

# **CAPITULO I.**

# **INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Antecedentes**

### ***1.1.1. Antecedentes teóricos***

La industria de insumos de construcción en seco ha ganado mucho protagonismo en el mercado de la construcción del país por su alta eficiencia en montaje y la reducción de escombros.

La fabricación de masa Dry Wall enfrenta múltiples desafíos físicos, químicos y ergonómicos en términos de seguridad industrial por la manipulación de maquinaria de alta potencia, cargas voluminosas y pesadas, sustancias químicas, y cargas minerales que generan polvo en el ambiente.

La seguridad industrial en este sector ha sido objeto de estudio en los últimos años (Smith, 2018).

La implementación de planes de prevención reduce los incidentes laborales y optimizan la productividad minimizando pérdidas económicas por interrupciones en la producción (Brown & García, 2019).

Por otro lado, la gestión del riesgo en entornos industriales requiere herramientas específicas como matrices IPERC, auditorías internas, evaluación ergonómica, monitoreo ambiental (ruido, luz, humedad, temperatura) y programas de control de emergencias (González, 2022).

### ***1.1.2. Antecedentes de campo***

La industria química es un sector muy relevante en la economía mundial que enfrenta diversos desafíos en seguridad industrial, por esto es importante implementar sistemas de seguridad efectivos para reducir la posibilidad de que se generen accidentes y se garantice un entorno laboral seguro.

Entre las medidas adoptadas se incluye adicionalmente el etiquetado de sustancias, el almacenamiento seguro de productos químicos, esto protege a los empleados, y minimiza interrupciones en la producción mejorando la confianza de la empresa.

Las estrategias de prevención de riesgos aplicadas correctamente pueden reducir hasta en 60% la tasa de accidentes mejorando la experiencia de los empleados por su

percepción de seguridad en el entorno generando un incremento en la productividad (ILO, 2022). De igual manera un entorno seguro promueve el bienestar mental y emocional del personal apoyando la sostenibilidad organizacional (Fundación ORP, 2021).

### ***1.1.3. Antecedentes empresariales***

Astrochem S.R.L. es una empresa dedicada a la maquila de materiales para la construcción en base polimérica, se fundó en el mes de agosto de 2024 en la ciudad de santa cruz de la sierra por dos jóvenes empresarios dedicados a la construcción y el desarrollo de insumos de la construcción, diseñando su equipamiento a medida para la elaboración de masas y adhesivos para la construcción.

El primer producto producido en maquila fue la masa Dry Wall, que es formulada específicamente para el tratamiento y acabado de juntas en paneles de yeso-cartón (Dry Wall), su composición permite una aplicación consistente, asegurando una buena adherencia y flexibilidad para prevenir fisuras, desprendimientos y un acabado uniforme contando con el tono más claro del mercado actual a nivel nacional permitiendo que luego de la aplicación no se requieran trabajos de acabado extra y sea de alta cobertura, de igual manera es de fácil lijado y garantiza una superficie lisa, ideal para la posterior aplicación de pintura o revestimientos.

La masa Dry Wall se ocupa en diversos usos como ser el montaje de muros divisorios, el armado de cielos falsos, montaje de mueblería interior, entre otros muchos usos aplicados alrededor del mundo ya que se adapta a diversas condiciones climáticas, con un acabado profesional y duradero.

En el país podemos ver que se aplicó bastante en locales comerciales, así como también en la industria facilitando aplicación de aislantes en sistemas como el ice cream sándwich entre otros.

Este método constructivo se popularizó en la última década en el país y está siendo altamente ventajoso debido a que es económico, rápido, no produce escombros y se monta en muy poco tiempo respecto a la construcción tradicional.

## **1.2. Descripción del problema u oportunidad**

Astrochem S.R.L. es una empresa de un año de antigüedad que está en proceso de implementación de su sistema de trabajo

En su área de producción de Astrochem se identificaron riesgos laborales considerables en la operación de la masera mezcladora, la manipulación manual de cargas de hasta 40 kg, el manejo de solventes y aditivos químicos, y la ausencia de protocolos formales de seguridad.

Actualmente no se cuenta con un plan integral de prevención de riesgos laborales que minimice los incidentes, mejore las condiciones de trabajo y garantice el cumplimiento de la normativa vigente nacional.

La situación genera un problema por la exposición de los trabajadores a peligros mecánicos, químicos y ergonómicos y a la vez una oportunidad para implementar un sistema de gestión en seguridad industrial que incremente la productividad, reduzca las mermas y fortalezca la cultura de la prevención en la organización.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. General***

Diseñar un Plan integral de prevención de riesgos laborales en la producción de masa Dry Wall en Astrochem S.R.L. mediante el diagnóstico de condiciones inseguras, evaluación de riesgos físicos, químicos y ergonómicos e implementación de medidas de mitigación con el fin proteger la seguridad de los trabajadores y optimizar la eficiencia operativa.

### ***1.3.2. Específicos***

-Diagnosticar la situación actual del área de producción de la planta de Astrochem S.R.L.

-Identificar y evaluar los riesgos físicos, químicos, ergonómicos y organizacionales de los trabajadores.

-Diseñar un plan de formación y procedimientos preventivos en seguridad y salud laboral para mitigar los riesgos identificados.

-Evaluar la viabilidad económico-financiera de la propuesta comparando escenarios con y sin implementación.

#### **1.4. Justificación**

La elaboración de este proyecto es de valor para el estudiante al basarse en la experiencia dentro de la empresa Astrochem, donde actualmente se desempeña como líder de producción.

Desde el rol se ha identificado de forma directa las carencias en materia de seguridad y salud en el trabajo que surgen por la realidad actual del país y de muchas empresas pequeñas que priorizan la producción frente a otros aspectos igualmente importantes o simplemente lo desconocen y se aclara que muchas veces esto excede la voluntad misma de la organización.

Este trabajo no solo representa una necesidad académica, sino también una forma de ordenar y documentar lo que se ha venido haciendo de manera empírica, con procedimientos, criterios técnicos y normativa vigente.

Se busca establecer una base realista que permita que la empresa continúe creciendo sin poner en riesgo la integridad del equipo que la logra que opere.

Este proyecto refleja la formación adquirida a lo largo de la carrera y el compromiso con la organización y con uno mismo como gestor de cambio.

##### ***1.4.1. Académica***

Este proyecto brinda la oportunidad al estudiante de aplicar de manera real los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial.

Involucra el reto de intervenir en una empresa, con trabajadores, y aportar soluciones que pueden mejorar su día a día.

La elaboración de un Plan Integral de Prevención de Riesgos Laborales logra integrar los conceptos en la bibliografía con la práctica en campo mejorando la capacidad de análisis, uniendo distintas áreas de formación: desde la gestión de riesgos hasta la

organización del trabajo y el cumplimiento normativo, el diagnóstico de la situación de la empresa y propuesta de soluciones que se usaran como antecedente para futuros trabajos y como material de consulta para la capacitación en seguridad industrial.

#### ***1.4.2. Técnica***

Este proyecto es una necesidad para Astrochem para garantizar condiciones seguras de trabajo en planta, donde existen riesgos físicos, químicos y ergonómicos derivados del uso de maquinaria de alta potencia, manipulación de sustancias químicas, y transporte manual de cargas.

Actualmente no se cuenta con un sistema de seguridad integral formalizado, lo que genera exposición innecesaria del personal operativo.

Implementar un Plan Integral de Seguridad adaptado a la operación de la empresa permitirá establecer protocolos preventivos, fortalecer la cultura de seguridad, cumplir progresivamente con la normativa nacional (NTS 009/23) y reducir la probabilidad de accidentes laborales, mejorando así la sostenibilidad en operación, legal y humana de la organización.

#### ***1.4.3. Económica***

La inversión en seguridad evita costos altamente mayores ante la respuesta a posibles accidentes sin dejar de lado que muchas veces estos accidentes no se pueden solucionar únicamente con compensaciones económicas y el daño podría ser irreversible para el trabajador y sus familias, estos factores se estudian en gestión de recursos humanos para disminuir el ausentismo y lograr retención de personal, de esta manera la inversión en seguridad genera beneficios a mediano y largo plazo.

Otro punto importante a realzar apartándonos de la salud del operador es que los accidentes o problemas en planta reducen significativamente la productividad generando disminución operativa reduciendo ingresos, al tener que cubrir indemnizaciones entre otras compensaciones.

El proyecto busca demostrar la rentabilidad de la prevención mediante la relación costo-beneficio demostrando que la gestión adecuada de la seguridad incrementa la eficiencia y la productividad de la empresa

#### ***1.4.4. Social***

La seguridad laboral es un componente fundamental de la responsabilidad social empresarial.

Al proteger la salud y el bienestar de los trabajadores Astrochem brinda condiciones dignas de trabajo y aporta a mejorar la calidad de vida de las familias de los miembros de la empresa.

La reducción de incidentes incrementa la confianza de los empleados, promueve un clima laboral positivo con una imagen responsable en el mercado.

#### ***1.4.5. Legal***

El marco legal boliviano menciona que toda empresa debe garantizar condiciones de trabajo seguras para los trabajadores de las empresas.

Según la ley general del trabajo es responsabilidad del empleador prevenir accidentes y posibles enfermedades de índole laboral.

De igual manera el código de seguridad y salud en el trabajo como cita el decreto supremo 16998 exige medidas de protección a los trabajadores ante riesgos identificados en el entorno laboral.

Para esto se debe diseñar un plan preventivo cumpliendo las disposiciones legales evitando sanciones, denuncias y posibles clausuras en caso de accidentes evitables que afectan directamente al compromiso con los proveedores y directamente a la imagen de la empresa y su permanencia en el mercado.

La empresa no cumple con la implementación de un plan integral de seguridad y salud en el trabajo dando cumplimiento a la ley general del trabajo que tiene como objetivo cumplir los requisitos mínimos para prevenir accidentes y enfermedades laborales, esta aplicación es obligatoria en el territorio nacional en empresas que generan labores de riesgo como es el caso de Astrochem.

## 1.5. Metodología

### 1.5.1. *Enfoque y tipo de investigación*

- **Enfoque:**

El proyecto se enmarca dentro de la investigación aplicada de diseño mixto (cuantitativo y cualitativo), ya que responde a una necesidad concreta: mejorar las condiciones de seguridad en la planta de Astrochem S.R.L. mediante un plan que se pueda implementar de forma real.

- **Tipo de investigación:**

El perfil de proyecto en cuestión lleva el modelo de investigación aplicada ocupando métodos tanto exploratorios como descriptivos.

Se llevará un análisis a detalle de los parámetros medibles que se presenten de manera empírica para identificar y evaluar los riesgos existentes y potenciales para poder elaborar un programa de gestión de seguridad y salud, a continuación, se desarrollan los conceptos mencionados:

- **Investigación descriptiva:**

Este tipo de investigación se enfoca en poder describir fenómenos, situaciones o poblaciones sin alterar o manipular las variables identificadas, brinda información de las características, propiedades y rasgos de los fenómenos a analizar (Sampieri, 2014).

- **Investigación exploratoria:**

Este tipo de investigación se enfoca en brindar una visión general y aproximada de la realidad actual de la empresa Astrochem S.R.L. respecto a la seguridad y salud en el trabajo ya que se tiene nula exploración previa.

Se utilizará para recabar información que nos ayude a determinar la viabilidad de llevar a cabo una información completa sobre el contexto específico de la empresa (Dankhe G, 1986).

Se tendrá un diseño mixto incluyendo métodos tan cualitativos como cuantitativos para así tener una comprensión profunda y lograr evaluar de manera efectiva del programa propuesto.

- **Investigación Aplicada:**

Este tipo de investigación se enfoca en solucionar problemas concretos de manera óptima aplicando conocimiento científico que se ha obtenido de la investigación (Hernández sampieri, Fernández-Collado y Baptista, 2014).

- **Delimitación del estudio:**

Este perfil de proyecto de grado tiene como foco diseñar un plan integral de seguridad para la empresa Astrochem S.R.L. abarcando todos los procesos productivos en planta.

### *1.5.2. Métodos y técnicas de investigación*

- **Diseño metodológico**

Se utilizará un enfoque mixto, que combina herramientas cuantitativas (encuestas al personal para conocer el uso de EPPs y percepción de riesgo) y cualitativas (entrevistas con responsables y técnicos del sector).

- **Método cuantitativo:**

Busca medir fenómenos con instrumentos estandarizados estableciendo patrones y correlaciones objetivamente (Creswell, J. W., 2014) con encuestas hacia el equipo de trabajo de Astrochem para identificar la realidad y el conocimiento actual sobre seguridad y salud en el trabajo.

- **Método cualitativo:**

Busca comprender la realidad desde la vivencia de los participantes (Flick, 2015) y se abordara con entrevistas con líderes y expertos en seguridad para poder tener una información más cercana de la realidad en el país, que desafíos se presentan y de qué manera se están abordando.

- **Observación directa:**

Visitas a las instalaciones de Astrochem S.R.L. para observar las condiciones de trabajo, el uso de maquinaria, la manipulación de materiales y el comportamiento de los trabajadores.

Se ocupan planillas listas de chequeo de seguridad.

- **Encuestas:**

Aplicación de cuestionarios estructurados a los trabajadores para conocer su percepción sobre los riesgos, el uso de EPP, la capacitación recibida y la cultura de seguridad.

Esta aplicación tiene como objetivo obtener información de primera mano sobre las fases críticas del proceso en cuanto a seguridad así como evaluar la efectividad de los trabajos, la percepción sobre la infraestructura, y el equipamiento de la empresa. Esta encuesta deberá ser comprensible para garantizar la obtención de información relevante para evaluar la eficacia del programa y realizar los ajustes necesarios para cumplir los objetivos establecidos.

Los resultados de las encuestas y entrevistas proporcionarán una visión de cómo los trabajadores y los directivos perciben la seguridad en su entorno, y la efectividad de capacitaciones recibidas.

- **Entrevistas:**

Entrevistas semiestructuradas al personal clave de la empresa (Gerencia, líderes de departamento, contratistas de equipamiento) para obtener información sobre políticas existentes, historial de incidentes y recursos disponibles.

- **Revisión documental:**

Análisis de documentos internos, registros de accidentes, manuales de procedimiento, instructivos, capacitaciones previas con el fin de identificar patrones, causas raíz y áreas de mayor riesgo.

### ***1.5.3. Población o sujeto de estudio***

En este estudio se considerará a la población compuesta por los trabajadores de Astrochem S.R.L. en todas las áreas involucradas y a expertos del medio de la seguridad en fábricas de Bolivia.

#### ***1.5.4. Tipo de muestreo***

Se utilizará un muestreo censal por ser una empresa con pocos trabajadores que cumplen roles clave y generan información importante.

Se tomará en cuenta a todo el equipo operativo, técnico y administrativo ya que cada área tiene riesgos distintos que deben considerarse para que el plan sea completo.

Este tipo de muestreo nos asegura que el diagnóstico se base en la experiencia de quienes trabajan todos los días en planta y que las medidas propuestas responden directamente a lo que realmente pasa en la empresa.

#### ***1.5.5. Tamaño de la muestra***

Dado que la empresa tiene pocos trabajadores en Astrochem S.R.L. y la relevancia de cada rol en la operación la muestra abarcará la totalidad de la organización y los actores clave del sector:

- Personal operativo y de laboratorio (todos los operadores y técnicos que participan en producción, envasado y control de calidad).
- Responsable de HSMA y mantenimiento, por su visión de los procesos y riesgos.

Al generar un censo completo en lugar de una muestra, se garantiza que el diagnóstico cubra todas las necesidades y posibles riesgos en la planta.

#### ***1.5.6. Recolección de información***

Para fundamentar el diagnóstico y el diseño del Plan Integral de Seguridad en Astrochem, se recopilarán datos de múltiples fuentes, incluyendo los requisitos legales y normativos:

- Documentos internos
- Informes de incidentes y casi-accidentes.
- Bitácoras de mantenimiento y registros de calibración de equipos.
- Planillas de inspección diaria (Checklists conformes a NTS 009/23).
- Procedimientos y manuales de operación adaptados al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y a la Ley 16998.

- **Normativa y guías oficiales:**

-NTS 009/23: sus 12 pasos y requerimientos para un Programa de Gestión de SST, que orientan la estructura del plan.

-Ley 16998 y su reglamento: para verificar obligaciones de empleador en higiene y seguridad.

-ISO 45001 (referencial): para comparar buenas prácticas internacionales y enriquecer procedimientos internos.

- **Observación directa:**

Recorridos sistemáticos por producción, envasado y laboratorio.

Registro fotográfico de señales, rutas de evacuación (según NTS 009/23) y uso de EPP.

- **Encuestas y entrevistas:**

Encuestas al personal, diseñadas con base en los criterios de capacitación y comunicación exigidos por la NTS 009/23.

-Entrevistas semiestructuradas a responsables de HSMA, líderes de área y operadores, indagando sobre el grado de implementación y conocimiento de la normativa.

### ***1.5.7. Instrumentos de recolección de información***

- **Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER):**

La matriz IPER como sus siglas la definen: Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Propuestas de Eliminación y Reducción se usará dado el espectro amplio de análisis que posee para identificar todos los peligros en cada etapa del proceso productivo, evaluar el nivel de riesgo asociado (cuan probable y severo podría llegar a ser) y proponer controles.

Con el uso de esta herramienta podremos evaluar detalladamente la actividad dentro de Astrochem S.R.L. además de utilizar la información recabada de las encuestas tanto a los trabajadores, así como a los líderes y expertos con lo que la toma de decisiones se llevará a cabo de manera más sencilla y será más efectiva al momento de aplicar el plan integral de seguridad en el trabajo.

- **Mediciones instrumentales in situ:**

Instrumentos a utilizar para evaluar las condiciones en la planta:

-Sonómetro y luxómetro, según especificaciones de la NTS 009/23 para niveles de ruido e iluminación.

-Comparación con planes de seguridad de empresas similares que ya cumplan con NTS 009/23 o ISO 45001.

**-Medición del Ruido:**

La medición objetiva del ruido en la planta de Astrochem es fundamental debido a las características del entorno donde opera estando ubicada junto a una planta de separación de áridos y otra de prefabricados de hormigón, lo que genera exposición a fuentes externas de ruido.

Adicional a ello se suman los niveles propios generados en la operación por el uso de la mezcladora industrial #1.

Con el uso del sonómetro se podrá identificar los momentos y zonas donde los niveles de ruido puedan superar los límites recomendados, logrando tomar decisiones informadas si existiese la necesidad de ocupar protección auditiva, rotación de personal o aislamiento acústico.

Con esta herramienta tendremos datos cuantificables y comparables, facilitando el cumplimiento de medidas correctivas basadas en datos que lo respaldan.

La aplicación del sonómetro responde directamente a lo establecido por la Norma NTS 009/23, que busca identificar, medir y controlar los riesgos físicos como el ruido.

Su incorporación en el plan integral de seguridad es clave para proteger la salud auditiva de los trabajadores y asegurar el cumplimiento paulatino de la normativa nacional vigente.

**-Medición Objetiva de la Luz:**

La evaluación de los niveles de iluminación en las áreas de la planta de Astrochem y el laboratorio es una esencial para diagnosticar las condiciones de seguridad. Muchas tareas requieren precisión visual como el pesaje de materias primas, la producción, el envasado y la realización de ensayo de laboratorio, contar con

suficiente luz distribuida es importante para evitar errores y para prevenir accidentes laborales.

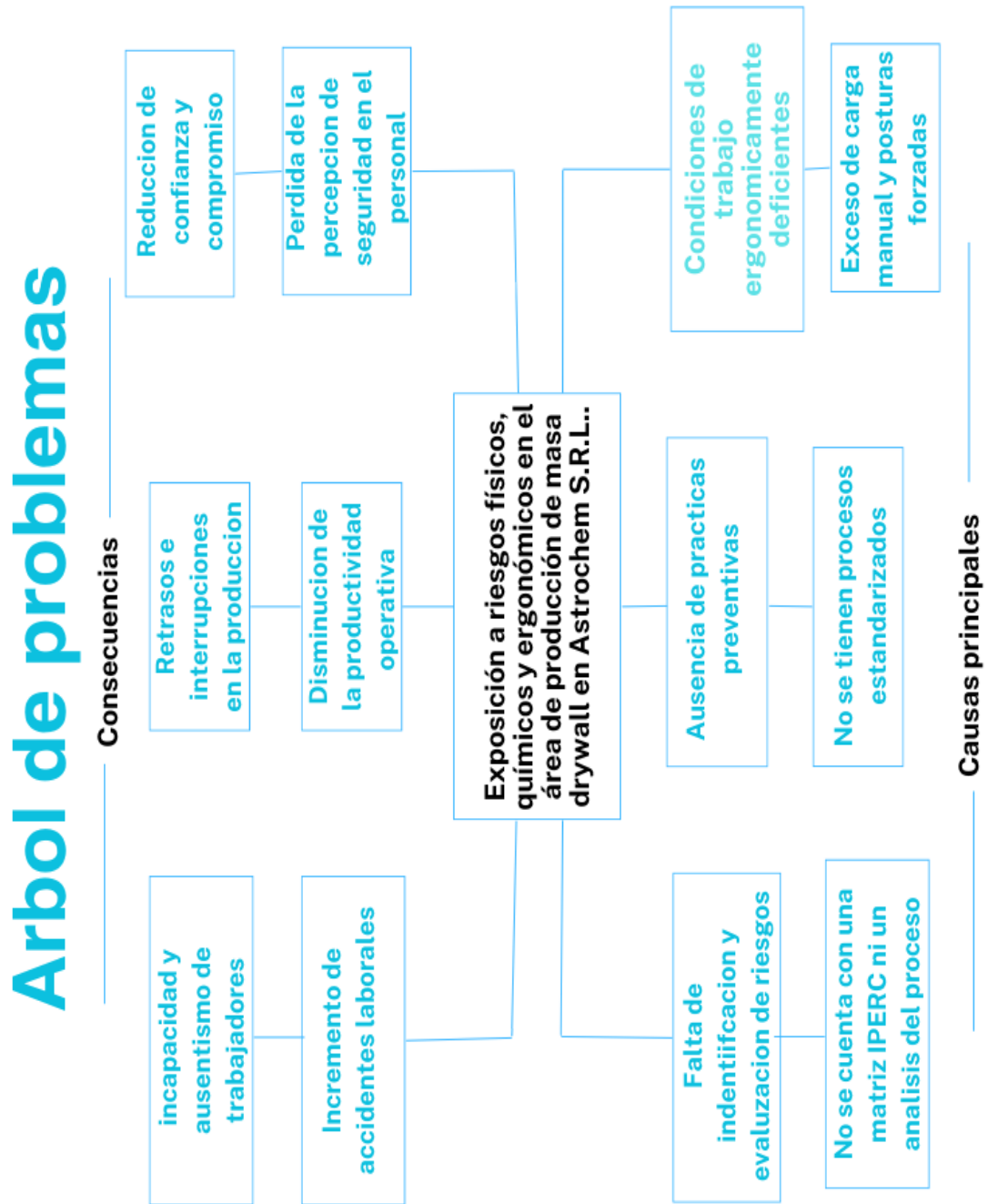
El luxómetro nos ayudara a medir la intensidad lumínica (en lux) en cada zona de trabajo para detectar áreas con iluminación insuficiente o mal direccionada, y realizar correcciones como redistribución de fuentes de luz, cambio o aumento en puntos críticos.

La Norma NTS 009/23 establece parámetros mínimos de iluminación según el tipo de tarea realizada por lo que se debe usar el luxómetro.

Con su aplicación se cumplir requerimientos legales y proteger la salud visual de los trabajadores mejorando la eficiencia de la operación en las etapas del proceso productivo.

1.6. Árbol de problemas

Figura 1.- Árbol de problemas.



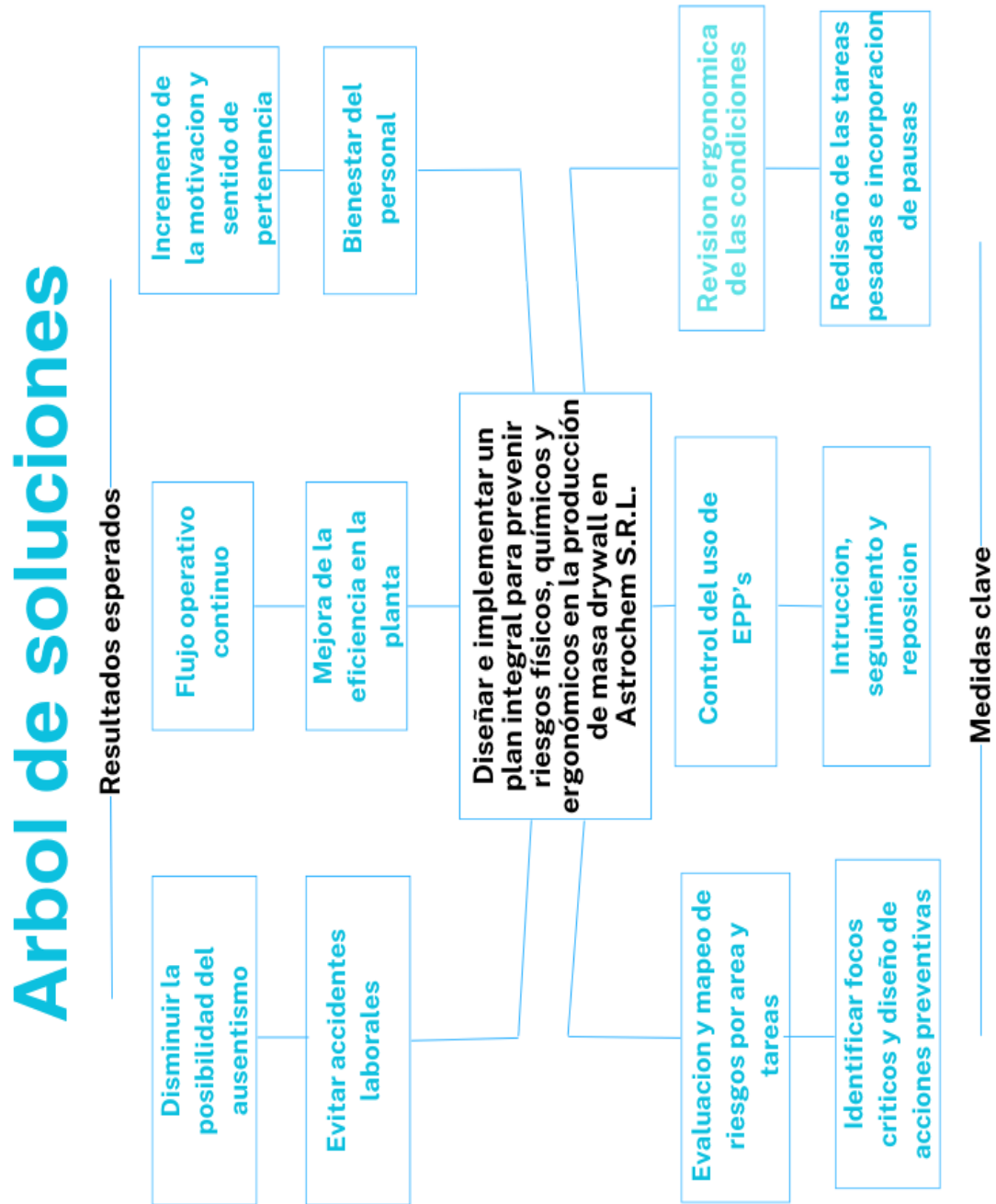
Fuente: Elaboración propia.

**1.7. Formulación de pregunta:**

“¿Qué elementos y acciones deberían considerarse para un plan de prevención de riesgos laborales para el proceso de producción de masa Dry Wall en la empresa Astrochem S.R.L.?”.

1.8. Árbol de soluciones

Figura 2.- Árbol de soluciones.



Fuente: Elaboración propia.

**CAPITULO II.**  
**IDENTIFICACIÓN**  
**DE LA EMPRESA**

## 2.1. Empresa

- **Razón social**

ASTROCHEM S.R.L.

- **Logotipo**

**Figura 3.-** *Logotipo Astrochem.*

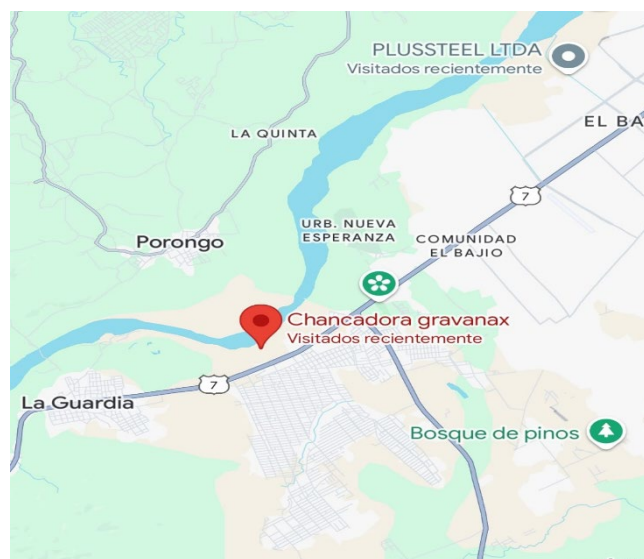


**Fuente y elaboración:** Departamento de diseño de Astrochem reflejando los valores de innovación con colores que transmiten confianza y profesionalismo.

## 2.2. Ubicación

La planta se encuentra ubicada en el departamento de santa cruz, en el municipio de la guardia a la altura del km 15.

**Figura 4.-** *Ubicación planta Astrochem.*



**Fuente:** Mapas de Google.

### 2.3. Organización

Componentes estratégicos:

- **Misión:**

Buscamos sintetizar el abastecimiento de productos para diferentes industrias, proporcionando soluciones simplificadas con productos de calidad y valor agregado, siendo parte desde el diseño hasta la producción de masas, pinturas, adhesivos, selladores y otros productos químicos, brindando autonomía y el fortalecimiento de nuestra industria nacional.

Fuente: Registro R-02 de la norma ISO 9001 de Astrochem.

- **Visión:**

A continuación, se muestra la información extraída del Registro R-02 de la norma ISO 9001 de Astrochem:

Proveer más que un producto, proveer confianza, solución y oportunidad. Construir una red de socios estratégicos sostenible, duradera y de lealtad mutua impulsada por el trabajo de nuestra gente, guiada por un modelo de negocio que comparte el riesgo y la rentabilidad.

- **Valores:**

A continuación, se muestra la información extraída del Registro R-02 de la norma ISO 9001 de Astrochem:

Calidad, en búsqueda de la excelencia.

Organización, en todo espacio, en todo momento.

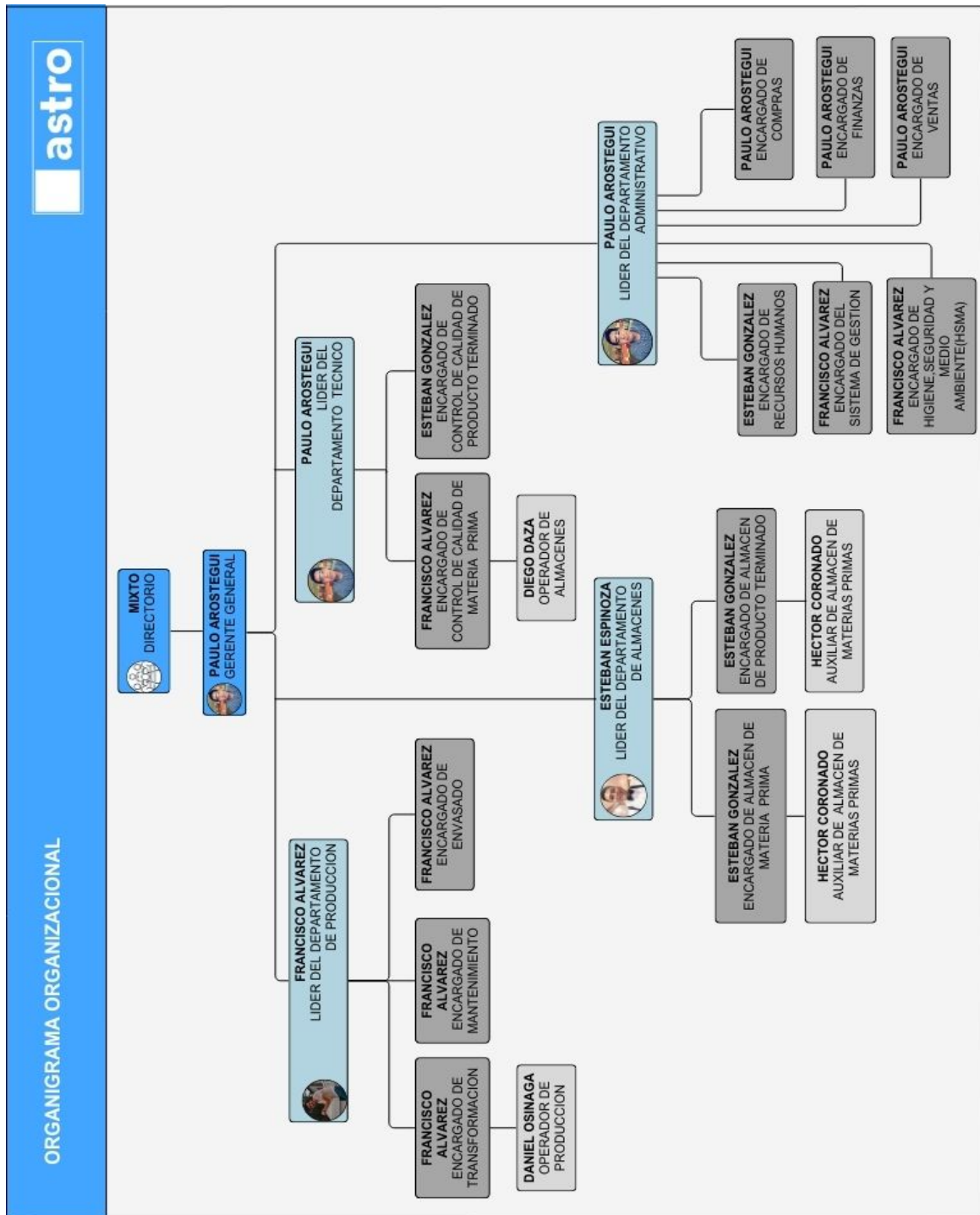
Integridad, hacer las cosas bien y correctas.

Confianza, como persona, como trabajador, como miembro de una sociedad.

Respeto, con nuestros compañeros, con nuestra sociedad y con nuestro medio ambiente.

- Estructura organizacional

Figura 5.- Organigrama organizacional.



Fuente: Análisis de contexto de la norma ISO 9001 de Astrochem.

## 2.4. Productos y/o servicios

**Tabla 1.- Productos actualmente producidos.**

PRODUCTO	CLIENTE	DESCRIPCION	ENVASE	PESO (KG)
Masa Dry Wall De 1ra	Cliente #1	Compuesto extra fino personalizado para tratamiento de juntas entre la unión de placas montadas en paredes y cielos falsos.	Caja	20
Masa Dry Wall Genérica	Cliente #2	Compuesto extra fino para tratamiento de juntas entre la unión de placas montadas en paredes y cielos falsos.	Caja	20
Masa Dry Wall De 2da #1	Cliente #1	Compuesto fino de alta adherencia para tratamiento de juntas entre la unión de placas montadas en paredes y cielos falsos.	Caja	20
Compuesto polimérico Astrochem	Astrochem	Polímero sintético hidrosoluble, formulado para actuar como agente aglutinante, formador de película y modificador de viscosidad en aplicaciones industriales.	Tanque IBC	1100
Cola clásica	Cliente #3	Adhesivo base agua de uso general, no tóxico, de fácil limpieza y con buena adhesión sobre papel, cartón y materiales livianos, para tareas escolares, de oficina y manualidades.	Turril	200
Cola industrial	Cliente #3	Adhesivo base agua formulado con polímeros sintéticos de alto desempeño, formulado para aplicaciones que requieren alta resistencia inicial, buena adherencia sobre superficies porosas y flexibilidad después del secado.	Turril	200

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.5. Maquinaria y equipos


**Tabla 2.-** *Maquinaria disponible noviembre 2025.*

EQUIPO	CARACTERISTICAS	IMAGEN
Mezcladora de masa	Capacidad de 700 Lts Alimentada por un motor de 30 hp con variador de frecuencia y sistema de recirculado.	
Mezcladora Manual	Equipo para disoluciones con ayuda de un dispersor alimentado por un motor de 1200 w.	
Balanza de carga	300 kg /20 g.	

Selladora térmica	Maquina térmica de sellado de bolsas plásticas con activador de pie.	
Soplador eléctrico	Equipo de limpieza de ventiladores de los motores de la mezcladora #1.	
Hidro lavadora	Una hidro lavadora utiliza agua a alta presión para limpieza profunda.	
Transpaleta	Equipo para movilidad de paletas de carga hasta 3 toneladas dentro de la planta.	

<p>Carro de carga</p>	<p>Equipo para movimiento de cargas hasta 300 kg dentro de la planta.</p>	
<p>Dispensador de laboratorio</p>	<p>Equipo de laboratorio para formulación de soluciones poliméricas.</p>	
<p>Balanza de laboratorio</p>	<p>Equipo de control de peso con doble decimal.</p>	
<p>Medidor multiparamétrico PH /CE /OD/ Temperatura</p>	<p>Medidor de triple escala pH-metro es un dispositivo que mide el potencial de hidrogeno (pH) de muestras, lo que ayuda a controlar y ajustar la acidez en los diferentes pasos de la producción para garantizar la calidad del producto final.</p>	

<p>Picnómetro de sólidos</p>	<p>Instrumento de acero inoxidable que determina la densidad de un sólido con alta precisión midiendo la masa de un volumen conocido de muestra a una temperatura controlada.</p>	
<p>Viscosímetro</p>	<p>Equipo de medición que permite determinar la viscosidad de un líquido, (resistencia interna al flujo) para evaluar la trabajabilidad, aplicación y calidad de materiales.</p>	
<p>Frigobar</p>	<p>Electrodoméstico que almacena y conserva líquidos y sólidos a temperaturas bajas.</p>	
<p>Gradilla de tubos de ensayo</p>	<p>Soporte rígido y estable diseñado para sostener verticalmente tubos de ensayo, manteniéndolos organizados y previniendo su vuelco o rodamiento.</p>	

Tubos de ensayo	Recipiente cilíndrico, abierto por un extremo y cerrado en el otro, fabricado en vidrio de borosilicato, utilizado para contener, mezclar o calentar pequeñas cantidades de líquidos y sólidos en el laboratorio con 16x160mm 18x180mm.	
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Materia prima e insumos

### 2.6.1. Materia prima

**Tabla 3.- Materias primas.**

MATERIA PRIMA	DESCRIPCION	ENVASE	MEDIDA (KG)
Cargas minerales	Polvos inorgánicos que aportan cuerpo, reducen costos y mejoran la resistencia mecánica.	Saco	40
Cargas almidonadas	Modificadores de cuerpo que aportan viscosidad y mejoran la estabilidad de la mezcla.	Saco	25
Agua	Disolvente universal	-	-
Resinas vinílicas	Polímeros derivados del acetato de vinilo que se ocupan en la fabricación de adhesivos y recubrimientos, aportando cohesión y adherencia.	Tanque IBC	1100
Aditivos base glicol	humectantes y coalescentes que regulan la evaporación, mejora la flexibilidad y evita el resecamiento.	Turril	200
Reguladores de pH	Sustancias alcalinas o ácidas que ajustan el pH de la formulación para garantizar estabilidad y compatibilidad.	Turril	200
Antiespumantes	Agentes que reducen la formación de espuma durante la mezcla, evitando defectos y mejorando el acabado del producto.	Turril	200
Coalescentes	Disolventes especiales que favorecen la unión de partículas poliméricas en recubrimientos, mejorando la formación de película.	Turril	200

Dispersantes	Agentes que estabilizan las partículas sólidas en suspensión, evitando la sedimentación y asegurando una mezcla homogénea.	Bidón	25
Biocidas	Conservantes que previenen la proliferación de hongos y bacterias en formulaciones base agua, prolongando la vida útil del producto.	Bidón	25
Espesantes	Aditivos que aumentan la viscosidad del producto para facilitar la aplicación.	Barrica	50
Polímeros inorgánicos	Sustancias sintéticas de base que mejoran la resistencia química y la durabilidad del producto final.	Saco	25
Coalescentes	Disolventes especiales que favorecen la unión de partículas poliméricas en recubrimientos, mejorando la formación de película.	Turril	200

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.2. Insumos

Tabla 4.- Insumos.

INSUMOS	DESCRIPCION	MEDIDA (KG)/ (UNIDAD)
Tanques IBC	Contenedores plásticos de 1100 L de capacidad con estructura metálica.	1100
Turril	Recipiente cilíndrico de plástico de 200 kg de capacidad en almacenamiento.	200
Barrica	Envase cilíndrico de 50 kg de capacidad en almacenamiento.	50
Baldes	Recipientes plásticos de con tapa hermética, usados para cargar, transportar y almacenar materias primas líquidas o en polvo.	1, 3, 5
Cajas	Empaques de cartón corrugado usados para contener, proteger y transportar productos terminados en presentación de venta.	450
Bolsas ponchillo	Bolsas plásticas utilizadas para fraccionar líquidos o productos semisólidos en pequeñas cantidades.	20
Precintos	Amarras plásticas de seguridad que aseguran envases, evitando aperturas.	100
Cinta de embalajes	Cinta adhesiva resistente usada para el sellado de cajas y paquetes.	8

Etiquetas	Adhesivos impresos que identifican el producto, lote y fecha de fabricación.	2000
Pallets de madera	Plataformas de transporte para almacenamiento y movimiento de cargas, con montacargas o transpaletas.	-
Placas Dry Wall	Placas de yeso laminado usados en construcción en seco,	-
Cinta Dry Wall	Cinta de papel para reforzar uniones entre placas de Dry Wall.	-
Buffers pH	Soluciones patrón con valores conocidos (pH 4, 7, 10) usadas para calibrar medidores de pH.	0,5
Agua desionizada	Agua tratada libre de iones usada en ensayos de laboratorio y formulaciones.	10
Limpiador de electrodo	Solución química que elimina impurezas en los electrodos de pH.	0,5
Líquido de guarda de electrodo	Solución que mantiene hidratada la membrana del electrodo de pH durante su almacenamiento	0,5
Esponjas	Material absorbente usado en limpieza de equipos, instrumentos y áreas de trabajo.	-
Detergente	Producto químico de limpieza que elimina residuos en herramientas, equipos o superficies de planta.	1

**Fuente:** Elaboración propia.

Se adjuntan imágenes referenciales de la planta de producción incluyendo módulo de producción, mezcladora de masillas, almacenes de materias primas por subtipo, de insumos, playas de productos, área administrativa para futura referencia en el trabajo.

**(Ver anexos 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)**

## **2.7. Proceso productivo**

### **2.7.1. Descripción del proceso productivo**

#### **-Formulación del producto:**

Diseño técnico del producto a realizar evaluando que materias primas se integraran a la fórmula para poder tener las condiciones constructivas buscadas evaluando que se pueda realizar sin problema en el equipamiento de manera optimizada y el costo final sea competitivo ante los productos ya presentes en el mercado o referente internacionales a importar.

**-Recepción de materias primas:**

Coordinación de la logística de llegada, ingreso, designación en almacén y descarga.

**-Control de calidad de materias primas:**

Evaluación en laboratorio mediante ensayos para verificar que cumplen con los parámetros establecidos declarados en la ficha técnica adjunta a la orden de compra e ingreso en sistema si es que es procedente.

**-Preparación del equipo:**

Limpieza de la mezcladora, verificación visual y operativa del funcionamiento de motores (incluyendo ajuste de pernos si fuese necesario), así como también la preparación de estaciones de limpieza y verificación de herramientas e insumos.

**-Pesaje de materias primas:**

Dosificación de materias primas en sus envases correspondientes según la fórmula declarada en la orden de producción y asignación en playa de materias primas de donde posteriormente serán transportadas al módulo de producción además de la emisión de nota de salida de materias primas del almacén.

**-Proceso de transformación:**

Mezclado y homogeneización de materias primas en distintos procesos hasta obtener el producto a elaborar.

**-Control de calidad intermedio:**

Verificación de variables del producto: color, textura, pH, densidad, viscosidad, trabajabilidad en la aplicación.

**-Corrección (si se requiere):**

Ajuste técnico de las materias primas y procesos que fueran necesarios cuando el producto no cumple con los parámetros declarados en la orden de producción.

**-Envasado y etiquetado:**

Rellenado de envases con el producto cumpliendo sus parámetros declarados, sellado de envases, etiquetado según lote de producción, y posterior paletizado.

-Designación en playa de producto terminado:

Ubicación de los pallets en playa de producto terminado y registro de cantidad en nota de ingreso de producto terminado para registro y posterior trazabilidad si así fuese necesario.

**-Control de calidad de producto terminado:**

Evaluación final de la estabilización de parámetros con la elaboración de ensayos en laboratorio días después de la fabricación según sea el producto para su posterior liberación si es que procede emitiendo el certificado de calidad que va adjunto a la nota de venta.

**-Reproceso (si fuese necesario):**

Si el producto no cumpliera los parámetros declarados en la formulación inicial se debe evaluar si es que este debe ser desechado mediante una empresa de gestión de residuos o si es que se pudiese reprocesar según sea la variable que ha podido afectar a la viabilidad de dicho producto.

**-Liberación de producto:**

Verificando el cumplimiento de parámetros tras la elaboración de ensayos en laboratorio declarado en el certificado de calidad se verifica si se cumplió con la formulación inicial y si sería procedente se continua a una inspección visual verificando el buen estado del empaque y la presencia de etiquetas de lote de producción en cada empaque.

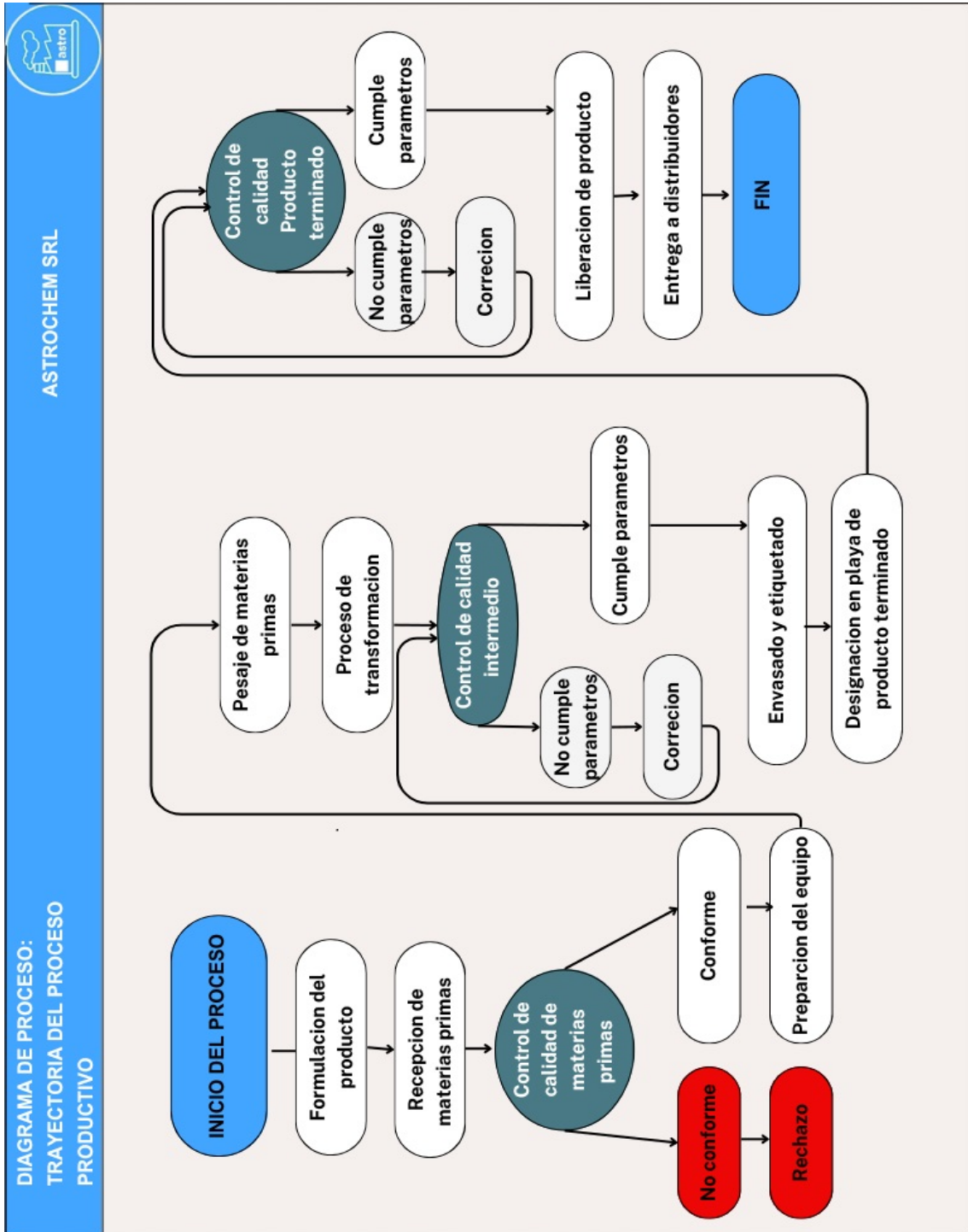
Si todo está según los requerimientos se puede liberar este lote de producción ingresándolo en el sistema mediante la nota de ingreso de producto terminado.

**-Entrega a distribuidores:**

Si se ha cumplido con todo lo anteriormente descrito ya se procede a la comunicación con los proveedores y la logística del recojo en playas de producto terminado en planta.

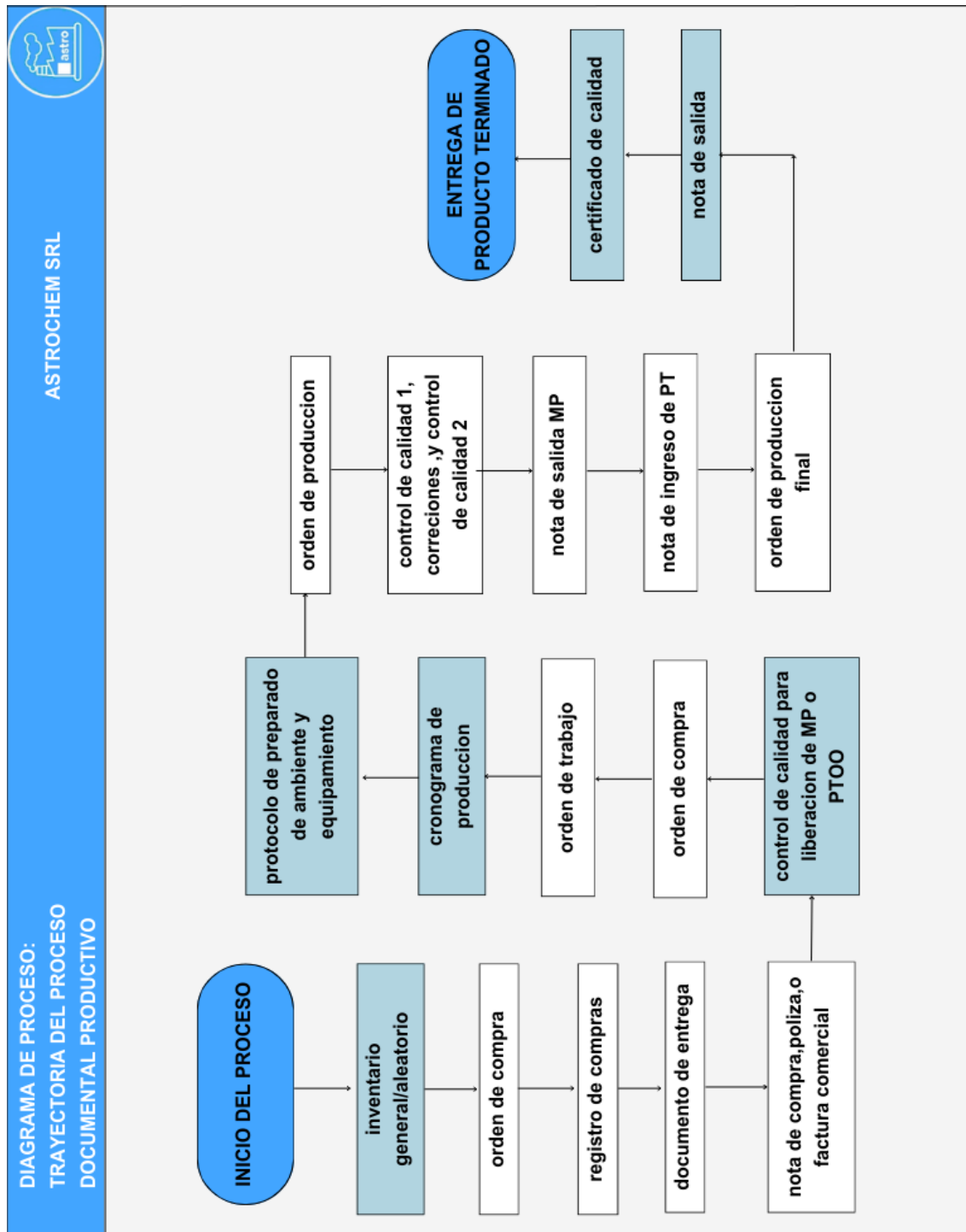
2.7.2. Diagrama de flujo del proceso

Figura 6.- Diagrama de proceso: Trayectoria del proceso productivo.



Fuente: Formulario FP-04 de la norma ISO 9001 de Astrochem.

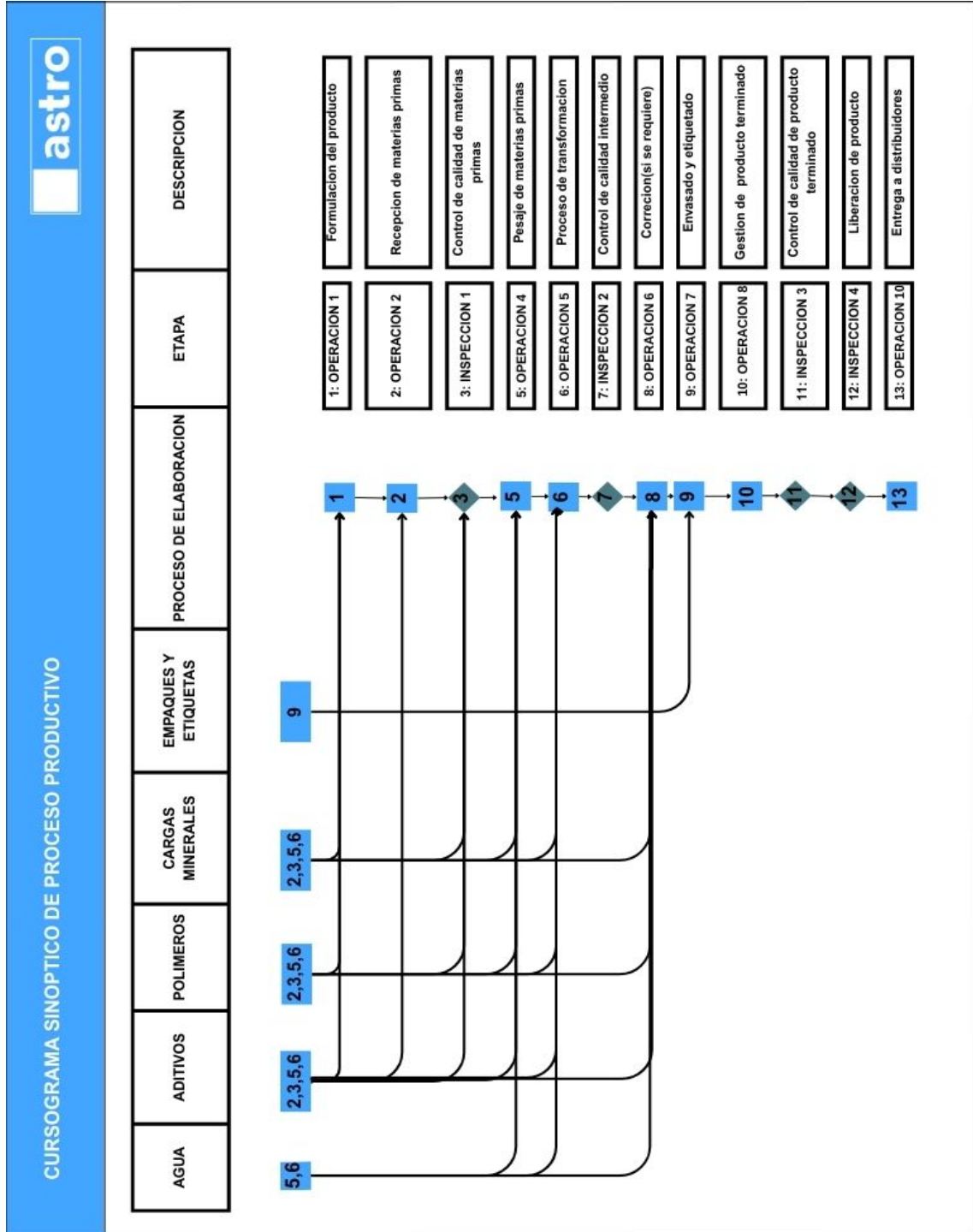
**Figura 7.-** Diagrama de proceso: Trayectoria del proceso documental.



**Fuente:** Formulario FP-04 de la norma ISO 9001 de Astrochem.

2.7.3. Cursograma sinóptico

Figura 8.- Cursograma sinóptico del proceso de productivo.

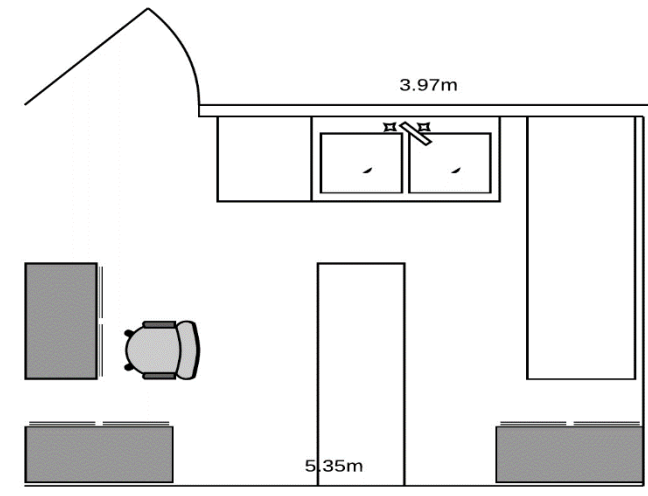


Fuente: Formulario FP-04 de la norma ISO 9001 de Astrochem.

## 2.8. Lay out

- **Laboratorio**

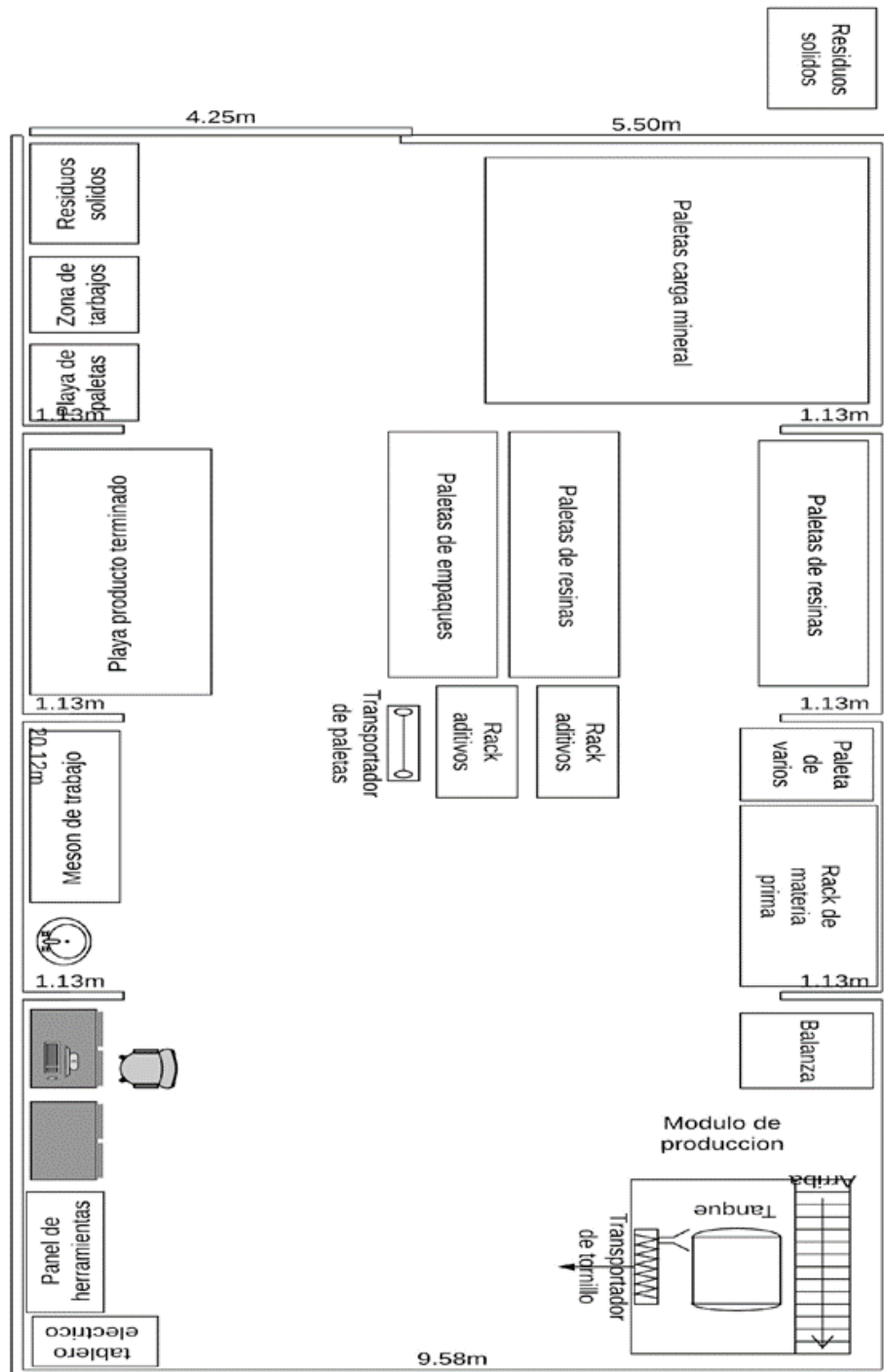
**Figura 9.-** *Lay out laboratorio Astrochem.*



**Fuente:** Elaboración propia.

- **Planta**

**Figura 10.-** Lay out planta Astrochem.



**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.9. Residuos y/o desechos

- **Residuos**

Se tienen residuos de varios tipos que se clasifican en turriles y tanques IBC abiertos para posterior reciclaje:

**Figura 11.- Basureros diferenciados.**



**Fuente:** Elaboración propia, registro fotográfico en planta.

**Figura 12.- Playa de residuos.**



**Nota:** En la imagen se muestra en el pallet #1(Plataforma):Madera, cartón, metal, en el pallet#2(Rejilla):Sacos de minerales, en el pallet #3(IBC):Bolsas de celulosa/ plástico.

**Fuente:** Elaboración propia. registro fotográfico en planta.

# **CAPITULO III.**

# **MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Descripción del problema**

La empresa Astrochem S.R.L. se enfoca en la fabricación de materiales poliméricos para la construcción bajo maquila o marca blanca para sus clientes.

Actualmente opera sin un Plan Integral de Seguridad estructurado, lo que representa un posible riesgo para la salud, el bienestar de sus trabajadores y la continuidad de sus procesos.

Si bien se han implementado medidas básicas como el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), inducciones generales a operadores y delimitación de áreas, aún existen vacíos en protocolos formales, planes de emergencia, rutas de evacuación, señalización, registros de incidentes, procedimientos documentados y cultura preventiva.

Entre los principales riesgos destacan:

La exposición a maquinaria de alta potencia como la mezcladora industrial con riesgo de atrapamiento.

La manipulación de cargas pesadas como baldes de 20 kg, sacos de 40 kg, turriles de hasta 200 kg que generan sobreesfuerzo físico.

El manejo de sustancias químicas como solventes, aditivos alcalinos y cargas minerales que producen polvos y vapores.

La ausencia de un sistema de gestión documentado que asegure la identificación, evaluación y control de riesgos.

Por el crecimiento proyectado de la empresa de maquila y la incorporación de nuevas líneas de producción es sumamente necesario un sistema formal de prevención de riesgos, existen observaciones vinculadas al cumplimiento de la Ley General del Trabajo y la NTS 009/23, lo que expone a la empresa a riesgos legales y de imagen.

El diseño e implementación de un Plan Integral de Seguridad en Producción genera una necesidad para Astrochem buscando la protección de los trabajadores y garantizando la sostenibilidad del negocio.

### 3.2. Marco conceptual

**-Seguridad y Salud en el Trabajo (SST):** Conjunto de medidas técnicas, legales y administrativas preventivas y correctivas para proteger la integridad física y mental de los trabajadores en su ambiente laboral y mantener la continuidad del proceso productivo.

**-Salud ocupacional:** Es aquella actividad que promueve la protección de la salud de las personas intentando controlar cualquier posible accidente y enfermedad causada en el entorno laboral reduciendo condiciones de riesgo.

**-Riesgo laboral:** Probabilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de la exposición a peligros presentes en el entorno de trabajo.

**-Acto inseguro:** Acción o exposición innecesaria del trabajador al riesgo que pueda ocasionar un accidente.

**-Condición insegura:** Condición física o ausencia de procedimiento y/o norma que puede ocasionar un accidente.

**-Accidente de trabajo:** Suceso imprevisto que altera la actividad de trabajo por alguna lesión del trabajador y/o alteraciones en la maquinaria, equipamientos y materiales.

**-Enfermedad laboral:** Estado patológico producido en el trabajo por evolución lenta y progresiva que genere disminución o pérdida de capacidad de trabajo o inclusive el fallecimiento del trabajador.

**-Examen pre ocupacional:** Evaluación de condiciones médicas del postulante a ingresar para identificar si se encuentra en condiciones de salud física y mental sobre las labores a las que estaría expuesto en el puesto laboral

**-Peligro:** Situación con capacidad de producir daño en términos de lesiones, daños a la planta, ambiente, etc.

**-Riesgo:** Combinación de probabilidad de que ocurra una exposición peligrosa con la gravedad de las lesiones o deterioro de la salud del trabajador.

**-Riesgos mecánicos:** riesgos asociados al uso de maquinaria y equipos que con su funcionamiento puedan lesionar físicamente al trabajador.

**-Riesgos físicos:** riesgos generados por factores ambientales que puedan influir negativamente en la salud de los trabajadores como ser: ruido, vibración, temperaturas extremas, radiación, entre otros que puedan causar efectos inmediatos o progresivos en la salud en función de la intensidad y el tiempo de exposición.

**-Riesgos químicos:** riesgos ocasionados por exposición a sustancias químicas peligrosas que puedan ingresar al organismo por inhalación, ingestión, o contacto afectando la salud a corto o largo plazo.

**-Riesgos ergonómicos:** riesgos derivados de condiciones de trabajo que demandan esfuerzos físicos prolongados o posturas inadecuadas que puedan derivar en complicaciones musculoesqueléticas.

**-Control de riesgos ocupacionales:** Este es el conjunto de medidas preventivas de seguridad y salud ocupacional, se debe buscar eliminar el peligro en su fuente de origen, buscar alternativas de sustitución de la fuente de peligro, realizar controles de ingeniería, controles administrativos, capacitación, señalización y en última instancia optar por elementos de protección personal.

**Figura 13.- Pirámide de control de riesgos.**



**Fuente:** ISO 45001 Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

**-Matriz IPER:** Herramienta que identifica, evalúa y prioriza los riesgos laborales en función de probabilidad y severidad.

**-Plan Integral de Seguridad:** Documento estructurado que establece políticas, procedimientos, responsabilidades y medidas de control para la prevención de riesgos laborales.

**-Modelo de maquila:** Modelo productivo basado en la terciarización y maquila que permite escalar operaciones industriales con bajo nivel de visibilidad pública.

### 3.3. Marco técnico

El área de Producción de Astrochem opera con procesos industriales que consideran:

**-Maquinaria:** mezcladora de 1000 L con motor de 30 HP y sistema de enchaquetado para calentamiento, mezcladora manual, hidro lavadora, transpaleta y carro de carga.

**-Manipulación manual:** transporte de cargas de gran peso (sacos, baldes, turriles, IBCs).

**-Sustancias químicas:** solventes, aditivos alcalinos, cargas minerales, resinas vinílicas, dispersantes, espesantes, etc.

**-Productos terminados:** adhesivos, masillas, colas industriales, entre otros.

Los riesgos técnicos más relevantes se concentran en:

**-Físicos (Mecánicos):** atrapamientos en mezcladora, golpes por transpaleta, etc.

**-Químicos:** inhalación de polvos, vapores y salpicaduras corrosivas.

**-Ergonómicos:** lesiones lumbares por manipulación manual de cargas.

**-Ambientales:** exposición a vectores biológicos en áreas externas no mantenidas.

La implementación del plan de seguridad requiere controles técnicos, administrativos (protocolos, registros, inducciones) y de protección personal.

### 3.4. Marco legal y normativo

El marco normativo aplicable a Astrochem incluye:

**-Constitución Política del Estado (CPE) de Bolivia, Art. 46:** derecho de los trabajadores a condiciones seguras y saludables.

**-Ley General del Trabajo (LGT):** Establece las responsabilidades del empleador en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como la

obligación de implementar medidas de seguridad y salud que protejan a los trabajadores durante el desarrollo de sus actividades laborales.

**-Código de Seguridad y Salud en el Trabajo (D.S. 16998):** Establece las responsabilidades del empleador en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, además de implementar medidas de seguridad y salud que protejan a los trabajadores durante el desarrollo de sus actividades laborales.

**-Norma Técnica de Seguridad NTS 009/23:** Norma de aplicación obligatoria para actividades industriales, que establece parámetros técnicos para la gestión de riesgos físicos, químicos, ergonómicos y ambientales, así como lineamientos para la medición, control y monitoreo de las condiciones de trabajo.

**-Normas internacionales:** OHSAS 18001, ISO 45001 y lineamientos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

El cumplimiento de estas disposiciones es esencial para evitar sanciones administrativas, legales y reputacionales.

### **3.5. Marco económico y financiero**

La prevención de riesgos laborales representa una inversión con retornos económicos medibles:

**-Costos directos evitados:** reducción de gastos médicos, indemnizaciones, reparaciones.

**-Costos indirectos evitados:** menor ausentismo, rotación de personal, pérdidas de producción.

**-Aumento de productividad:** procesos más seguros con menos interrupciones y mayor eficiencia.

**-Beneficio reputacional:** mayor confianza de clientes y trabajadores.

### **3.6. Marco ambiental y sostenible Descripción de la situación problemática**

La empresa Astrochem S.R.L. se dedica a la producción de materiales poliméricos para la construcción bajo el concepto de maquila o marca blanca para sus clientes, opera actualmente sin un Plan Integral de Seguridad estructurado, lo que representa un riesgo

significativo para la salud y bienestar de sus trabajadores, así también como para la misma empresa y la continuidad de los procesos.

Se han implementado medidas básicas como el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), inducciones a los operadores y delimitación de áreas, pero aún existen vacíos importantes en cuanto a protocolos formales, planes de emergencia, rutas de evacuación, señalización, registros de incidentes, procedimientos documentados y cultura preventiva.

Entre los principales riesgos identificados se encuentran:

La exposición a maquinaria de alta potencia como la mezcladora industrial, que puede provocar atrapamientos o daños físicos en caso de ingresar extremidades mientras el equipo está funcionando.

La manipulación de cargas pesadas como baldes de 20 kg, sacos de 40 kg, turriles de hasta 200 kg que generan riesgos ergonómicos severos.

El manejo de sustancias químicas como aditivos alcalinos y cargas minerales que generan polvos en suspensión potencialmente nocivos.

La ausencia de un sistema de gestión documentado que permita identificar, evaluar y controlar estos riesgos de forma lineal.

Otro punto importante es que dado el crecimiento proyectado de la empresa por su modelo de “dark Factory” que ofrece maquila a distribuidores y constructores y la incorporación de nuevas líneas de productos incrementan la necesidad de contar con un sistema formal de prevención de riesgos.

Existen observaciones sobre el cumplimiento con la ley general del trabajo, así como con la NTS 009/23, que pueden representar un riesgo legal y reputacional.

Evaluando este panorama, se plantea el diseño e implementación de un Plan Integral de Seguridad, con trabajo progresivo, que permita identificar los principales peligros, evaluar los niveles de riesgo y establecer medidas técnicas, organizativas y formativas para su control, en línea con la normativa vigente y adaptado a la realidad de una empresa en expansión como Astrochem.

### **3.7. Planteamiento del Problema**

La empresa Astrochem S.R.L. dedicada a la maquila de materiales para la construcción cuenta con diversos productos sin embargo su producción principalmente está centrada en la producción de masa Dry Wall, esta actividad productiva involucra el manejo de maquinaria de alta potencia así también como la manipulación de cargas significativas, posibles atrapamientos generando riesgos físicos y ergonómicos así también como con la manipulación de sustancias químicas generando riesgos físicos para los trabajadores. Al ser una empresa nueva actualmente no cuenta con un plan integral de prevención de riesgos laborales lo que genera debilidad en sus procesos productivos, esta situación pone en riesgo al personal afectando la eficiencia operativa y exponiendo a la empresa a posibles sanciones regulatorias.

Actualmente la empresa carece de un plan sistemático de gestión de riesgos ni protocolos para procesos específicos, se identifica una falta de señalización adecuada, inducciones sobre seguridad a la operación lo que incrementa la posibilidad de producirse accidentes laborales, pudiendo generar un deterioro del entorno laboral y afectando directamente a la eficiencia productiva.

Es de urgencia diseñar un plan integral de prevención de riesgos laborales que identifique, evalúe los posibles peligros existentes y proponga protocolos específicos actividades específicas para mitigarlos más relevantes priorizando siempre la seguridad, así también como promover el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP'S) y de igual manera se promueva la cultura organizacional, autocuidado y mejora continua.

De este modo se logrará garantizar un entorno de trabajo seguro, eficiente y siguiendo la exigencia normativa del territorio nacional guiándose con buenas prácticas aplicadas en otras industrias al rededor del mundo.

# **CAPITULO IV.**

# **DIAGNOSTICO**

## **4.1. Descripción del sistema donde se realizará la intervención**

### ***4.1.1. Proceso productivo***

El área de Producción de Astrochem S.R.L. está actualmente enfocado en la fabricación de masa Dry Wall

- **Proceso productivo:** se genera en una planta de producción e incluye las siguientes operaciones:
  - Recepción y transporte interno de materias primas: descarga manual y movimiento con transpaleta sobre pallets.
  - Pesaje y dosificación: cálculo de peso en base a número de sacos en el caso de la carga mineral y pesaje en baldes con el uso de la balanza para determinar cantidades exactas de materias primas.
  - Transformación: operación en mezcladora de 1000 L con sistema de enchaquetado y paletas de movimiento axial.
  - Vertido y transferencia: traslado de mezcla hacia envases intermedios (baldes, turriles, IBCs).
  - Envasado: fraccionamiento en presentaciones comerciales (cajas con bolsas ponchillo, y turriles).
  - Despacho y almacenamiento: traslado de producto terminado a almacenes y carga manual para distribución.

### ***4.1.2. Flujograma de proceso productivo***

El siguiente flujograma resume de forma ordenada cómo funciona el proceso de producción en Astrochem, desde la formulación inicial hasta la salida del producto terminado.

Cada etapa incluye controles específicos del laboratorio, y óptimo registro

**Figura 14.-** Flujograma de proceso productivo.

RESPONSABLE	MATERIA PRIMA E INSUMOS	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA/ MAQUINARIA
		<p style="text-align: center;">INICIO</p>	
Lider de departamento tecnico	Aditivos, polimeros, cargas minerales, insumos de aplicacion	<p style="text-align: center;">Formulacion de producto</p>	Equipamiento de laboratorio, base de datos
Lider de almacenes	Aditivos, polimeros, cargas minerales, insumos de empaque	<p style="text-align: center;">Recepcion de MP e insumos</p>	Transpaleta, epps
Encargado de CC	Aditivos, polimeros, cargas minerales	<p style="text-align: center;">Muestreo y analisis de laboratorio</p>	Equipamiento de laboratorio
Lider de almacenes, encargado de hsm	Aditivos, polimeros, cargas minerales, insumos de empaque	<p style="text-align: center;">Gestion de MP para produccion</p>	Basculas industriales, Software de trazabilidad
Lider de produccion	Agua, Aditivos, polimeros, cargas minerales,	<p style="text-align: center;">Proceso de transformacion</p>	Mezcladora de masillas, mezcladora manual, tornillo de dosificacion
Encargado de CC	Aditivos, polimeros, cargas minerales	<p style="text-align: center;">Muestreo y analisis de laboratorio</p>	Equipamiento de laboratorio
Lider de produccion, lider de departamento tecnico	Aditivos, polimeros, cargas minerales	<p style="text-align: center;">Correcciones (si es necesario)</p>	Equipamiento de laboratorio, Programa de analisis de datos
Encargado de CC	Aditivos, polimeros, cargas minerales	<p style="text-align: center;">Muestreo y analisis de laboratorio</p>	Equipamiento de laboratorio
Lider de produccion, Lider de almacenes	Insumos de empaque, pallets	<p style="text-align: center;">Envasado y etiquetado</p>	Tornillo de dosificacion, linea de envasado, Planificacion de recursos empresariales
Lider de almacenes, lider de produccion	Registro documental	<p style="text-align: center;">Gestión de producto</p>	Transpaleta, Planificacion de recursos empresariales
Encargado de CC	Aditivos, polimeros, cargas minerales	<p style="text-align: center;">Muestreo y analisis final de laboratorio</p>	Equipamiento de laboratorio
		<p style="text-align: center;">FINAL</p>	

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.1.3. Actores involucrados:**

- Operadores de producción: encargados de manipulación, dosificación y mezclado.
- Líder de producción: supervisión y control de operaciones.
- Departamento técnico: control de calidad de materias primas y producto terminado.
- Encargado de mantenimiento: mantenimiento y posible reparación de maquinaria y equipos.
- Líder de HSMA: responsable de seguridad industrial, higiene y medio ambiente.
- Gerencia: define objetivos de producción y políticas de calidad.

El flujo de información generada y materiales se representa en un diagrama de flujo lo que nos permite visualizar las operaciones, su secuencia y los responsables.

#### **4.2. Identificación de tipos de riesgos:**

##### **4.2.1. Riesgos Físicos:**

Nivel de ruido elevado en el área de producción y envasado, iluminación deficiente en el área de envasado, exposición a vibraciones por maquinaria.

##### **4.2.2. Riesgos Químicos:**

Inhalación de polvo de yeso, cal y otros aditivos que contienen sílice cristalina respirable, contacto dérmico con sustancias irritantes.

##### **4.2.3. Riesgos Biológicos:**

Si hay acumulación de residuos contaminados, elementos de limpieza sucios o desechos húmedos en áreas cerradas, puede producirse el crecimiento de hongos o moho.

Si no se tiene un control de plagas adecuado, podrían presentarse vectores biológicos como mosquitos o roedores, que pueden ser potenciales portadores de virus o bacterias.

#### ***4.2.4. Riesgos Ergonómicos:***

Posturas forzadas al cargar sacos o tal trabajar en la línea de envasado de pie por 4 horas, movimientos repetitivos en tareas manuales, levantamiento y transporte manual de cargas pesadas que pueden causar lesiones musculoesqueléticas.

#### ***4.2.5. Riesgos Mecánicos:***

Atrapamiento o cizallamiento por partes móviles de la mezcladora #1 y potencial de la #2 que está en desarrollo sin guardas de seguridad adecuadas, golpes por caída de objetos.

-Riesgos Eléctricos:

Mantenimiento deficiente de instalaciones eléctricas y equipos.

-Riesgos de Incendio y Explosión:

Fuentes de ignición (equipos eléctricos).

-Riesgos Psicosociales:

Carga mental, estrés laboral, monotonía de tareas, falta de comunicación.

### **4.3. Análisis de la problemática y brechas del sistema de seguridad**

#### ***4.3.1 Análisis de la problemática actual:***

Mediante observación directa, entrevistas y revisión documental, se identificaron las siguientes problemáticas en el entorno laboral y la seguridad de los trabajadores:

- **Manipulación manual de cargas pesadas:**

Sacos de 40 kg, baldes de 20 kg y turriles de hasta 200 kg generan riesgo de sobrecarga lumbar, hernias y lesiones musculoesqueléticas.

- **Operación de la mezcladora industrial:**

Riesgo de atrapamiento por las paletas de movimiento axial, quemaduras por contacto con aceite térmico del sistema de enchaquetado, y descargas eléctricas si no existe un protocolo de bloqueo y etiquetado (LOTO).

- **Exposición a agentes químicos:**

Inhalación de polvos de cargas minerales durante el cargado.

Vapores y salpicaduras de aditivos alcalinos y solventes que pueden generar quemaduras, intoxicaciones y afecciones respiratorias.

Manejo de sustancias sin ventilación forzada suficiente.

- **Ausencia de planes de emergencia:**

No se cuenta con rutas de evacuación señalizadas, brigadas de emergencia ni simulacros, lo que aumenta la vulnerabilidad ante incendios, derrames o accidentes mayores.

- **Deficiencias en cultura preventiva:**

El uso de EPP se encuentra en etapa inicial, limitado a guantes, faja lumbar y mascarillas básicas.

No existen registros de capacitaciones ni de incidentes, lo que evidencia falta de control documental.

Estas condiciones afectan la seguridad física y salud ocupacional de los trabajadores, incrementan la posibilidad de accidentes incapacitantes y exponen a la empresa a sanciones legales por incumplimiento de normativa laboral y de seguridad.

El análisis de rendimiento busca cuantificar el impacto de los riesgos detectados en la producción de masa Dry Wall que se medirán con indicadores claves (KPIs) que comparen la situación actual con los objetivos post- implementación del Plan Integral.

#### ***4.3.2. Necesidades no cubiertas y áreas con potencial de mejora:***

Existen las siguientes necesidades críticas:

- **Protocolos formales de seguridad:**

Falta de procedimientos escritos para operación de mezcladora, manipulación de químicos y trabajo en altura.

- **Sistema de gestión documentado:**

Ausencia de registros de incidentes, capacitaciones y auditorías internas.

- **Infraestructura preventiva:**

Carencia de rutas de evacuación, señalización adecuada y extractores de aire.

- **Plan de emergencias y brigadas:**

Inexistencia de organización interna para atención a incendios, derrames químicos o primeros auxilios.

- **Capacitación periódica:**

Trabajadores con conocimientos limitados en ergonomía, manipulación de químicos, y protocolos de respuesta.

- **Cumplimiento normativo:**

Vacíos en relación con la Ley General del Trabajo, el Código de Seguridad y Salud Ocupacional (DS 16998) y la NTS 009/23.

#### **4.4. Formulación del diagnóstico final**

El proceso de producción de masa Dry Wall en Astrochem S.R.L. opera sin un plan formal de seguridad, lo que expone a los trabajadores a riesgos mecánicos, químicos y ergonómicos de riesgo.

Esta carencia impacta negativamente en la salud laboral, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad de la empresa.

#### **Áreas críticas identificadas:**

Manipulación manual de cargas y ergonomía.

Operación de mezcladora industrial sin LOTO.

Exposición a polvos y vapores químicos sin ventilación adecuada.

Ausencia de planes de emergencia y señalización.

Déficit en capacitación y cultura preventiva.

#### **4.5. Monitoreos realizados**

##### ***4.5.1. Monitoreo: Temperatura y carga térmica:***

Área: Módulo de producción.

Responsables: Líder de producción, Encargado de mantenimiento, Encargado de HSMA.

Periodo del muestreo: Junio-septiembre de 2025(Datos por producción)

- **Método:**

Medición con termómetro digital y sonda de control registrado en planilla diaria

Frecuencia: 2 tomas por turno (producción, envasado)

Condiciones: Operación normal, portón principal abierto, maquinaria activa

- **Objetivo:**

Registrar las condiciones de temperatura en las áreas de trabajo con el fin de verificar que se mantengan dentro de rangos adecuados para el confort y seguridad de los operarios, así como para la correcta conservación de materias primas y productos terminados.

- **Datos recolectados:**

**Tabla 5.-** Monitoreo de temperatura meses junio-septiembre del 2025.

MES	TEMPERATURA AMBIENTAL			TEMPERATURA EN MODULO		
	MINIMA	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	MEDIA
JUNIO	13.00	34.00	24.50	18.00	36.00	27.00
JULIO	16.00	30.00	21.60	19.00	32.00	24.60
AGOSTO	24.00	34.00	29.80	25.00	36.00	32.00
SEPTIEMBRE	29.00p	34.00	30.87	31.00	36.00	33.50

**Nota:** Los registros muestran que el módulo de producción se calienta respecto al ambiente con medias que en agosto y septiembre superan los 32–33 °C. **Fuente:** Elaboración propia.

- **Límites o valores permitidos:**

Según ISO 7243, el rango recomendable para actividades moderadas debe mantenerse  $\leq 30$  °C para evitar fatiga térmica.

- **Análisis:**

-En agosto y septiembre se superó el límite establecido por más de 2–3 °C, este aumento es coherente con el proceso de producción dado que por la cizalla continua de la masa y la acumulación térmica en el galpón se genera un incremento progresivo de temperatura

-Cuando la media del módulo supera 30 °C aumenta la probabilidad de fatiga, pérdida de concentración y riesgo de errores lo que puede generar producto no conforme en operaciones manuales e intensas.

-El pico térmico (12:00–15:00) puede coincidir con actividades de mayor carga física

- **Conclusiones:**

- En 2 de 4 meses (50%) el módulo tuvo medias  $>30$  °C (agosto y septiembre).
- Las horas pico de temperatura en el área van de las 12 am a las 3 pm espacio que coincide con el almuerzo
- El módulo presenta ventilación insuficiente.

- **Recomendaciones:**

- Corto plazo:**

- Implementar un extractor de aire y repetir la toma de datos (sugerir ubicación).

Responsable: Encargado de mantenimiento/ Encargado de HSMA

- Procurar programar operaciones de mayor esfuerzo físico en horas de menor acumulación térmica por posición solar.

Responsable: Líder de producción

Formalizar pausas de hidratación y pausas activas por producción con carácter obligatorio.

Responsable: Encargado de recursos humanos

- Largo plazo:**

Evaluar mejoras de aislamiento en el módulo.

Responsable: Dirección, Encargado de mantenimiento

- **Indicadores para seguimiento (KPIs):**

- % de producciones con media módulo  $>30$  °C (objetivo:  $<20\%$ ).
- N.º de eventos relacionados con calor por trimestre (objetivo: 0).
- Horas de funcionamiento del extractor por producción (objetivo: extractor activo durante 100% de cargas).

- **Acciones correctivas y preventivas:**

- Medidas administrativas documentadas como: pausas activas, hidratación, rotación de trabajo a implementar.
- Capacitar a la operación en signos de estrés por calor.
- Instalación de un extractor que generara ventilación cruzada por su ubicación y reduce el polvo mejorando sensación ambiental.

#### 4.5.2. Monitoreo: Ruido ocupacional:

Áreas: Producción, Envasado, Laboratorio, Almacenes.

Responsable: Encargado de HSMA / Líder de Producción.

Periodo del muestreo: junio de 2025.

- **Método:**

Mediciones puntuales con sonómetro calibrado durante la operación normal con registro de picos sonoros y condiciones (distancia a fuente, tiempo de exposición).

Frecuencia: muestreo inicial y repeticiones de verificación.

- **Objetivo:**

Evaluar los niveles de ruido presentes en las distintas áreas de trabajo de la planta para identificar posibles focos de exposición sonora que puedan afectar la salud auditiva del personal y determinar la necesidad de implementar medidas de control o protección.

- **Datos recolectados:**

-Pico de sonido en uso de mezcladora manual: 55 decibelios

**Figura 15.-** Datos recolectados por sonómetro.



**Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

**-Pico de sonido en uso de motor #1 (Mezcladora):38 decibelios**

**Figura 16.- Datos recolectados por sonómetro.**



**Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

**-Pico de sonido en uso de motor 2 (Tornillo sin fin de envasado):42 decibelios  
(luego de trabajos de corrección)**

**Figura 17.- Datos recolectados por sonómetro.**



**Nota:** Se realizaron trabajos de corrección debido al rozamiento del tornillo de dosificación de la masera que generaba desgaste, posible contaminación a la masa, reducción de la eficiencia y riesgo para la operación durante trabajos de envasado. **Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

**-Pico de sonido en tiempo de trabajos de vecinos:51 decibelios**

**Figura 18.- Datos recolectados por sonómetro.**



**Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

- **Limites:**

Para este monitoreo se considera como referencia práctica un valor máximo de 85 dB(A) para exposiciones laborales prolongadas durante la jornada laboral.

Este nivel se utiliza como umbral de acción donde se deben aplicar medidas preventivas para proteger la salud auditiva de los trabajadores.

- **Análisis:**

-Los valores registrados están dentro de rangos bajos y no representan riesgo auditivo inmediato

-Las mediciones se realizaron en igualdad de condiciones durante los procesos productivos y registrados debidamente en las planillas de control internas.

- Se documentó una corrección mecánica en el tornillo sin fin que redujo el ruido (medición: reducción a 42 dB).

- **Recomendaciones:**

**Corto plazo:**

Establecer uso obligatorio de protectores auditivos en operaciones con maquinaria (ya aplicado como medida inmediata).

Programar muestreos anuales/semestral y muestreos posteriores a cada intervención mecánica.

**Largo plazo:**

Mantener registro de acciones de mantenimiento que modifiquen niveles sonoros.

**4.5.3. Monitoreo: Uso y control de Epps:**

Áreas: Producción, Envasado, Laboratorio, Almacenes.

Responsable: Encargado de HSMA / Líder de Producción.

Periodo de observación: Febrero-marzo de 2025.

**Método:**

Inspecciones visuales semanales, Checklist diario propuesto en la siguiente Tabla.

**Tabla 6.- Checklist diario.**

<b>CHECKLIST DIARIO DE EPPS</b>		
Fecha:		
Turno:		
Área:		
Trabajador:		
<b>EPP</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>
Botas:		
Ropa de seguridad:		
Guantes:		
Lentes:		
Mascarilla:		
Protector auditivo:		
Faja lumbar:		
<b>OBSERVACIONES:</b>		
Responsable:		
Firma:		

**Fuente:** Elaboración propia.

Revisión de stock y calidad de EPP, registro fotográfico de evidencias y planillas.

- **Objetivo:**

Verificar que el personal use correctamente los EPP asignados y revisar el estado y disponibilidad de los equipos para asegurar que protejan frente a los riesgos de cada puesto.

- **Referencias:**

Objetivo operativo: 100% de uso obligatorio de EPP requerido por puesto y mantenimiento de stock  $\geq 100\%$  del mínimo establecido.

- **Estado real registrado:**

- No se cuenta con un sistema formal de monitoreo del uso de EPP
- No se cuenta con protección auditiva
- No se cuenta con apoyo lumbar
- Los operadores no utilizan botas de seguridad
- No se cuenta con protocolos de seguridad redactados
- Existen guantes con desgaste físico visible.
- No se cuenta con inducciones más refuerzo práctico
- No se cuenta con un stock de EPPs de emergencia.

- **Método de monitoreo aplicado:**

-Inspecciones visuales semanales en planta: control directo por encargado de HSMA y seguimiento del líder de producción.

- **Conclusiones:**

- Se debe garantizar la provisión, uso y reposición de los EPP.
- Generar los recursos educativos para las inducciones a la operación en seguridad y comunicarlos constantemente.
- Reforzar el seguimiento del uso correcto de EPPs por parte de la operación-Se debe realizar un seguimiento del estado de EPPs para su adecuada reposición
- Incorporar señalización visible en áreas de trabajo donde sea obligatorio el uso de EPPs.

- **Acciones correctivas y preventivas:**

- Tras las mediciones con sonómetro se dotó de protectores auditivos y su uso se volvió obligatorio en operación de maquinaria y trabajos ruidosos como prevención.
- Se entregaron y se exige el uso de faja lumbar para todas las operaciones de carga, así como también es necesario usar el carro de carga o transpaleta en su defecto para movilizar cualquier carga superior a 20 kg.

-Se implementó mascarilla facial para manipulación de químicos y mascarilla contra polvo de media cara serie 7502(FFP2) obligatoria en manipulación de cargas minerales o materia prima en polvo.

Estas medidas están documentadas en las inducciones y en manuales internos de funciones.

-Se debe reforzar inspecciones diarias por encargado de HSMA y registro en planilla (ficha sugerida a continuación)

- **Recomendaciones:**

- Corto plazo:**

-Implementar Checklist diario obligatorio (ya propuesto). Registrar y archivar planillas.

-Reposición inmediata de guantes desgastados y botas para operadores sin equipo.

- Mediano plazo:**

-Auditoría trimestral de cumplimiento y almacenamiento de EPP.

-Incluir verificación de EPP en inducciones y evaluaciones de desempeño(adjuntada a continuación).

-Se debe contar con stock de reposición de EPP según cantidad de trabajadores

- **KPIs propuestos:**

-% de cumplimiento de uso correcto (objetivo  $\geq 95\%$ ).

-N.º de NC por EPP por mes (objetivo 0).

-% de EPP en stock vs stock mínimo (objetivo 100%).

#### **4.5.4. Monitoreo: Orden, limpieza y señalización:**

Áreas: Toda la planta.

Responsable: Líder de producción / Encargado de HSMA.

Periodo de observación: Febrero-marzo de 2025.

- **Método:**

Inspecciones de planta, registros fotográficos antes/después, plan de limpieza(Tabla 7).

Frecuencia: inspecciones diarias/semana según actividad.

- **Objetivo:**

Evaluar el cumplimiento de orden y limpieza en las áreas de trabajo y comprobar que la señalización de seguridad esté visible y adecuada para reducir riesgos y facilitar la operación segura.

- **Estado real registrado:**

-No se cuenta con áreas delimitadas.

-No se tiene manuales internos de ningún tipo y al tenerlos los mismos deben contar con lineamientos de 5s.

-No se cuenta con un plan formal de limpieza.

- **Referencias:**

Estándar 5S: diseño y mantenimiento de áreas, disponibilidad de herramientas, limpieza diaria y control visual.

- **Acciones y mejoras propuestas:**

-Delimitar áreas de trabajo según lay out propuesto.

-Utilizar un panel de herramientas donde los EPPs, herramientas de limpieza, mantenimiento y envasado sean de fácil acceso visual y se mantengan en su sitio designado.

-Designar responsables por turno

-Realizar registro fotográfico constante del antes y después de las operaciones

-Fijar como punto de evaluación en reuniones generales mensuales.

-Generar un plan de limpieza con las acciones necesarias citadas (levantamiento de acciones a continuación).

*Tabla 7.- Recabado de acciones de limpieza necesarias.*

AREA O ELEMENTO	TRABAJO	DESCRIPCION	FRECUENCIA	PRIORIDAD
Módulo de producción	Barrer	Motor, orillas de las tapas, laterales del tanque, soportes, piso, gradas, barandas, túnel del tornillo, tubo alivio	Cada producción	Alta
Escritorio y estantería	Limpiar con trapo	Orden y limpieza	Diario	Alta
Mesón y repisas	Limpiar con trapo	Orden y limpieza	Diario	Alta
Pallets producto terminado	Barrer	Retirado del polvo y lo que sea necesario	Diario	Alta
Baldes en general	Limpiar	Paleteo y limpieza con la esponja	Cada producción	Alta
Baldes de pesaje	Limpieza profunda	Raspado por dentro y fuera y limpieza total	2 veces al mes	Media
Lavandería	Limpieza general	Barrido, trapeado del piso y limpieza de la bacha	Diario	Alta
Balanza	Limpieza general	Desempolvar y limpiar superficies con trapo	Diario	Alta
Mezcladora manual	Limpieza general	Retirado de excesos con paleta, limpieza con esponja, y limpiado con trapo de todo el cuerpo	Diario	Alta
Hidro lavadora	Limpieza general	limpiado con trapo de todo el cuerpo	Semanalmente	Media
Válvula de envasado	Limpieza general (CIP)	Limpieza interior, rosca y manija	Cada producción	Alta
Válvula de envasado	Limpieza profunda (COP)	Desmontado, eliminación de posibles residuos y limpieza	2 veces al mes	Media
Guantes de goma	Lavado general		Cada producción	Alta

Guantes de corte	Lavado general		1 a 2 veces al mes	Media
Pilares y techo	Limpieza general	Quitar las telarañas y pasarle un trapo		Media
Tanques IBC y Pallet de cajas	Limpieza general	Barrido y soplado	2 veces al mes	Media
Turrones y bidones	Limpieza general	Desempolvar y pasarle un trapo	1 vez a la semana	Media
Desagües	Limpieza general	Raspado y limpieza	Mensualmente	Media
Repisas de insumos	Limpieza general	Retirará las cosas, quitar el polvo y pasarle un trapo húmedo	Dos veces al mes	Alta
Piso	Limpieza general	Barrido y trapeado de estación de envasado y lavandería	Cada producción	Alta
EPP	Limpieza general	Limpieza de lentes, y mascarar	Semanalmente	Alta
Paredes del módulo de producción	Limpieza general	Desempolvado y pasado de trapo húmedo	Mensualmente	Media

*Fuente: Elaboración propia.*

- **Conclusiones**

- La delimitación y el marcado de áreas con pintura epoxica en el módulo de producción y playa de producto terminado permiten tener un mejor control de la limpieza.
- Panel de herramientas implementado para orden y trazabilidad de herramientas.
- Plan de limpieza semanal y rotaciones asignadas a operadores.

- **Recomendaciones:**

- Implementar auditoría 5S mensual (Checklist estandarizado).
- Mantener registro fotográfico y tabla de seguimiento de acciones.
- Definir indicadores de cumplimiento 5S y sanciones/reconocimientos.

- **KPIs:**

- % de cumplimiento 5S por área (objetivo  $\geq 90\%$ ).
- N.º de observaciones/acciones correctivas por mes (objetivo  $< 5$ ).
- N.º de herramientas fuera de sitio (objetivo 0).

#### **4.5.5. Monitoreo: Gestión de residuos:**

Áreas: Planta y exteriores.

Responsable: Encargado de Almacén / Encargado de HSMA.

Periodo de observación: Febrero-marzo de 2025.

- **Método:**

Revisión visual de puntos de acopio, verificación de segregación, listado de tipos de residuos y rutas de recolección.

- **Objetivo:**

Revisar la segregación, almacenamiento temporal y manejo de residuos en planta para asegurar que se realice conforme a las normas internas y minimizar impactos en seguridad y medio ambiente.

- **Estado inicial y cambios implementados:**

-No se cuenta con gestión estructurada de residuos.

- **Referencias:**

-Manejo conforme a normativa interna y buenas prácticas ambientales basado en la segregación en origen y el almacenamiento temporal seguro).

-Implementaciones que mejoran almacenamiento temporal y orden, se necesita formalizar cronograma de recolección y registro de volúmenes de residuos.

- **Conclusiones:**

Mejora en orden y cultura, falta registro periódico de volúmenes y contrato o convenio de recolección externa.

- **Recomendaciones:**

-Establecer plan anual de manejo de residuos con registros mensuales de volúmenes por tipo.

-Señalización clara y fichas de residuos peligrosos si existiesen a futuro

-Formalizar convenios con gestor autorizado para recolección.

- **KPIs:**

- % de residuos segregados correctamente (objetivo  $\geq 95\%$ ).

- Volumen (kg) de residuos por tipo por mes.

- N.º de incumplimientos de acopio/segregación (objetivo 0).

- **Acciones y mejoras propuestas:**

- Separación interna de residuos en celulosa y plástico

- Punto de acopio fuera de planta para posterior recolección con los siguientes componentes:

- Punto de acopio exterior con IBC para bolsas anteriormente mencionadas

- Designación de rejilla para sacos,

- Designación de pallet para varios en sacos: metales, cartón y madera.

- Capacitación práctica sobre clasificación de residuos

- **Conclusiones:**

- La separación y acopio optimizan el espacio de almacenamiento de residuos , facilitan su posterior recolección y mejoran el orden general en planta.

- La correcta designación de áreas para el almacenamiento temporal de los mismos mejora el ambiente laboral

- Se observa una mejora en la cultura organizacional al estimular a los trabajadores a trabajar orientados al orden y la limpieza de áreas.

#### ***4.5.6. Monitoreo: Iluminación en planta:***

Fecha de monitoreo final: 30/10/2025.

Responsable: Líder de Producción/ Encargado de HSMA.

Instrumento utilizado: Luxómetro digital (calibrado).

Unidad de medida: Lux (lx).

Condiciones ambientales: Jornada diurna, iluminación artificial y natural combinada.

- **Objetivo:**

Evaluar los niveles de iluminación en las áreas operativas y administrativas de la planta Astrochem para verificar el cumplimiento de condiciones para el desempeño seguro y eficiente de las labores y valorar la efectividad de las mejoras en el área de envasado.

**Datos recolectados:****Figura 19.-** Datos recolectados por luxómetro.

<b>320 LUX</b> oficina de administración	30/10/25	10:38
<b>965 LUX</b> laboratorio de control de calidad	30/10/25	10:38
<b>394 LUX</b> almacén de herramientas	30/10/25	10:35
<b>471 LUX</b> área de limpieza	30/10/25	10:35
<b>748 LUX</b> módulo de producción pintura	30/10/25	10:35
<b>1188 LUX</b> área de envasado iluminada +apoyo	30/10/25	10:34
<b>681 LUX</b> área de envasado iluminada	30/10/25	10:32
<b>366 LUX</b> área de envasado	30/10/25	10:32

**Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

**Figura 20.-** Datos recolectados por luxómetro.

<b>681 LUX</b> área de envasado iluminada	30/10/25	10:32
<b>366 LUX</b> área de envasado	30/10/25	10:32
<b>557 LUX</b> módulo de producción	30/10/25	10:31
<b>441 LUX</b> escritorio de trabajo en planta	30/10/25	10:30
<b>559 LUX</b> almacén de materias primas	30/10/25	10:30
<b>1080 LUX</b> playa de productos terminados	30/10/25	10:30
<b>665 LUX</b> almacén de cargas minerales	30/10/25	10:29
<b>22019 LUX</b> luz ambiental fuera de planta	30/10/25	10:29

**Fuente:** Elaboración propia extraída del visor de datos exportable.

- **Referencias:**

Recomendación práctica:  $\geq 700$  lux en áreas críticas (envasado, laboratorio, control de calidad). Sustituir luminarias si  $< 450$  lux en áreas operativas.

- **Análisis:**

-El promedio general de iluminación en interiores fue de  $\approx 649$  lux, con un rango entre 320 y 1,188 lux.

-Las áreas con mejor iluminación son:

Área de envasado (con apoyo adicional) = 1,188 lux

Playa de productos terminados = 1,080 lux (cercana al ingreso)

Laboratorio de control de calidad = 965 lux

-Las áreas con iluminación insuficiente son:

Oficina de administración (320 lux)

Almacén de herramientas (394 lux)

Escritorio de trabajo en planta (441 lux)

- **Evolución del área de envasado:**

**Tabla 8.-** Comparativa de mejora en iluminación en área de envasado.

DESCRIPCION	VALOR (LUX)	VARIACION AL ANTERIOR(%)	MEJORA ACUMULADA(%)
Antes de mejora	366	-	-
Con iluminación instalada	681	+86	+86
Con apoyo adicional	1188	+74	+160

**Fuente:** Elaboración propia.

-La mejora implementada elevó los niveles de iluminación en el área de envasado a valores óptimos para tareas de precisión y control visual, superando los 1,000 lux recomendados para operaciones de envasado, etiquetado y control de calidad.

- **Conclusiones:**

- La iluminación general de planta se encuentra en rangos aceptables para tareas industriales estándar, con valores promedio superiores a 500 lux.

- El área de envasado mejoró de manera significativa tras la intervención, alcanzando niveles que favorecen la precisión y reducen la fatiga visual.

-Se identificaron áreas con déficit lumínico (oficina, almacén de herramientas, escritorio de planta) que deben ser priorizadas en el próximo plan de mejora.

-Los valores más altos de iluminación corresponden a zonas con acceso a luz natural o refuerzo LED, lo que demuestra la importancia del mantenimiento y ubicación estratégica de las luminarias.

- **Recomendaciones:**

-Mantener los niveles de  $\geq 700$  lux en áreas críticas (envasado, laboratorio, control de calidad).

-Sustituir luminarias en áreas con valores  $< 450$  lux.

-Programar un monitoreo semestral de iluminación, incluyendo verificaciones nocturnas si se realizan turnos.

-Evaluar la uniformidad de la luz y el control de deslumbramiento en las zonas donde se superan los 1,000 lux.

- **KPIs:**

-% de áreas críticas con iluminación  $\geq 700$  lux (objetivo 100%).

-N.º de luminarias reemplazadas por semestre.

#### **4.5.7. Monitoreo: Ergonomía:**

Área: Módulo de producción.

Responsables: Encargado de HSMA, Líder de Producción, Encargado de RRHH.

Periodo de muestreo: noviembre de 2025.

- **Método:**

Para este monitoreo ergonómico se utilizaron tres herramientas principales:

-**Evaluación RULA:** para analizar posturas de cuello, tronco y extremidades superiores en tareas críticas(**Ver Anexo 13**).

-**Evaluación REBA:** para revisar posturas globales del cuerpo durante movimientos de carga y manipulación repetitiva(**Ver Anexo 14**).

Estas evaluaciones emplearon las siguientes tareas identificadas:

**Tabla 9.- Tareas observadas por ergonomía.**

<b>TAREA</b>	<b>ACCION</b>
Tarea 1 – Descarga y carga de sacos	Sub tarea 1: Descarga del camión hacia pallet en almacén de carga mineral
	Sub tarea 2: Preparación de materias primas según fórmula en pallet
	Sub tarea 3: Subida de sacos por escaleras tipo gato hacia módulo de producción
	Sub tarea 4: Colocación de sacos alrededor de la mezcladora
	Sub tarea 5: Vaciado / volcado en mezcladora
Tarea 2 – Manipulación de baldes de mezcla (15–25 kg)	Levantamiento, transporte y vaciado de baldes con mezcla, peso 15–25 kg.
Paletado de masa sobrante en mezcladora (raspado y paletado, lote 1600 kg, alta viscosidad)	Raspado de bordes internos de mezcladora y paletado final de masa adherida, material pesado y viscoso.
Tarea 4 – Envasado manual de masa Dry Wall	Colocación de masa en envases, sellado y acomodado de bolsas para despacho.
Tarea 5 – Pesaje y verificación de producto	Medición de peso de producto en balanzas y registro de datos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **-Registro ergonómico complementario**

Este incluyó:

Registro de cargas (peso máximo manipulado, frecuencia) y tiempos de exposición.

Checklist ergonómico: uso de apoyo lumbar, frecuencia de pausas activas, uso de carros >20 kg /transpaleta para cargas >300 kg.

Encuesta de molestias musculoesqueléticas (Nordic Musculoskeletal Questionnaire simplificado) enfocada en espalda baja, cuello, hombros y miembros superiores.

- **Observaciones iniciales:**

-No existe apoyo lumbar disponible inicialmente (posteriormente se entregó faja lumbar obligatoria para tareas de levantamiento de carga).

-Se exige uso de carros >20 kg /transpaleta para cargas >300 kg.

- Las operaciones manuales (carga de sacos, vertido en mezcladora, manipulación de baldes, pesaje, sellado) presentan posturas forzadas, flexión lumbar repetida y movimientos de brazos por encima del nivel del hombro.

-No hay evidencia numérica de RULA/REBA porque no se realizó la evaluación formal en los datos aportados.

- **Referencias:**

-Límite operativo: evitar manipulaciones manuales repetitivas y cargas sin ayuda mecánica.

- Promover pausas activas y rotación de tareas repetitivas.

-Evaluaciones RULA/REBA en zonas de acción

#### ***4.5.7.1. Análisis cualitativo:***

La evaluación ergonómica realizada en el módulo de producción confirma la existencia de riesgos ergonómicos en las actividades de producción.

#### **Los hallazgos principales son:**

**-Manipulación manual de cargas pesadas:** múltiples tareas implican manipulación directa de sacos y baldes entre 15 y 40 kg por encima de los límites recomendados para manejo repetitivo sin ayudas mecánicas.

-Flexión lumbar repetida en las tareas de raspado, vaciado y acomodado con posturas de tronco en flexión y torsión sostenida, aumentando la carga sobre la columna lumbar.

**-Movimientos repetitivos de miembros superiores:** los brazos, antebrazos y muñecas realizan acciones continuas, generando riesgo de trastornos musculoesqueléticos por sobreuso a largo plazo.

**-Posturas estáticas prolongadas:** las actividades de envasado requieren mantener el torso en posiciones fijas por periodos que favorecen la fatiga.

**-Validación cuantitativa:** las evaluaciones RULA y REBA aplicadas muestran puntuaciones en rangos: Alto y Muy Alto, lo que confirma notifica la alta necesidad de intervención.

**-Medidas parciales vigentes:** existen controles implementados parcialmente (uso de faja lumbar, carros/transpaletas, protectores auditivos), pero son insuficientes para mitigar los riesgos identificados.

Existe una exposición significativa a factores de riesgo musculoesquelético que requieren priorización de acciones.

#### 4.5.7.2. Resultados cuantitativos RULA y REBA:

**Tabla 10.- Resumen del Monitoreo de Ergonomía (Diagnóstico inicial).**

EVIDENCIA	LÍMITE / BUENAS PRÁCTICAS	RESULTADO INICIAL	CUMPLE
Evaluación RULA/REBA (tareas críticas)	RULA/REBA puntuación en zona segura o mitigado	Realizadas (resultados: RULA mayormente 7, REBA entre 6–13)	No
Uso de faja lumbar en tareas de carga	Complementaria a técnicas correctas	Entregada y exigida	Parcial
Uso de carro / transpaleta para cargas >20 kg	100% uso para cargas >20 kg	Política implementada, pero con excepciones (escalera/manual)	Parcial
Encuesta de molestias musculoesqueléticas	<10% reportes significativos	No consolidada	No
Preparación de estaciones de trabajo ergonómicas	Estación ergonómica	No consolidada totalmente	En proceso

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.7.3. Conclusiones del monitoreo ergonómico

Actualmente se identifican riesgos ergonómicos en varias tareas manuales del módulo de producción, se han implementado medidas parciales como la faja lumbar, política de uso de carro para cargas >20 kg, transpaleta para cargas >300 kg que no son suficientes para eliminar los riesgos.

Las puntuaciones REBA y RULA indican niveles de riesgo alto y Muy Alto que exigen acciones inmediatas en ciertas sub tareas (descarga, preparación, subida por escaleras, volcado y paleteo de masa viscosa).

si no se actúa adecuadamente el impacto puede ser el aumento de incidentes musculoesqueléticos, ausentismo, pérdida de productividad y costos asociados a reparación de equipos y sanciones regulatorias.

#### ***4.5.7.4. Recomendaciones***

##### ***4.5.7.4.1. Recomendaciones inmediatas (0–30 días)***

- Priorizar intervenciones en tareas con  $REBA \geq 10$  y  $RULA = 7$ .
- Prohibir la manipulación unipersonal de cargas  $>20$  kg en escalera, establecer procedimiento de equipo o asistencia mecánica
- Implementar pausas activas y rotación de puestos cada 60–90 minutos en tareas repetitivas y registrar su cumplimiento.
- Controlar el uso de faja lumbar, documentar su uso con técnica correcta

##### ***4.5.7.4.2. Recomendaciones técnicas / de ingeniería (prioridad alta)***

- Mejorar el transporte vertical con una cinta transportadora de cargas entre almacén y módulo de producción reemplazando la subida manual por escalera tipo gato o mecanizarla con una cinta transportadora de dosificación.
- Rediseñar las estaciones de trabajo con una mesa tipo línea de producción con balanza integrada en el área de envasado eliminando traslados innecesarios entre mesa y balanza.
- Mantener el lay out optimizado con pallets de preparación lo más cerca posible del módulo para minimizar transporte manual y giros.

##### ***4.5.7.4.3. Recomendaciones de formación y organización (prioridad media)***

- Capacitación en levantamiento y empuje seguro, ergonomía básica, uso de ayudas mecánicas y protocolos de trabajo en equipo.
- Formación en pausas activas (frecuencia) y ergonomía aplicada al puesto.

-Registro y control de EPPs (uso correcto de faja lumbar, guantes, calzado) y auditorías diarias por HSMA.

#### ***4.5.7.4.4. Recomendaciones administrativas y preventivas***

-Protocolizar inspecciones ergonómicas periódicas (RULA/REBA semestrales) y registrar mejoras implementadas.

-Planificar compras y priorizar presupuesto para inversiones ergonómicas , elevadores, mesas tipo línea de producción, etc.).

-Registrar incidentes y molestias musculoesqueléticas mediante encuesta simplificada para priorizar intervenciones.

#### ***4.5.8. Matriz IPERC (Identificación de Peligros, Riesgos y Controles)***

La matriz IPERC registra los riesgos ergonómicos identificados en el módulo de producción, evaluando su probabilidad, severidad y controles a la fecha.

Esta herramienta ayuda a la priorización de acciones correctivas y preventivas, con un enfoque organizado y efectivo en la mitigación de riesgos musculoesqueléticos.

Se usa para registrar de manera clara cada tarea, con el riesgo asociado, la evaluación cuantitativa y las medidas de control implementadas donde las áreas requieren intervención inmediata.

#### **Beneficios:**

-Identificación y clasificación de los riesgos ergonómicos por prioridad.

-Visualización rápida de tareas críticas y niveles de exposición.

-Base documental para planificar mejoras técnicas, organizacionales y formativas.

Figura 21.- Matriz IPERC.

Área	Actividad	Peligro Identificado	Consecuencia o riesgo	Tipo de Peligro	Evaluación de riesgo impacto			Control Existente	Control Propuesto / Mejora	Probabilidad	Severidad	Riesgo residual	Riesgo	Nivel	Responsable
					Probabilidad	Severidad	Riesgo								
Producción	Cargado manual de carga mineral	Inhalación de polvo, sobreesfuerzo físico	Afecciones respiratorias, fatiga física, lesiones musculares	Químico / Ergonómico	3	4	12	Uso de mascarilla, guantes, faja lumbar	Extractor de aire, rotación de tareas-pausas activas documentadas	2	3	6	Medio	Líder de producción / Líder de HSMA	
	Compañía de baldes de cemento	Derrame, esfuerzo excesivo, contacto con químicos	Derrames, contacto con piel, lesiones por peso excesivo	Físico / Químico / Ergonómico	4	3	12	Uso de transportes, casco, guantes de nitrilo y faja lumbar	Uso de montacargas	2	3	6	Medio	Líder de producción / Líder de HSMA	
	Mantenimiento de base de solventes	Inhalación de vapores y sustancias acuosas	Quemaduras, irritación respiratoria, intoxicación	Químico	3	4	12	Uso de mascarilla, guantes, ropa adecuada de trabajo	Ventilación forzada, cajas MSDS, verbales capacitación en lectura de FDS (MSDS) y señalización del área con pictogramas GHS	2	3	6	Medio	Líder de departamento técnico / Líder de HSMA	
	Vertido de materia prima	Derrames que generan caldas o contaminación	Resbalones, contaminación del ambiente, intoxicación	Químico / Ambiental	3	3	9	Demarcación de áreas con coberturas epoxicas y prohibición de limpieza	Cubetas secundarias, protocolo de respuesta rápida	2	2	4	Bajo	Encargado de planta / Líder de HSMA	
	Operación con mezcladora	Atrampamiento con paletas o engranajes	Amputación, lesiones	Físico/mecánico	3	5	15	Capacitaciones y botón de parada de emergencia	Capacitaciones en seguridad, bloqueo y etiquetado (LOTO)	1	5	5	Medio	Líder de Producción / Líder de Mantenimiento	
	Transporte interno con transportista	Golpes o atrapados entre personal y carga	Fracturas, caldas de carga	Físico	2	4	8	Señalización de áreas	Delimitación de sendas e indicación de maniobras seguras - espejos convexos	1	3	3	Bajo	Líder de Producción / Líder de HSMA	
	Operación con mezcladora Manual	Exposición a ruido y vibración	mitigado con lentes y auriculares	Físico/mecánico	3	4	12	Capacitación general	Rotación de paletas, limitación tiempo exposición, EPP, protectores auditivos y programas de audimetría	1	3	3	Bajo	Líder HSMA / Líder de Producción	
	Reparación de motor / reductor de máquina	Contacto eléctrico	Electrocución	Eléctrico	3	5	15	Uso cables de guantes eléctricos y comprobación de ausencia de tensión con Aislamiento cuando se realizan operaciones en altura	Procedimiento LOTO, señalización y bloqueo de partes	1	5	5	Medio	Encargado de mantenimiento	
	Mantenimiento	Trabajo en altura	Caida a distinto nivel	Lesión media	Localivo	2	5	10	Uso de lina de vida, capacitación riesgo en altura	Área, lina de vida, capacitación riesgo en altura	1	4	4	Bajo	Encargado de mantenimiento / Líder de HSMA
		Limpieza de maleza en predio costante a planta	veceros	Resbalos, contacto con insectos, mordeduras de serpientes (vectores biológicos)	Biológico / Ambiental	2	3	6	Uso de guantes y botas de seguridad	Programa de desmalezado periódico, limpieza preventiva, capacitación en primeros auxilios ante picaduras	1	2	2	Bajo	Encargado de mantenimiento
Almacén	Caja y paletas de materia prima en sacos de 40 kg, bultos de 60 kg	Sobreesfuerzo físico	Lumbalgias y posibles hernias	Ergonómico	3	4	12	Uso de faja lumbar, guantes y capacitación en posturas de carga	Adquirir un montacargas para carga y descarga, capacitación ergonomía	2	3	6	Medio	Líder de Almacén / Líder de HSMA	
	Manejaje de tufiles de 200 kg	Golpes / atrampamiento	Fracturas, contusiones	Mecánico	3	4	12	Uso de guantes, botas, transportes, faja lumbar	Adquirir un montacargas y capacitar a la operación en su uso	2	3	6	Medio	Líder de Almacén / Líder de HSMA	
	Manipulación de volúmenes dentro de la planta	Cortes o aplastamientos con bloques o tambores	Cortes, quemaduras	Físico / Ergonómico	3	3	9	Uso de guantes, botas, transportes, faja lumbar, guantes y capacitación en posturas de carga	Revisión técnica de tambores y superficies	2	2	4	Bajo	Líder de producción / Líder de HSMA	
Laboratorio	Despacho manual de cajas	Cortes o aplastamientos con bloques o tambores	Fracturas, caldas de carga, lesiones de espalda	Ergonómico / Físico	3	3	9	Uso de faja, guantes y botas de seguridad	Adquirir un montacargas y capacitar a la operación en su uso	2	2	4	Bajo	Líder de Almacén / Líder de HSMA	
	Control de calidad en laboratorio	Exposición con reactivos	Inhalación, quemaduras químicas	Químico	2	4	8	Guantes, mascarilla de gases, lentes y bata de laboratorio	Procedimiento estandarizado de manipulación	1	3	3	Bajo	Líder del departamento técnico / Líder de HSMA	
Exterior de planta	Manipulación de vidrieras	Rotura accidental	Cortes / heridas	Mecánico	2	3	6	Guantes anticorte	Capacitación, vidrieras retráctiles, Disposición segura de vidrios rotos	1	2	2	Bajo	Líder de departamento técnico / Líder de HSMA	
	Limpieza exterior del predio y desmalezado	Riesgos biológicos por plagas y vectores (insectos, mordeduras de serpientes)	Resaca biológica por plagas y vectores (insectos, mordeduras de serpientes)	Biológico / Ambiental	3	3	9	Uso de guantes y botas de seguridad, ropa adecuada de trabajo	Programa periódico de limpieza exterior, plagas (limpación, control de trampas), eliminación de aguas estancadas, capacitación en primeros auxilios ante picaduras	1	2	2	Bajo	Personal de planta / Líder de HSMA	

Nota: a partir de observaciones de campo, evaluaciones y evidencia para la toma de decisiones y seguimiento de acciones correctivas. Fuente: Elaboración propia. **(impreso en doble carta)**

#### **4.6.9. KPIs**

- % de tareas críticas con RULA/REBA en rango aceptable (objetivo  $\geq 90\%$  tras intervención).
- N.º de incidentes / malestares musculoesqueléticos por trimestre (objetivo  $< 2$  por trabajador).
- % de cumplimiento de pausas activas y rotación (objetivo  $\geq 95\%$ ).
- % de cargas manipuladas con ayuda mecánica o en equipo (objetivo  $\geq 95\%$  para cargas  $>20$  kg).
- Tasa de cumplimiento de uso correcto de EPPs ergonómicos (objetivo  $\geq 98\%$ ).
- Tiempo medio hasta implementación de acción correctiva tras evaluación (objetivo  $\leq 90$  días para medidas técnicas).

#### **4.5.7.6. Observaciones del diagnóstico ergonómico**

##### **Observación final:**

Los resultados de RULA y REBA reflejan la realidad de las tareas realizadas: la manipulación de cargas pesadas, el trabajo en altura y las actividades con esfuerzo sostenido (como paleteo y raspado) presentan riesgo muy alto, por lo que requieren acciones técnicas inmediatas. Las tareas de envasado y pesaje muestran necesidad de mejoras ergonómicas y de organización, incluyendo rotación de puestos, pausas activas y estaciones de trabajo ajustables.

**CAPITULO V.**  
**PROPUESTA DEL**  
**PROYECTO**

## 5.1. Análisis de alternativa

- **Política de SST (propuesta)**

Astrochem S.R.L. se compromete a proteger la vida y la salud de su personal mediante la identificación, evaluación y control de los peligros presentes en el proceso de producción de masa Dry Wall.

La empresa implementará medidas de ingeniería, administrativas y de protección personal, capacitará y organizará al personal para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales, y garantizará el cumplimiento de la NTS-009/23, el D.S. 16998 y demás normativas aplicables.

- **Alcance**

Aplica a todas las actividades del proceso de producción de masa Dry Wall: recepción y manipulación de materias primas, pesaje y dosificación, operación de mezcladora, vertido, envasado, almacenamiento y despacho.

Incluye personal operativo, mantenimiento, y personal de apoyo.

- **Jerarquía de control del Plan**

En cada riesgo priorizado la intervención se propone siguiendo la jerarquía de controles anteriormente mencionada:

- Eliminación
- Sustitución
- Controles técnicos
- Controles administrativos
- EPPs

## 5.2. Métodos, herramientas y recursos del proyecto

### 5.2.1. Eliminación

En la planta de Astrochem S.R.L. se eliminaron las siguientes practicas identificadas que representaban exposición innecesaria a riesgos:

- Restringir el ingreso de personal ajeno al área de producción durante las operaciones de mezclado y envasado, evitando así la exposición a polvo,

vapores, ruidos y al movimiento de los equipos en funcionamiento. sin EPP y ni inducciones previas.

- Sugerencia de eliminación del contacto directo con polvo de materias primas con el vaciado manual de sacos de cargas minerales por un sistema de alimentación con cita transportadora sellado eliminando la dispersión de polvo y el riesgo respiratorio desde la fuente.
- Eliminación de acumulación de materiales en pasillos reorganizando el almacenamiento para eliminar obstrucciones que podían generar tropiezos o caídas eliminando un peligro físico latente.
- Control del área exterior de la planta ya que representa un entorno que puede generar riesgos biológicos y ambientales si no se controla adecuadamente, aunque no se trata de una zona de trabajo permanente el personal realiza tareas ocasionales de limpieza y mantenimiento, por lo que se deben aplicar medidas específicas para evitar incidentes y mantener condiciones seguras en todo el perímetro del predio.

Las principales acciones definidas para esta área son las siguientes:

-Programa de limpieza y desmalezado: se realizarán trabajos de limpieza del perímetro exterior y zonas verdes con el fin de eliminar maleza, residuos y posibles refugios de plagas o animales bimensualmente incorporándose al cronograma de trabajos definido por el líder de planta.

Esta actividad reducirá la presencia de insectos, roedores y otros vectores que puedan representar un riesgo para la salud del personal.

Estas acciones permitirán mantener un entorno más limpio, ordenado y libre de focos biológicos.

Protección personal: durante las tareas de limpieza exterior, todo el personal deberá utilizar guantes, botas de seguridad y ropa cerrada, de manera que se minimice el riesgo de picaduras, mordeduras o lesiones cutáneas.

- **Capacitación básica en primeros auxilios:**

El personal encargado recibirá capacitación sobre cómo actuar ante picaduras o mordeduras, priorizando la atención inmediata y la comunicación oportuna con el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En conjunto, estas medidas buscan mantener el entorno de la planta en condiciones seguras y controladas, evitando la presencia de plagas, reduciendo los riesgos biológicos y contribuyendo al orden general del predio. Además, promueven el cumplimiento de la normativa ambiental y fortalecen la cultura preventiva dentro de la empresa.

Con estas acciones se logrará suprimir los riesgos desde su origen, fortaleciendo las condiciones de seguridad dentro del proceso productivo y mejorando el cumplimiento del SG-SST.

### ***5.2.2. Sustitución***

- **Elevador de materia prima en sacos/baldes con montacargas (evitar manipulación manual)**

Con el objetivo de reducir la exposición del personal a riesgos ergonómicos derivados de la manipulación manual de cargas, se sugiere la sustitución del levantamiento manual de sacos y baldes de materia prima por el uso de un montacargas.

Esta medida permitirá reemplazar una tarea de alto esfuerzo físico al trasladar manualmente sacos de hasta 40 kg por unidad del nivel del suelo al módulo de producción por un método mecanizado más seguro y eficiente con el uso del montacargas disminuyendo el riesgo de lesiones musculares, sobreesfuerzo, caídas o golpes durante el transporte de materiales.

**Figura 22.-** Montacargas elevando un tanque IBC.



**Fuente:** Página web Jungheinrich.

Con este cambio se mejoran las condiciones ergonómicas optimizando los tiempos de carga, reduciendo la fatiga del personal y cumplimiento las disposiciones de la NTS 009/23 y las normas de seguridad industrial con un entorno laboral más seguro y productivo.

### ***5.2.3. Controles técnicos (de ingeniería)***

#### ***5.2.3.1. Cobertura epóxica del suelo en el área de producción***

Se realizó la aplicación de una cobertura epóxica en el piso del área de producción con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad, limpieza y durabilidad del espacio. Esta intervención permite contar con una superficie más resistente al desgaste, a derrames químicos y a la abrasión generada por el movimiento constante de materiales y personal.

Facilita las tareas de limpieza y mantenimiento logrando una mejor presentación del área y a la prevención de accidentes por resbalones.

**Figura 23.-** *Inicio de cobertura epoxica en área de producción.*



**Fuente:** Elaboración propia, Registro fotográfico en planta.

**Figura 24.-** *Inicio de cobertura epoxica en área de producción.*



**Fuente:** Elaboración propia, Registro fotográfico en planta.

**Figura 25.-** *Delimitación de áreas con pintura poliuretano amarilla.*



**Fuente:** Elaboración propia, Registro fotográfico en planta.

**Figura 26.-** *Delimitación de áreas con pintura poliuretano amarilla.*



**Fuente:** Elaboración propia, Registro fotográfico en planta.

### ***5.2.3.2. Cierre de la baranda en el módulo de producción***

Se finalizó el cierre de la baranda en el módulo de producción en el área de apertura para recepción de materias primas elevadas con el montacargas, con este bloque se completa la delimitación del área de trabajo.

Esta mejora busca reforzar la seguridad y el orden en la zona, evitando el acceso no autorizado y reduciendo riesgos de caídas o accidentes cerca de la maquinaria., ayuda a mantener una circulación más organizada y a cumplir con las condiciones básicas de seguridad dentro de la planta.

**Figura 27.-** *Bloqueo móvil de baranda.*

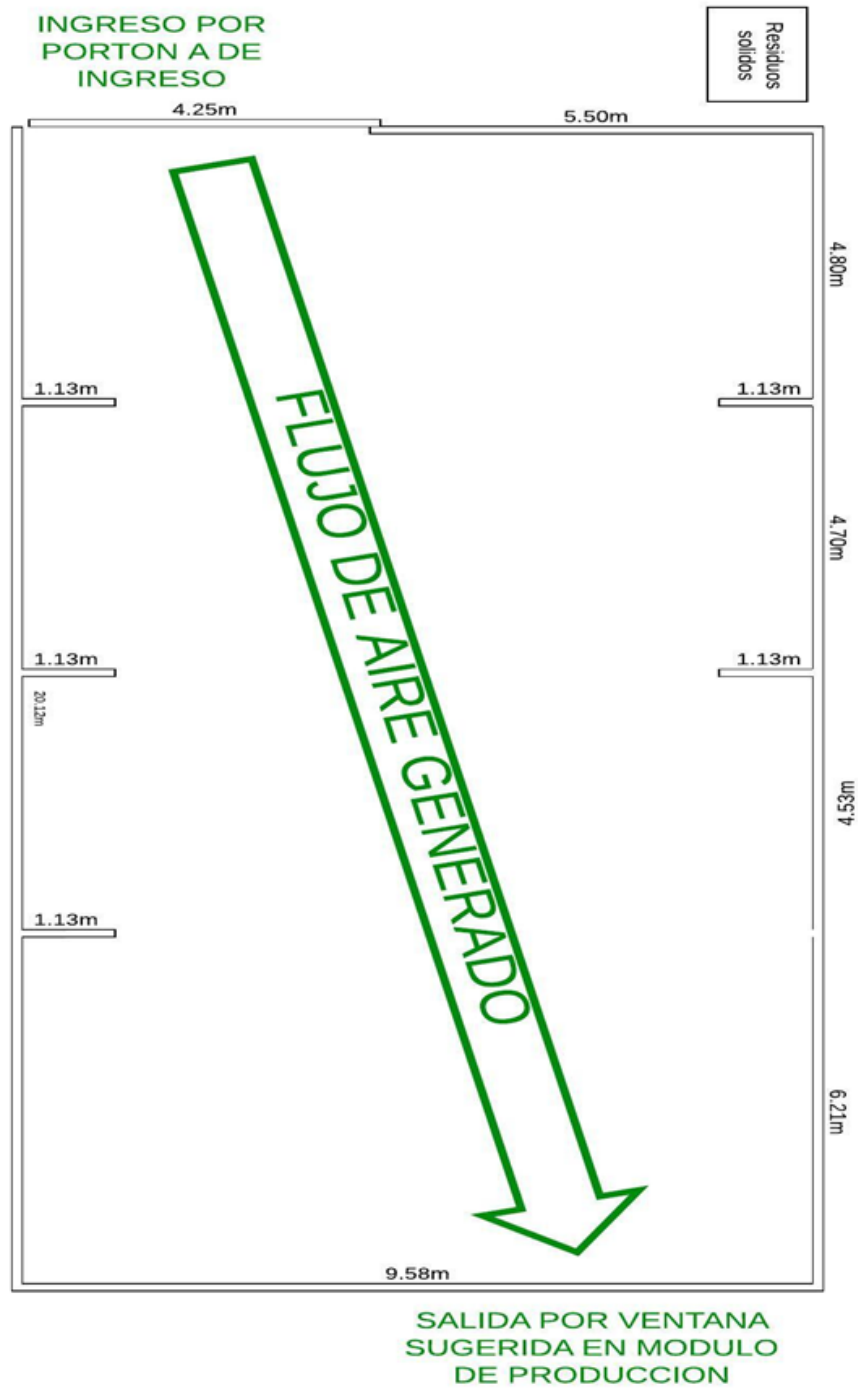


**Fuente:** Elaboración propia, Registro fotográfico en planta.

### ***5.2.3.3.Sistema de ventilación cruzada.***

Se implementará un sistema de ventilación cruzada mixto (natural y mecánico) en la planta de producción en las áreas de producción garantizando la renovación constante del aire, la reducción de polvo, vapores, y el descenso en la temperatura cuando las condiciones ambientales son muy elevadas

**Figura 28.-** Representación de flujo de aire.



**Fuente:** Elaboración propia.

**5.2.3.4. Extractor en el módulo de producción (donde se cargan los minerales en polvo).**

Se instalará un extractor de alta capacidad en el área de carga de minerales en polvo, destinado a reducir la concentración de partículas suspendidas en el aire durante la etapa de producción en el módulo.

Este equipo permitirá mantener la visibilidad, mejorar la calidad del aire y disminuir la exposición de los trabajadores a agentes respirables, cumpliendo con disposiciones de control de contaminantes en el ambiente de trabajo.

**Figura 29.-** *Extractor axial de 30" de pared sugerido para instalar en planta.*



**Fuente:** Sistemas de ventilación Sodeca.

**Figura 30.-** *Ubicación sugerida en módulo de producción.*



**Fuente:** Registro fotográfico en planta editado según sugerencia.

#### **5.2.3.5. Revisión y recálculo de extintores y equipo de emergencia (tipología: polvo químico/CO2).**

Según el DS 24176 de Bolivia emitido el 8 de diciembre de 1995 se aprueba la reglamentación de la ley #1333 del medio ambiente en su anexo D y título IV menciona que toda instalación que manipule sustancias peligrosas o inflamables debe garantizar:

- **Medidas de prevención de incendios adecuadas:**

- Disponer de equipos de emergencia apropiados como extintores, lavaojos, botiquines y señalización visible.
- Garantizar el mantenimiento periódico y recarga de extintores, asegurando su ubicación estratégica.
- Capacitar al personal en el uso de equipos de extinción y planes de emergencia.
- Asegurar el registro y control de inspecciones de extintores y demás dispositivos de seguridad.

Los extinguidores requeridos en la planta de Astrochem son los ABC ya que contemplan 3 tipos de fuego que se pueden extinguir:

**Tabla 11.- Tipos de fuego a extinguir en planta.**

CLASE	COBERTURA	METODO DE APAGADO
Clase A	Materiales solidos combustibles como: madera papel, cartón, tela, plástico, basura, etc.	Enfriando el material con agua o polvo químico
Clase B	Gasolina, aceites, solventes, pinturas, resinas vinílicas, alcoholes, etc.	Sofocando el fuego cortando el oxígeno o interrumpiendo la reacción química.
Clase C	Equipos eléctricos energizados como motores, tableros eléctricos, cableados herramientas o equipos conectados	Con agentes no conductores como el polvo químico seco o CO2

Fuente: Elaboración propia.

- **Ubicación y recálculo:**

-Se debe considerar un extinguidor cada 15 a 20 metros lineales en lugares visibles de fácil acceso.

-Actualmente se cuenta con este requisito como se verifica en el plano de ubicación de extinguidores a continuación.

-Se recomienda complementar con un extinguidor de CO2 en áreas con equipos eléctricos o tableros como el módulo de producción al estar en otro nivel, este extinguidor cubre fuegos de clase B y C descargando gas que se expande y enfría rápidamente generando una nube helada y sin oxígeno y sin dejar residuos, lo que es provechoso para los equipos eléctricos.

-Se sugiere que el extinguidor tenga un mango aislante dado que la boquilla y el cono se enfrían mucho y pueden generar quemaduras.

- **Conclusiones:**

-La planta cumple con la normativa mínima de prevención y ubicación de extintores.

-Es necesario complementar con extintores de CO2 en áreas con equipos eléctricos.

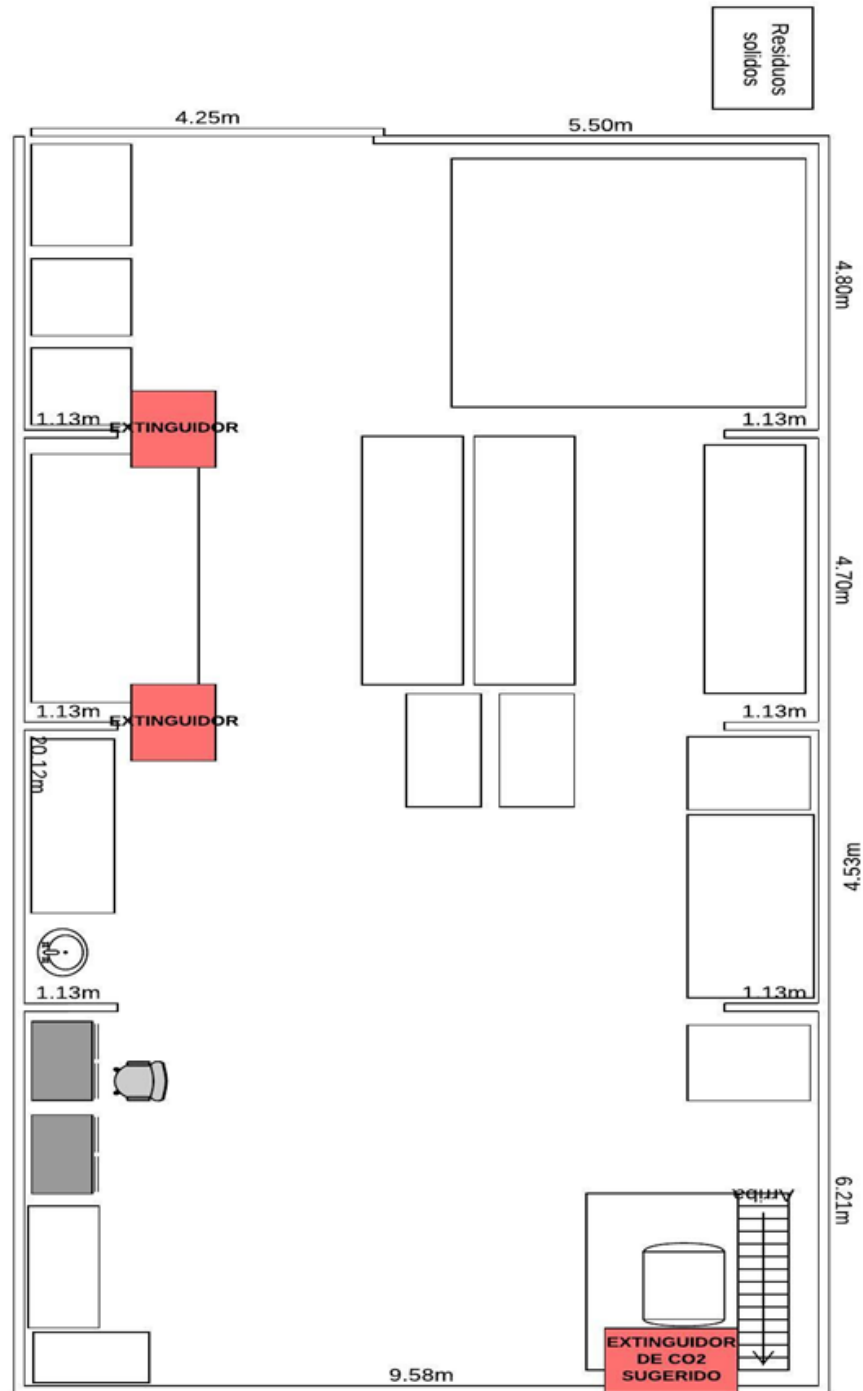
-Se debe mantener un registro constante de inspecciones, recarga y capacitaciones al personal.

- **Referencia normativa:**

DS 24176 de Bolivia. Reglamento de la Ley N°1333 del Medio Ambiente, Anexo D, Título IV, 8 de diciembre de 1995.

Adicional se adjunta la ubicación sugerida para el extintor de CO2 sugerido

**Figura 31.-** Ubicación sugerida para el extintor de CO2 sugerido.



**Fuente:** Elaboración propia.

-Se implementará un control de mantenimiento preventivo y recarga anual de los extintores, garantizando su operatividad y certificación por la empresa autorizada.

-Se adjunta un plan de emergencia ante situaciones posibles situación de emergencia que se proyecta evitar con los controles administrativos a continuación del proyecto.(Ver Anexo 15)

#### ***5.2.3.6. Mejoras locativas***

- **Señalización general: (Ver Anexo 16) .**

Se sugiere implementar una señalización considerando:

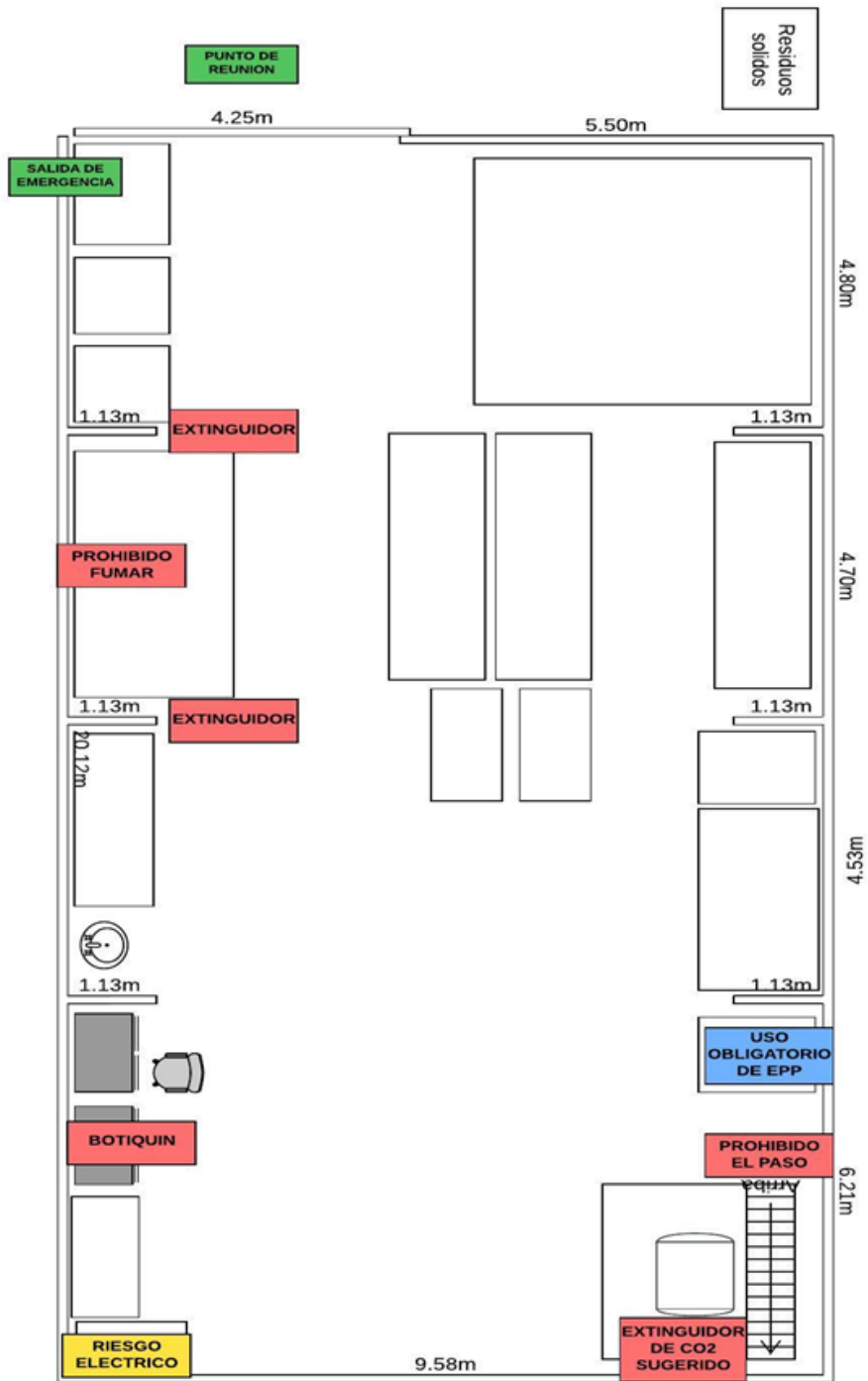
-Señales de prohibición

-Señales de advertencia

-Señales de obligación

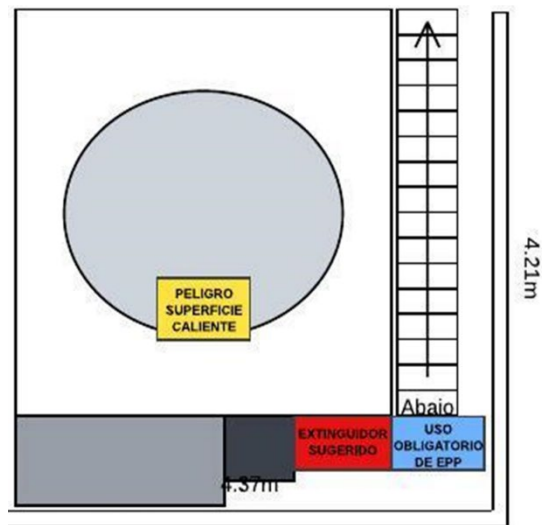
-Señales de información / emergencia

Figura 32.- Ubicación sugerida de señalética en la primera planta.



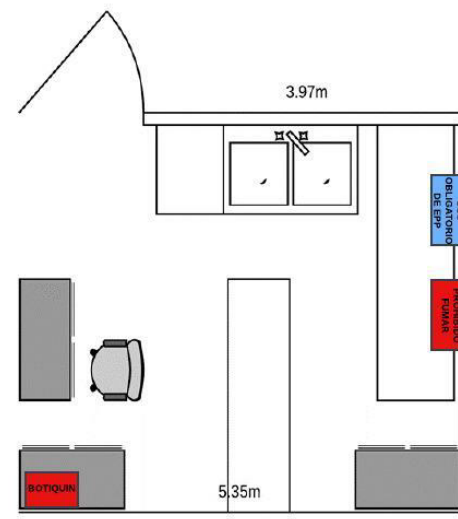
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 33.-** Ubicación sugerida de señalética en la segunda planta.



Fuente: Elaboración propia.

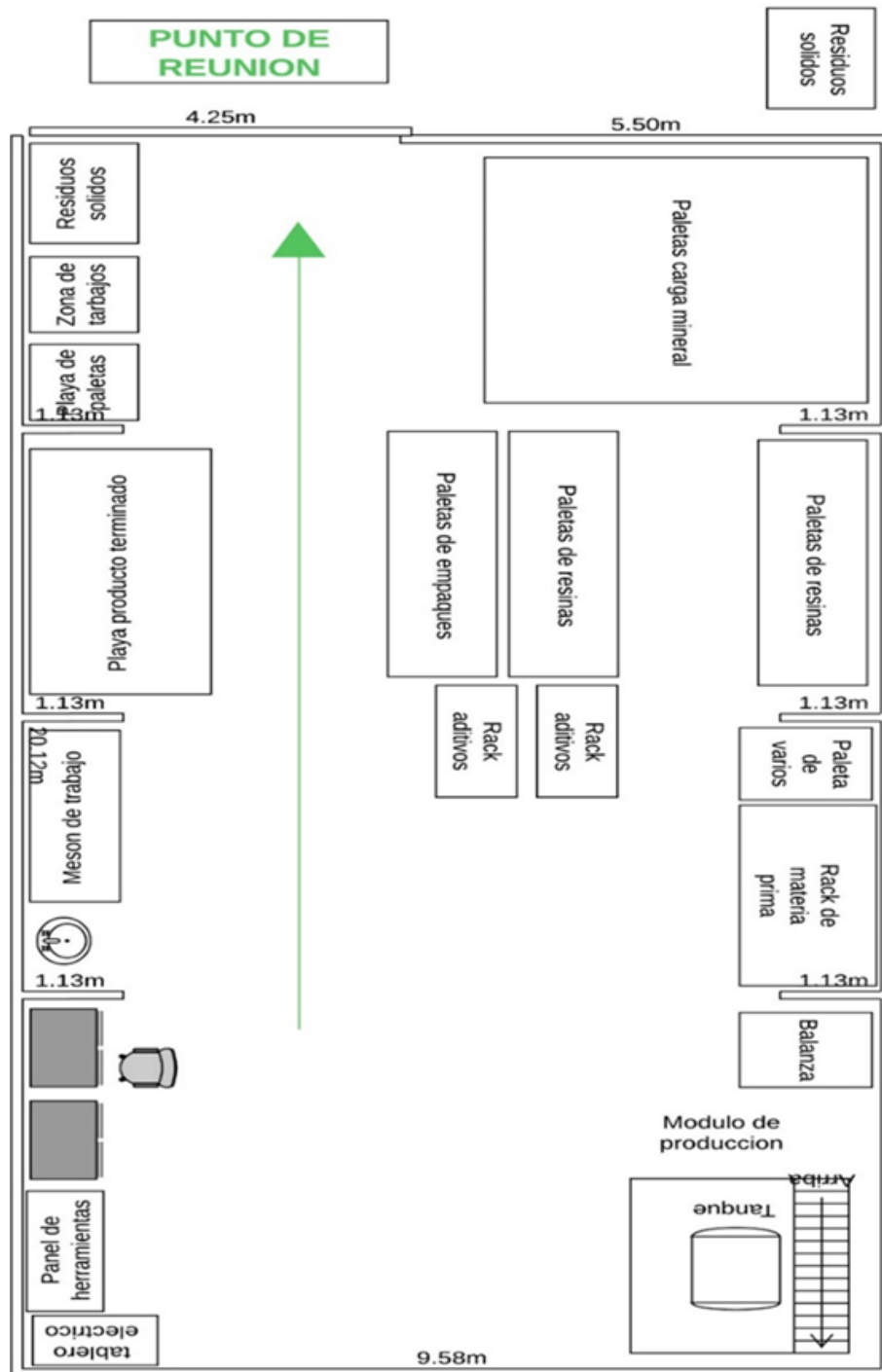
**Figura 34.-** Ubicación sugerida de señalética en laboratorio.



Fuente: Elaboración propia.

- Ruta de Evacuación, punto de encuentro:

Figura 35.- Ruta de Evacuación, punto de encuentro.



Fuente: Elaboración propia.

- **Iluminación en planta:**

La iluminación en la planta de Astrochem S.R.L. presentaba inicialmente deficiencias notables en el área de envasado con visibilidad reducida durante el proceso productivo en horarios de baja luminosidad natural.

Esta condición generaba una mayor probabilidad de errores operativos, dificultades en el control visual de calidad y un incremento del esfuerzo visual por parte de los trabajadores que podía afectar su salud visual a futuro.

Según la Norma Boliviana NB 777:2015 la Iluminación en los lugares de trabajo debe tener niveles adecuados de iluminación asegurando un ambiente que permita la correcta ejecución de las actividades.

Según la norma se tienen los siguientes requerimientos:

**Tabla 12.- Iluminación recomendada por áreas.**

TIPO DE AREA	ILUMINACION RECOMENDADA(LUX)
Áreas de trabajo general	200 – 300
Inspección visual y control de calidad	500
Tareas de precisión o detalles finos	750 – 1000
Pasillos y circulación	100 – 200

**Fuente:** Elaboración propia.

En el área de envasado de Astrochem antes de la mejora se registraban niveles cercanos a 150-200 lux lo que era insuficiente para la manipulación de envases y verificación de nivel de envasado y control de calidad visual

Con la instalación de las dos barras LED con eficiencia energética alta, los niveles de iluminación aumentaron a aproximadamente 500 lux en el área de envasado cumpliendo con la recomendación de la normativa mejorando significativamente la seguridad y eficiencia de los trabajadores.

**Figura 36.-** *Instalación de iluminación en área de envasado.*



**Fuente:** Registro fotográfico en planta.

- **Salida de emergencia:**

La planta de Astrochem presenta un único punto de salida principal que podría colapsar en caso de emergencia.

Por lo que se debe incorporar una salida de emergencia estratégica, mejorando el tiempo de evacuación y reduciendo el riesgo para los trabajadores.

**Figura 37.-** *Imagen de puerta sugerida.*



**Fuente:** Tienda cuben.

**-Ubicación:**

Debe estar ubicada en el lado opuesto a la entrada principal, preferentemente con acceso directo al patio o zona libre exterior.

**- Características constructivas:**

Marco y puerta metálica ignífuga.

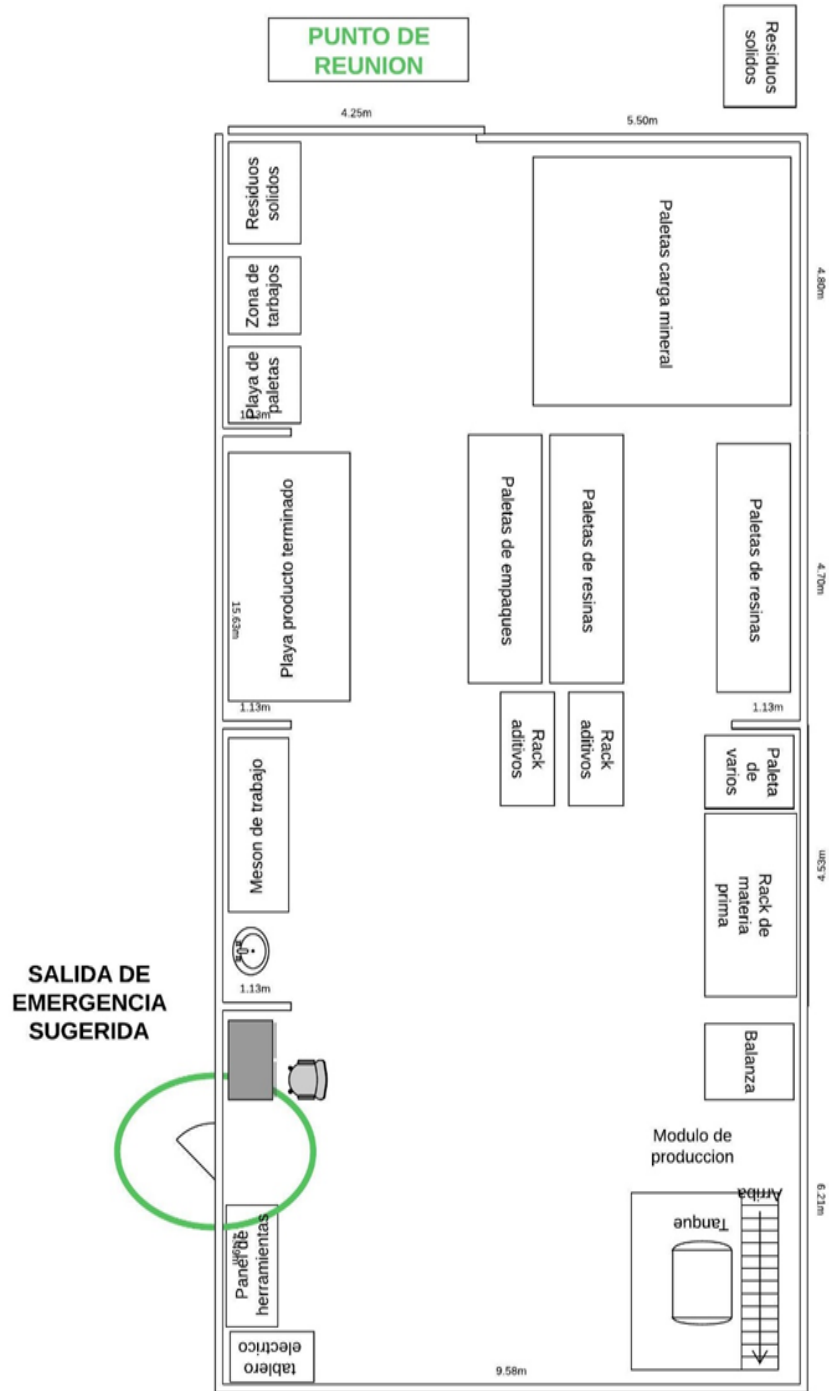
Apertura hacia el exterior, sin llave ni candado.

Señalización visible con cartel fotoluminiscente “SALIDA DE EMERGENCIA” y flechas de dirección.

Iluminación de emergencia autónoma con panel solar.

Ruta despejada y demarcada con pintura verde y franjas blancas.

Figura 38.- Ubicación sugerida de puerta de salida de emergencia.



Fuente: Elaboración propia.

- **Patio de maniobras:**

Existe la necesidad de un patio de maniobras para mejorar el orden, la seguridad y la eficiencia en el movimiento interno de materiales y vehículos.

Las tareas de carga y descarga se realizaban en el exterior de la planta en un suelo no nivelado que tenía la presencia de acumulaciones de agua lo que generaba riesgos de accidentes, desorganización y demoras operativas.

El nuevo patio de maniobras logra separar los flujos de trabajo además de tener rutas seguras y claras para el ingreso, descarga y salida de vehículos, y reducir la exposición del personal al tránsito pesado optimizando el tiempo de operación y se evitarán interferencias con las labores de producción y almacenamiento.

El área cuenta con superficie nivelada, buena iluminación, y zonas definidas para carga, descarga y estacionamiento temporal.

Esta medida mejora la seguridad y el orden operativo representando un paso importante en el cumplimiento normativo y en la proyección profesional de la empresa.

El patio de maniobras permite reducir tiempos improductivos, accidentes y daños materiales, contribuyendo al crecimiento sostenible y seguro de Astrochem.

Se adicionan fotografías del área liberada

**Figura 39.-** *Parte trasera de la planta de producción.*



**Fuente:** Elaboración propia, registro fotográfico en planta

**Figura 40.-** *Parte lateral de la planta de producción.*



**Fuente:** Elaboración propia, registro fotográfico en planta

**Figura 41.-** *Parte frontal de la planta de producción.*



**Fuente:** Elaboración propia, registro fotográfico en planta

#### **5.2.4. Controles administrativos**

- **Procedimiento LOTO (Lock-Out / Tag-Out) (documento obligatorio):**

Integrar al sistema de control un corte automático y bloqueo eléctrico antes de cualquier acceso (LOTO compatible) validado por prueba funcional y certificación por responsable de mantenimiento.

Abarca el mantenimiento e intervención en mezcladora, motores y tableros.

Su contenido mínimamente debe contemplar :pasos de aislamiento, responsables, verificación de ausencia de tensión, uso de candados/etiquetas, permisos de trabajo.

Su medición se da con trabajos en mantenimiento realizados bajo LOTO.

Se cuenta con el instructivo completo detallado (**Ver Anexo 17**).

- **Procedimientos Operativos Seguro (POS) para el proceso productivo:**

En Astrochem S.R.L. se implementarán en adelante los Procedimientos Operativos Seguros (POS) para cada etapa del proceso productivo para poder asegurar que todas las tareas se realicen de manera ordenada y sin riesgos.

Describiendo procedimiento con los pasos correctos de trabajo, los riesgos presentes y las medidas de control o EPP que deben aplicarse.

Estos procedimientos en adelante serán elaborados junto con los operarios y supervisores para que se ajusten realmente a las condiciones del trabajo diario.

Con esta medida se busca prevenir accidentes, mejora la organización y reforzar la cultura de seguridad para poder cumplir la normativa y lograr mejora continua dentro de la planta(**Ver Anexo 18, 19,20, 21,22**).

- **Incorporación de pausas activas:**

Las pausas activas son interrupciones breves dentro de la jornada laboral para la realización de ejercicios físicos y de estiramiento buscando reducir la fatiga muscular, mejorar la circulación sanguínea y prevenir lesiones por esfuerzo repetitivo.

En el caso de Astrochem S.R.L. la implementación de pausas activas busca mejorar el bienestar de los trabajadores, la concentración y productividad, fomentando una cultura de seguridad y salud ocupacional según a la normativa vigente.

Estas pausas se realizan en intervalos regulares, con ejercicios adaptados a las tareas específicas de cada área, promoviendo hábitos saludables y contribuyendo a un ambiente laboral más seguro y eficiente (**Ver Anexo 23**).

- **Procedimiento de manipulación de materias primas según fichas de seguridad e indicadores GHS / NFPA:**

-**Fichas SDS:** Ficha de datos de seguridad que describe los riesgos de una sustancia química y como manipularla de forma segura (**Ver Anexo 24**).

-**GHS:** Estos indicadores de rombos fueron creados por naciones unidas para unificar los criterios de clasificación de peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente Su objetivo es garantizar que la información sea clara, tenga coherencia y se comprenda en cualquier territorio a nivel internacional(**Ver Anexo 25**)

-**NFPA:** Es un sistema complementario al GHS que ofrece una identificación visual más rápida de los riesgos más importantes de una sustancia durante una emergencia Se representa con un rombo de 4 colores cada uno con un numero de 0 al 4 que indica el grado de peligro(**Ver Anexo 25**)

En base a la información se generó una Sugerencia de almacenamiento para materias primas (**Ver Anexo 26**)

- **Programa de inspecciones:**

-**Auditoría trimestral:**

Es una revisión integral de los procedimientos internos, asegurando que se cumplan las políticas de seguridad, higiene y operaciones establecidas donde se evalúa:

El cumplimiento de las capacitaciones programadas para el personal según registro en el plan de capacitaciones correspondiente al formulario R-05-02 verificando que todos los trabajadores hayan recibido formación sobre seguridad industrial, uso de EPPs, procedimientos de producción y manejo de materiales.

-**Resultados esperados:**

Garantizar la trazabilidad de todas las actividades.

Detectar y corregir posibles incumplimientos antes de que generen riesgos.

Fortalecer la cultura de seguridad y calidad dentro de la planta.

- **Registro y gestión de incidentes:**

Su gestión y registro están implícitos y exigidos en el capítulo 6 de no conformidades y acciones correctivas y se realiza su registro en el formulario FP-06-01 siguiendo los lineamientos. **(Ver Anexo 27 y 28)**

Cuando ocurra una no conformidad o presentación de quejas, la organización debe:

- Reaccionar ante la no conformidad, controlarla y corregirla
- Evaluar la necesidad de eliminar la causa para evitar su repetición
- Implementar cualquier acción necesaria
- Revisar la eficacia de la acción correctiva y conserva la información documentada como evidencia. **(Ver Anexo 29)**

En dicho anexo se menciona la necesidad de un procedimiento documentado de descarga y capacitación al personal que se pueden ver oportunamente en el Instructivo de carga/descarga de producto terminado **(Ver Anexo 30)**

En dicho anexo se menciona que se requería un patio de maniobras por lo que se desarrollara a continuación:

- **Gestión documental y control de versiones:**

- Repositorio físico y digital con control de versiones para Procedimientos Operativos Estándar (POS), fichas de seguridad, registros de mantenimiento y auditorías.

### ***5.2.5. Equipos de protección personal***

- **Suministro y Gestión de Equipos de Protección Personal (EPP):**

Protocolo para la selección del EPP adecuado según la evaluación de riesgos, asegurando su certificación y calidad, este suministro debe ser antes de realizar trabajos y de manera gratuita a todos los trabajadores.

Descrito en inducción inicial para trabajadores considerando:

- EPP mínimo por tarea
- Uso y Mantenimiento:
- Capacitación sobre el uso correcto, cuidado y mantenimiento del EPP.
- Establecimiento de un registro de entrega y reposición. **(Ver Anexo 31)**

- **Programa de vigilancia de la salud:**

Enfocado en el cuidado integral del personal y la prevención de enfermedades ocupacionales contemplando:

- Exámenes Médicos:**

Realizar evaluaciones preocupaciones antes del ingreso de cada trabajador para asegurar su aptitud física para el puesto. Y conocer la condición inicial del trabajador. Realizar exámenes periódicos enfocados principalmente en la función respiratoria, auditiva y musculoesquelética por la exposición a polvo, ruido y esfuerzo físico en las tareas de producción.

Aplicar exámenes de retiro para verificar el estado de salud del trabajador al finalizar su vínculo laboral.

- Promoción de la Salud:**

Fomentar hábitos saludables con la dotación diaria de un almuerzo equilibrado en planta buscando una buena nutrición y previniendo enfermedades relacionadas con el trabajo y el estilo de vida.

Aplicar espacios de pausas activas y estiramiento para mejorar la movilidad, reducir la fatiga y mantener el bienestar físico del personal.

Con estas acciones, Astrochem cuidará la salud de sus trabajadores, preverá lesiones y fortalecerá su compromiso con la seguridad y el bienestar dentro de la planta.

- **Auditorías y Revisión por la Dirección:**

- Auditorías Internas:

Programación de auditorías internas periódicas para verificar el cumplimiento del Plan Integral y el Programa de Gestión de SST, e identificar áreas de mejora.

- Revisión por la Dirección:**

La dirección de Astrochem S.R.L. llevará a cabo revisiones periódicas del desempeño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), con el objetivo de garantizar su pertinencia, adecuación y eficacia en el cumplimiento de los objetivos de la organización incluyen:

Evaluación de desempeño: Análisis de los indicadores de seguridad, resultados de auditorías internas, seguimiento de incidentes y accidentes, cumplimiento de programas de capacitación y eficacia de los procedimientos implementados.

Identificación de oportunidades de mejora: Revisión de desviaciones detectadas, tendencias de incidentes, cumplimiento de metas de seguridad y calidad, así como necesidades de recursos adicionales o ajustes en los procesos.

Toma de decisiones estratégicas: La alta dirección determina acciones correctivas y preventivas, ajustes en políticas de seguridad, asignación de recursos y modificaciones en el SG-SST para mejorar la protección del personal y la eficiencia operativa.

Documentación y seguimiento: Se registran los resultados de la revisión, las decisiones tomadas y las acciones planificadas, asegurando trazabilidad y cumplimiento con la normativa vigente (NTS 009/23, ISO 45001 y regulaciones bolivianas aplicables).

**-Resultados esperados:**

Asegurar que el SG-SST se mantenga actualizado, eficaz y alineado con los objetivos de la organización.

Fortalecer la cultura de seguridad y salud ocupacional, promoviendo la mejora continua y la prevención de riesgos en la planta.

- **Plan de capacitación y sensibilización**

**Tabla 13.-** Capacitaciones requeridas.

CONTENIDO	DURACION (HRS)	INVOLUCRADOS
Inducción SST	2	Todos
LOTO y trabajo seguro en máquinas	2	Mantenimiento, operadores
Manejo seguro de químicos y lectura SDS	2	Producción, laboratorio
Ergonomía con cargas	1	Producción, almacén
Primeros auxilios y uso de extintores	4	Brigada y personal rotativo
Simulacros de emergencia	2	Todos

**Fuente:** Elaboración propia.

La Inducción de seguridad para trabajadores en el área productiva es obligatoria al ingreso a planta (**Ver Anexo 32**).

- **Brigada de emergencia**

La brigada de emergencia de Astrochem S.R.L. está conformada por personal capacitado y entrenado para actuar de manera inmediata y eficiente ante situaciones de riesgo, tales como incendios, derrames químicos, accidentes laborales o cualquier evento que ponga en peligro la seguridad de los trabajadores y las instalaciones.

**-Funciones principales:**

Prevención y preparación: Identificado riesgos potenciales, mantenimiento de equipos de emergencia (extintores, botiquines, alarmas) y participando en simulacros periódicos.

**-Componentes:**

Respuesta inmediata de incidentes siguiendo procedimientos establecidos, control de emergencias, evacuación segura del personal y comunicación con autoridades externas si es necesario.

Primeros auxilios: Brindar atención inicial en caso de accidentes, incluyendo lesiones menores, quemaduras o intoxicaciones.

Capacitación y concienciación: Formación continua del personal en procedimientos de emergencia, uso de equipos de protección y protocolos de evacuación.

**-Beneficios de su implementación:**

Minimiza riesgos y reduce el impacto de accidentes en la planta.

Garantiza la seguridad de los trabajadores y el cumplimiento de la normativa vigente en seguridad industrial y salud ocupacional.

Fomenta la cultura de prevención y respuesta ante emergencias dentro de la organización.

### ***5.2.6. Matriz IPERC por Áreas de Trabajo***

Se elaboró la matriz IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos) para analizar cada área de trabajo dentro de la planta de producción de masa Dry Wall.

El objetivo de la matriz es detectar los peligros presentes, evaluar el nivel de riesgo y definir las medidas necesarias para eliminarlos o reducirlos a un nivel aceptable.

El análisis se realizó considerando los diferentes tipos de riesgos: físicos, químicos, ergonómicos, eléctricos, biológicos, mecánicos y ambientales.

Con la observación directa y la información obtenida del personal, se identificaron las áreas críticas donde es necesario fortalecer las acciones preventivas. A continuación se presenta la matriz general IPERC que resume las actividades evaluadas, los riesgos detectados y las medidas de control propuestas.

- **Interpretación de resultados:**

Del análisis realizado se determinó que los niveles de riesgo más altos se encuentran en las áreas de producción por la manipulación manual de cargas, la exposición a sustancias químicas, el contacto eléctrico y la operación de equipos mecánicos.

Las acciones preventivas existentes permiten mantener un control básico, se proponen nuevas medidas como la implementación del procedimiento LOTO, mejoras en la ventilación, la rotación de tareas con pausas activas, el uso correcto del EPP, la instalación de señalización y equipos de control ambiental.

Con estas acciones la mayoría de los riesgos identificados se reducen de niveles altos o medios a niveles bajos asegurando condiciones de trabajo más seguras y cumpliendo con las normas nacionales y los lineamientos de la NTS 009/23 y la ISO 45001.

La aplicación continua de la matriz IPERC permitirá además mantener un control actualizado de los riesgos, facilitar las auditorías internas y servir como herramienta de mejora dentro del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de Astrochem S.R.L.

### 5.3. Resultados el proyecto

- **Tareas de Implementación:**

**Tabla 14.-** Tareas de implementación.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE (R)	APROBADOR (A)	CONSULTADO (C)	INFORMADO (I)
Implementación del procedimiento LOTO (bloqueo y etiquetado)	Líder de Mantenimiento	Líder de HSMA	Encargado de Control de Calidad	Operadores de planta

Capacitación en el uso del sistema LOTO y medidas preventivas	Líder HSMA	Encargado de RRHH	Líder de Producción	Todo el personal
Auditoría interna de verificación del cumplimiento del plan	Líder HSMA	Gerente General	Consultoría externa	Todo el personal
Instalación de señalización de seguridad y rutas de evacuación	Encargado de Mantenimiento	Líder HSMA	Encargado de Control de Calidad	Departamento de Producción
Implementación de pausas activas y ergonomía laboral	Encargado de RRHH	Gerente General	Líder HSMA	Personal operativo
Control de EPP y registro de entrega al personal	Líder HSMA	Encargado de RRHH	Líder de Almacén	Líder de producción
Evaluación de ruido e iluminación (mediciones ambientales)	Consultor SST	Líder HSMA	Mantenimiento	Gerencia
Elaboración y actualización de procedimientos (POS y registro)	Líder HSMA	Gerente General	Calidad	Todo el personal

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Indicadores e índices de seguimiento (KPI de SST):**

**Tabla 15.- Indicadores de seguimiento del SST.**

KPI	CALCULO	META
Tasa de incidentes con baja	N incidentes / 100 trabajadores año	reducir >50% vs. línea base.
% de trabajos de mantenimiento ejecutados bajo LOTO	Trabajos realizados/Trabajos ejecutados bajo LOTO	100%.
% de cumplimiento de acciones plan de acción	cerradas/total	≥ 90%.
% de personal que completó capacitación obligatoria	Personal capacitado/personal	100%
Número de simulacros anuales realizados	sumatoria	≥2/año

**Nota:** Medición y reporte mensual del Comité SST y consolidado trimestral para gerencia.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.2.7. Cronograma de trabajo 2026

**Tabla 16.- Cronograma de implementación de plan en 2026.**

FASE/ACCION (MESES)	0-1	1-3	3-6	6-9	9-12
1. Formalizar plan de emergencia, señalética y simulacro	X				
2. Implementar LOTO y bloqueos en mezcladora	X	X			
3. Definir stock mínimo EPP + Checklist + inspecciones	X	X			
4. Comprar/instalar extractor y balanceo de ventilación		X	X		
5. Diseñar/fabricar cinta transportadora			X	X	
6. Instalar protecciones físicas y sensores		X	X		
7. Implantación 5S + panel visual			X	X	
8. Formalizar gestión de residuos y convenio		X			
9. Capacitación masiva (LOTO, EPP, emergencias)		X	X		
10. Digitalización de registros y KPIs	X	X			
11. Cálculo carga de fuego y dimensionamiento extintores*	X	X			
12. Auditoría interna y ajuste de medidas			X	X	X

**Fuente:** Elaboración propia.

**CAPITULO VI.**  
**ANÁLISIS**  
**ECONÓMICO /**  
**FINANCIERO**

En este capítulo se analizaron los costos, la inversión y los beneficios económicos que genera la implementación del Plan Integral de Prevención de Riesgos Laborales en la producción de masa Dry Wall en Astrochem S.R.L.

El análisis busca demostrar que invertir en seguridad permite cumplir con la normativa vigente y representa un ahorro económico a mediano plazo, reduciendo accidentes, multas, paradas no planificadas y pérdidas de productividad.

Este plan es una inversión preventiva que fortalece la sostenibilidad de la empresa y el bienestar de los trabajadores.

### 6.1. Costos materiales

En este punto se detallan los materiales necesarios para la puesta en marcha del plan. Incluye la señalización, extintores, EPP y demás elementos que se usarán de forma directa en planta.

**Tabla 17.- Costos de materiales.**

DESCRIPCION	CANTIDAD (U)	COSTO UNITARIO (BS)	COSTO TOTAL(BS)
Señales de seguridad (prohibición, advertencia, obligación y emergencia) con Fichas GHS/NFPA y carteles de seguridad plastificados	30	29	870
Extintor CO <sub>2</sub> (área eléctrica)	1	820.65	820,65
Puerta para salida de emergencia	1	4.500	4.500
Señal luminosa para salida de emergencia	1	500	500
Kits completos de EPP (botas, camisa, pantalón, auditivos, mascarilla, filtros, guantes de corte y de nitrilo, lentes y faja lumbar)	4	940	3.760
<b>Subtotales materiales:</b>			<b>10.450,65</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Como respaldo de la tabla anterior se adjuntan cotizaciones referenciales tomadas en cuenta en el trabajo ( Ver Anexo 33, 34, 35, 36 y 37).

## 6.2. Costos de equipamiento

Se presentan los equipos necesarios para mejorar las condiciones de trabajo, reducir la exposición a riesgos físicos y químicos y cumplir con normas de seguridad.

**Tabla 18.- Costos de equipamiento.**

EQUIPO	CANTIDAD (U)	COSTO UNITARIO (BS)	COSTO TOTAL (BS)
Extractor axial industrial de 30"	1	4.620	4.620
Puerta de seguridad con cerradura antipánico	1	9.402,4	9.402,4
Instalación y modificación de estructura con celosía exterior	1	1.500	1.500
Iluminación LED industrial	2	227	454
Montacargas	1	115.000	115.000
Botiquines industriales y lavajos portátil	2	195,7	391,4
<b>Subtotal equipamiento:</b>			<b>131.367,8</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como respaldo de la tabla anterior se adjuntan cotizaciones referenciales tomadas en cuenta en el trabajo (Ver Anexo 38, 39 y 40).

## 6.3. Costos de mano de obra y capacitación

Este punto incluye la inversión en capacitación, documentación técnica, implementación de procedimientos y mano de obra para la instalación de los equipos.

**Tabla 19.- Costos de mano de obra.**

ACTIVIDAD	DETALLE	COSTO ESTIMADO (BS)
Capacitaciones en seguridad, ergonomía y pausas activas	2 jornadas	2.000
Capacitación e implementación de LOTO	1 jornada	1.200
Instalación de extractores, señalización e iluminación	Servicio técnico	1.200
Elaboración de PS, IPERC, plan de emergencia y registros	Paquete documental	1.500
Auditoría y verificación de cumplimiento inicial	Consultoría técnica	2.000
<b>Subtotal mano de obra y capacitación:</b>		<b>7.900 Bs</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en entrevistas.

#### 6.4. Resumen general de inversión

**Tabla 20.-** Resumen de la inversión.

CATEGORIA	COSTO(BS)
Materiales	8.350
Equipamiento	264.600
Mano de obra y capacitación	7.900
Mantenimiento anual (recargas, calibraciones y reposiciones)	3.000
<b>Inversión total primer año:</b>	<b>283.850 Bs</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.5. Análisis de rentabilidad y beneficios económicos

##### 6.5.1. Ahorros proyectados (con y sin plan):

La aplicación del plan reduce significativamente los costos asociados a accidentes, paradas de producción y sanciones legales, se tiene la comparación estimada:

**Tabla 21.-** Ahorro proyectado.

CONCEPTO	COSTO SIN PLAN (BS/AÑO)	DESCRIPCION DEL IMPACTO	OBSERVACION
Accidentes y ausentismo	8.000 – 12.000	Lesiones leves (cortes, irritaciones, fatiga lumbar) o moderadas (caídas, contacto con químicos), Promedio de 3 incidentes leves y 1 moderado por año, con 2–5 días de ausencia.	Incluye pago de días no trabajados, atención médica y pérdida de productividad.
Daños en equipos	6.000 – 9.000	Fallas por uso inadecuado, falta de mantenimiento o manipulación insegura, reparación o reposición de partes en mezcladora o balanza.	Equipos industriales de alto costo, pequeñas fallas pueden detener producción.
Paradas de producción	10.000 – 15.000	Por accidentes, mantenimiento correctivo o falta de personal capacitado. (1 día detenido equivale a 20% del margen operativo mensual).	Pérdida de ventas y desperdicio de materias primas por interrupciones.

Multas o sanciones legales	5.000 – 10.000	Por incumplimiento de la NTS 009/23, Ley 16998 o inspecciones del Ministerio de Trabajo y Salud.	Sanciones y requerimientos legales por falta de señalización, extintores o planes de emergencia.
Rotación de personal	4.000 – 6.000	Por fatiga, mal clima laboral o accidentes. Cada rotación (1 trabajador) implica reemplazo, inducción y curva de aprendizaje.	Incluye tiempo improductivo, pérdida de experiencia y horas de formación.
<b>Ahorro total anual estimado:</b>	<b>33.000-52.000 Bs</b>		<b>Consideraremos el peor de los casos</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida en entrevistas.

### 6.5.2. Relación beneficio / costo:

- **Datos usados:**

-Inversión inicial (primer año) = Bs 143.316,05 en los siguientes ítems:

Materiales: Bs 10.450,65

Equipamiento: Bs 121.965,40

Mano de obra y capacitación: Bs 7.900,00

Mantenimiento anual considerado: Bs 3.000,00

-Ahorro anual proyectado: Bs 33.000 – Bs 52.000 aproximadamente

- **Fórmulas:**

-Relación B/C = Beneficios anuales / Inversión inicial

-ROI (%) = ((Beneficios anuales – Inversión inicial) / Inversión inicial) × 100

-Años para recuperar inversión = Inversión inicial / (Beneficio anual – Mant. anual)

\*Se asume que después del 1er año los costos recurrentes del plan son sólo mantenimiento anual

- **Cálculos (dos escenarios)**

**Tabla 22.- Escenarios de análisis económico.**

ESCENARIO	BENEFICIO ANUAL	RELACION B/C	AHORRO NETO ANUAL	AÑOS PARA RECUPERAR INVERSION
Pesimista	33.000	0,23	-76,97	4,78 = 5
Optimista	52.000	0,36	-63,72	2,92 = 3

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

-La relación B/C en el primer año es menor a 1 en ambos escenarios (0,23–0,36), por lo que la inversión inicial supera los beneficios del primer año.

-En un escenario conservador (ahorro anual Bs 33.000) la inversión se recupera en aprox. 4,8 años; en el escenario optimista (Bs 52.000) en 2,9 años.

-El ROI negativo en los primeros años (-77% a -64%) no invalida la inversión ya que el valor del plan es preventivo y beneficioso para la salud ocupacional de la operación (reducción de lesiones, multas y paradas)

-Los beneficios son difíciles de cuantificar en dinero, pero son muy relevantes para la sostenibilidad y continuidad operativa.

**6.5.3. Retorno de la inversión (ROI)**

$$-ROI = ((B-C) / C) * 100 = ((52.000 - 283.850) / 283.850) * 100 = -81.68\%$$

El ROI inicial es -81.68%, lo que indica que la inversión no se recupera completamente en el primer año, pero este tipo de proyectos no se mide solo en retorno financiero inmediato, sino en prevención de pérdidas, cumplimiento normativo y sostenibilidad.

- **Conclusiones financieras:**

-El análisis Beneficio/Costo muestra que, en el primer año, la inversión en equipos, señalización y mejoras estructurales supera los beneficios inmediatos.

-La recuperación total de la inversión se proyecta para aproximadamente el quinto año, cuando los costos se limiten al mantenimiento y seguimiento.

-El ROI inicial (-81,68%) refleja un retorno financiero bajo en el corto plazo, pero se contará con gran valor en la prevención de pérdidas humanas y materiales, además de la reducción del ausentismo y el cumplimiento de la normativa NTS 009/23.

-A largo plazo los beneficios no son materiales, pero son muy provechosos por ser la mejora de la productividad, reducción de incidentes, fortalecimiento de la cultura preventiva e imagen institucional lo que justifica la implementación del plan.

-El plan propuesto es una estrategia de sostenibilidad de la organización lo que posiciona a Astrochem como una empresa moderna, responsable y comprometida con la seguridad de sus trabajadores y la eficiencia operativa.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## Conclusiones

- En Astrochem S.R.L. la organización productiva y los equipos están bien orientados al proceso de fabricación de masa Dry Wall, pero existen brechas importantes en materia de seguridad. No contamos con un plan de evacuación formal, no hay brigada de emergencia constituida, el sistema de detección/extinción de incendios es insuficiente y el registro de incidentes está incompleto o no se mantiene.
- El diagnóstico identificó riesgos relevantes en varias áreas: mecánicos (mezcladoras, piezas móviles), químicos (polvos de cargas minerales y aditivos) y ergonómicos (levantamiento y transporte manual de cargas), mientras que los monitoreos mostraron temperaturas de módulo  $>30$  °C en meses de calor, indicando riesgo térmico que aumenta la fatiga y errores operativos.
- Se han desarrollado contenidos clave: inducciones, Checklist de EPP, propuestas POS (LOTO, manipulación química, pausas activas). Sin embargo, falta la formalización, cronograma y anexo de POS en el documento final (deben quedar como anexos). La formación práctica y el refuerzo son críticos.
- Las medidas ya implementadas (inducciones y dotación de EPP: guantes, lentes, mascarillas, fajas y protectores auditivos) han reducido riesgos inmediatos, pero falta estandarizar seguimiento y control. Los muestreos indican un cumplimiento cercano al 90–95%, aunque persisten fallas en uso constante y mantenimiento de EPP.
- La inversión para implementar el plan integral es significativa. El análisis económico muestra un B/C y ROI negativos en el primer año, pero en un horizonte de 3–5 años la relación mejora y la inversión resulta justificable, sobre todo si se aplica por fases. En resumen: hay mejoras concretas hechas, pero se requiere priorizar inversiones y organización para cerrar las brechas críticas.

## Recomendaciones

- **Medidas a corto plazo:**

- Formalizar plan de emergencia y rutas de evacuación:**

Acción: Elaborar y colocar planos de evacuación, señalar rutas y punto de encuentro; formar brigada básica.

Responsable: Encargado HSMA.

Plazo: 30 días.

Indicador: Planos y señalización instalados; Checklist firmado por personal.

- Implementar LOTO (bloqueo y etiquetado):**

Acción: Instalar dispositivos de bloqueo en equipos críticos y capacitar en procedimiento LOTO.

Responsables: Mantenimiento / HSMA.

Plazo: 30–60 días.

Indicador: 100% accesos críticos con LOTO documentado.

- Asegurar stock y formación en EPP:**

Acción: Definir stock mínimo, plan de reposición y entrenamientos sobre uso correcto de EPP.

Responsables: Compras / HSMA.

Plazo: 15 días.

Indicador:  $\geq 95\%$  cumplimiento en controles semanales.

- Mejorar captación de polvo en puntos de vaciado y optimizar ventilación y control térmico:**

Acción: Instalar/ajustar extractor local en el punto de descarga/vaciado.

Responsables: Líder de Producción / Mantenimiento.

Plazo: 30–90 días.

Indicador: Reducción visible de polvo; registros de operación del extractor,  $\leq 20\%$  de jornadas con temperatura media del módulo  $> 30$  °C.

- **Medidas de mediano plazo:**

- Completar programa 5S y panel de gestión visual:**

Acción: Auditorías mensuales, mantenimiento del orden y documentación visual.

Responsables: Líder de Producción / HSMA.

Plazo: 3–6 meses.

Indicador: Puntuación 5S  $\geq$  90%.

**-Formalizar gestión de residuos:**

Acción: Implementar segregación, etiquetado y retiro regular.

Responsables: Líder de Almacén / Dirección.

Plazo: 3 meses.

Indicador: 100% residuos correctamente separados.

**-Digitalizar registros y consolidar KPIs:**

Acción: Crear un repositorio y definir metas para FP-01 a FP-09 con revisión trimestral.

Responsables: Dirección / Encargado de Sistema.

Plazo: 30 días.

Indicador: Tablero actualizado y actas de revisión trimestral.

**-Aplicar Procedimientos Operativos Seguros (POS) para tareas críticas:**

Acción: Documentar las tareas críticas con POS y anexarlas al documento principal.

Responsable: Encargado de HSMA / Líder de Producción.

Plazo: 30–60 días.

Indicador: POS disponibles en anexos y personal capacitado.

Véase en los anexos del 37 al 41 los procedimientos Operativo Seguro (POS) de Manejo y vaciado de cargas minerales en polvo, *Manejo de mezcladora y corte de materiales*, *Transporte interno de materias primas y productos terminados*, *Manejo de polvo y materiales finos* y *Levantamiento y carga manual de materiales*

- **Medidas a largo plazo:**

**-Instalar cinta transportadora para manejo de cargas minerales:**

Acción: Diseñar, fabricar e instalar sistema que reduzca manipulación de cargas.

Responsables: Dirección / Producción / Mantenimiento.

Plazo: 180–360 días.

Indicador: Reducción de manipulación manual y caída de incidentes musculoesqueléticos