvil	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Barbijo obligatorio	Áreas con vapores/partículas molestas	Especificar tipo si aplica (p. ej., P2)	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Guantes obligatorios	Manipulación de solventes/anilox	Seleccionar material compatible	RM 849/2014; NB 55001

Categoría	Pictograma	Significado operativo	Dónde se usa	Regla clave de montaje	Referencia
Obligación		Gafas de seguridad	Mezcla/ensayo de tinta/PU	Antes del punto de trabajo	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Protección auditiva	Sectores >85 dB(A)	A la entrada del sector ruidoso	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Calzado de seguridad	Toda planta de producción	En accesos a nave y logística	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Casco de seguridad	Obras/alturas/andamios	Señal temporal si es por obra	RM 849/2014; NB 55001
Obligación		Lavarse las manos	Comedor, sanitarios, sala químicos	A la altura del lavamanos	RM 849/2014; NB 55001
Información/ Obligación		LOTO obligatorio	Tableros/intervenciones	Texto "Bloqueo/Etiquetado" claro	NB 55001

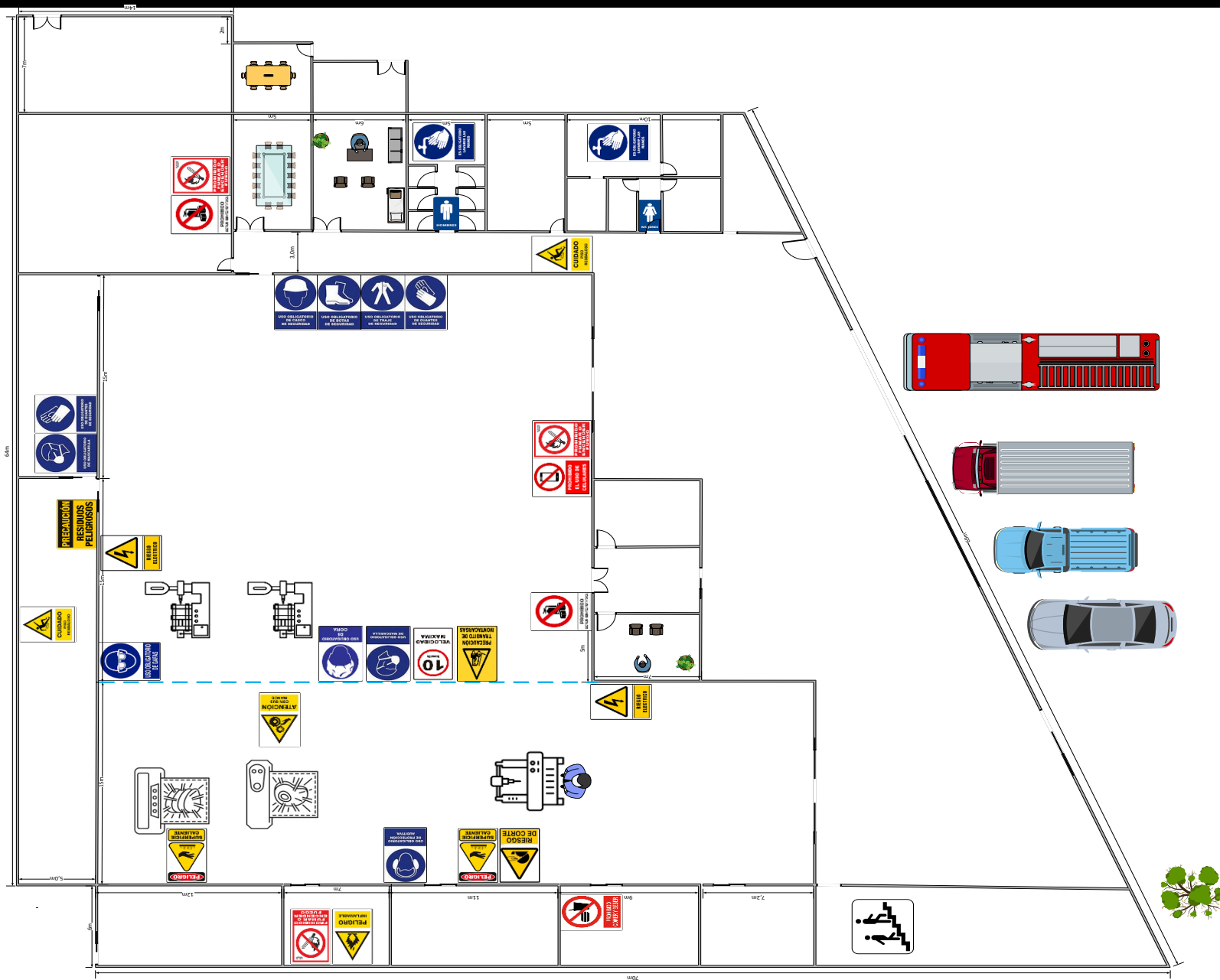
Categoría	Pictograma	Significado operativo	Dónde se usa	Regla clave de montaje	Referencia
Equipos PCI		Extintor ABC	Junto al equipo	Señal sobre el equipo y repetida si está en nicho	RM 849/2014; NB 55001
Equipos PCI		Extintor CO ₂ 5 kg	Tableros/eléctricos	Sin obstrucciones; altura acorde al peso	RM 849/2014; NB 55001
Equipos PCI		Pulsador de alarma	Pasillos, salidas, sectores críticos	Alcance manual libre de obstáculos	RM 849/2014; NB 55001
Equipos PCI		Hidrante/gabinete	Puntos fijos PCI	Señal adicional en pasillo de llegada	RM 849/2014; NB 55001
Evacuación		Salida de emergencia	Salidas y puertas antipánico	Sobre dintel, visible a distancia	RM 849/2014; NB 55001
Evacuación		Flecha de evacuación	Cambio de dirección	Repetición en quiebres; continuidad	RM 849/2014; NB 55001
Evacuación		Punto de encuentro	Patio/área externa segura	Tamaño mayor (A3/A2) si exterior	RM 849/2014; NB 55001
Información		Ducha/lavajos	Sala de químicos, laboratorio	Con pictos de uso rápido	RM 849/2014; NB 55001

Categoría	Pictograma	Significado operativo	Dónde se usa	Regla clave de montaje	Referencia
Información		Botiquín	Punto de primeros auxilios	Indicar responsable/horario	RM 849/2014; NB 55001
Información		Residuos peligrosos	Área de acopio temporal	Color y símbolo compatibles	RM 849/2014; NB 55001
Información		Tránsito montacargas	Pasillos logísticos	Añadir límite de velocidad	RM 849/2014; NB 55001
Información		Límite de velocidad interno	Patio/logística	Altura visible para conductores	RM 849/2014; NB 55001
Información		Solo personal autorizado	Salas técnicas, tableros	Junto al acceso/puerta	RM 849/2014; NB 55001
Prohibición		Prohibido comer/beber	Laboratorio, áreas químicas	En bancos de trabajo y accesos	RM 849/2014; NB 55001

Nota. Se describen los principales pictogramas de prohibición, advertencia, obligación, equipos de protección contra incendios, evacuación e información, indicando su significado operativo, los lugares donde deben instalarse y la regla clave de montaje según RM 849/2014 y NB 55001. Elaboración propia, 2025.

4.10.9 Plano de Señalización

Figura 20. Señalética



SEÑALES DE USO OBLIGATORIO



USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA



USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE SEGURIDAD



OBLIGATORIO LAVARSE LAS MANOS



USO OBLIGATORIO DE TRAJE DE SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA



QUE HACER EN CASO DE SISMOS E INCENDIOS



USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO DE GAFAS



HOMBRES



MUJERES

SEÑALES DE PELIGRO



RIESGO DE ATRAPAMIENTO / CORTE



PELIGRO SUPERFICIE CALIENTE



CUIDADO PISO RESBALOSO



RIESGO ELECTRIC



PELIGRO INFLAMABLE



ALTA TENSION



PRECAUCIÓN TRANSITO DE MONTACARGAS



PRECAUCIÓN RESIDUOS PELIGROSOS

SEÑALES DE PROHIBICIÓN



PROHIBIDO EL USO DE CELULARES



PROHIBIDO FUMAR O ENCENDER FUEGO



PROHIBIDO OBSTRUIR HIDRANTES Y EXTINTORES



SOLO PERSONAL AUTORIZADO



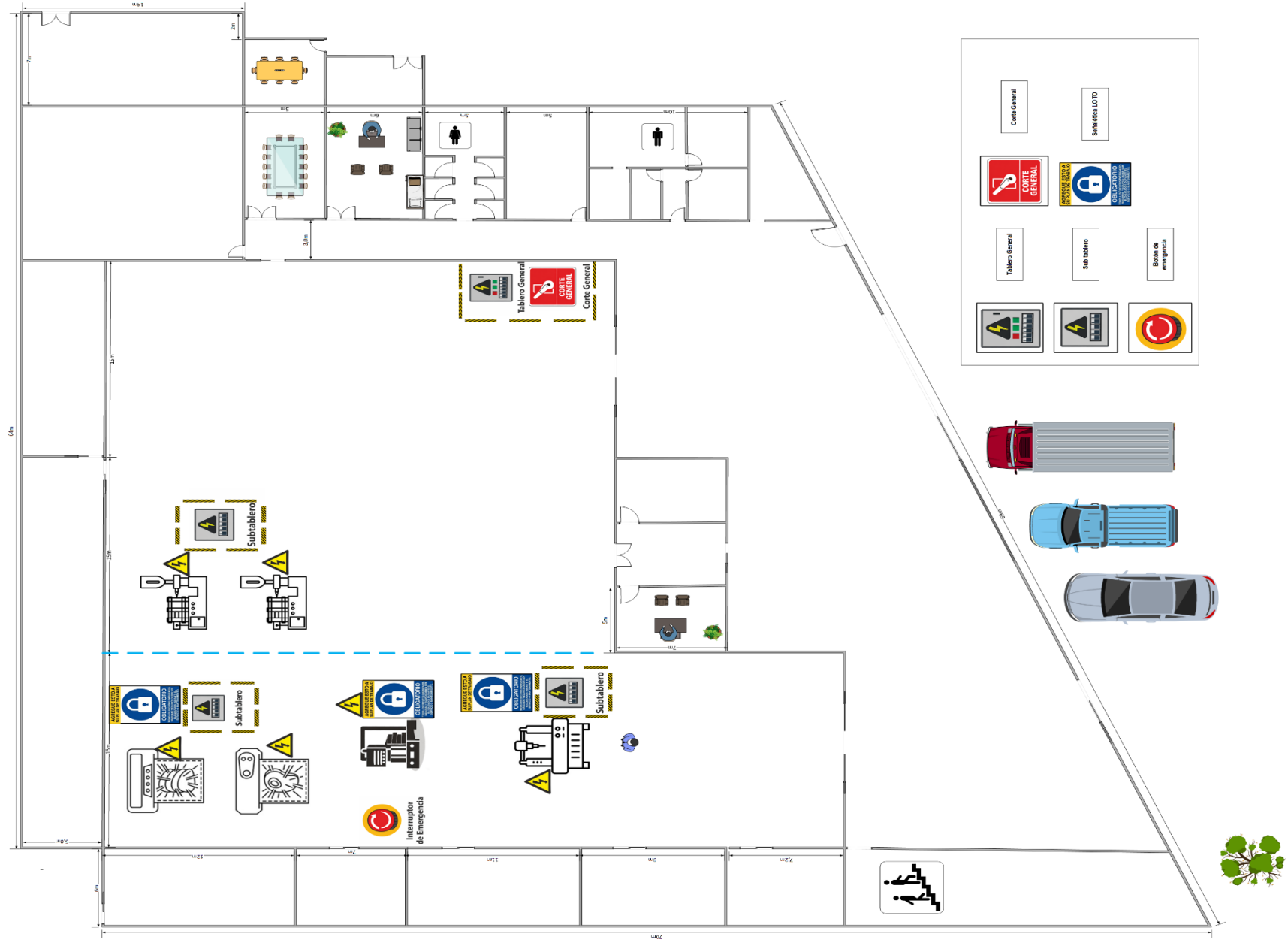
PROHIBIDO COMER Y BEBER



VELOCIDAD MAXIMA 10km/h

	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	FLEXYPLAS S.A.	
DIBUJADO	14/10/2026	LUCIANA ZENTENO			
COMPROBADO	16/10/2026	ING. EMMY ALFARO			
ESCALA: 1:100	LAYOUT SEÑALETICA			NUMERO: 2.0	
				SUTITUYE A: 1.1	
				SUSTITUIDO POR: ---	

Figura 21. *Procedimiento LOTO*



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	FLEXYPLAS S.A.
DIBUJADO	14/10/2026	LUCIANA ZENTENO		
COMPROBADO	16/10/2026	ING. EMMY ALFARO		
ESCALA: 1:100	LAYOUT PROCEDIMIENTO “LOTO”			NUMERO: 2.0
				SUTITUYE A: 1.1
				SUSTITUIDO POR: ---

El procedimiento de Bloqueo y Etiquetado de Energías Peligrosas (LOTO) forma parte de las medidas de control operativo implementadas en la Nave 1 de Flexyplas S.A., con el objetivo de garantizar la seguridad durante trabajos de mantenimiento, inspección o intervención en equipos eléctricos y maquinaria industrial. De acuerdo con el plano presentado, se identifican claramente los puntos de control de energía, como el tablero general, subtableros eléctricos, seccionadores y el interruptor de emergencia, los cuales constituyen los puntos de aislamiento que deben ser intervenidos durante la aplicación del procedimiento LOTO. La señalización instalada en estos puntos permite reconocer de manera inmediata las fuentes de energía que deben ser bloqueadas antes de realizar cualquier actividad técnica.

El procedimiento LOTO se desarrolla siguiendo una secuencia de acciones establecida para asegurar el aislamiento total de las fuentes de energía. Estas acciones comprenden: preparación para el bloqueo, notificación al personal afectado, detención del equipo o maquinaria, aislamiento de las fuentes de energía mediante los dispositivos de corte identificados en el plano, aplicación de los dispositivos de bloqueo y etiquetado, liberación de energías residuales o acumuladas y verificación del aislamiento antes de iniciar cualquier intervención. Cada una de estas etapas se ejecuta utilizando los puntos de control eléctrico señalizados en el plano, asegurando que el sistema permanezca completamente desenergizado durante el trabajo.

Finalmente, una vez concluidas las actividades de mantenimiento o intervención, se procede con la restitución segura del sistema mediante la verificación del área de trabajo, retiro de herramientas y personal, retiro de los dispositivos de bloqueo y etiquetado por parte del trabajador autorizado y la posterior reenergización del sistema. La correcta identificación de los puntos de corte, tableros eléctricos y dispositivos de emergencia representados en el plano permite aplicar el procedimiento LOTO de manera organizada y segura, contribuyendo a la prevención de accidentes por energización inesperada y fortaleciendo el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo dentro de la instalación

4.10.10 Demarcación horizontal (pisos) y codificación de colores

La demarcación horizontal en pisos complementa la señalización vertical y es clave para guiar rutas de evacuación, delimitar pasillos peatonales y logísticos, marcar zonas de almacenamiento, equipos de protección contra incendios (PCI), áreas de riesgo y puntos de encuentro. De esta forma se logra una continuidad visual durante la operación normal y en situaciones de emergencia.

Tabla 67. Reglas de diseño para demarcación de pisos

Tema	Regla de diseño
Ancho de línea	5–10 cm según distancia de lectura. En pasillos principales de logística, preferible 10 cm.
Continuidad	Las líneas no deben interrumpirse bajo estanterías o máquinas; usar símbolos de continuidad en quiebres.
Geometría	Flechas direccionales en cambios de sentido; radios claros en curvas.
Antideslizante	Pintura o cinta con coeficiente de fricción adecuado (húmedo/seco).
Durabilidad	Pinturas epoxi o poliuretano para alto tránsito; en zonas de químicos, resistencia química.
Fotoluminiscencia	Recomendado en rutas de evacuación interiores con baja iluminancia/humo.
Mantenimiento	“Retocar” cuando se pierda >10 % de contraste o haya cortes >1 m.

Nota. Se establecen los criterios de diseño para las líneas de demarcación en pisos, incluyendo ancho, continuidad, geometría, características antideslizantes, durabilidad, uso de materiales fotoluminiscentes y mantenimiento mínimo requerido. Elaboración propia, 2025.

Para asegurar un uso coherente de los colores y patrones en el piso, se definió un mapa de codificación que asocia cada color o patrón con un uso operativo específico. La Tabla 63 resume estos colores, su función y las aplicaciones típicas en la Nave 1.

Tabla 68. Mapa de colores y uso operativo de la demarcación en pisos

Color/Patrón	Uso operativo	Aplicación típica
Verde continuo	Ruta de evacuación	Línea lateral continua y flechas verdes cada ≤ 10 m y en cada quiebre
Verde con pictograma	Salida / Punto de encuentro	Símbolo en piso frente a puertas y en el punto de encuentro
Rojo sólido	No obstruir equipos PCI	Caja roja 1,0×1,0 m frente a extintor/hidrante/pulsador
Rojo con leyenda	Zona libre ante salidas	“Mantener libre” delante de puertas de emergencia
Amarillo continuo	Pasillo logístico / perímetros	Delimitar pasillos de montacargas y borde de áreas de almacenamiento
Cebra negro/amarillo (45°)	Zona de riesgo	Perímetros de tableros, hornos, huecos, bordes peligrosos
Blanco en “cebra”	Cruce peatonal	Paso cebra en cruces de pasillos logísticos
Azul	Obligación/EPP	Icono de EPP en piso antes de ingresar a zona crítica (apoya a la señal vertical)
Naranja	Áreas temporales de trabajo	Delimitación de trabajos no rutinarios con retiro al finalizar

Nota. Se definen los colores y patrones de demarcación en piso y su uso operativo para rutas de evacuación, zonas libres para equipos PCI y salidas, pasillos logísticos, áreas de riesgo, cruces peatonales, obligaciones de EPP y trabajos temporales. Elaboración propia, 2025.

Además de la codificación por colores, se fijaron dimensiones mínimas y criterios prácticos para los principales elementos pintados en el piso (líneas de ruta de evacuación, cajas rojas, pasos peatonales, perímetros de almacenamiento y punto de encuentro). La Tabla 64 recoge estos parámetros.

Tabla 69. Dimensiones y criterios prácticos de demarcación en pisos

Elemento en piso	Dimensión/criterio	Dónde
Línea de ruta de evacuación	10 cm + flecha cada ≤ 10 m; en quiebres, flecha doble	Pasillos interiores
Caja roja “no obstruir” equipos PCI	1,0×1,0 m (mínimo) con borde continuo	Frente a extintores/hidrantes/pulsadores
Cebra negra /amarillo de riesgo	Franjas 10 cm a 45°, ancho total ≥ 10 cm	Perímetro de tableros, hornos, zonas de atrapamiento
Paso peatonal (cebra)	Franjas blancas 50 cm separadas 50 cm	Cruces de pasillos con montacargas
Perímetro de almacenamiento	Línea amarilla continua; marcar límites de altura en pared	Almacenes y patios
Punto de encuentro	Disco o rectángulo verde sobredimensionado ($\geq 1,5$ m lado)	Patio exterior seguro

Nota. Se establecen dimensiones mínimas y criterios de aplicación para líneas de ruta de evacuación, cajas rojas de equipos PCI, zonas de riesgo en cebra, pasos peatonales, perímetros de almacenamiento y señalización en piso del punto de encuentro. Elaboración propia, 2025.

4.10.11 Materiales de aplicación

Los materiales utilizados para la demarcación en pisos deben ser compatibles con el tránsito, la presencia de químicos y las necesidades de mantenimiento de la Nave 1. A continuación se indican las opciones recomendadas para pintura y cintas de demarcación.

- **Pintura:** epoxi o poliuretano bi/componente para alto tránsito; opción **fotoluminiscente** en rutas de evacuación.
- **Cintas:** industriales, antideslizantes; uso recomendado en zonas de reconfiguración frecuente.

4.10.12 Control y trazabilidad (piso)

Para mantener la demarcación horizontal legible y coherente con el diseño de rutas de evacuación, se establecieron actividades de inspección, reposición y verificación contra el plano de señalización. La Tabla 65 detalla estas actividades, su frecuencia y los responsables.

Tabla 70. Control y trazabilidad de la demarcación en pisos

Actividad	Frecuencia	Responsable
Inspección de contraste/continuidad	Trimestral	COE + Mantenimiento
Reposición/retocado	Según desgaste	Mantenimiento
Verificación con plano 4.10-1 (capa piso)	Anual o por cambio	COE

Nota. Se describen las actividades de inspección, reposición y verificación de la demarcación en pisos, indicando frecuencia y responsables para asegurar su contraste, continuidad y coherencia con el diseño de rutas. Elaboración propia, 2025.

4.10.13 Etiquetado SGA de sustancias peligrosas

Alcance. Se implementa el etiquetado bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA/GHS) para todos los recipientes originales y secundarios de sustancias peligrosas usadas en impresión, laminación, limpieza y mantenimiento. Este subpunto integra la señalización de seguridad (4.10), los recursos químicos (4.6) y las fichas de respuesta a derrames/exposición .

Norma base. RM 849/2014 y NB 55001 para colores y señalización; SGA/GHS para pictogramas, palabras de advertencia y frases H/P.

Reglas de diseño de las etiquetas

- Deben incluir: Nombre del producto, pictogramas SGA, Palabra de advertencia (Peligro/Atención), frases H y frases P clave, datos del proveedor/lote.
- Para recipientes secundarios (trasvasados): nombre, pictos, 2–3 H y 2–3 P resumidas, fecha de preparación y responsable.
- Tamaño sugerido: A7 o A6 en vinilo resistente a químicos, impresión b/n con borde rojo para pictos.
- Ubicación: sobre el recipiente, visible en estantería y duplicada en el punto de uso (estación de mezcla/limpieza).

Tabla 71. Paquete mínimo de información SGA para sustancias químicas críticas en Flexyplas S.A.

Sustancia / uso	Pictogramas SGA	Palabra	Frases clave H / P (resumen)	EPP mínimo	Almacenamiento
MEK (butanona) – limpieza	GHS02 llama, GHS07 exclamación	Peligro	H225, H319, H336 / P210, P271, P280	Guantes resistentes a solventes, gafas; barbijo P2 si vapores	Gabinetes inflamables, recipientes cerrados
Acetato de etilo – diluyente	GHS02, GHS07	Peligro	H225, H319, H336 / P210, P280	Igual a MEK	Igual a MEK
Isopropanol – limpieza	GHS02, GHS07	Peligro	H225, H319, H336 / P210, P280	Guantes y gafas	Inflamables
Adhesivo PU (componente isocianato, MDI) – laminación	GHS08 salud, GHS07	Peligro	H334, H317, H332 / P261, P280, P284	Guantes químicos, gafas; protección respiratoria si ventilación insuficiente	Recipientes cerrados; ventilación; evitar humedad
Endurecedor PU – laminación	GHS08, GHS07	Peligro	Sensibilizante respiratorio/cutáneo / P261, P280	Igual al anterior	Igual al anterior
Acetona – limpieza puntual	GHS02	Peligro	H225 / P210, P233	Guantes; buena ventilación	Inflamables
Soda cáustica (NaOH sol.) – limpieza pesada	GHS05 corrosión	Peligro	H314 / P264, P280, P301+P330+P331	Guantes resistentes a álcalis, gafas/pantalla, delantal	Corrosivos; separado de ácidos y orgánicos

Nota. Se resumen los elementos mínimos de rotulado e información según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para las principales sustancias utilizadas, incluyendo pictogramas, palabra de advertencia, frases de peligro y precaución resumidas, EPP mínimo y criterios básicos de almacenamiento seguro. Elaboración propia, 2025.

Figura 22. Ejemplo de tarjeta de seguridad SGA para soda cáustica (NaOH)

SODA CAUSTICA	
PALABRA DE ADVERTENCIA	NOMBRE DEL PRODUCTO QUÍMICO
PELIGRO	SODA CAUSTICA (Na OH)
	INDICACIONES DE PELIGRO H290 Puede ser corrosiva para los metales H313 Puede ser nocivo en contacto con la piel H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares H335 Puede irritar las vías respiratorias H402 Nocivo para los organismos acuáticos
INFORMACIÓN DEL FABRICANTE	CONSEJOS DE PRUDENCIA
XXXXXXXXX	P134 Conservar "únicamente en el embalaje original"
Dirección: XXXX	P260 No respirar nieblas y vapores
	P261 Evitar respirar nieblas y vapores
	P264 Lavarse las manos cuidadosamente después de la manipulación
	P271 Utilizar solo el aire libre o en un lugar bien ventilado
	P273 No dispersar en el medio ambiente
	P280 Usar guantes ,ropa de protección ,equipo de protección para los ojos o la cara

Nota. Tarjeta modelo que incluye palabra de advertencia, pictogramas de peligro, indicaciones de peligro (códigos H), consejos de prudencia (códigos P) e información del fabricante para el producto soda cáustica. Elaboración propia con base en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

4.11 Simulacros

4.11.1 Objetivo y alcance

El objetivo de los simulacros es planificar, ejecutar y evaluar ejercicios para cada emergencia significativa identificada, con el fin de medir la efectividad del Plan de Emergencias y el nivel de preparación del personal de la Nave 1.

Cada simulacro debe incluir, como mínimo:

- descripción del escenario,
- secuencia de acciones del grupo de respuesta,
- criterios de efectividad cualitativos y cuantitativos.

Asimismo, debe cumplirse la periodicidad mínima exigida por la normativa vigente.

Soportes normativos de este punto

- **SIPPCI:** el tiempo de evacuación considera detección, alarma, preparación y salida; se articula con la NB 56004 y el Anexo 7 del propio SIPPCI.
- **SIPPCI, Anexo 7:** definición del tiempo de evacuación total (tE) y su despiece en tD (detección), tA (alarma), tP (preparación) y tS (salida), así como los criterios de evaluación y cálculo.
- **NTS 009:** el Plan debe contener la determinación de los tiempos de evacuación y un plano con rutas, salidas y puntos de encuentro.

4.11.2 Tipos y frecuencia de simulacros

La frecuencia mínima de los simulacros se ajusta al nivel de riesgo definido por el SIPPCI (Categoría 1: alto, Categoría 2: medio, Categoría 3: bajo). Se consideran, al menos, los siguientes tipos:

Simulacros de evacuación:

Categorías 1 y 2: Dos por año.

Categoría 3: Dos por año.

Simulacros de combate de incendios:

Categoría 1: Dos por año.

Categoría 2: Uno por año.

Categoría 3: Uno cada dos años.

Toda la planificación y ejecución debe registrarse en el Programa Anual de Simulacros del COE.

4.11.3 Roles y responsabilidades en simulacros

En los simulacros se mantienen los mismos roles del COE y de las brigadas definidos para la respuesta a emergencias, de modo que el ejercicio refleje la estructura real de actuación y permita validar su funcionamiento. Como marco de referencia, la organización cuenta con documentos internos que orientan las responsabilidades principales:

- **Responsabilidades del COE:** definen al Coordinador del ejercicio, el enlace con servicios externos y la supervisión de las condiciones de seguridad durante el simulacro.
- **Funciones de Brigadas:** describen las funciones básicas de jefes de brigada, guías y retaguardias, así como las tareas de control de pisos y apoyo a la evacuación.
- **Comunicaciones y alarmas:** establecen los medios y pasos generales para la activación y el escalamiento de las alarmas internas.
- **Registros y formatos:** indican los registros mínimos para documentar el simulacro, la evaluación de su desarrollo y las lecciones aprendidas.

Estos documentos se utilizan como guía práctica durante la planificación y ejecución de los simulacros y se actualizan de manera progresiva a medida que se incorporan mejoras derivadas de la experiencia.

4.11.4 Planificación previa del simulacro

- a) Selección del escenario y alcance (sectorial/total).
- b) Avisos: internos y a servicios externos si corresponde (preventivo, “simulacro sin respuesta real”).
- c) Definición de puntos de encuentro y aforo por ambiente (Ocupación Teórica Máxima Previsible) para control de conteo.
- d) Preparación de instrumentos: Guión del simulacro, lista de verificación, cronometraje, conteo por sector, informe y acciones correctivas.

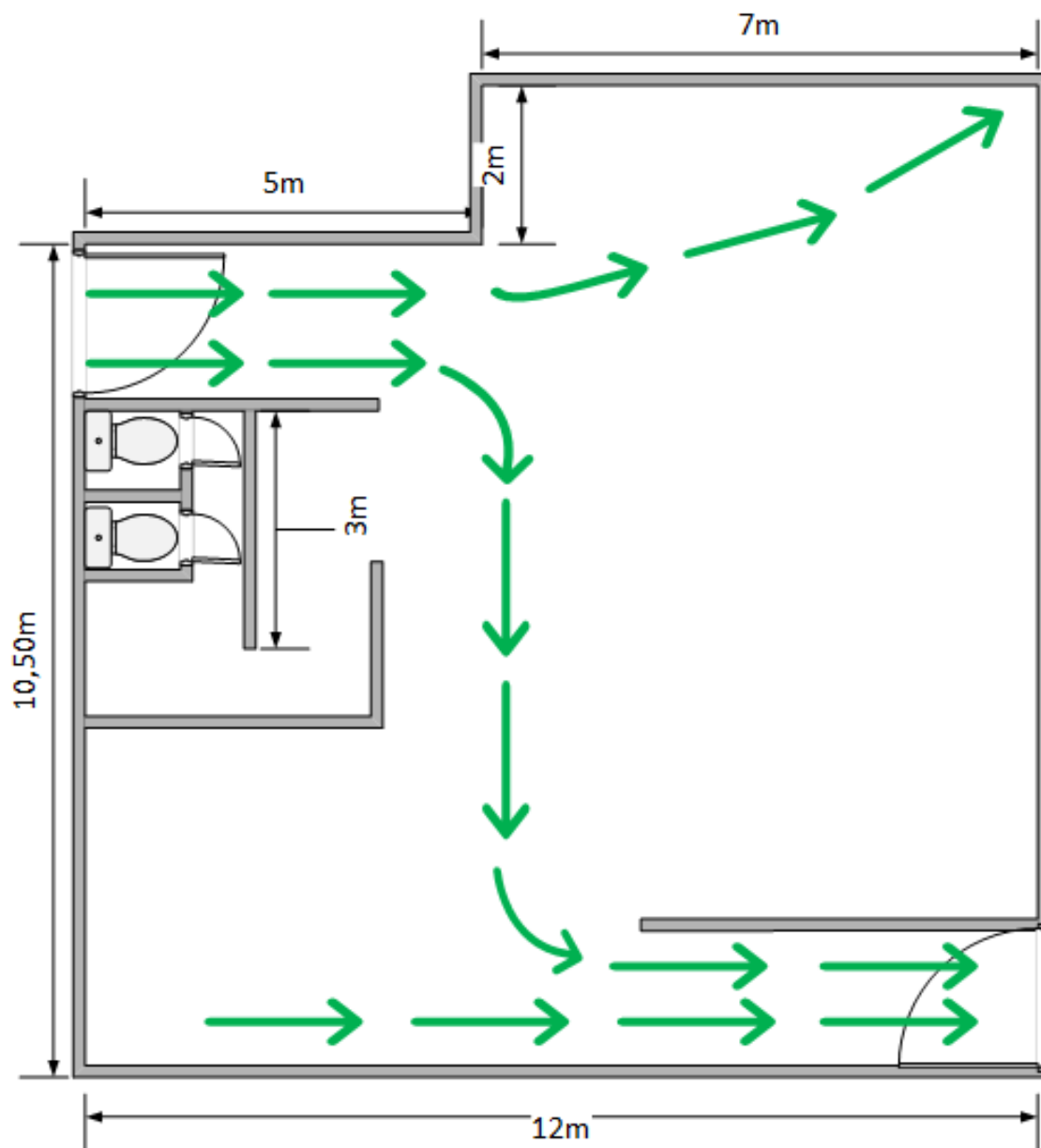
4.11.5 Ejecución del simulacro

1. Activación de alarma y mensaje de evacuación según los manuales.
2. Inicio de evacuación por rutas señalizadas hacia puntos de encuentro. Las vías deben estar expeditas, iluminadas y señalizadas.
3. Control de pisos: cierre de puertas, verificación de áreas, asistencia a personas con movilidad reducida si las hubiera.
4. Conteo por sector en punto de encuentro y reporte al COE.
5. Cierre y retorno autorizado por Coordinación.

Como complemento directo, se desarrolló un instructivo de llenado y control de los registros asociados, disponible en el **Anexo 10**.

4.11.6 Plano de evacuación

Figura 23. Plano de evacuación del área interna de la Nave 1



Nota. El plano muestra las dimensiones del sector y el recorrido recomendado de la ruta de evacuación desde sanitarios y áreas internas hasta la salida segura. Elaboración propia, 2025.

4.11.7 Cálculo del tiempo de evacuación y capacidad de salida

El tiempo de evacuación total es un indicador crítico dentro del Plan de Emergencias, ya que permite estimar cuánto tarda realmente el personal en abandonar de forma segura una instalación ante una amenaza. Esta estimación integra todas las fases que intervienen en una evacuación efectiva: el tiempo de detección del evento, el tiempo que toma activar la alarma, el tiempo de preparación o reacción del personal y, finalmente, el tiempo de desplazamiento hacia zonas seguras.

La expresión general del tiempo de evacuación, según el SIPPCI, es:

$$Te = t_D + t_A + t_P + t_S$$

donde:

- t_D : tiempo de detección del evento.
- t_A : tiempo de activación de la alarma.
- t_P : tiempo de preparación o reacción del personal (inicio del desplazamiento).
- t_S : tiempo de salida o desplazamiento hasta el punto seguro.

a) Estimación del tiempo de desplazamiento (t_S)

A partir del plano de evacuación del área interna de la Nave 1 (Figura 21), se midió la longitud aproximada del recorrido más desfavorable desde los sanitarios y áreas internas hasta la salida segura. La longitud de esta ruta se estima en:

Longitud de ruta: $L \approx 20$

Para el diseño del Plan se adopta una velocidad de evacuación conservadora para personas adultas en ambiente industrial:

Velocidad de diseño: $v=0,8$ m/s

Por lo tanto, el tiempo de desplazamiento es:

$$t_s = \left(\frac{L}{V} \right) = \left(\frac{20}{0,8} \right) = 25 \text{ s. (00:25 min)}$$

b) Tiempo total de evacuación de diseño (T_e)

Como valor de referencia para el diseño inicial del Plan se consideran los siguientes tiempos parciales, coherentes con el SIPPCI:

- t_D = 00:20 min (detección del evento).
- t_A = 00:40 min (activación de alarma).
- t_P = 01:00 min (preparación/reacción del personal).
- t_S = 00:25 min (desplazamiento, calculado sobre el plano).

El tiempo total de evacuación de diseño resulta:

$$T_e = t_D + t_A + t_P + t_S = T_e = 00:20 + 00:40 + 01:00 + 00:25 = 02:25_{min}$$

Este valor de T_e se utiliza como referencia de diseño y deberá contrastarse y ajustar con los tiempos medidos en los simulacros de evacuación, tal como establece el SIPPCI. Si en los ejercicios prácticos se obtienen tiempos superiores o se identifican cuellos de botella, se deberán aplicar mejoras en rutas, señalización, medios de aviso u organización del personal.

4.11.8 Verificación de la capacidad de salida según NFPA 101

Con el propósito de validar técnicamente el tiempo total de evacuación calculado, se realizó la verificación de la capacidad de salida de la Nave 1, conforme a los criterios establecidos en la NFPA 101 – Life Safety Code.

La Nave 1 presenta un esquema de evacuación horizontal, sin presencia de escaleras, con una población de diseño de 38 trabajadores. Las puertas destinadas a evacuación cuentan con un ancho efectivo de 1,20 m

a) Cálculo de la capacidad de salida

De acuerdo con la NFPA 101, la capacidad de salida para puertas se determina considerando un flujo aproximado de 60 personas por minuto por metro de ancho efectivo. En función de este criterio, se obtiene:

$$capacidad\ de\ salida = 1,20m \times 60 \frac{personas}{minuto} = 72\ personas/min$$

El resultado indica que la capacidad de la puerta de evacuación supera ampliamente la población a evacuar, permitiendo un flujo continuo de personas sin generación de cuellos de botella. Bajo estas condiciones, el tiempo requerido para que la totalidad de los trabajadores atraviese la salida es inferior a un minuto.

Al comparar esta capacidad con la población de diseño, se verifica que las vías de salida no constituyen un factor limitante ni para el tiempo de desplazamiento ni para el tiempo total de evacuación, el cual fue calculado en 2,25 minutos. De este modo, se valida normativamente el estudio de evacuación, conforme a criterios reconocidos internacionalmente.

b) Tabla de verificación de la capacidad de salida

Tabla 72. Verificación de la capacidad de salida de la puerta de evacuación

Elemento de salida	Ancho efectivo (m)	Capacidad normativa (personas/min)	Población asignada	Cumple
Puerta de evacuación	1,20	72	38	SI

Nota. La tabla presenta la verificación de la capacidad de salida de la puerta de evacuación de la Nave 1, considerando el ancho efectivo disponible, la capacidad normativa de flujo de personas por minuto y la población asignada durante el proceso de evacuación. Elaboración propia, 2025.

c) Relación entre capacidad de salida y tiempo de evacuación

La capacidad de salida calculada permite evacuar a la totalidad de la población en:

$$t = \frac{38 \text{ personas}}{72 \text{ personas/min}} = 0,53 \text{ min} \approx 32 \text{ seg}$$

Este tiempo es inferior al tiempo de desplazamiento calculado ($t_s = 25 \text{ s}$) y no limita el tiempo total de evacuación, el cual fue estimado en $T_e = 02:25 \text{ min}$. En consecuencia, se confirma que las vías de salida son suficientes y que el estudio de evacuación se encuentra respaldado por criterios normativos reconocidos.

Es importante aclarar que el tiempo total de evacuación (2,25 min) corresponde al intervalo completo desde la detección del evento hasta la llegada de la última persona a una zona segura. Por su parte, el tiempo de 32 segundos no representa un segundo tiempo de evacuación, sino el tiempo asociado a la capacidad de salida, utilizado como verificación normativa del ancho de las puertas.

d) Representación del tiempo total de evacuación y del tiempo asociado a la capacidad de salida

La siguiente tabla presenta la relación entre el tiempo total de evacuación y el tiempo asociado a la capacidad de salida, con el fin de diferenciar ambos conceptos y evidenciar que el tiempo de cruce por las salidas no constituye un factor limitante para la evacuación

Tabla 73. *Tiempo total estimado de evacuación para la Nave 1*

Tiempo	Valor	Qué representa
Tiempo total de evacuación (Te)	2,25 min	Tiempo completo desde que ocurre el evento hasta que la última persona llega a zona segura

Nota. La tabla presenta el tiempo total estimado de evacuación (Te) para la Nave 1, considerando el proceso completo desde la ocurrencia del evento hasta que la última persona alcanza la zona segura durante el proceso de evacuación. Elaboración propia, 2025.

4.11.9 Indicadores de desempeño

- Tiempo total de evacuación tE (mm:ss).
- Porcentaje de participación (% personal evacuado/aforo).
- Tiempo por sector y cuellos de botella (observación).
- Cumplimiento de consignas (sí/no): cierre de puertas, uso de rutas, conteo correcto.

En el anexo se realizó una tabla que representa los indicadores clave de desempeño (KPIs) del plan de emergencias con el objetivo de evaluar la fase de diseño y el nivel de cumplimiento de los componentes críticos del plan.

Tabla 74. Indicadores clave de desempeño (KPIs) del Plan de Emergencias de la Nave 1

Indicador	Definición / Qué mide	Línea base (situación actual)	Meta (objetivo del diseño)	Frecuencia de revisión	Responsable
Cobertura del Plan de Emergencias	Existencia del plan documentado conforme NB 517002 y SIPPCI	Inexistente (0 %)	100 % del plan diseñado	Única (fase de diseño)	Responsable SST
Roles de emergencia definidos	% de cargos del COE y brigadas con funciones descritas	0%	100 % de roles definidos	Anual	COE
Procedimientos operativos diseñados	% de POE por escenario crítico documentados	0%	100 % de POE diseñados	Anual	Responsable SST
Señalización de emergencia diseñada	% de señalización requerida incorporada en planos	Parcial (< 50 %)	100 % señalización diseñada	Anual	Responsable SST
Señalización y protección eléctrica diseñada	% de puntos eléctricos críticos con rotulado y corte general en planos	No definida	100 % puntos críticos identificados	Anual	Responsable SST / Eléctrico
Capacidad de evacuación validada	Aplicación de método normativo (NFPA 101) para validar evacuación	No validada	Método normativo aplicado	Anual	Responsable SST

Indicador	Definición / Qué mide	Línea base	Meta	Frecuencia de revisión	Responsable
Programa de capacitación diseñado	Existencia de plan anual de capacitación por rol	Inexistente	Programa diseñado al 100 %	Anual	COE
Programa de simulacros diseñado	Existencia de programa anual de simulacros	Inexistente	Programa anual definido	Anual	COE
Gestión de residuos peligrosos diseñada	Existencia de subprograma de residuos peligrosos (VOC)	No documentado	Subprograma diseñado	Anual	Responsable SST
Sistema de comunicación y alarma diseñado	Existencia de esquema documentado de comunicación y alarma	Parcial	Sistema definido y documentado	Anual	COE
Criterios de selección de extintores	Existencia de criterios técnicos según clase de fuego, ICSI y carga de fuego	No definidos	Criterios definidos para 100 % de áreas	Anual	Responsable SST
Mejora continua del plan (PHVA)	cronograma de auditorías	No definido	PHVA documentado	Anual	COE

Nota. La tabla presenta los indicadores clave de desempeño definidos para evaluar el nivel de cumplimiento del diseño del Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., considerando aspectos organizativos, técnicos y operativos del sistema de gestión de emergencias. Elaboración propia, 2025.

4.11.10 Registros obligatorios

- Guión del simulacro (escenario, alcance).
- Lista de verificación de preparación y seguridad.
- Hoja de cronometraje (tD, tA, tP medidos; tS calculado).
- Planilla de conteo por sector y consolidado.
- Informe del simulacro

4.12 Revisión del Plan de Emergencias

4.12.1 Propósito y alcance

El propósito de la revisión del Plan de Emergencias es asegurar que el documento se mantenga vigente, eficaz y coherente con la operación real de la Nave 1, los cambios normativos y las lecciones aprendidas de simulacros y eventos reales. La revisión abarca el contenido técnico, los medios de comunicación, la señalización, los recursos disponibles, la documentación de soporte y las evidencias asociadas.

4.12.2 Disparadores de revisión

En la Tabla 67 se presentan las condiciones que obligan a revisar y actualizar el Plan de Emergencias, indicando ejemplos típicos, los plazos máximos para iniciar la revisión y los responsables de activarla.

Tabla 75. *Condiciones que obligan a revisar y actualizar el Plan de Emergencias*

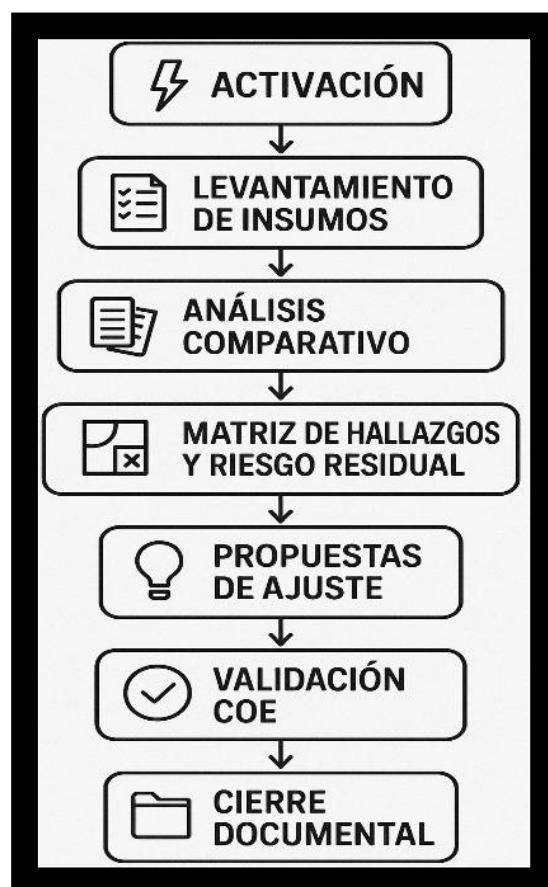
Disparador	Ejemplo	Plazo para iniciar revisión	Responsable de activar
Requisito anual	Revisión ordinaria de fin de año	≤ 30 días calendario	Coordinación COE
Cambio normativo	Nueva RM del MTEPS; actualización NB 55001 / SIPPCI	≤ 15 días hábiles	SSO / Legal
Evento real	Incendio con conato o mayor	≤ 10 días hábiles post evento	COE
Simulacro	Evacuación total con tE > objetivo	≤ 10 días hábiles post informe	Coordinador del simulacro
Cambio operativo	Layout, rutas, aforo, nuevas sustancias	Antes de la puesta en marcha	Producción / Mantenimiento
No conformidad interna	Señalización omitida/obsoleta; medios de comunicación fallan	Inmediato (alto), ≤ 30 días (medio)	Auditor interno / COE

Nota. Se identifican los disparadores que requieren revisión del plan (requisito anual, cambios normativos, eventos reales, simulacros, cambios operativos y no conformidades), indicando ejemplos, plazos máximos para iniciar la revisión y responsables de activarla. Elaboración propia, 2025.

4.12.3 Flujo de revisión

A continuación, se presenta en la siguiente figura el flujograma correspondiente.

Figura 24. Flujo de activación para la revisión del Plan de Emergencias



Nota. El flujo contempla: (1) activación formal de la revisión y definición de alcance y equipo, (2) levantamiento de insumos (informes de simulacros, incidentes, pruebas de comunicación, señalización e inventario de recursos), (3) análisis comparativo entre el plan vigente y los requisitos normativos y operativos actuales, (4) elaboración de una matriz de hallazgos y riesgo residual para priorizar cambios, (5) formulación de ajustes en texto, planos y manuales, (6) validación técnica por el COE y (7) cierre documental con publicación de la versión actualizada del plan. Elaboración propia, 2025.

4.12.4 Roles y responsabilidades

Para asegurar que la revisión del Plan de Emergencias se lleve a cabo de forma ordenada y con la participación de las áreas clave, se definió una matriz de responsabilidades, presentada en la Tabla 68.

Tabla 76. *Matriz de responsabilidades para la revisión del Plan de Emergencias*

Actividad	COE	SSO	Producción	Mantenimiento	Calidad	Administración/ Compras
Activar revisión	R/A	C	C	C	C	C
Recopilar insumos	A	R	C	C	C	C
Análisis comparativo y hallazgos	A	R	C	C	C	C
Actualizar textos/fichas/planos	A	R	C	C (planos/ubicaciones)	C	C
Validar cambios y riesgos	R/A	C	C	C	C	C
Publicar versión y comunicar	A	R	C	C	C	R (difusión)

Nota. La matriz utiliza abreviaturas para los roles de participación en cada actividad: R = responsable de ejecutar, A = autoriza o aprueba y C = consultado.

Se elaboró una matriz de revisión del plan que se puede evidenciar en **Anexo 11**.

4.13 Acciones correctivas al Plan de Emergencias

Las acciones correctivas aseguran la mejora continua del Plan de Emergencias mediante la identificación, tratamiento y verificación de los hallazgos provenientes de simulacros, eventos reales, inspecciones o revisiones del propio Plan. Su finalidad es eliminar causas, corregir fallas y reducir el riesgo residual a niveles aceptables para la operación de Flexyplas S.A como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 77. *Acciones de mejora continua del Plan de Emergencias basadas en el ciclo PHVA*

Fase PHVA	Actividad	Responsable	Frecuencia / Cuándo	Instrumento de verificación	Cierre del ciclo
Planificar	Revisión del Plan de Emergencias y POE	COE / Responsable SST	Anual	Lista de verificación del plan	Ajustes documentales al plan
	Actualización de la Matriz IPER y lectura de vulnerabilidad	Responsable SST	Anual o ante cambios	Matriz IPER actualizada	Repriorización de riesgos
	Programación anual de capacitación y simulacros	COE	Anual	Programa anual aprobado	Ajuste del cronograma
Hacer	Ejecución de simulacros según programa	Brigadas / COE	Semestral	Acta de simulacro	Registro de lecciones aprendidas
	Capacitación por rol (COE, brigadas, operarios)	Responsable SST	Según programa	Lista de asistencia	Refuerzo de contenidos

Fase PHVA	Actividad	Responsable	Frecuencia / Cuándo	Instrumento de verificación	Cierre del ciclo
Verificar	Auditoría interna del Plan de Emergencias	Responsable SST	Anual	Informe de auditoría	Identificación de no conformidad
	Evaluación de desempeño de simulacros	COE	Posterior a cada simulacro	Informe de evaluación	Acciones de mejora
	Seguimiento de KPIs del Plan	COE	Anual	Matriz de indicadores	Ajuste de metas
Actuar	Actualización del Plan de Emergencias	COE / Responsable SST	Posterior a auditoría	Versión actualizada del plan	Cierre de brechas detectadas
	Actualización de procedimientos y matrices	Responsable SST	Anual	POE y matrices revisadas	Mejora continua documentada
	Revisión formal del COE	Dirección / COE	Anual	Acta de revisión	Reasignación de roles si aplica

Nota. La tabla presenta las actividades de mejora continua del Plan de Emergencias de la Nave 1 de Flexyplas S.A., estructuradas conforme al ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), indicando las responsabilidades, la frecuencia de aplicación, los instrumentos de verificación y las acciones de cierre del ciclo de mejora. Elaboración propia, 2025.

Las acciones correctivas se activan cuando se detectan desviaciones significativas, especialmente hallazgos clasificados como medios o altos, fallas en los tiempos de evacuación, incumplimientos de señalización o de equipos PCI, problemas en la comunicación de emergencias o modificaciones en el proceso que invaliden controles existentes. Los hallazgos de nivel alto requieren intervención inmediata y plazos reducidos de ejecución.

El proceso de gestión sigue un flujo estándar:

1. registrar el hallazgo,
2. analizar la causa,
3. planificar la acción,
4. ejecutarla,
5. verificar su eficacia y
6. cerrar el caso con el versionado correspondiente del Plan.

De este modo se garantiza que cada corrección cuente con un responsable asignado, un plazo definido y, cuando corresponda, un indicador de desempeño (KPI) que permita verificar objetivamente su cumplimiento.

Los roles se distribuyen según el nivel de responsabilidad del COE, Seguridad y Salud Ocupacional, Producción, Mantenimiento, Calidad y Administración/Compras, asegurando que cada área intervenga en la parte del proceso que le compete. La verificación de eficacia es indispensable para considerar una acción como cerrada y para actualizar planos, fichas tácticas o procedimientos que dependan de la modificación realizada.

Los indicadores de desempeño permiten evaluar la calidad y puntualidad de las acciones, tales como el porcentaje de cierres dentro del plazo comprometido, la reincidencia de no conformidades o el cumplimiento de las verificaciones previstas. Las correcciones que afecten rutas, señalización, comunicaciones o fichas deben reflejarse en las versiones actualizadas del Plan y en sus planos técnicos asociados.

La matriz de medidas correctivas definidas para el Plan de Emergencias se presenta en el **Anexo 12**.

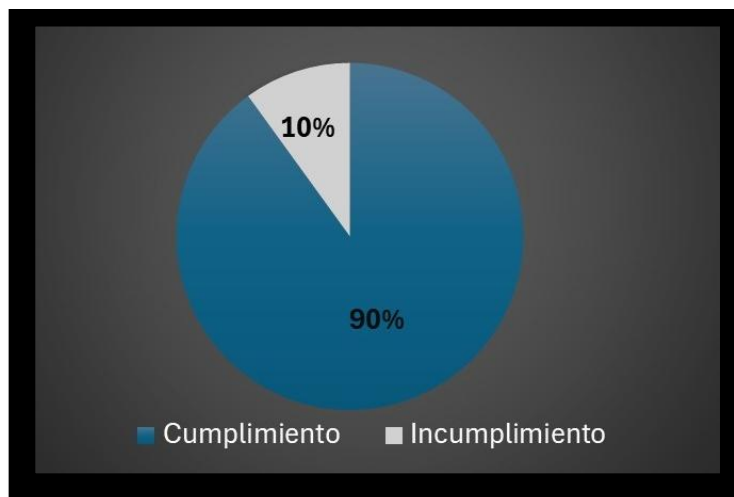
4.13.1 Nota final del punto

Las acciones correctivas cierran el ciclo de mejora continua del Plan (PHVA). En situaciones de riesgo alto, el COE puede disponer medidas temporales (por ejemplo, señalización provisional, refuerzo de brigada, rondas de seguridad adicionales) hasta que se complete la acción definitiva aprobada.

4.14 Resultado Esperado del Plan de Emergencias

El diseño del Plan de Emergencias de la empresa Flexyplass busca garantizar una respuesta eficaz, oportuna y coordinada ante cualquier situación de emergencia, conforme a los requisitos establecidos en la Norma Boliviana NB 517002 y el Reglamento SIPPCI.

Figura 25. Resultado Esperado del Plan de Emergencias



El gráfico de resultados refleja un cumplimiento del 90 % de los requisitos normativos, evidenciando un alto nivel de conformidad con los estándares de planificación, prevención y respuesta establecidos. Este resultado demuestra que las medidas preventivas, los procedimientos operativos y los mecanismos de comunicación y control han sido adecuadamente integrados en el plan propuesto.

Asimismo, se identifica un 10% de requisitos no aplicables, los cuales no representan deficiencias en la gestión, sino que responden a condiciones específicas de la empresa que no demandan ciertas medidas establecidas para otros tipos de industrias o actividades de mayor riesgo.

En conjunto, estos resultados muestran que el Programa de Gestión de Seguridad y Salud permite cumplir con el objetivo de la normativa: garantizar una gestión integral de las emergencias que reduzca los impactos en las personas, los bienes y el medio ambiente, asegurando una rápida recuperación operativa y el fortalecimiento de la mejora continua.

CAPÍTULO V

COSTOS Y PRESUPUESTOS

5. Costos y presupuestos

5.1. Costos y presupuesto

Los costos presentados en este capítulo corresponden a la estimación económica asociada al diseño del Plan de Emergencias de la empresa Flexyplas S.A. No implican la ejecución inmediata de las medidas, sino que sirven como referencia para dimensionar la inversión necesaria cuando la empresa decida poner en marcha el Plan.

A efectos de orden, los costos se agrupan en dos bloques:

- Costos de requerimiento: incluyen la identificación y evaluación de riesgos, la planificación de medidas preventivas, la definición de la señalización de seguridad y la elaboración de manuales, procedimientos y planillas de registro asociados al Plan.
- Costos de recursos: corresponden a la estimación de lo que se debería invertir, en una etapa posterior de ejecución, en extintores y equipos de emergencia, señalización física, actividades de capacitación y mecanismos de control, seguimiento y supervisión.

A continuación, se presentan las tablas de costos estimados que acompañan el diseño del Plan de Emergencias, considerando su aporte al cumplimiento de la NB 517002 y del Reglamento SIPPCI.

5.2. Costos Operacionales del Programa Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

En esta sección se presentan los costos estimados asociados al diseño del Programa de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo vinculado al Plan de Emergencias. Los valores corresponden a cotizaciones referenciales de señalización, equipamiento de emergencias y capacitaciones, que permiten dimensionar el orden de magnitud de la inversión requerida para una futura implementación.

Tabla 78. *Costos operacionales del programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo*

N.º	Descripción	Material	Medida	Cantidad piezas	Precio Unitario	Total (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
1	Uso de mascarilla	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Reducción de exposición a polvo y vapores	% de cumplimiento del uso de EPP	≥ 95 %
2	Uso obligatorio de guantes	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Prevención de cortes y contacto con sustancias	Nº de incidentes en manos	Cero incidentes
3	Uso obligatorio de gafas de seguridad	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Protección ocular ante partículas y salpicaduras	Nº de lesiones oculares	Cero lesiones
4	Uso obligatorio de calzado de seguridad	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Prevención de golpes y aplastamientos	Nº de lesiones en pies	Cero lesiones
5	Uso obligatorio de casco de seguridad	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Protección ante golpes y caída de objetos	Nº de traumatismos craneales	Cero eventos
6	Obligatorio lavarse las manos	Film común	A2:42x59,4	3	50	150	Reducción de riesgos higiénicos y contaminación	Cumplimiento de señalización	100 %
7	LOTO obligatorio	Film común	A2:42x59,4	3	50	150	Prevención de energización accidental	Nº de incidentes eléctricos	Cero incidentes

N.º	Descripción	Material	Medida	Cantidad piezas	Precio Unitario	Total (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
8	Salida de emergencia	Film común	A2:42x59,4	3	50	150	Evacuación rápida y segura	Tiempo de evacuación total (Te)	≤ 2,25 min
9	Flecha de evacuación	Film común	30x15	3	30	90	Orientación clara en evacuación	Nº de errores de ruta en simulacros	Cero
10	Punto de encuentro	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Control y conteo del personal evacuado	Tiempo de concentración	≤ 1 min
11	Ducha y lavajos	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Atención inmediata ante exposición química	Tiempo de acceso al equipo	≤ 10 s
12	Botiquín	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Atención inicial de primeros auxilios	Disponibilidad operativa	100 %
13	Residuos peligrosos	Film común	30x15	2	30	60	Prevención de incendios y contaminación	Cumplimiento de segregación	100 %
14	Transito montacargas	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Reducción de atropellos y colisiones	Nº de incidentes vehiculares	Cero

N.º	Descripción	Material	Medida	Cantidad piezas	Precio Unitario	Total (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
15	Límite de velocidad interno	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Control del tránsito interno	Velocidad máxima señalizada	≤ 10 km/h
16	Solo personal autorizado	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Reducción de actos inseguros	Nº de accesos no autorizados	Cero
17	Prohibido fumar o encender llamas	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Prevención de incendios	Nº de conatos por ignición	Cero
18	Prohibido beber u comer	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Control higiénico y de contaminación	Cumplimiento de señalización	100 %
19	Prohibido el uso del celular	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Reducción de distracciones	Nº de incidentes por distracción	Cero
20	Prohibido obstruir extintor / salida	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Garantizar acceso a medios de emergencia	% de vías libres	100 %
21	Extintor ABC	Film común	A2:42x59,4	8	50	400	Control de incendios clase A, B y C	Tiempo de primera intervención	≤ 60 s
22	Extintor CO ₂ 5 kg	Film común	A2:42x59,4	4	50	200	Control de incendios eléctricos	Compatibilidad con riesgo eléctrico	100 %

N.º	Descripción	Material	Medida	Cantidad piezas	Precio Unitario	Total (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
23	Extintor rodable	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Control de incendios de mayor carga de fuego	Capacidad de control inicial	≥ 1 escenario crítico
24	Pulsador de alarma contra incendio	Film común	A2:42x59,4	3	50	150	Alerta temprana y evacuación oportuna	Tiempo de activación de alarma	≤ 40 s
25	Peligro eléctrico	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Prevención de contacto eléctrico	Nº de incidentes eléctricos	Cero
26	Alta tensión	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Protección ante riesgos críticos	Cumplimiento de señalización	100 %
27	Superficie caliente	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Prevención de quemaduras	Nº de quemaduras	Cero
28	Riesgo de atrapamiento/corte	Film común	A2:42x59,4	1	50	50	Reducción de lesiones mecánicas	Nº de atrapamientos	Cero
29	Piso resbaladizo	Film común	A2:42x59,4	2	50	100	Prevención de caídas	Nº de caídas al mismo nivel	Cero
Subtotal						2.950			

Nota. Se detallan los costos unitarios y totales (en bolivianos) de las señales de seguridad y avisos gráficos relacionados con EPP, rutas de evacuación, equipos contra incendio, advertencias de riesgo y control de tránsito interno. Elaboración propia, 2025.

Tabla 79. *Detalles de equipos de emergencia y costos asociados*

N.º	Descripción	Cantidad piezas	Precio unitario (Bs)	Monto (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
1	Extintor ABC (10lb)	8	400	3.200	Control inicial de incendios clase A, B y C	Tiempo de primera intervención	≤ 60 s
2	Extintor ABC rodable (50lb)	1	800	800	Control de incendios con mayor carga de fuego	Capacidad de control inicial	≥ 1 escenario crítico
3	Extintor CO ₂ (10lb)	4	600	2400	Control seguro de incendios eléctricos	Compatibilidad con riesgo eléctrico	100 %
4	Alarma contra incendios	3	400	1200	Alerta temprana para evacuación oportuna	Tiempo de activación de alarma	≤ 40 s
Sub total				7.600			
Costo de equipamiento de materiales					Beneficio esperado	Indicador	Meta
4	Botiquín de primeros auxilios	2	300	600	Atención inmediata de lesiones leves	Tiempo de acceso al botiquín	≤ 30 s
5	Luz estrobo	3	250	750	Alerta visual en emergencias y evacuación	Cobertura visual en áreas críticas	100%
6	Basureros ignífugos (12L)	2	200	9000	Reducción del riesgo de propagación de incendios por residuos inflamables	Nº de conatos originados en residuos	cero eventos
Sub total				1.750			

Nota. Se presentan las cantidades, precios unitarios y montos estimados (en bolivianos) para extintores portátiles y rodables, alarmas contra incendios, botiquines de primeros auxilios y luces estroboscópicas considerados en el equipamiento de emergencias. Elaboración propia, 2025.

Tabla 80. Cotización de capacitaciones al personal en gestión de emergencias

N.º	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (Bs)	Monto (Bs)	Beneficio esperado	Indicador	Meta
1	Capacitación para brigadas y atención de emergencias	2	120	240	Respuesta organizada ante emergencias	Tiempo de arribo de brigada	≤ 2 min
2	Capacitación de evacuación y seguridad humana	2	120	240	Evacuación ordenada y sin pánico	Tiempo total de evacuación (Te)	$\leq 2,25$ min
3	Capacitación del sistema de emergencias	2	120	240	Correcto uso del Plan de Emergencias	% de personal capacitado	≥ 95 %
4	Capacitación en primeros auxilios	3	120	360	Atención inicial antes de ayuda externa	Tiempo de atención inicial	≤ 1 min
5	Capacitación en uso correcto de extintores	2	120	240	Uso eficaz de medios de primera intervención	% de uso correcto en simulacros	≥ 90 %
6	Capacitación de gestión, procedimientos y comunicación	2	120	240	Coordinación efectiva del COE	Nº de fallas de comunicación	Cero
7	Capacitación de riesgos específicos de la empresa	2	120	240	Reducción de incidentes propios del proceso	Nº de incidentes operativos	Cero
Sub total				1.320			

Nota. Se detalla la cantidad de sesiones, precio unitario y monto total estimado (en bolivianos) para las principales capacitaciones del personal en brigadas, evacuación, sistema de emergencias, primeros auxilios, uso de extintores, gestión de procedimientos y riesgos específicos de la empresa. Elaboración propia, 202

5.3. Costos totales del proyecto

Con base en los costos detallados en las Tablas 69, 70 y 71, el costo total estimado para el diseño del Plan de Emergencias de la empresa Flexyplas S.A. asciende a 13. 620 bolivianos. Este monto reúne la estimación de recursos en señalización de seguridad, equipamiento de emergencias y capacitación del personal que deberían considerarse al momento de programar la puesta en marcha del Plan, de acuerdo con la NB 517002 y el Reglamento SIPPCI.

En la Tabla 72 se presenta un resumen de los costos por categoría principal.

Tabla 81. *Resumen de costos estimados para el diseño del Plan de Emergencias*

Categoría de costo	Descripción resumida	Monto (Bs)
Señalización de seguridad	Señales de EPP, rutas de evacuación, equipos PCI y advertencias	2.950
Equipamiento de emergencias	Extintores, botiquines, alarmas contra incendio, luces estrobo	9.350
Capacitación del personal	Capacitaciones en brigadas, evacuación, extintores y primeros auxilios	1.320
Total del proyecto	Inversión total en diseño del Plan de Emergencias	13.620

Nota. Se resume el costo estimado asociado al diseño del Plan de Emergencias, agrupando los recursos previstos en señalización de seguridad, equipamiento de emergencias y capacitación del personal para la Nave 1 de Flexyplas S.A. Elaboración propia, 2025.

Si bien se trata de una estimación asociada al diseño, no es posible realizar un análisis de costo–beneficio preciso, ya que los daños potenciales derivados de una emergencia ,como afectaciones a maquinaria, materiales, instalaciones o personal— no pueden cuantificarse con exactitud debido a la naturaleza impredecible de estos eventos.

No obstante, estos costos sirven como referencia para dimensionar la inversión requerida cuando la empresa decida ejecutar el Plan de Emergencias y reducir el riesgo a niveles aceptables.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Se diseñó un Plan de Emergencias específico para la Nave 1 de Flexyplas S.A., alineado a los lineamientos de la Guía del SIPPCI y la NB 517002, estableciendo procedimientos organizados y sistemáticos de actuación ante situaciones de riesgo. El diseño del plan permite fortalecer la capacidad de respuesta de la organización, orientándose a la protección del personal, la preservación de los activos y la continuidad operativa, constituyéndose en una herramienta técnica de gestión preventiva ante escenarios de emergencia.
- El diagnóstico realizado mediante la aplicación de un checklist técnico permitió identificar brechas relevantes en medidas preventivas, señalización de seguridad, recursos de emergencia, organización de la respuesta y cultura de seguridad en la Nave 1, evidenciando la necesidad de un Plan de Emergencias estructurado y técnicamente sustentado.
- La evaluación de los escenarios de emergencia mediante la metodología IPER y la lectura de vulnerabilidad permitió clasificar y priorizar los riesgos críticos de la Nave 1, proporcionando una base objetiva para orientar las decisiones de diseño del Plan de Emergencias y focalizar las medidas en los escenarios de mayor impacto potencial.
- A partir del análisis de riesgos, se diseñó la estructura del Plan de Emergencias de la Nave 1, definiendo la organización de respuesta (COE y brigadas por turno) estableciendo funciones, responsabilidades y niveles de actuación. Asimismo, se trazaron rutas de evacuación, se definió la señalización de seguridad y se dimensionaron y ubicaron los medios de primera intervención considerando la carga de fuego y el Índice de Carga de Incendio (ICSI), garantizando la coherencia técnica entre los riesgos identificados y los recursos de respuesta propuestos.

- Se estandarizaron y documentaron los procedimientos operativos para los escenarios de emergencia identificados, junto con el esquema de comunicaciones y alarma, estableciendo responsables, medios y lineamientos de gestión documental y revisión bajo el ciclo PHVA, lo que contribuye a una respuesta organizada y coherente ante situaciones de emergencia.
- La estimación presupuestaria asociada al diseño del Plan de Emergencias permitió calcular el costo total de la fase de diseño (documentación, planos, señalización propuesta, capacitaciones y otros recursos de planificación) y justificar su viabilidad. Aunque no se incluyó la ejecución de las medidas, la inversión estimada se considera razonable frente al nivel de riesgo identificado y a las posibles consecuencias humanas, materiales y productivas de una emergencia no gestionada, dejando una base económica referencial para decisiones futuras de implementación.

6.2 Recomendaciones

- Formalizar la aprobación del Plan de Emergencias de la Nave 1 por parte de la gerencia de Flexyplas S.A., integrándolo al sistema de gestión de la empresa como documento normativo interno. Una vez aprobado, se sugiere programar una puesta en marcha gradual y, en una etapa posterior, extender la metodología aplicada a la Nave 1 al resto de naves y áreas, con el fin de conformar un sistema integral de gestión de emergencias para toda la planta.
- Mantener y actualizar de forma periódica el diagnóstico de la situación de la Nave 1, utilizando los resultados de este proyecto como línea base. Las evaluaciones posteriores deberían permitir identificar nuevas brechas en medidas preventivas, señalización, recursos de emergencia, organización y cultura de seguridad, así como
- Actualizar el análisis de escenarios de emergencia cada vez que se modifiquen procesos, equipos, materiales o layouts, incorporando al IPER y a la lectura de vulnerabilidad los eventos reales, incidentes y casi accidentes que se presenten. Con ello se asegura que la matriz de priorización se mantenga vigente y alineada con la realidad operativa, conservando el enfoque del Plan en los escenarios de mayor riesgo.
- Consolidar la estructura organizativa diseñada mediante la conformación efectiva del COE y de las brigadas por turno, designando titulares y suplentes, formalizando sus funciones y comunicando estos roles a todo el personal. De manera complementaria, implementar en planta las rutas de evacuación, puntos de encuentro y señalización definidos en el diseño, realizando inspecciones periódicas para verificar su visibilidad, coherencia con los planos y ausencia de obstrucciones.

- Se diseñó la estructura organizativa del Plan de Emergencias, definiendo el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) y las brigadas por turno, estableciendo funciones, responsabilidades y niveles de actuación. Asimismo, se trazaron rutas de evacuación, se definió la señalización de seguridad y se dimensionaron y ubicaron los medios de primera intervención considerando la carga de fuego y el Índice de Carga de Incendio (ICSI), garantizando la coherencia técnica en los riesgos identificados y los recursos de respuesta propuestos.
- Ejecutar un programa de capacitación y simulacros alineado con los procedimientos operativos estandarizados y con el esquema de comunicaciones y alarmas, diferenciando contenidos según el rol (COE, brigadistas, supervisores, operarios y personal externo recurrente). Cada actividad debe registrarse, evaluarse y utilizarse para retroalimentar la actualización del Plan, fortaleciendo la cultura de prevención y la respuesta organizada ante emergencias.
- Incorporar el presupuesto asociado al diseño del Plan de Emergencias en la planificación económica anual de la empresa, priorizando las inversiones vinculadas a los escenarios de riesgo más críticos. En la medida de lo posible, evaluar de forma cualitativa y cuantitativa los beneficios derivados de la reducción de incidentes, la protección de la continuidad operativa y el cumplimiento normativo, a fin de respaldar futuras decisiones de inversión y consolidar la gestión de emergencias como parte de la estrategia empresarial.