

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LÍNEA DE AZÚCAR

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**PRESENTA:
SILVA TORRES ANGELA GISELA**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MTRO: JOSE MANUEL CERVANTES VAZQUEZ**



APIZACO, TLAX, JUNIO 2026



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Metal Mecánica

Tzompantepec, Tlaxcala, 06/febrero/2025

Oficio No. MM-149/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	ÁNGELA GISELA SILVA TORRES
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	20370790
Nombre del Proyecto:	"AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LÍNEA DE AZÚCAR".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA

DR. JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ

ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2026
año de
Margarita Maza





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **18/Marzo/2026**

ANGELA GISELA SILVA TORRES
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 20370790.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LINEA DE AZÚCAR"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Pensar

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026
año de
Margarita
Maza



Agradecimientos.

En primer lugar, quiero agradecer a dios por darme la vida, la fortaleza para llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

A mi madre, la persona más importante en mi vida, a quien le debo todo. Agradezco su amor incondicional, sus sacrificios, y el nunca soltarme la mano y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

Extiendo mi gratitud a mis hermanos, quienes con su cariño, apoyo y consejos me han acompañado en distintas etapas de mi vida.

A todos mis amigos, que con su compañía, risas y apoyo incondicional hicieron más llevadero el camino y con quienes compartí momentos inolvidables.

A mis profesores de primaria, secundaria, bachillerato y sobre todo del Instituto Tecnológico de Apizaco, quienes con paciencia, dedicación y sabiduría dejaron huellas profundas en mi formación personal y profesional. Cada uno de ellos aportó algo que me ayudó a crecer y a entender que el conocimiento no solo se aprende, también se vive.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, se han cruzado en mi camino. Cada experiencia, palabra o gesto ha dejado una enseñanza que me ha ayudado a convertirme en quien soy hoy.

Resumen.

El presente proyecto de residencia profesional se desarrolló con el objetivo de automatizar la línea de envasado de azúcar, mediante la reubicación e integración de una envasadora, una enfardadora y un sistema de bandas transportadoras, dentro de una planta industrial dedicada a la producción y empaque de productos alimenticios. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, reducir la dependencia de la mano de obra directa, minimizar los tiempos de paro no programados y fortalecer las condiciones de seguridad industrial en el área de producción.

Al inicio del proyecto se realizó un diagnóstico detallado de la situación actual de la línea de azúcar, identificando diversas problemáticas que afectaban el desempeño del proceso, tales como equipos con tecnología obsoleta, alta acumulación de polvo, falta de monitoreo automatizado, desgaste mecánico acelerado, ajustes constantes y una elevada intervención manual por parte de los operadores. Estas condiciones generaban variaciones en la calidad del producto, retrasos en la producción y mayores costos de mantenimiento correctivo.

Con base en este análisis, se llevaron a cabo levantamientos técnicos de maquinaria, espacios físicos y recurso humano, los cuales permitieron conocer el estado real de los equipos, su distribución dentro del área de trabajo y las funciones desempeñadas por el personal operativo y de mantenimiento. Esta información fue fundamental para definir una nueva configuración de la línea, orientada a mejorar el flujo del producto y facilitar la integración de equipos automatizados.

Como parte del desarrollo del proyecto, se realizó el traslado e instalación de la envasadora PLATINUM PACK y de la enfardadora RAUMAK desde otras áreas de la planta hacia la línea de azúcar, incorporándose mediante bandas transportadoras que aseguran un traslado continuo, ordenado y sincronizado del producto. Posteriormente, se efectuaron pruebas operativas, ajustes mecánicos, eléctricos y de control, así como validaciones en condiciones reales de producción, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema automatizado y la calidad del envasado y enfardado.

Los resultados obtenidos demostraron que la automatización de la línea de azucar permitió optimizar el proceso productivo, mejorar el control operativo, reducir los tiempos muertos, disminuir el número de operadores requeridos en la línea y aumentar la seguridad del personal al limitar su exposición directa a maquinaria en movimiento. Asimismo, se logró una mayor uniformidad en el producto final y una mejor organización del área de trabajo.

Finalmente, este proyecto contribuyó de manera significativa al desarrollo profesional del estudiante, al permitir la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la formación académica, fortalecer competencias técnicas en automatización y mantenimiento industrial, y desarrollar habilidades profesionales como el trabajo en equipo, la comunicación técnica y la toma de decisiones en un entorno industrial real.

Índice de contenido

Agradecimientos	2
Resumen	2
Capítulo 1	7
Introducción	7
Descripción De La Empresa U Organización Y Del Puesto O Área De Trabajo Del Estudiante.....	9
Valores	9
Misión	10
Visión	10
Historia	10
Localización De La Empresa.....	10
Micro localización	10
Macro localización	11
Certificaciones	12
Puesto Del Practicante	14
Problemas A Resolver, Priorizándolos	15
Objetivos	16
Justificación	17
Capítulo 2	18
Marco Teórico (Fundamentos Teóricos)	18
Conceptos Generales	18
La Industria Alimentaria Y Los Procesos Productivos	18
El Proceso De Envasado En Productos Alimenticios ...	18
Limitaciones De Los Procesos Tradicionales	18
Automatización Industrial Como Solución	19
Rol De Las Bandas Transportadoras	20
Mantenimiento Industrial Y Continuidad Operativa ...	20
Seguridad Industrial En Procesos Automatizados ...	20
Estandarización Y Control De Procesos ...	21
Optimización De Recursos En La Industria	21
Impacto De La Tecnología En La Mejora Continua	21
Ergonomía Y Condiciones De Trabajo	22
Competitividad Y Sostenibilidad Industrial	22
Aplicación De Los Conceptos En El Proyecto	23
Capítulo 3	23
Procedimiento Y Descripción De Las Actividades Realizadas	23
Levantamiento De Equipos	25
Levantamiento De Espacios Y Recurso Humano	31
Traslado De La Envasadora Platinum Pack A La Línea De Envasado De Azúcar	36
Envasadora Platinum Pack	36
Descripción General De La Actividad	38

Traslado De La Enfardadora Raumak Del Área De Empaque De Arroz A La Línea De Envasado De Azúcar.	39
Enfardadora Raumak	39
Bandas Transportadoras	41
Entorno Laboral	42
Diseño Del Layout Para La Proyección De Equipos	43
Instalación Mecánica De La Envasadora Y La Enfardadora	45
Normas Básicas Para Trabajar De Forma Segura	47
Instalación Eléctrica Y Neumática	48
Uso De Las Máquinas	50
Instrucciones De Seguridad	51
Etiquetas De Seguridad	51
Dispositivos De Seguridad	52
Claves De Seguridad	52
Llave General	53
Botón De Emergencia	53
Eliminador Y Despresurizador Automático Y Manual	53
Indicación Luminosa	54
Limpieza De La Máquina	54
Pruebas, Ajustes Y Puesta En Marcha De Los Equipos	55
Pruebas Iniciales En Vacío	55
Ajustes Mecánicos, Neumáticos Y De Sellado	55
Pruebas Con Producto Y Verificación De Tiempos Del Proceso.	56
Problemas Detectados Y Soluciones Aplicadas	57
Capítulo 4	58
Resultados	58
Normatividades, Regulaciones Y Restricciones	60
Actividades Sociales Realizadas En La Empresa	60
Capítulo 5	60
Conclusiones.....	60
Recomendaciones.....	62
Experiencia Personal Profesional Adquirida	64
Capítulo 6	65
Competencias Desarrolladas	65
Referencias	67

índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Micro localización de Italpasta “Arrocera” GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA, Google Maps, 2024	8
Ilustración 2 Macro localización de grupo italpasta	9
Ilustración 3 Mapa Topografico del Terreno del grupo Italpasta	10
Ilustración 4 Mapa Técnico de distribución de la planta Italpasta	11
Ilustración 5 Maquina envasadora	18
Ilustración 6 levantamiento de equipo maquina envasadora	19
Ilustración 7 Levantamiento Interno de maquina envasadora	20

Ilustración 8 Sello vertical de maquina envasadora	21
Ilustración 9 formador de bolsa de maquina envasadora	22
Ilustración 10 Carrusel de llenado de maquina envasadora	22
Ilustración 11 Componentes de la envasadora	23
Ilustración 12 Maquina envasadora 2	29
Ilustración 13 Mapa del desplazamiento de la maquinaria	31
Ilustración 14 Maquina enfardadora	32
Ilustración 15 Banda Transportadora de Producto	33
Ilustración 16 Plano de maquina enfardadora	35
Ilustración 17 Plan de instalación de máquinas y bandas	36
Ilustración 18 Tableros de conexión eléctricos	38
Ilustración 19 Transformador utilizado en enfardadora	39
Ilustración 20 compresor utilizado para la conexión neumática	40
Ilustración 21 Banda transportadora de producto	44
Ilustración 22 Sellador de paquetes	46
Ilustración 23 Bodega 1	47

CAPITULO 1

Introducción

En el presente proyecto de residencia profesional, se desarrolla un tema en específico para poder solucionar una problemática para la empresa Ingeniería y administración de Puebla S.A. DE C.V en la planta Italtapac de la arrocería.

Como residente dentro de la planta de la arrocería en el área de mantenimiento se va a desarrollar el proyecto de automatización de línea de arroz, el departamento de mantenimiento es el encargado de dar solución a problemáticas que se llegan a presentar en la planta ya sea en molino, Silos, arroz, empaque, entre diferentes áreas más dentro de la planta.

Las actividades a realizar en este periodo de residencia son variadas no solo me enfocare en la elaboración de dicho proyecto, ya que estare de apoyo de los técnicos y supervisores del departamento, realizando actividades tales como dar seguimiento de datos de compresores, limpieza de compresores y de taller, hacer conteo de piezas que se utilizan para dar mantenimiento a molino, cambio de canchales en elevadores, cambio e instalación de luminarias, cortar y soldar piezas, cambio y lubricación de chumaceras, instalación y programación de tablero de control, entre algunas actividades.

En la actualidad, Grupo Industrial La Italiana cuenta con una línea de producción dedicada al envasado y empaquetado de variedad de productos alimenticios entre ellos el arroz, la cual opera de manera continua para atender la alta demanda del producto. Este proceso inicia con un operador encargado de vaciar costales de arroz en un contenedor que contiene un elevador que va distribuyendo el producto con dirección a una máquina envasadora, encargada de dosificar la cantidad exacta y colocarla en bolsas plásticas. Posteriormente, las bolsas son selladas automáticamente y transportadas mediante una banda hacia el área de empaquetado final.

Actualmente, el proceso requiere la intervención directa de tres a cuatro operadores, quienes realizan labores de supervisión, acomodo de bolsas y control de flujo. Sin embargo, la operatividad continua y las condiciones exigentes del entorno industrial generan un desgaste constante en los equipos, afectando tanto la productividad y pausa la labor de los operadores ocasionando tiempos de inactividad no programados, aumentan los costos de mantenimiento y reducen la eficiencia del sistema. Además, la alta dependencia de mano de obra incrementa el margen de error humano y limita la capacidad de respuesta ante incidencias operativas.

Ante este panorama, surge la necesidad de modernizar la línea de producción mediante un sistema de automatización, el cual permita la reubicación de una envasadora Platinum Pack y una enfardadora para el proceso actual. Esta mejora permitirá optimizar el proceso, reduciendo la necesidad de intervención manual y limitando la operación a solo dos operadores encargados de supervisar el sistema y responder ante posibles eventualidades.

La reducción del personal operativo no solo representa un beneficio económico para la empresa, al disminuir los costos laborales, sino que también contribuye a una mayor seguridad del personal, evitando su exposición directa a maquinaria en movimiento. Además, permite reorientar al personal existente hacia tareas de supervisión, mantenimiento o mejora de procesos, fortaleciendo la productividad general de la planta.

Con la implementación del proyecto se busca alcanzar los siguientes objetivos y beneficios:

- Reducir los tiempos de inactividad no programada.
- Disminuir el personal operativo.
- Mejorar el control del proceso productivo.
- Incrementar la productividad mediante un flujo continuo, controlado y estable.

- Fortalecer la seguridad industrial, minimizando riesgos de accidente por intervención directa.

En conjunto, este proyecto constituye un avance estratégico hacia la modernización tecnológica de la planta, alineándose con los principios de la Industria 4.0, donde la integración de sistemas automatizados, la supervisión digital y el análisis de datos en tiempo real permiten alcanzar procesos más eficientes, seguros, sostenibles y rentables.

Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.

Grupo industrial La italiana es una empresa mexicana fundada por inmigrantes italianos, desde 1920 se ha dedicado en la fabricación y comercialización de productos como pastas, galletas, arroz, entre otros productos.

Italpasta (Arrocera) es una marca derivada de Grupo industrial La italiana, la empresa se dedica a la producción de alimentos, manteniendo un enfoque en satisfacer las necesidades del mercado con productos nutritivos, accesibles y de calidad. La empresa se caracteriza por buscar la innovación en los procesos de fabricación implementados, manteniendo estándares de calidad que garanticen la seguridad alimenticia. Debido a su enfoque de sustentabilidad y responsabilidad social se implementan prácticas y métodos que buscan minimizar el impacto ambiental y promover el bienestar de la sociedad.

Valores

Pasión: Hacemos las cosas bien y damos el 100% en todo lo que hacemos, tenemos iniciativa, nos gusta lo que hacemos y estamos comprometidos enteramente en vigilar y cuidar nuestras marcas.

Ética: Hacemos lo correcto, de manera respetuosa y transparente.

Liderazgo: Empujamos siempre hacia adelante, predicamos con el ejemplo y generamos cambios positivos.

Compromiso: Estamos comprometidos con nuestro equipo de trabajo, nuestras marcas, con nuestros clientes y con nuestra sociedad.

Misión

Elaborar productos de excelente calidad, manteniendo la tradición, prestigio e innovación en nuestros productos y procesos.

Visión

Transmitir la pasión con la que hacemos nuestros productos a todos nuestros consumidores para que puedan disfrutar de deliciosos platillos, mediante nuestra presencia en un mercado globalizado y la preferencia de estos hacia nuestra marca, cuidando siempre la excelencia en el trato hacia el cliente, nuestros colaboradores y proveedores.

Historia

Inicia con una pequeña fábrica fundada en la ciudad de Puebla, México, en el año de 1920, por una familia de inmigrantes italianos, ofreciendo en cada uno de sus productos los secretos de la tradición europea para la elaboración de pastas.

Pensando siempre en satisfacer las necesidades y gustos de sus consumidores, utiliza tecnología de punta en los procesos industriales, dando como resultado la preferencia de la marca a nivel nacional e internacional. Gracias al éxito de “LA ITALIANA, FABRICA DE PASTAS” se logra la fundación de otras compañías que actualmente forman parte del grupo: MOLINO HARINERO SAN BLAS, GALLETAS GISA, ITALGRANI y TRANSPORTES ALIANO.

Actualmente cuenta con una gran capacidad productiva, instalada en extensas superficies de terreno en los estados de Puebla y Guanajuato.

GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA distribuye sus productos a lo largo y ancho del país, exportando también a mercados internacionales; generando más de 2,000 empleos permanentes.

Micro localización

La planta Italpasta “Arrocera” GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA, se encuentra en la siguiente dirección: C. 27 Nte. 3, Zona Sin Asignación de Nombre de Col 1, Sta María la Rivera, 72230 Heroica Puebla de Zaragoza, Pue. A 1.4 km de la CAPU - Central de Autobuses de Puebla como se muestra en la ilustración 1.



Ilustración 1 Micro localización de Italpasta “Arrocera” GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA, Google Maps, 2024

Macro localización

Italpasta “Arrocera” GRUPO INDUSTRIAL LA ITALIANA está ubicada en Heroica Puebla de Zaragoza, una ciudad clave en el estado de Puebla, México. Puebla se distingue por su fuerte actividad industrial y su estratégica ubicación cerca de la Ciudad de México (a 123 km), facilitando la distribución de productos a nivel nacional como se muestra en la ilustración 2.

La empresa se beneficia de importantes vías de comunicación como la autopista México-Puebla y la autopista

Puebla-Veracruz, facilitando la conectividad con otros mercados como el puerto marítimo de Veracruz y el aeropuerto internacional Hermanos Serdán, que se encuentra a 35 km de la planta “arrocera”, lo que permite el acceso a rutas aéreas de carga.

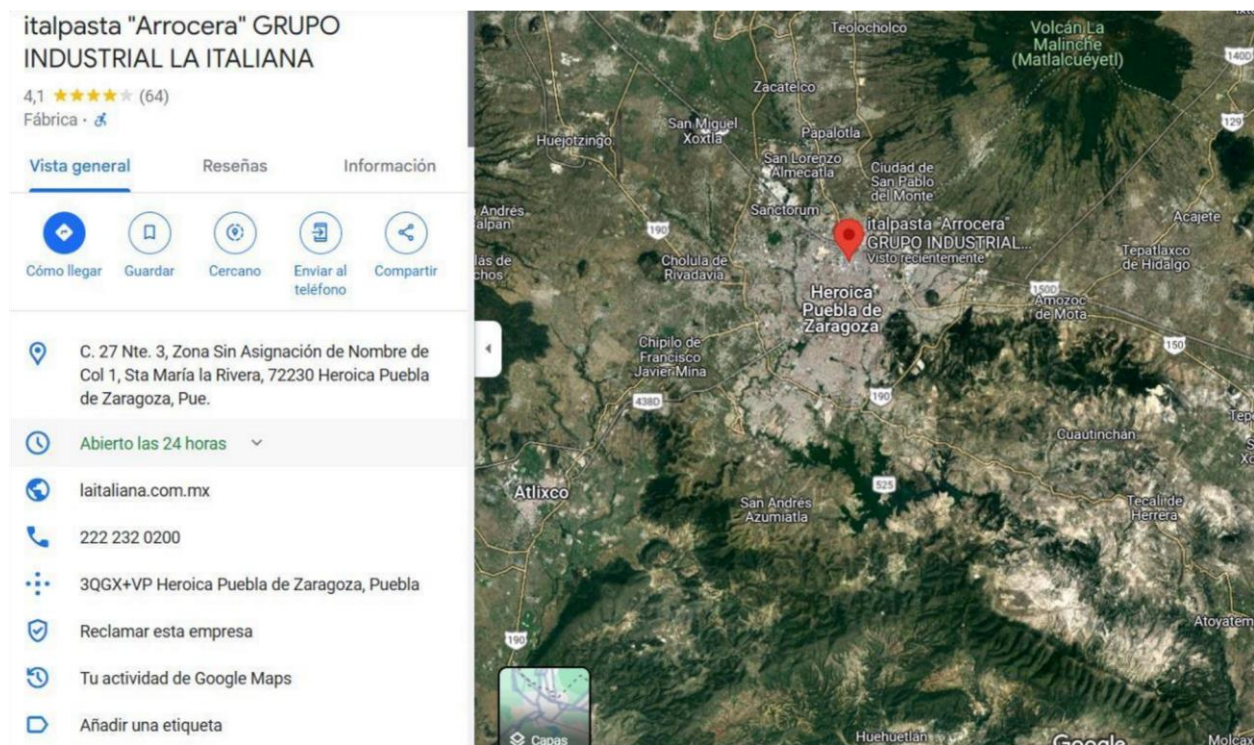


Ilustración 2 Macro localización de grupo italpasta

Certificaciones

La empresa italpasta cuenta con certificaciones que garantizan que el producto cuente con los requerimientos necesarios para tener una buena calidad y ofrecerlo al público sin ningún inconveniente mostradas en la ilustración 3.

Contamos con certificación SQF para harinas de maíz, semola de maíz, harina de trigo, pastas para sopa, galletas toda la línea.

Contamos con certificación Kosher PAREVE para todos los productos de la empresa, incluido arroz y azúcar.

Contamos con certificación en Industria Limpia en las plantas de La Italiana S.A. de C.V., Galletera Italiana S.A. de C.V. y Molino Harinero San Blas S.A. de C.V.



Contamos con distintivo de Empresa Socialmente Responsable en las plantas La Italiana S.A. de C.V., Galletera Italiana S.A. de C.V. y Molino Harinero San Blas S.A. de C.V., con el objetivo de lograr una gestión empresarial que contemple operaciones con un carácter social y ambiental.



Comprometidos con los Derechos Humanos.

Ilustración 3 Certificaciones de la empresa

Mapa de la empresa

La Ilustración 4 corresponde a un plano técnico titulado “Mapa de la empresa”, donde se muestra la delimitación de un terreno mediante un polígono irregular. Incluye la orientación norte, las medidas de sus lados, y el área total del predio de 89,639.39 m². También se señalan las colindancias con terrenos o áreas vecinas identificadas por distintos nombres. En general, es un croquis catastral o topográfico utilizado para la ubicación, referencia y control del terreno de una empresa.



Ilustración 4 Mapa Topográfico del Terreno del grupo Italtasta

Mapa de la empresa (AREAS)

Dentro del terreno aparecen estructuras, a reas construidas, accesos, vialidades internas y zonas marcadas en color, lo que sugiere un layout o plano de implantacio n industrial o empresarial. Tambie n incluye la orientacio n norte, tí pica de planos topogra ficos y arquitecto nicos. En general, es un plano de ubicacio n y distribucio n fí sica de una empresa o complejo industrial dentro de un terreno previamente delimitado.



Como residente me encuentro desempeñando actividades dentro del área de mantenimiento en la línea de producción de azúcar y empaque de arroz, colaborando de manera directa en tareas técnicas relacionadas con la operación, diagnóstico, mantenimiento y mejora de los equipos que integran el proceso productivo. Mi participación se está orientando tanto al apoyo operativo diario como al desarrollo del proyecto de

automatización, trabajando de forma conjunta con técnicos y supervisores del área de mantenimiento de la planta.

Entre las principales funciones que se están realizando se encuentra la ejecución de levantamientos técnicos de maquinaria, identificando componentes mecánicos, eléctricos y neumáticos, así como evaluando el estado físico y operativo de equipos tales como envasadoras, enfardadoras y bandas transportadoras. Estas actividades están permitiendo documentar las condiciones reales de operación, detectar fallas recurrentes, desgaste de componentes críticos y riesgos asociados a la acumulación de polvo y a la falta de mantenimiento preventivo.

Asimismo, se están participando en actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, apoyando en la limpieza profunda de los equipos, lubricación de mecanismos, revisión y ajuste de componentes mecánicos, verificación de sistemas eléctricos, inspección de relevadores, motores y conexiones eléctricas. De igual manera, se están colaborando en la detección y análisis de fallas que están ocasionando paros no programados en la línea de producción, contribuyendo a la mejora de la continuidad operativa.

De manera adicional, se están teniendo a cargo la elaboración de reportes de termografías, los cuales se están realizando en distintas áreas y equipos de la planta, tales como motores eléctricos, tableros de control, conexiones eléctricas y sistemas de potencia. Estos reportes están permitiendo identificar puntos de sobrecalentamiento, fallas incipientes y posibles riesgos eléctricos, apoyando la toma de decisiones oportunas para la aplicación de mantenimiento preventivo y la reducción de fallas mayores en los equipos. Dentro del proyecto de automatización, se están colaborando en el traslado, instalación y reubicación de maquinaria, apoyando en la desconexión y reconexión de sistemas eléctricos y neumáticos, alineación y nivelación de equipos, montaje de bandas transportadoras y ejecución de pruebas operativas. Asimismo, se están participando en la verificación de dispositivos de seguridad, aplicación de procedimientos de bloqueo y etiquetado (LOTO), y validación del correcto funcionamiento de los sistemas antes de su liberación a producción.

Adicionalmente, se están apoyando en el registro y análisis de información técnica, elaboración de reportes, documentación de fallas, seguimiento de actividades de mantenimiento y participación en acciones de mejora continua. La permanencia en el área de mantenimiento está permitiendo adquirir una visión integral del funcionamiento de la planta, fortalecer los conocimientos técnicos y desarrollar habilidades profesionales relacionadas con el trabajo en equipo, la comunicación técnica y la solución de problemas en un entorno industrial real.

Problemas a resolver, priorizándolos.

En la línea de producción de azúcar se están identificando dos problemáticas principales que están afectando de manera directa la eficiencia, seguridad y productividad del proceso.

La primera problemática se está presentando debido a la falta de monitoreo automatizado y de diagnóstico en tiempo real, ya que el sistema electromecánico no está contando con sensores que permitan supervisar su funcionamiento. Los mecanismos instalados son de tecnología antigua y el sistema opera mediante un tablero eléctrico que contiene borneras y relés, los cuales se encuentran conectados a levas encargadas de ejecutar funciones específicas. Esta configuración está provocando que las fallas únicamente se estén detectando cuando el problema ya se ha manifestado, lo que está generando paros no programados, retrasos en la producción y un incremento en los costos de mantenimiento. Asimismo, la ausencia de un sistema de control automatizado está impidiendo la aplicación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo, limitando la confiabilidad y continuidad de la operación.

La segunda problemática se está relacionado con la alta dependencia de personal operativo, ya que el proceso está requiriendo de cuatro a cinco operadores para llevar a cabo tareas manuales de supervisión, traslado y acomodo del producto. Esta situación está incrementando los costos laborales, elevando el riesgo de accidentes debido a la interacción directa con maquinaria en movimiento y reduciendo la eficiencia

general del sistema, como consecuencia de posibles errores humanos y de la falta de sincronización entre las distintas etapas del proceso.

Ambas problemáticas se encuentran estrechamente relacionadas y están reflejando la necesidad de implementar una reubicación del sistema que permita integrar equipos con un mayor nivel de automatización. De esta manera, el proceso estaría operando con únicamente dos operadores, quienes se estarían encargando exclusivamente de la supervisión del traslado del producto, garantizando así un incremento en la seguridad, una reducción en los costos operativos y una producción más continua, confiable y eficiente.

Objetivos.

General

Automatizar la línea de producción de azúcar mediante la reubicación de una envasadora y una enfardadora industrial automatizada, con el fin de optimizar los procesos, reducir la intervención manual, mejorar la calidad del producto y reorganizar eficientemente los recursos humanos, materiales y evitando tiempos muertos.

Específicos.

- Reubicar e integrar la envasadora y la enfardadora a la línea de azúcar, asegurando un flujo continuo y ordenado del producto desde el envasado hasta el enfardado final.
- Fortalecer la formación profesional del practicante, aplicando conocimientos adquiridos durante la carrera en un entorno industrial real y desarrollando competencias técnicas y profesionales en automatización y mantenimiento industrial.

Justificación.

El proyecto está surgiendo de la necesidad de modernizar y automatizar la línea de envasado de azúcar, derivada del incremento en la demanda del producto y de la búsqueda constante de una mayor eficiencia productiva. Actualmente, los equipos no se están encontrando en una disposición óptima, lo cual está generando diversas problemáticas que afectan directamente el desempeño del proceso.

Entre las principales consecuencias que se están presentando se encuentran la pérdida de horas productivas debido a paros no programados, la dependencia excesiva del personal operativo, la dificultad para realizar ajustes precisos de parámetros de operación, las variaciones en la velocidad del proceso y la necesidad de efectuar ajustes constantes. Asimismo, se está recurriendo principalmente a mantenimiento correctivo en lugar de mantenimiento preventivo, lo que está ocasionando un mayor desgaste de los equipos y desperdicio de producto.

Mediante la reubicación e integración de la envasadora y la enfardadora, se está buscando optimizar el proceso productivo, logrando una reducción significativa de la intervención manual y permitiendo que un solo operador se encuentre supervisando el funcionamiento general del sistema. De esta manera, se está incrementando la productividad y eficiencia del proceso, al disminuir los tiempos de ciclo, los retrabajos y las pérdidas asociadas a fallas operativas.

Asimismo, la integración de los equipos está permitiendo asegurar la uniformidad y calidad del producto final, mediante la estandarización del peso y el sellado de los empaques. La optimización de la disposición del área de producción está contribuyendo a establecer un flujo de trabajo más seguro, ordenado y eficiente, facilitando la supervisión del proceso y reduciendo riesgos operativos.

Adicionalmente, el proyecto está incorporando sistemas de monitoreo digital que permiten obtener ciclos de operación más estables y repetibles, así como una disminución en la cantidad de personal operativo

requerido, lo que se traduce en una reducción de costos, mayor control del proceso y una operación más confiable y sustentable.

CAPITULO 2

Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Conceptos generales

La industria alimentaria y los procesos productivos

La industria alimentaria es uno de los sectores más importantes dentro de la actividad industrial, ya que tiene como principal objetivo la transformación de materias primas en productos destinados al consumo humano, garantizando calidad, inocuidad, disponibilidad y seguridad. Para lograrlo, las empresas deben implementar procesos productivos eficientes, controlados y estandarizados que permitan satisfacer la demanda del mercado y cumplir con las normativas vigentes.

Dentro de estos procesos productivos, cada etapa tiene una función específica, desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto terminado. La correcta integración y coordinación entre estas etapas es fundamental para evitar pérdidas, retrasos y riesgos operativos. En este contexto, el proceso de envasado representa una de las fases más críticas, ya que es el último contacto del producto con la línea de producción antes de su almacenamiento y distribución.

El proceso de envasado en productos alimenticios

El envasado consiste en colocar un producto dentro de un envase adecuado que lo proteja durante su transporte, almacenamiento y comercialización. En el caso de productos alimenticios como el azúcar, el envasado debe cumplir con requisitos estrictos de higiene, peso, sellado y presentación, ya que cualquier desvío puede afectar la calidad del producto y la percepción del consumidor.

Un proceso de envasado eficiente debe garantizar que cada unidad tenga el peso correcto, que el envase esté correctamente sellado y que el producto esté protegido contra factores externos como humedad, polvo o contaminación. Cuando este proceso se realiza de forma manual o con equipos poco automatizados, aumenta la probabilidad de errores, desperdicios y variaciones en la calidad.

Limitaciones de los procesos tradicionales

En muchas plantas industriales, los procesos de envasado tradicionales dependen en gran medida de la intervención humana. Los operadores realizan actividades como alimentación del producto, acomodo, supervisión constante y correcciones manuales durante la operación. Aunque este tipo de procesos puede funcionar, presenta diversas limitaciones, entre ellas:

- Mayor probabilidad de error humano
- Incremento en los tiempos muertos
- Riesgo de accidentes laborales
- Variaciones en la calidad del producto

- Mayor desgaste físico del personal
- Dependencia excesiva de la experiencia del operador

Estas limitaciones hacen evidente la necesidad de buscar alternativas que permitan mejorar la eficiencia y confiabilidad del proceso productivo.

Automatización industrial como solución

La automatización industrial surge como una solución para enfrentar las limitaciones de los procesos manuales o semiautomatizados. Automatizar un proceso significa utilizar maquinaria, sistemas de control y dispositivos que realicen tareas de forma repetitiva, precisa y continua, reduciendo la intervención directa del operador.

En una línea automatizada, los equipos trabajan de manera coordinada, siguiendo secuencias previamente definidas, lo que permite mantener condiciones estables de operación. Esto se traduce en una mayor productividad, reducción de tiempos muertos, mejora en la calidad del producto y un entorno de trabajo más seguro.

En el contexto del envasado de azúcar, la automatización permite controlar variables como la dosificación, el sellado, la velocidad de producción y el flujo del producto, asegurando un proceso más confiable y eficiente. Importancia del flujo de proceso

El flujo de proceso se refiere al recorrido que sigue el producto a través de las distintas etapas de la línea de producción. Un flujo adecuado evita interrupciones, acumulaciones y retrabajos, permitiendo que el producto avance de manera continua desde el inicio hasta el final del proceso.

Cuando el flujo no está correctamente diseñado, pueden presentarse cuellos de botella, traslados innecesarios de material y cruces de personal, lo que afecta la productividad y aumenta los riesgos de seguridad. Por ello, la correcta disposición de la maquinaria y la integración de equipos como envasadoras, bandas transportadoras y enfardadoras es clave para mejorar el desempeño de la línea.

Rol de las bandas transportadoras

Las bandas transportadoras cumplen una función esencial dentro de las líneas de producción, ya que permiten trasladar el producto de un equipo a otro de manera continua y controlada. Su uso reduce la manipulación manual, mejora la organización del proceso y contribuye a mantener un ritmo constante de producción.

En una línea automatizada, las bandas transportadoras actúan como el elemento de enlace entre las distintas etapas del proceso, asegurando que el producto llegue en el momento adecuado a cada equipo. Esto resulta especialmente importante en procesos donde se busca sincronizar el envasado con el enfardado.

Mantenimiento industrial y continuidad operativa

El mantenimiento industrial es un factor determinante para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos. Un mantenimiento deficiente puede provocar fallas frecuentes, paros no programados y reducción en la vida útil de la maquinaria. En contraste, la aplicación de mantenimiento preventivo y predictivo permite anticiparse a las fallas y mantener la continuidad del proceso productivo.

En ambientes industriales donde se maneja azúcar, la acumulación de polvo representa un riesgo importante, ya que puede afectar componentes mecánicos y eléctricos. Por ello, la limpieza, inspección y monitoreo constante de los equipos son actividades fundamentales para asegurar su confiabilidad.

Seguridad industrial en procesos automatizados

La seguridad industrial tiene como objetivo principal prevenir accidentes y proteger la integridad del personal. En líneas de producción automatizadas, aunque se reduce la intervención directa del operador, siguen existiendo riesgos asociados a la maquinaria, la energía eléctrica y los sistemas neumáticos.

La correcta implementación de dispositivos de seguridad, procedimientos operativos y capacitación del personal es indispensable para garantizar un entorno de trabajo seguro. La automatización, cuando se aplica de manera adecuada, contribuye a disminuir los riesgos laborales y a crear condiciones más seguras para los trabajadores.

La industria alimentaria y los procesos productivos

La industria alimentaria es uno de los sectores más importantes dentro de la actividad industrial, ya que tiene como principal objetivo la transformación de materias primas en productos destinados al consumo humano, garantizando calidad, inocuidad, disponibilidad y seguridad. Para lograrlo, las empresas deben implementar procesos productivos eficientes, controlados y estandarizados que permitan satisfacer la demanda del mercado y cumplir con las normativas vigentes.

Estandarización y control de procesos

La estandarización de procesos es un principio fundamental dentro de la industria, ya que permite que las actividades productivas se realicen siempre bajo las mismas condiciones, reduciendo la variabilidad y asegurando resultados consistentes. Un proceso estandarizado facilita el control de la calidad, la capacitación del personal y la detección de fallas, ya que cualquier desvío respecto al estándar puede identificarse de manera más rápida.

En procesos de envasado, la estandarización es especialmente importante, ya que pequeñas variaciones en peso, sellado o velocidad pueden generar desperdicio de producto, retrabajos y pérdidas económicas. La automatización contribuye directamente a la estandarización, ya que las máquinas operan bajo parámetros definidos y repetibles, disminuyendo la dependencia del criterio individual de cada operador.

Optimización de recursos en la industria

La optimización de recursos consiste en utilizar de manera eficiente los recursos disponibles, tales como maquinaria, tiempo, energía y personal. En un entorno industrial competitivo, las empresas buscan producir más con menos recursos, sin comprometer la calidad ni la seguridad del producto.

La automatización de una línea de producción permite optimizar el recurso humano, ya que reduce la necesidad de personal dedicado a tareas repetitivas y físicamente demandantes. En lugar de ello, los operadores pueden desempeñar funciones de supervisión, control y mantenimiento, lo que genera un mejor aprovechamiento de sus habilidades y conocimientos. Asimismo, la optimización del tiempo de operación se refleja en una mayor productividad y en la reducción de tiempos muertos.

Impacto de la tecnología en la mejora continua

La mejora continua es un enfoque que busca perfeccionar constantemente los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de fallas, desperdicios y actividades que no agregan valor. La implementación de tecnología en los procesos industriales es un elemento clave para lograr esta mejora, ya que proporciona información, control y repetibilidad.

En una línea automatizada, el uso de tecnología permite monitorear el comportamiento del proceso, identificar tendencias de falla y aplicar acciones correctivas antes de que se presenten problemas mayores.

Esto favorece la transición de un mantenimiento correctivo a uno preventivo o predictivo, mejorando la confiabilidad de los equipos y reduciendo costos operativos.

Ergonomía y condiciones de trabajo

La ergonomía se enfoca en adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones del ser humano, con el fin de reducir la fatiga, prevenir lesiones y mejorar el desempeño laboral. En procesos manuales o semiautomatizados, los operadores suelen estar expuestos a movimientos repetitivos, cargas físicas y posturas incómodas, lo que puede generar problemas de salud a largo plazo.

La automatización de procesos contribuye a mejorar las condiciones ergonómicas al disminuir la carga física del trabajador y limitar su interacción directa con maquinaria pesada o en movimiento. Esto no solo mejora la seguridad, sino que también incrementa la eficiencia y el bienestar del personal, creando un ambiente de trabajo más adecuado y sostenible.

Competitividad y sostenibilidad industrial

En la actualidad, las empresas industriales enfrentan un entorno altamente competitivo, en el que la eficiencia, la calidad y la seguridad son factores determinantes para su permanencia en el mercado. La automatización de procesos se convierte en una estrategia clave para aumentar la competitividad, ya que permite reducir costos operativos, mejorar la calidad del producto y responder de manera más rápida a la demanda del mercado.

Además, la automatización contribuye a la sostenibilidad industrial, al reducir desperdicios, optimizar el uso de recursos y prolongar la vida útil de la maquinaria mediante un mejor control y mantenimiento. Estos aspectos permiten que las empresas operen de manera más responsable y eficiente a largo plazo.

Aplicación de los conceptos en el proyecto

Los conceptos de estandarización, optimización de recursos, mejora continua, ergonomía, competitividad y sostenibilidad están directamente relacionados con el proyecto de automatización de la línea de envasado de azúcar. La reubicación de equipos, la integración de maquinaria automatizada y la mejora del flujo de proceso representan la aplicación práctica de estos principios en un entorno industrial real.

CAPITULO 3

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Realizar levantamiento de equipos, espacios y recurso humano

La actividad de levantamiento de equipo esta consistiendo en realizar una revisión técnica detallada y sistemática de una máquina industrial, con el fin de documentar su estado real, su funcionamiento, sus componentes, sus condiciones de operación y cualquier factor que este influyendo en su desempeño, seguridad o vida útil. Este proceso esta incluyendo la identificación de cada elemento mecánico, eléctrico y neumático; la evaluación de su nivel de desgaste o deterioro; la revisión de la correcta instalación de los sistemas; la verificación de la sincronización de los mecanismos involucrados; y el registro de toda la información necesaria para la toma de decisiones informadas relacionadas con el mantenimiento, modernización, reubicación o sustitución del equipo. El levantamiento se esta constituyendo como la base técnica para la detección de fallas, la determinación de riesgos y la planeación de intervenciones a corto, mediano y largo plazo.

A diferencia de las envasadoras modernas, las cuales esta n operando mediante PLC, servomotores y sistemas de control digital, estas máquinas esta n utilizando un conjunto de mecanismos mecánicos sincronizados que esta n determinando los momentos exactos en los que se debe formar la bolsa, permitir la caída del producto, accionar el carrusel dosificador, activar el sellado vertical, cerrar las mordazas horizontales y realizar el corte. Cada una de estas funciones esta dependiendo estrictamente del estado de las levas, de la calibración de sus seguidores, de la posición de los relés, del desgaste de los engranes, de la tensión en los mecanismos de arrastre y de la condición del motor principal que esta impulsando todo el sistema.

Cuando alguno de estos elementos se encuentra desfasado, sucio, flojo, desgastado o mal alineado, la máquina esta perdiendo el “tiempo” de operación, lo que esta generando fallas como doble descarga de producto, caída fuera de tiempo, formación deficiente de bolsas, sellos de biles o incluso paros inesperados del equipo.



Ilustración6 Maquina envasadora

El levantamiento esta consistiendo, por tanto, en analizar y documentar de manera minuciosa cada componente que esta participando en la operacion del equipo, partiendo desde los mecanismos internos hasta los sistemas electricos y neumaticos que estan complementando el ciclo de trabajo. Este proceso esta incluyendo la revision de la estructura donde se estan alojando motorreductores, ejes principales, rodamientos, varillas de transmision, poleas, correas, sensores basicos, contactores, cableado y tableros electricos improvisados o con evidente desgaste. En equipos con varios años de servicio, se vuelve indispensable evaluar no solo su funcionalidad, sino tambien el nivel real de desgaste, las condiciones ambientales que estan afectando su operacion —como la acumulacion de polvo fino o la presencia de humedad— y las modificaciones que se han estado realizando a lo largo del tiempo como resultado de actividades de mantenimiento, reparaciones o adaptaciones improvisadas, tal como se esta mostrando en la ilustracion 6.

Esta actividad tambien esta permitiendo identificar riesgos operativos, puntos criticos y elementos que estan requiriendo reemplazo inmediato o actualizacion tecnologica, especialmente en maquinas donde el cableado se encuentra deteriorado, los contactores estan operando de manera inestable o los mecanismos se estan desajustando debido a vibraciones, falta de lubricacion o desgaste natural. El levantamiento se esta consolidando ademas como la base tecnica para justificar inversiones en procesos de modernizacion, instalacion de nuevos sistemas de control, reemplazo del panel electrico, automatizacion parcial del proceso o reubicacion del equipo a un area donde pueda operar de manera mas eficiente y segura.

En resumen, el levantamiento de la envasadora Envaflex, en su estado actual, no se está limitando a una inspección superficial, sino que se está desarrollando como un análisis profundo de su integridad mecánica, su estado eléctrico, la correcta sincronización de las levas y los relevadores, la condición del carrusel dosificador, la funcionalidad de los sistemas de sellado y la viabilidad de su operación futura. Esta actividad está siendo esencial para garantizar la continuidad del proceso de envasado, mejorar la calidad del producto, reducir variaciones en peso, evitar tiempos muertos, incrementar la seguridad de los operadores y sustentar la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento, la mejora o la sustitución del equipo.

Levantamiento de maquinaria

La envasadora Envaflex mostrada en la imagen es un equipo de sincronización mecánico, electrónico que opera mediante un sistema basado en levas, engranes, motores y relevadores eléctricos que actúan como dispositivos de control para activar resistencias, motores en el momento adecuado. La acumulación de polvo fino en toda la estructura y en los puntos críticos hace que los movimientos se vuelvan más lentos, los relevadores respondan con retraso y que la máquina pierda precisión en el ciclo completo, generando tiempos de operación más tardados y frecuentes fallas de sincronía como lo podemos observar en la ilustración

7.

De la columna principal se observa una capa pesada de polvo que cubre motorreductores, seguidores de leva, tornillería y piezas móviles. Cuando el polvo se mezcla con grasa o aceite, forma una pasta abrasiva que aumenta la fricción, reduce la movilidad de los mecanismos y ralentiza las transiciones de un movimiento a otro. En este tipo de máquinas antiguas, incluso una mínima fricción adicional afecta directamente la cadencia del eje maestro y retrasa acciones como la caída del producto, el giro del carrusel y la ejecución de los sellos vertical y horizontal.



Ilustración 7 levantamiento de equipo maquina envasadora

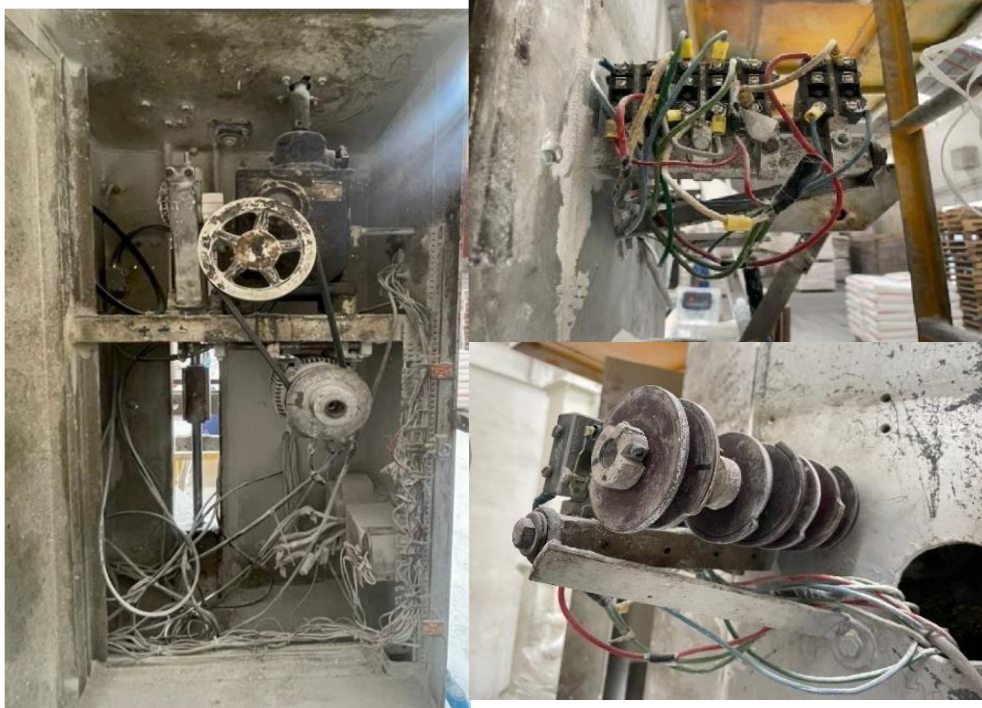


Ilustración 8 Levantamiento Interno de maquina envasadora

El panel eléctrico mostrado en la ilustración 8 está presentando un deterioro significativo, evidenciado por cables expuestos, empalmes sin protección, terminales dañadas y acumulación considerable de polvo. En una máquina que está utilizando relevadores como sistema principal de control, cualquier deficiencia en las conexiones está generando retardos eléctricos. Un relevador contaminado o un cable con falso contacto puede estar tardando una fracción de segundo adicional en cerrar el circuito; sin embargo, dicha fracción resulta suficiente para alterar de manera crítica la sincronización general del equipo. Adicionalmente, la acumulación de polvo está incrementando la resistencia eléctrica en las terminales, lo que está provocando un mayor calentamiento de los contactos y ocasionando que los relevadores tarden más tiempo en energizarse. Con el paso del tiempo, esta condición está haciendo que la operación de la máquina se vuelva cada vez más lenta e inestable.

Las levas están siendo las encargadas de definir físicamente los tiempos de cada operación dentro del ciclo de trabajo. Cada perfil de leva está activando un movimiento específico en un punto exacto del proceso. Cuando las levas se encuentran cubiertas de polvo, su superficie está perdiendo suavidad, lo que provoca que el seguidor presente micro-saltos, vibraciones o deslizamientos incompletos durante su recorrido. Esta condición está generando retrasos físicos en el momento en que se activa cada función del sistema. Por ejemplo, una leva contaminada puede estar provocando que el cierre de las mordazas horizontales ocurra fuera de tiempo, que el sellado no se complete correctamente o que el corte se realice de manera imprecisa. La combinación de retardos eléctricos derivados del estado del panel y retrasos mecánicos ocasionados por el desgaste y la suciedad en las levas está afectando directamente la sincronización general de la máquina. Como consecuencia, se están presentando fallas como doble descarga de producto, bolsas mal formadas, sellos de biles, variaciones en el peso del empaque y paros inesperados. Esta situación está evidenciando la necesidad de una intervención inmediata, tanto en la limpieza y rehabilitación de los componentes

existentes como en la evaluación de una actualización tecnológica que permita mejorar la confiabilidad, estabilidad y seguridad del proceso de envasado.

Esto está provocando que una compuerta se esté abriendo con unos milisegundos de retraso, lo cual, en una máquina de operación mecánica, está generando bolsas vacías, derrames de producto o sellos fuera de tiempo. Con el paso del tiempo, esta condición está ocasionando que la máquina esté operando a una menor velocidad, generando ciclos cada vez más tardados e inestables.

Los relevadores están teniendo un papel esencial dentro del sistema eléctrico de esta envasadora, ya que están funcionando como interruptores electromagnéticos encargados de energizar resistencias, accionar el cuchillo de corte o activar mecanismos neumáticos. Cuando los relevadores se encuentran expuestos a polvo fino, este se está introduciendo en sus contactos y en su mecanismo de cierre, provocando que los dispositivos estén tardando más en activarse, generen falsos contactos o realicen una conmutación incompleta. Esto significa que, aun cuando la leva o el sensor esté enviando una señal correcta, el relevador puede estar respondiendo con retraso.

Dicho retraso se está traduciendo en sellos que están tardando más tiempo en alcanzar la temperatura adecuada, cuchillos que están realizando el corte de manera desfasada y motores que están arrancando con menor fuerza. En conjunto, estas condiciones están



Ilustración 9 Sello vertical de máquina envasadora

provocando que el ciclo completo del proceso sea más lento, inestable y propenso a fallas, tal como se está mostrando en la ilustración 9.

En cuanto al sistema de sellado, tanto vertical como horizontal, el polvo se está presentando como un factor especialmente dañino. Este se está adhiriendo a las mordazas, bandas y resistencias, reduciendo de manera significativa la transferencia de calor. Cuando las superficies se encuentran contaminadas, la resistencia está requiriendo mayor tiempo para alcanzar la temperatura adecuada, lo que está provocando que el sello tarde más en formarse.

Esta condición está obligando al mecanismo a mantener las mordazas cerradas durante un mayor intervalo de tiempo o, en algunos casos, a repetir ciclos de sellado, lo cual está generando retrasos en la producción y disminuyendo la velocidad del proceso. A largo plazo, la acumulación de suciedad también está provocando la deformación de los empaques térmicos o el aislamiento parcial de los termopares, ocasionando lecturas de temperatura incorrectas y un calentamiento más lento e ineficiente del sistema.

Como consecuencia, el proceso de sellado se está volviendo menos confiable, incrementando la probabilidad de sellos de biles o defectuosos, desperdicio de producto y variaciones en la calidad del empaque final. La ilustración 10 está representando el proceso de formado de la bolsa y permite visualizar la importancia de la correcta sincronización y limpieza de los componentes involucrados en esta etapa crítica del envasado.



Ilustración 10 formador de bolsa de maquina envasadora

El mecanismo de caída del producto y el carrusel dosificador también se están viendo afectados por la acumulación de polvo. Esto está provocando un desgaste irregular de los componentes, endureciendo los movimientos mecánicos y ocasionando que las compuertas o las tomas del carrusel estén tardando más tiempo en abrir o cerrar. Como consecuencia, el flujo del producto se vuelve menos preciso y repetible.

Cuando el producto no está cayendo exactamente en el momento correspondiente, los relevadores encargados de controlar la activación de la siguiente etapa del proceso pueden estar recibiendo la señal fuera de tiempo. Este desfase está alargando aún más el ciclo de operación, afectando la sincronización general de la máquina, tal como se está mostrando en la ilustración 11.



Ilustración 11 Carrusel de llenado de maquina envasadora

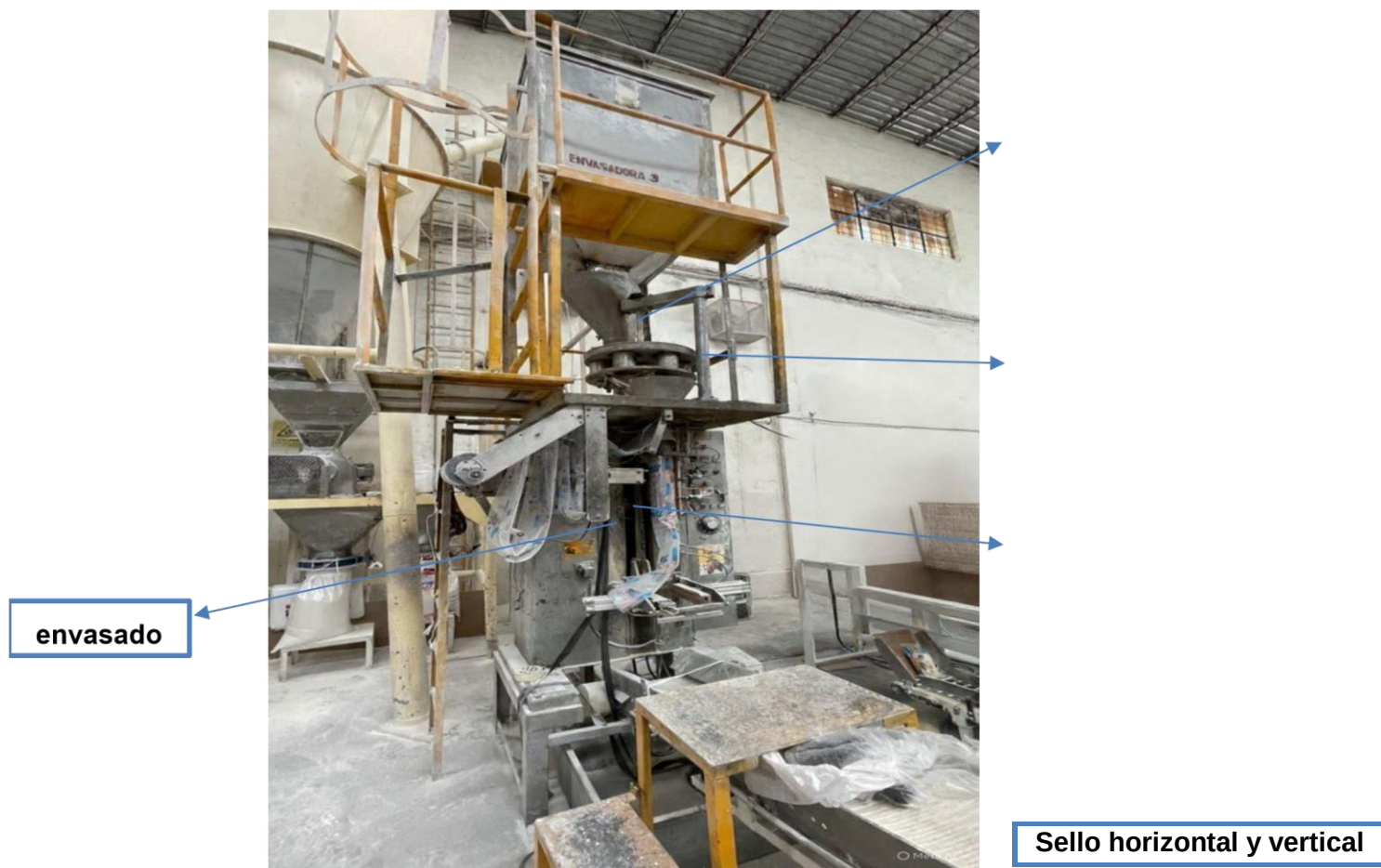


Ilustración 12 Componentes de la envasadora

El motor principal, al encontrarse cubierto de polvo, esta ventilando de manera deficiente y esta operando a una temperatura mas elevada. Un motor que se encuentra sobrecalentado dispone de menor torque u til, responde de forma mas lenta ante las cargas generadas por el accionamiento de las levas y esta produciendo pequenas variaciones en la velocidad meca nica del sistema.

Estas variaciones esta n afectando de manera directa a todo el conjunto, ya que la sincronizacio n en una ma quina de este tipo esta dependiendo completamente de la cadencia constante del eje maestro. Cualquier fluctuacio n en la velocidad del motor se esta traduciendo en desfases en los tiempos de apertura, cierre y accionamiento de los distintos mecanismos, lo que esta contribuyendo a ciclos mas lentos, inestables y propensos a fallas operativas.

En conclusio n, se esta realizando una calibracio n general con el objetivo de **Caída del producto** comprobar que los componentes este n funcionando de manera correcta; sin embargo, debido a la acumulacio n excesiva de polvo, la envasadora esta presentando paros inesperados, lo que esta provocando una disminucio n en la produccio n como consecuencia de las fallas recurrentes que se esta n manifestando durante la operacio n.

Para mejorar el rendimiento de la envasadora Envaflex, se esta identificando como necesario aplicar un mantenimiento integral que este abarcando la limpieza profunda del equipo, la realizacio n de ajustes meca nicos, la revisio n del sistema ele ctrico, la calibracio n de los mecanismos y la verificacio n general de todos los sistemas que esta n interviniendo en el ciclo de envasado. Estas acciones esta n siendo fundamentales

para restablecer la sincronización del proceso, mejorar la estabilidad operativa y reducir los tiempos muertos.

La ilustración 12 está mostrando los componentes principales de la envasadora Envaflex, los cuales están siendo considerados como referencia para la ejecución de las actividades de mantenimiento y análisis técnico.

Levantamiento de espacios y recurso humano

El levantamiento de espacios está consistiendo en revisar y documentar todas las características físicas del área donde está operando o estará operando la envasadora Envaflex. Durante esta actividad se están evaluando las dimensiones del espacio, la distribución actual del área, los accesos, pasillos, puntos de suministro de energía eléctrica, condiciones de ventilación e iluminación, rutas de mantenimiento y zonas de acumulación de polvo o residuos. El objetivo principal es determinar si el área está siendo adecuada para la operación segura y eficiente del equipo, así como verificar que la máquina cuente con el espacio suficiente para la apertura de guardas, el retiro de tolvas, el reemplazo de bobinas, la manipulación de tarimas, el movimiento del producto y la ejecución de actividades de mantenimiento sin generar riesgos.

Carrusel dosificador

Asimismo, se están identificando posibles obstrucciones, cruces innecesarios de personal, zonas de riesgo, deficiencias en limpieza, problemas de organización y fallas en el flujo de materiales que puedan estar afectando la operación del proceso productivo.

Este levantamiento también está incluyendo la revisión de los puntos eléctricos disponibles, la calidad de las conexiones, el estado general de la instalación y la distancia hacia tableros eléctricos o dispositivos de protección. De igual manera, se está verificando la disponibilidad de fuentes de aire comprimido, la altura suficiente para el manejo de la película de empaque, el espacio destinado para la acumulación de producto en bruto y producto terminado, así como las rutas de entrada y salida del personal.

Adicionalmente, se está analizando el impacto del polvo presente en el ambiente sobre los mecanismos internos de la máquina, ya que la acumulación excesiva de partículas finas puede estar dañando motores, sellos, sensores, resistencias y relevadores, lo cual está provocando tiempos de operación más lentos y un mayor desgaste de los componentes. Los datos obtenidos durante este levantamiento se están mostrando en la Tabla 1.

Tabla 1 Levantamiento de área y espacio

Categoría	Elementos para verificar	Descripción / datos a Observaciones registrar
Dimensiones del área	Largo, ancho y altura	Cuenta con un espacio de 15m de ancho y 20 de largo. La bodega solamente es para la producción de azúcar, cuenta con espacio suficiente.
Distribución física	Espacios libres, pasillos y flujos	Circulación de personal y producto; evita obstrucciones y cruces innecesarios. La circulación tiene un espacio considerable respetando las normas de seguridad
Ubicación de maquinaria	Posición actual o futura	Plano con la ubicación propuesta de la envasadora, banda, enfardadora y equipo auxiliar. La máquina se encuentra en un costado en la parte trasera de la bodega, junto se colocará la nueva envasadora y la enfardadora.

Acceso y salidas	Puertas, rampas y pasillos	Verificar que haya espacio suficiente para ingreso de maquinaria o mantenimiento.	Tiene dos accesos de entrada y salida
Requerimientos eléctricos	Voltaje, tomas, tableros	Identificar línea dedicada, protecciones, distancia al tablero y condiciones del cableado.	La línea de tableros es independiente esta n conectados por separado.
Requerimientos neumáticos	Línea de aire, presión y conexiones	Registrar longitud de tubería, presión disponible y distancia al compresor	La tubería eléctrica se encuentra en la parte superior de la bodega y la tubería neumática se encuentra en el inferior
Iluminación del área	Intensidad y distribución	Verificar si es adecuada para operación y mantenimiento sin riesgo.	Cuenta con 6 luminarias en la parte superior de la bodega.
Ventilación y polvo	Extracción y ventilación	Identificación de exceso de polvo que pueda afectar sensores, bandas y relevadores.	Tiene 6 ventiladores repartidos en toda la bodega.
Seguridad ergonomía	Senalización y espacio para maniobras	Evaluar riesgo por movimientos repetitivos, zonas calientes o partes móviles.	Tiene senalizaciones
Niveles de ruido	DB en operación	Registrar si se requiere protección auditiva o aislamiento	No requiere de aislamiento.
Piso y nivelación	Condiciones, resistencia y nivel	Verificar que el piso soporte vibraciones y este nivelado para evitar desajustes.	El piso y nivel están correctos para su instalación
Flujo del material	Entrada de producto, salida y acumulación	Analizar recorrido del azúcar, tarimas, sacos, cajas o paquetes terminados.	La materia llega a la bodega en un camión y es descargado en Costales de 30 kg
Espacio para mantenimiento	Área de acceso a componentes	Evaluar si hay espacio para intervenir motores, resistencias, relevadores, levas y engranes.	Requiere de mantenimiento cada cierto tiempo debido al polvo que se acumula.
Almacén de refacciones	Ubicación y tamaño	Registrar disponibilidad y acceso rápido a refacciones críticas.	Las refacciones se encuentran en el taller de mantenimiento.
Personal en el área	Cantidad y roles	Identificar cuántos operadores trabajarán y si hay espacio suficiente para su movilidad.	Los técnicos son encargados de repartir las actividades de manera ordenada.
Seguridad contra incendios	Extintores, rutas y senalización	Verificar accesibilidad y distancia de equipos de emergencia.	Cuentan con las medidas necesarias para trabajar en un entorno seguro

Condiciones ambientales	Temperatura y humedad	Identificar factores que pueden acelerar fallas eléctricas o mecánicas.	Cuentan con un sistema de clima que permite tener una buena temperatura para manipular el producto.
Riesgos potenciales	Polvo, humedad, obstrucciones	Documentar situaciones que afecten la operación (polvo excesivo, vibraciones, malas ubicaciones).	El polvo excesivo puede afectar el funcionamiento de las máquinas bandas o elevadores forzando su funcionamiento

En cuanto al recurso humano, el levantamiento está evaluando la cantidad y el perfil del personal necesario para operar, supervisar y dar mantenimiento a la envasadora. Durante este proceso se está registrando el número de operadores que están interviniendo, las funciones que están desempeñando, el tiempo que están dedicando por turno, la forma en que están interactuando con la máquina y el nivel de capacitación con el que cuentan.

Asimismo, se está identificando si el personal está realizando actividades repetitivas que podrían ser automatizadas, así como la presencia de prácticas inseguras o rutinas operativas que están incrementando el riesgo de fallas o accidentes. Entre estas prácticas se encuentran acciones como introducir las manos para jalar la película, realizar ajustes en las mordazas mientras se encuentran en movimiento o manipular la tolva sin realizar un apagado completo del equipo.

La información obtenida a partir de este levantamiento del recurso humano se está presentando y analizando en la Tabla 2

Tabla 2 Levantamiento de Recursos Humanos

Categoría	Aspectos para evaluar	Descripción
Cantidad de personal	Número de operadores y técnicos	Registrar cuántas personas participan por turno (4 operadores + 2 técnicos de mantenimiento).
Roles y funciones	Actividades principales	Definir si operan máquina, abastecen producto, hacen ajustes, realizan limpieza o monitorean calidad.
Nivel de experiencia	Años de experiencia	Documentar si son principiantes, intermedios o expertos en maquinaria
Habilidades específicas	Operación, ajuste, diagnóstico	Registrar si saben calibrar levas, cambiar bolsas, ajustar mordazas, revisar relevadores, etc.
Disponibilidad por turno	Turnos y horarios	Identificar si hay personal suficiente por turno para cubrir la demanda.

Carga de trabajo	Intensidad y distribucio n	Verificar si las tareas se reparten de forma equilibrada o si hay sobrecarga.
Interacción con otros equipos	Coordinacio n	Registrar si el personal coordina con banda transportadora, enfardadora o a rea de empaado.
Rotación del personal	Estabilidad	Registrar si hay alta rotacio n que afecte el desempeo y curva de aprendizaje.
Necesidades de capacitación	Brechas de conocimiento	Especificar si se requiere entrenar en ajuste fino, mantenimiento ba sico o seguridad.
Uso de EPP	Equipos de proteccio n personal	Verificar cumplimiento: guantes, tapones, cubrebocas, botas, lentes, etc.
Comunicación interna	Flujo de informacio n	Revisar si reportan fallas a mantenimiento oportunamente o si hay retrasos. Revisar si reportan fallas a mantenimiento oportunamente o si hay retrasos.
Disponibilidad para mantenimiento	Apoyo en paro programado	Identificar si los operadores colaboran durante mantenimiento preventivo.
Observaciones generales	Notas de evaluador	Espacio para registrar aspectos relevantes detectados durante el levantamiento.

El levantamiento esta incluyendo la evaluacio n de la experiencia del operador para realizar ajustes en las levas, el reemplazo de relevadores, la configuracio n de temperaturas de sellado y la correccio n de desalineaciones meca nicas. Parte del ana lisis esta consistiendo en identificar si el operador esta tomando decisiones improvisadas para mantener la ma quina en operacio n o si esta dependiendo de conocimientos no documentados adquiridos mediante aprendizaje empírico.

Este aspecto resulta relevante, ya que la falta de capacitacio n formal esta provocando mayores tiempos de ajuste, una mayor variabilidad en la operacio n y desviaciones en la calidad del empaque. La informacio n obtenida a partir de este ana lisis se esta presentando en la Tabla 3, mostrando las actividades de los operadores durante un turno laborar.

Tabla 3 función de personal operativo

Operador	Actividad que realiza	Tiempo
----------	-----------------------	--------

1	Encargado de encender y apagar el equipo, supervisa el procedimiento general y realiza ajustes en caso de ser necesario	Cumple un horario de 08:00 am a 16:00 pm
2	Su funcio n es mantener el flujo continuo del producto alimentando la tolva del dosificador evitando que se quede sin producto.	Cumple un horario de 08:00 am a 16:00 pm
3	Encargado de revisar las bolsas terminadas y asegurarse que cumplan con las especificaciones (revisar que el sello vertical este uniforme y bien cerrado).	Cumple un horario de 08:00 am a 16:00 pm
4	Encargado de empaquetar el producto terminado en bolsa de 12 o 6 paquetes y acomodarlos en la tarima para embodegarlos.	Cumple un horario de 08:00 am a 16:00 pm
5	Apoyo general en toda la lí nea y evita que el proceso se detenga (Suministra ma s paquetes de bolsa y cajas).	Cumple un horario de 08:00 am a 16:00 pm

Asimismo, se esta verificando si el personal de mantenimiento cuenta con las herramientas adecuadas, acceso oportuno a refacciones, conocimiento sobre la sincronizacio n meca nica en ma quinas accionadas por levas y la habilidad para identificar fallas originadas por la acumulacio n de polvo, el funcionamiento lento de los relevadores o desajustes en los sistemas de transmissio n.

De igual manera, se esta evaluando si el equipo humano disponible es suficiente o si se esta requiriendo apoyo adicional para garantizar la ejecucio n de mantenimientos preventivos de manera sistemática y no únicamente la atencio n de fallas mediante mantenimiento correctivo. La informacio n resultante de esta evaluacio n se esta mostrando en la Tabla 4, la cual permite identificar a reas de oportunidad en recursos, capacitacio n y planeacio n del mantenimiento.

Tabla 4 función de personal de mantenimiento

Área / Actividad	Funciones del personal	Observaciones
Revisión mecánica	Inspeccio n de levas, seguidores, engranes y ejes. - Ajuste del carrusel dosificador y compuerta de caí da. - Revisio n de bandas, rodillos, tensores y transmissio n. - Deteccio n de desgaste, holguras y vibraciones.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Ajustes de sincronización	Correccio n de tiempos: caí da, dosificacio n, sellado y arrastre. - Alineacio n del sistema meca nico para	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.

	evitar desfasamientos. - Ajustes finos después de paros o intervenciones.	
Mantenimiento eléctrico	Revisión y reemplazo de relevadores, fusibles y contactores. - Corrección de empalmes y conexiones sueltas. - Limpieza de bornes y terminales con falsos contactos. - Diagnóstico de variaciones eléctricas por polvo o humedad.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Diagnóstico de fallas	Identificación de fallas mecánicas o eléctricas. - Detección de desgaste en mordazas, resistencias o motores. - Análisis de causas de paros y fallas repetitivas. - Revisión de variación en velocidad del motor o pérdida de fuerza.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Mantenimiento preventivo	Limpieza profunda para eliminar polvo abrasivo. - Lubricación completa de engranes, baleros y levas. - Reemplazo programado de bandas, teflón y relevadores. - Revisión periódica del sistema térmico y controladores.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Mantenimiento correctivo	Reparación inmediata de fallas críticas. - Cambio de componentes dañados (mordazas, resistencias, engranes). Reconexión y reparación de circuitos eléctricos. - Ajustes de arrastre, mordazas o dosificador tras una falla.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Calibraciones finales	Revisión de tiempos mecánicos del ciclo completo. - Ajuste de presión y temperatura de sellado. - Verificación del peso y dosificación correcta. - Alineación del arrastre y formación de bolsa.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Apoyo a operadores	Asesoría en ajustes menores seguros. - Supervisión del uso correcto de la máquina. - Atención inmediata a reportes de fallas. - Prevención de prácticas que dan en la máquina.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.
Registro técnico	Documentación de reparaciones, ajustes y fallas. - Control de refacciones utilizadas. - Registro de mantenimiento preventivo. - Recomendaciones para mejorar la vida útil del equipo.	Se cuenta con la herramienta necesaria y personal preparado para cada actividad.

Traslado de envasadora PLATINUM PLACK de línea de envasado de azúcar

Envasadora PLATINUM PLACK

Una máquina envasadora está siendo un equipo industrial automatizado diseñado para dosificar, llenar y sellar azúcar en envases flexibles de distintos formatos y capacidades, garantizando precisión en el peso, continuidad operativa, condiciones de higiene y uniformidad en el producto final. Este tipo de maquinaria está formando parte esencial de las líneas de producción del sector alimentario, ya que está permitiendo transformar el azúcar a granel en un producto terminado listo para su comercialización, cumpliendo con los estándares de calidad, seguridad e inocuidad. En la ilustración 13 se está mostrando la envasadora que se va a colocar dentro del área de producción.

En términos operativos, la envasadora está integrando sistemas mecánicos, eléctricos y de control que están coordinando el flujo del producto, la formación del envase y su sellado, optimizando los tiempos de producción y reduciendo la intervención manual.

El equipo de envasado está siendo diseñado para operar de manera eficiente y confiable en líneas de empaque industrial, ofreciendo una velocidad de producción de hasta 10 paquetes por minuto, sujeta a las condiciones de operación y a las características específicas del producto procesado. Esta capacidad productiva está pudiendo variar en función del tipo de producto, el volumen por paquete, la continuidad de la alimentación y el material de embalaje que se está utilizando.

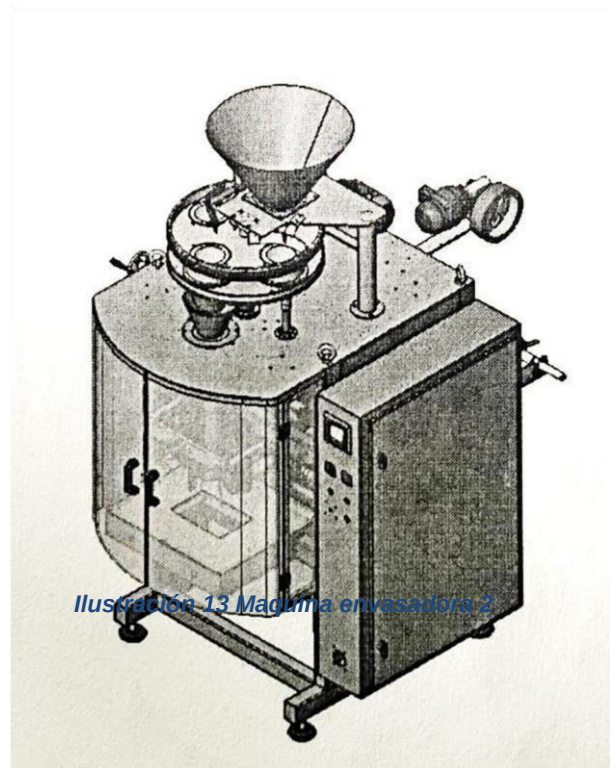


Ilustración 13 Máquina envasadora 2

El desempeño real del equipo está siendo validado mediante la realización de pruebas operativas con el producto y el material de embalaje, lo cual está permitiendo asegurar la calidad del envasado, la correcta soldadura del material y la estabilidad del paquete final. Factores como las propiedades físicas del producto, su comportamiento durante el manejo automático, así como la correcta operación y mantenimiento de la máquina, están influyendo de manera directa en el rendimiento y la eficiencia general del sistema.

Desde el punto de vista energético, el equipo está siendo altamente versátil, ya que puede estar operando con alimentación eléctrica trifásica de 220 V, 380 V o 440 V AC, a frecuencias de 50 o 60 Hz, de acuerdo con los requerimientos de la instalación. Para garantizar un funcionamiento estable y evitar daños en los sistemas eléctricos, se está requiriendo una red eléctrica estabilizada y, en caso de presentarse fluctuaciones de voltaje, se está considerando el uso de un estabilizador de tensión adecuado. La conexión eléctrica se está realizando mediante cableado de cobre de cinco vías, con una sección de 2.5 mm², y protección a través de un disyuntor de 20 A.

El sistema neumático del equipo está requiriendo un consumo de aire comprimido de 1110 L/min a una presión de 7 bar, condición indispensable para el correcto funcionamiento de los mecanismos de corte, sellado y manipulación del material. Para mejorar la eficiencia, confiabilidad y vida útil de los componentes neumáticos, se está recomendando el uso de un secador de aire comprimido, garantizando el suministro de aire limpio y seco durante la operación continua.

En cuanto a su configuración técnica, el equipo está incorporando un controlador lógico programable (PLC) de marcas reconocidas como Allen Bradley o WEG, lo que está asegurando un control preciso, confiable y compatible con los estándares industriales. El sistema de corte de paquetes está siendo de accionamiento neumático y se encuentra controlado mediante un mecanismo de cuchilla, diseñado para ofrecer cortes precisos y repetibles durante el proceso de envasado.

El proceso de sellado del material de embalaje se está realizando mediante un sistema de soldadura caliente intermitente, con control de temperatura ajustable por medio de potenciómetros, tanto en la soldadura longitudinal como en la transversal. Este sistema está permitiendo adaptarse a distintos tipos de materiales de embalaje, asegurando una adecuada calidad de sellado y una presentación uniforme del producto final. Adicionalmente, el equipo se está encontrando equipado con componentes neumáticos de alta calidad, de marcas como FESTO o MICRO, así como con piezas no lubricadas y ejes articulados, lo que está reduciendo los requerimientos de mantenimiento y mejorando la durabilidad del conjunto. La estructura del equipo está contando con un acabado en pintura electrostática en polvo, proporcionando una mayor resistencia a la corrosión, al desgaste mecánico y a las condiciones propias de ambientes industriales.

En conjunto, este equipo de envasado está representando una solución robusta, flexible y eficiente para procesos de empaque automatizado, siempre que se estén cumpliendo los requisitos básicos de instalación, operación y mantenimiento. Su correcto desempeño está dependiendo de las condiciones técnicas del suministro eléctrico y neumático, así como de la adecuada manipulación del producto y del cumplimiento de buenas prácticas operativas, garantizando altos niveles de productividad, calidad y confiabilidad en la línea de producción.

Descripción general de la actividad

Se está llevando a cabo el traslado integral de la envasadora **PLATINUM PACK** desde su ubicación actual en la línea de envasado de arroz hacia un nuevo punto dentro del área de empaque de azúcar. Este movimiento está formando parte de la reorganización operativa solicitada por la **Ing. María del Rayo**, con el objetivo de optimizar la distribución de los equipos, mejorar la eficiencia del flujo de materiales y aprovechar de manera adecuada el espacio disponible en la planta.

El traslado de la envasadora PLATINUM PACK se está realizando mediante una secuencia coordinada de actividades que están comprendiendo las etapas de preparación, desconexión, liberación, movilización, reinstalación, pruebas y validación final. Dichas actividades están siendo apoyadas por recursos humanos y materiales especializados y se están ejecutando bajo estrictas medidas de seguridad con el fin de mitigar riesgos operativos.

Durante la fase de preparación se está verificando y documentando el estado general del equipo, incluyendo anclajes, accesorios, sensores y componentes móviles. De manera simultánea, se está elaborando el plan y la ruta de desplazamiento dentro de la planta, y se está aplicando el procedimiento de bloqueo y etiquetado (LOTO) para asegurar que todas las fuentes de energía —eléctrica, neumática y mecánica— permanezcan completamente aisladas y sin riesgo de activación accidental.

Asimismo, se está coordinando el personal involucrado en la maniobra, el cual está conformado por al menos dos técnicos de mantenimiento mecánico encargados del desmontaje y montaje estructural del equipo, un técnico eléctrico responsable de la desconexión, reconexión y pruebas eléctricas, dos operadores de apoyo para la manipulación de consumibles y traslado de periféricos, y un supervisor encargado de controlar la secuencia de actividades, la seguridad y la comunicación entre los equipos de trabajo.

Durante la maniobra de movilización, el desplazamiento se está realizando a través de la ruta previamente inspeccionada, senalizada y despejada, desde el área de empaque de arroz hacia el área de empaque de azúcar. El movimiento se está ejecutando mediante el uso de un montacargas operado por personal certificado y bajo supervisión constante, evitando pendientes pronunciadas, curvas cerradas y zonas con superficie inestable.

En la nueva ubicación mostrada en la ilustración 14, la máquina está siendo colocada en su posición definitiva, procediendo a su correcta nivelación y alineación mecánica. Posteriormente, se están reinstalando los accesorios, protecciones y elementos de seguridad correspondientes.

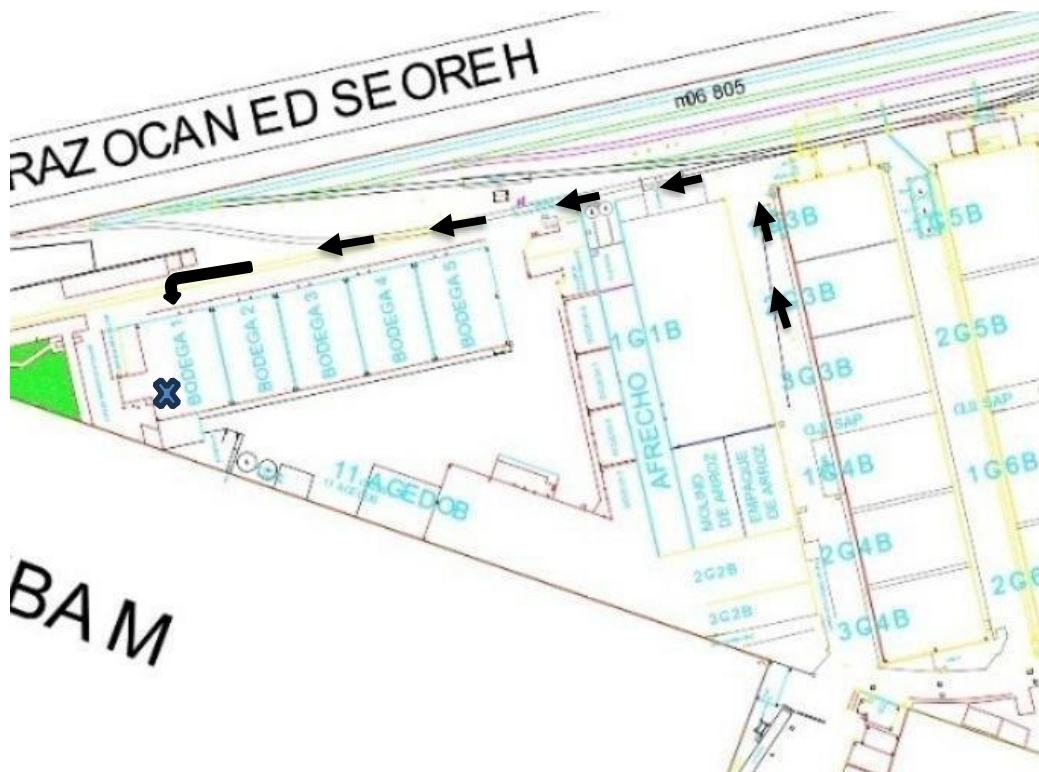


Ilustración 14 Mapa del desplazamiento de la maquinaria

Traslado de enfardadora RAUMAK del área de empaque de arroz a la línea de envasado de azúcar

Enfardadora RAUMAK

Se está describiendo como una máquina utilizada para envolver y asegurar productos, generalmente mediante el uso de película plástica, con el objetivo de formar paquetes compactos y estables que estén facilitando su manejo, transporte y almacenamiento. Su función principal está siendo la de agrupar varias bolsas, cajas o paquetes en un solo bulto, protegiéndolos del polvo, la humedad y del movimiento durante el traslado.

Actualmente, se están utilizando modelos manuales, semiautomáticos y automáticos, los cuales se están adaptando a las necesidades de cada proceso productivo. Este tipo de maquinaria se está empleando ampliamente en líneas de empaque de productos alimenticios como arroz, azúcar, harinas y otros productos similares. En la ilustración 15 se están mostrando ejemplos representativos de este tipo de equipos dentro del proceso de empaque.



Ilustración 15 Maquina enfardadora

El traslado de la enfardadora desde el área de empaque de arroz hacia la línea de envasado de azúcar está consistiendo en una reubicación estratégica del equipo, con el objetivo de incrementar la eficiencia operativa y mejorar la integración del flujo productivo del área de azúcar. Esta actividad se está llevando a cabo debido a la necesidad de optimizar el manejo del producto terminado, reducir los tiempos de manipulación manual y aprovechar la capacidad disponible de la enfardadora, la cual en su ubicación original está presentando una baja utilización. Al posicionarla en la línea de envasado de azúcar, se está buscando fortalecer la etapa final del proceso productivo, garantizando que los paquetes estén siendo consolidados y enfardados de manera uniforme, estable y segura.

El proceso está iniciando con una planificación previa en la que se están evaluando las condiciones físicas, técnicas y de seguridad tanto del área de origen —empaque de arroz— como del área destino —línea de azúcar—. Esta planificación está incluyendo la revisión de rutas internas para determinar el trayecto más seguro para la maniobra, considerando puertas, pasillos, inclinaciones, giros, alturas libres y la presencia de otros equipos. Asimismo, se están verificando los requerimientos eléctricos, neumáticos y de espacio que la enfardadora está necesitando en su nueva ubicación, con el fin de asegurar que el entorno sea compatible antes de ejecutar cualquier movimiento.

Posteriormente, se está procediendo con la desconexión eléctrica, el cierre de las líneas neumáticas y la liberación de anclajes y soportes mecánicos que están fijando la enfardadora al piso. Durante esta etapa también se están desmontando accesorios delicados, tales como sensores de presencia, barreras fotoeléctricas, barras de sellado térmico y sistemas de corte, con el objetivo de evitar daños durante el traslado. Todo el equipo está siendo debidamente etiquetado para facilitar su correcta reinstalación posterior.

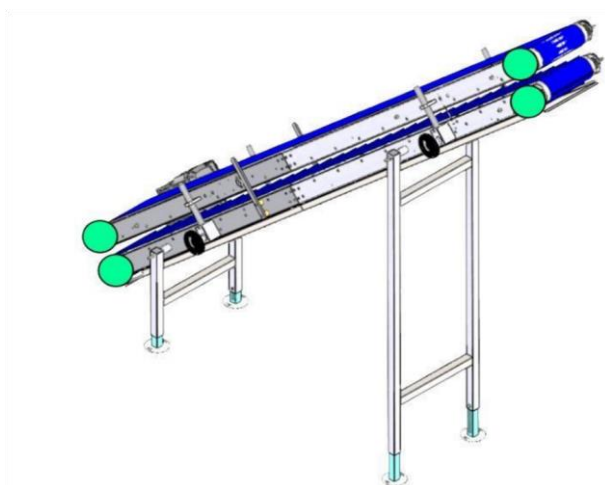
Una vez liberada la estructura, se están empleando montacargas, polipastos o patines hidráulicos para levantar y movilizar la enfardadora mediante una maniobra lenta y controlada, la cual está siendo supervisada por personal de mantenimiento, seguridad industrial y operadores de apoyo. Durante el traslado se está supervisando de manera continua la estabilidad del equipo y la integridad de sus componentes, asegurando que no exista riesgo de vuelco ni contacto con otros equipos o estructuras. Al llegar al área de azúcar, la enfardadora está siendo colocada cuidadosamente en la posición previamente definida. En este

punto se están realizando ajustes de alineación con la salida de la línea de envasado, garantizando un flujo continuo del producto y evitando atascos o acumulaciones. Posteriormente, el equipo está siendo nivelado y se están fijando nuevamente los anclajes al piso para asegurar su estabilidad durante la operación.

La ubicación final de la enfardadora está siendo definida en la **Bodega 1**, en una disposición equivalente a la de la envasadora, tal como se está mostrando en la imagen previamente presentada.

Bandas Transportadoras

El sistema de bandas transportadoras está siendo diseñado para asegurar el traslado continuo, ordenado y eficiente del producto a lo largo de las distintas etapas del proceso productivo. En particular, su función principal está consistiendo en transportar los paquetes desde la envasadora hasta la enfardadora, garantizando una transición fluida entre ambos equipos sin generar interrupciones en la línea de producción. Las bandas transportadoras están permitiendo mantener una alimentación constante y sincronizada entre la envasadora y la enfardadora, asegurando que la velocidad de transporte sea compatible con la capacidad de operación de ambos equipos. Esta condición está contribuyendo a la reducción de tiempos muertos, evitando acumulaciones de producto y mejorando la eficiencia global del proceso de envasado y enfardado.



El diseño del sistema está considerando las características físicas del producto ya envasado, tales como peso, dimensiones y estabilidad del paquete, permitiendo un desplazamiento seguro y controlado durante su traslado. Para ello, las bandas están siendo fabricadas con materiales resistentes y adecuados para una operación industrial continua, lo que está minimizando el desgaste y asegurando una mayor vida útil del sistema.

Adicionalmente, para garantizar el correcto desplazamiento del producto a lo largo de todo el proceso, se están utilizando tres bandas transportadoras de distinto tamaño, las cuales están facilitando la transferencia progresiva del producto entre las diferentes etapas del sistema de envasado y enfardado.

Ilustración 16 Banda Transportadora de Producto

El sistema de accionamiento está incluyendo motores eléctricos, rodillos, guías laterales y mecanismos de tensión, los cuales están garantizando el correcto alineamiento de la banda y evitando desviaciones durante el transporte del producto. Asimismo, se están integrando sensores de presencia y sistemas de control que están permitiendo coordinar de manera automática el flujo de producto entre la envasadora y la enfardadora. En conjunto, las bandas transportadoras están representando un elemento clave de interconexión dentro de la línea de producción, ya que están asegurando un manejo eficiente del producto, una operación continua y una adecuada sincronización entre la envasadora y la enfardadora. Todo ello está impactando de manera directa en la productividad, la seguridad operativa y la calidad del proceso productivo.

Entorno Laboral

Es responsable preparar adecuadamente el área donde se instalará la máquina, garantizando que exista el espacio suficiente para su operación, los accesos de mantenimiento y la correcta ubicación de todos los componentes. El entorno debe contar con baja humedad, una iluminación adecuada y un piso nivelado con capacidad para soportar el peso total del equipo.

Es esencial que, antes de la instalación, los puntos de conexión eléctrica y de aire comprimido estén colocados y funcionando conforme a las especificaciones técnicas proporcionadas. La máquina no debe instalarse en zonas donde pueda estar expuesta a agua, aceites u otros líquidos, ya que no está diseñada para operar en ambientes húmedos, corrosivos ni explosivos. Asimismo, debe evitarse la exposición directa a fuentes de calor o luz solar intensa, ya que estas condiciones pueden afectar su desempeño, seguridad y durabilidad.

Realizar layout para la proyección de equipos a instalar

Los planos de la línea de envasado de azúcar, junto con el análisis del área destinada para su instalación, están siendo elementos clave para el desarrollo del proyecto de automatización. La maquinaria se está instalando en la **Bodega 1** con dimensiones mostradas en la ilustración 17, un espacio amplio destinado al almacenamiento y operación de procesos productivos, el cual está ofreciendo las condiciones necesarias para la reubicación e integración de la envasadora, las bandas transportadoras y la enfardadora.

El área seleccionada está contando con una superficie suficiente para alojar la línea completa, permitiendo una disposición ordenada y lineal de los equipos, lo que está facilitando el flujo continuo del producto desde el envasado hasta el enfardado final. La altura libre de la bodega está permitiendo la instalación de bandas transportadoras inclinadas sin interferencias estructurales mostradas en la ilustración 18, mientras que la resistencia del piso está garantizando la estabilidad de la maquinaria y el tránsito seguro de montacargas y del personal operativo.

Los planos de la envasadora en la ilustración 19 están mostrando la ubicación de la tolva de alimentación, el sistema de dosificación y el gabinete de control, lo cual está permitiendo definir su posicionamiento inicial dentro del área, asegurando un acceso adecuado para la operación, inspección y mantenimiento. A partir de este punto, los planos de las bandas transportadoras están siendo utilizados para determinar las distancias, alturas y ángulos necesarios para el traslado eficiente del producto envasado hacia la siguiente etapa del proceso, evitando acumulaciones y cruces innecesarios.

Finalmente, el plano de la enfardadora está permitiendo establecer su ubicación al final de la línea, considerando el espacio requerido para la salida del producto terminado, la formación de tarimas y el almacenamiento temporal. Esta disposición está facilitando las maniobras de carga y descarga, así como el control visual del inventario y la logística interna.

En conjunto, la correcta interpretación de los planos y el análisis del área de instalación están permitiendo definir un **layout** funcional, seguro y eficiente, que está optimizando el aprovechamiento del espacio de la Bodega 1, mejorando las condiciones de trabajo y sentando las bases para una operación continua y automatizada de la línea de envasado de azúcar.

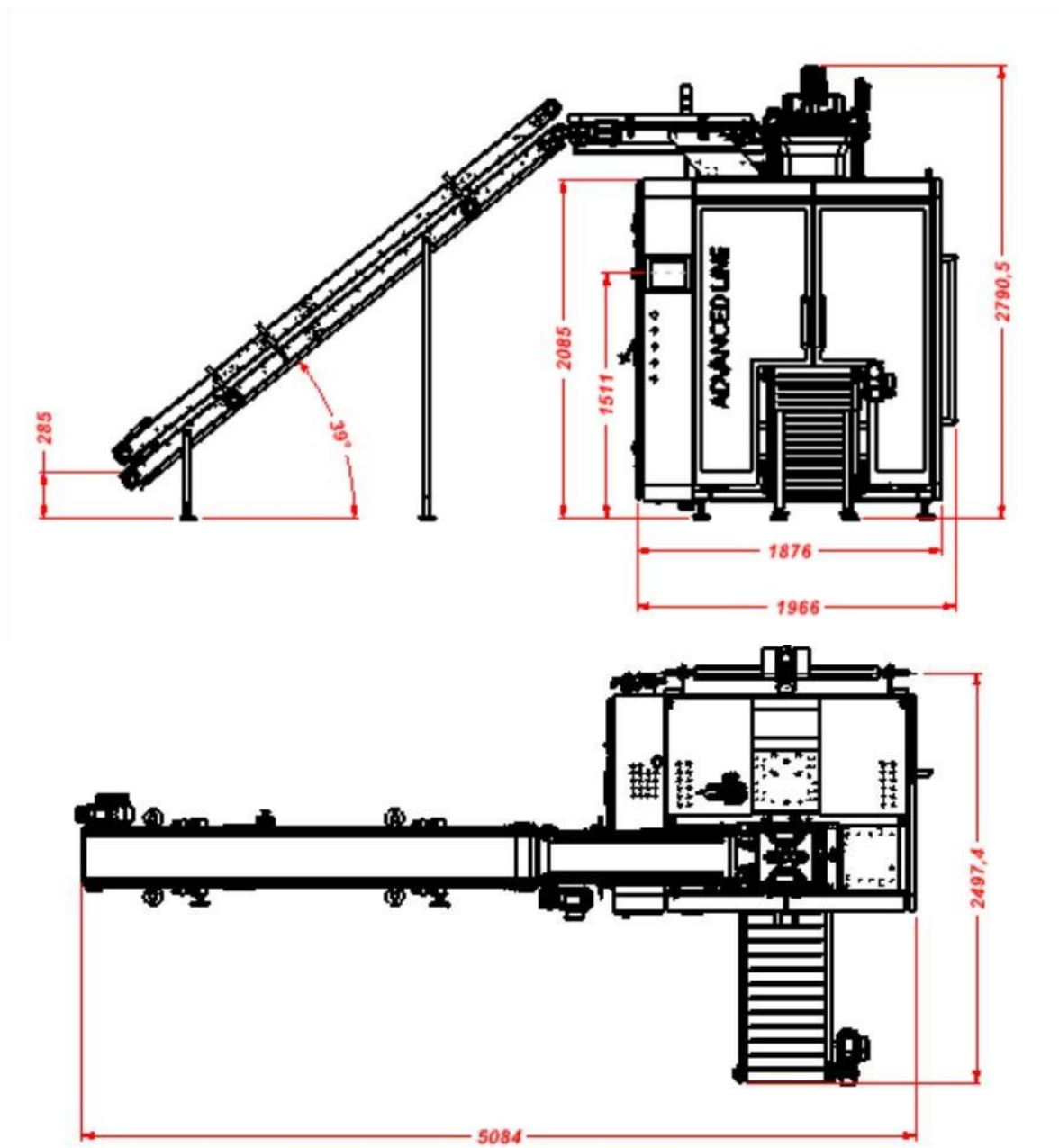


Ilustración 17 Plano de maquina enfardadora

Ilustración 18 Bandas transportadoras

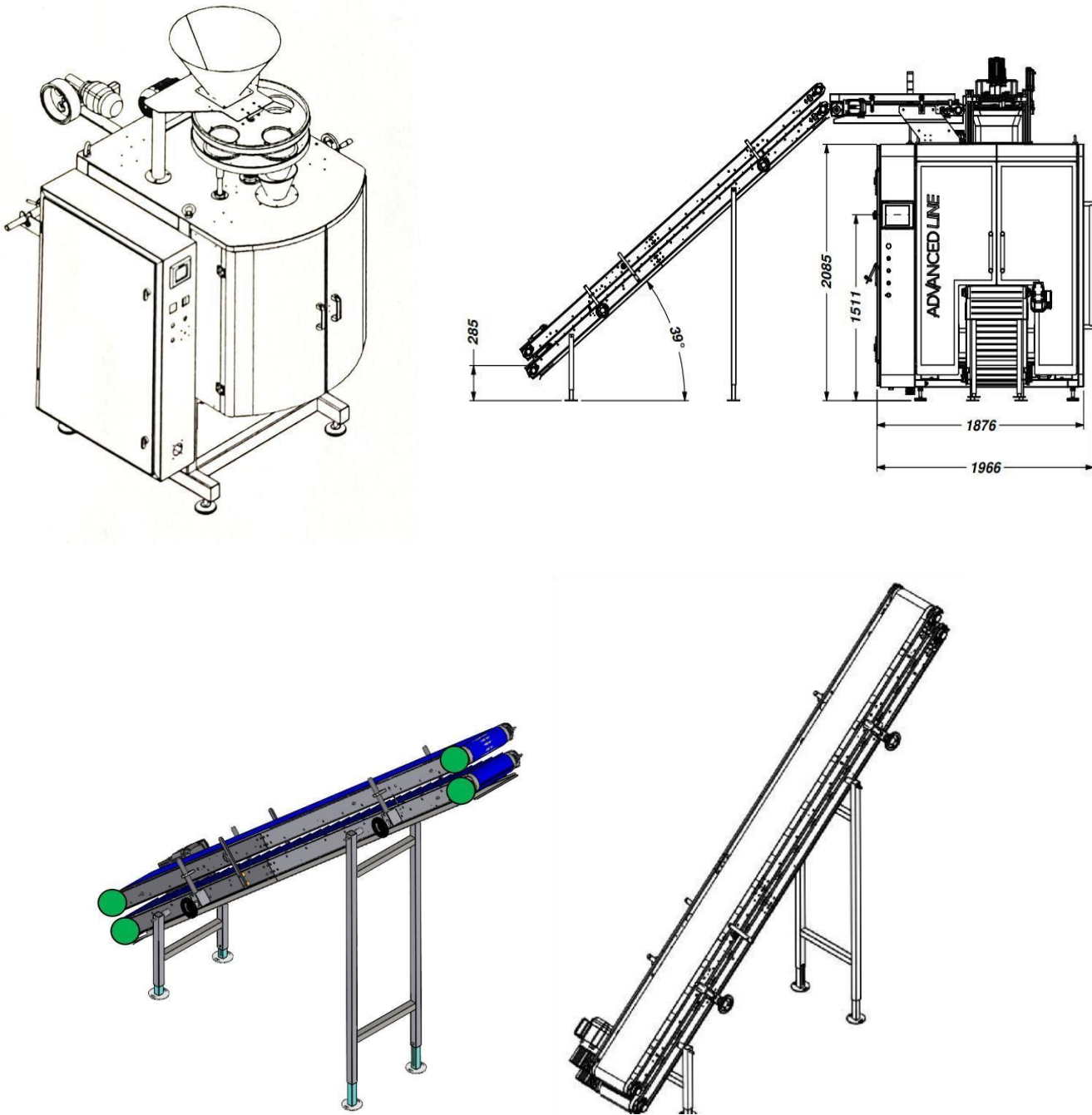


Ilustración 19 Plan de instalación de máquinas y bandas

Instalación mecánica de la envasadora y la enfardadora

La instalación mecánica de la línea de envasado de azúcar se está llevando a cabo con el propósito de garantizar la correcta colocación, estabilidad estructural y alineación de los equipos que están conformando el sistema productivo, asegurando un funcionamiento seguro, continuo y eficiente dentro de la **Bodega 1**. Esta etapa está siendo fundamental, ya que de una correcta instalación mecánica está dependiendo en gran medida la confiabilidad operativa del sistema, la reducción de vibraciones, la prevención del desgaste prematuro de componentes y la seguridad del personal involucrado.

Como primer paso, se está realizando la preparación del área de instalación, verificando que el piso esté presentando las condiciones adecuadas de nivelación, resistencia y limpieza. Se está inspeccionando que la superficie sea capaz de soportar el peso total de los equipos, así como las cargas dinámicas que se generan durante la operación. De igual manera, se están revisando los accesos y pasillos para permitir el movimiento seguro de los equipos y del personal de mantenimiento.

Posteriormente, se está efectuando el traslado mecánico de la envasadora, la enfardadora y las bandas transportadoras desde sus ubicaciones originales hasta la **Bodega 1**. Estas maniobras se están realizando mediante el uso de montacargas y equipos de izaje adecuados, bajo la supervisión del personal de mantenimiento y de seguridad industrial. Durante el traslado, se están protegiendo componentes sensibles como motores, sensores, guardas y estructuras, con el fin de evitar golpes, desalineaciones o daños que puedan comprometer el funcionamiento posterior de los equipos.

Una vez ubicados los equipos en sus posiciones preliminares, conforme al **layout** definido, se está procediendo a la alineación y nivelación mecánica de cada máquina. En el caso de la envasadora, se están ajustando los apoyos y bases niveladoras para asegurar que el bastidor quede perfectamente horizontal, condición indispensable para garantizar una correcta dosificación, formación del envase y sellado. Para la enfardadora, se está verificando que la altura de entrada del producto coincida con la salida de la banda transportadora, evitando esfuerzos mecánicos innecesarios y posibles atascos durante la operación.

En cuanto a las bandas transportadoras, se está realizando la alineación de los rodillos, la verificación de la tensión adecuada de la banda y el ajuste de los soportes estructurales. Se está cuidando que la banda quede centrada, sin desviaciones laterales, y que el ángulo de inclinación sea el adecuado para el traslado del producto envasado, evitando deslizamientos o acumulaciones. Estos ajustes están siendo esenciales para mantener un flujo constante y ordenado del producto entre las distintas etapas del proceso.

Posteriormente, se está llevando a cabo la fijación mecánica definitiva de los equipos al piso, utilizando anclajes, tornillería y placas de sujeción conforme a las recomendaciones del fabricante. Esta etapa está permitiendo eliminar movimientos indeseados, vibraciones excesivas y desplazamientos durante la operación continua. Asimismo, se están revisando y ajustando los elementos estructurales, guardas de seguridad, protecciones mecánicas y cubiertas, asegurando que todos los componentes queden correctamente instalados y firmemente asegurados.

Una vez realizada la fijación, se está efectuando la verificación de la alineación entre equipos, comprobando que la salida de la envasadora, el recorrido a través de las bandas transportadoras y la entrada a la enfardadora estén perfectamente coordinadas. Este ajuste está permitiendo asegurar un flujo continuo del producto, evitando impactos, caídas, acumulaciones o desviaciones que puedan afectar la calidad del envasado y del enfardado.

Finalmente, se está realizando una inspección mecánica general, revisando el libre movimiento de las partes móviles, la ausencia de interferencias, el correcto ajuste de los elementos de transmisión, rodillos y guías, así como la accesibilidad a los componentes críticos para futuras actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Concluida esta etapa, los equipos están quedando mecánicamente instalados y listos para continuar con la conexión eléctrica, neumática y la posterior puesta en marcha de la línea de envasado automatizada.

Normas Básicas para Trabajar de Forma Segura

Para garantizar una operación segura, todos los responsables del equipo de mantenimiento deben leer y comprender completamente el manual de la máquina antes de iniciar cualquier actividad. Se recomienda realizar inspecciones diarias para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad, como botones de emergencia y sensores, así como revisar la existencia de piezas sueltas o desajustes que puedan representar un riesgo.

La máquina contiene partes móviles que pueden generar riesgos de atrapamiento y aplastamiento, por lo que es fundamental extremar precauciones durante su manipulación. Los operadores no deben usar ropa holgada, accesorios, cabello suelto u objetos que puedan engancharse en las partes móviles. Debido a que el equipo puede realizar movimientos automáticos sin intervención humana, es obligatorio mantener siempre una distancia segura de los mecanismos en movimiento.

Este equipo opera con energía eléctrica trifásica de 440 VAC, un nivel de voltaje que puede ser letal en caso de contacto. Por ello, el panel eléctrico debe ser manipulado únicamente por personal autorizado; además, no se debe tocar ningún componente eléctrico con las manos mojadas o sudorosas. La energía estática del cuerpo humano también puede dañar ciertos elementos electrónicos, por lo que se debe evitar el contacto directo con ellos. Las tareas de mantenimiento o reparación solo deben ser realizadas por personas calificadas o adecuadamente capacitadas.

El objetivo de estas normas es alertar al personal sobre los riesgos presentes en el equipo. El incumplimiento puede ocasionar accidentes graves o daños no cubiertos por garantía.

Este manual está dirigido a personal con entrenamiento o certificación adecuada para operar este tipo de maquinaria.

Instalación eléctrica y neumática para alimentar la envasadora y la enfardadora

Como primer paso, se está llevando a cabo la verificación de la infraestructura eléctrica existente en la Bodega 1, evaluando la capacidad del tablero principal, las protecciones eléctricas disponibles, el estado del cableado y la correcta conexión a tierra. A partir de este análisis, se está determinando que, para garantizar la estabilidad del sistema y evitar interferencias con otros equipos de la planta, es necesario tomar una fuente de alimentación independiente destinada exclusivamente a la línea de envasado de azúcar.



Ilustración 20 Tableros de conexión eléctricos

La envasadora y los equipos auxiliares de la línea están contando con un consumo nominal de **220 V**, por lo que se están conectando directamente a esta fuente de alimentación independiente, cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante. Durante esta etapa se están instalando interruptores de protección, fusibles y dispositivos de desconexión, lo que está permitiendo aislar cada equipo de manera individual para la realización de tareas de mantenimiento o en situaciones de emergencia. Asimismo, se está verificando la correcta identificación de fases, neutro y tierra física, asegurando una conexión eléctrica segura, confiable y conforme a las normas aplicables.

Durante la instalación eléctrica de la envasadora se está detectando una caída de voltaje, debido a que este equipo está requiriendo una alimentación de **440 V** para su correcto funcionamiento. La diferencia entre el voltaje disponible (**220 V**) y el voltaje requerido está generando una condición inadecuada que podría ocasionar fallas operativas, arranques incompletos, sobrecalentamiento de componentes eléctricos y posibles daños al sistema de control del equipo.

Ante esta situación, se está determinando la instalación de un transformador, el cual está permitiendo adecuar el nivel de voltaje y suministrar los **440 V** necesarios para la operación de la envasadora. El transformador se está instalando, considerando la capacidad adecuada para la carga del equipo, así como la integración de las protecciones eléctricas correspondientes. Esta solución está garantizando un suministro eléctrico estable y seguro, evitando fluctuaciones de voltaje y asegurando que la envasadora esté operando dentro de los rangos establecidos por el fabricante.



Ilustración 21 Transformador utilizado en enfardadora

Una vez realizada la adecuación eléctrica, se están llevando a cabo pruebas de energización y mediciones de voltaje, confirmando que tanto la envasadora como la enfardadora estén funcionando correctamente y sin presentar anomalías. De manera adicional, se está verificando el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad eléctrica, tales como botones de paro de emergencia, sistemas de enclavamiento, interruptores principales y señalización luminosa, asegurando una respuesta adecuada ante cualquier condición de riesgo. La instalación neumática de la línea de envasado de azúcar está teniendo su origen en un compresor de aire, el cual está suministrando el aire comprimido necesario para el funcionamiento de los sistemas neumáticos de la envasadora y la enfardadora. Este sistema está siendo diseñado con el objetivo de garantizar un suministro de aire limpio, seco y a la presión adecuada, asegurando una operación confiable, segura y continua de los equipos que conforman la línea de producción.

El aire comprimido generado por el compresor se está conduciendo inicialmente hacia un secador de aire, cuya función principal está siendo la eliminación de la humedad contenida en el aire. Esta etapa está siendo fundamental, ya que la presencia de humedad puede estar provocando corrosión, fallas en válvulas y actuadores neumáticos, así como un desempeño deficiente de los sistemas de sellado y movimiento. Posteriormente, el aire está pasando a través de una válvula de esfera, la cual está permitiendo el aislamiento del sistema neumático en caso de mantenimiento, ajustes o situaciones de emergencia. Esta válvula está facilitando el cierre rápido del suministro de aire sin afectar al resto de la red neumática de la planta. A continuación, el sistema está incorporando un separador de agua, encargado de retener partículas de agua y contaminantes residuales que pudieran permanecer en la línea después del proceso de secado.



Ilustración 22 compresor utilizado para la conexión neumática

Este componente está contribuyendo a mejorar la calidad del aire comprimido y a prolongar la vida útil de los componentes neumáticos instalados en los equipos.

El sistema también está contando con un respiro o purga, el cual está permitiendo liberar presión o condensados acumulados, manteniendo condiciones estables de operación y evitando sobrepresiones dentro del sistema. Una vez acondicionado, el aire comprimido está siendo conducido a través de la tubería principal hasta el punto de salida de aire, desde donde se está distribuyendo hacia la envasadora y la enfardadora para su correcta operación.

Uso de la Máquinas

El uso adecuado de las máquinas requiere que los operadores trabajen con atención y sigan estrictamente los procedimientos establecidos para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente.

Las máquinas están construidas conforme a las especificaciones solicitadas por cada cliente y cumplen con todas las normas de seguridad vigentes. Para minimizar los riesgos, el equipo incorpora diversos dispositivos y sistemas de protección destinados a reducir o incluso eliminar posibles accidentes o lesiones. Estas medidas garantizan que la operación sea lo más segura posible y que los operadores cuenten con un entorno de trabajo controlado y confiable.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Revisión previa consiste en confirmar que todos los componentes estén completos, sin golpes ni daños visibles, y que el voltaje indicado en la placa de identificación de la enfardadora coincida con el voltaje requerido para su instalación.

Durante el proceso de descarga y maniobra del equipo, especialmente si se requiere levantar la máquina, deben utilizarse exclusivamente los tornillos con ojo de suspensión ubicados en las cuatro esquinas del techo. Estos puntos están diseñados específicamente para garantizar un manejo seguro del equipo y evitar daños estructurales.

Etiquetas de Seguridad

Las etiquetas y señales de seguridad colocadas en la máquina cumplen la función de alertar al operador sobre buenas prácticas y sobre posibles situaciones de peligro que podrían causar daños tanto a las personas como al equipo. Es fundamental que el personal se familiarice con la ubicación y el significado de cada una de estas señales para poder actuar de manera adecuada y prevenir riesgos como podemos observar en la ilustración 23.

Estas etiquetas deben mantenerse siempre visibles y en buenas condiciones, ya que forman parte de los sistemas de protección del equipo. En caso de que alguna señal se encuentre dañada, desgastada o ilegible, debe reemplazarse inmediatamente para asegurar que las advertencias continúen cumpliendo su función preventiva.

Indicación	Explicación / Orientación
	Adhesivo que indica para mejores tracción de las correas así siendo deben limpiar con alcohol.
	Este equipo incluye engranajes y correas. Nunca coloque ninguna parte del cuerpo cerca de esa zona durante el funcionamiento. NO opere esta máquina si las puertas no están cerradas. NO opere esta máquina si las protecciones no son adecuadas. Puedes salir herido seriamente.
	Este equipo incluye piezas que están en alta temperatura debido al proceso de sellado (incluso con la máquina apagada). NO coloque ninguna parte del cuerpo en contacto con estas partes a menos que esté completamente seguro. Puedes salir herido seriamente.
	Este equipo tiene puntos que generan riesgo de aplastamiento. Nunca coloque ninguna parte del cuerpo cerca de las piezas móviles. Puedes salir herido seriamente.
	Indicación del panel de neumático. El cuidado extremo se debe tomar con respecto al aire comprimido y los movimientos bruscos de los componentes neumáticos durante la operación. Mantenimiento sólo debe realizarse por personal cualificado.
	Indicación potencial de riesgo de una descarga eléctrica. Este equipo trabaja con alto voltaje. Todo el mantenimiento y la inspección que involucra componentes eléctricos deben ser realizados por personal cualificado.
	Indicación de que los temas tratados en este manual debe ser leído con atención extrema, porque están relacionados con el funcionamiento correcto del equipo, y puede incluso causar daños a la máquina / proceso, o incluso el operador.

Ilustración 23 Tabla de Medidas de prevención

Dispositivos de Seguridad

Los dispositivos de seguridad integrados en la máquina tienen como propósito principal prevenir accidentes y garantizar que el equipo opere dentro de condiciones seguras. Cualquier modificación realizada en estos sistemas exige que el usuario verifique nuevamente su correcto funcionamiento antes de reiniciar la operación. La revisión periódica asegura que todos los elementos actúen adecuadamente durante emergencias o fallas operativas.

Claves de Seguridad

Las claves de seguridad instaladas en puertas de acceso, ya sea puerta de entrada, lateral o trasera, funcionan como un sistema de bloqueo que impide la operación cuando alguna de ellas se encuentra abierta. Este mecanismo evita que el operador acceda a zonas peligrosas mientras la máquina está en funcionamiento. Las claves actúan como un interruptor que corta la señal de arranque, reduciendo significativamente el riesgo de atrapamiento o contacto con partes móviles. Son esenciales para proteger al personal durante inspecciones, ajustes o intervenciones dentro del área operativa.

Llave General

La llave general actúa como el interruptor principal de energía del equipo, permitiendo encender o apagar completamente el suministro eléctrico. Este dispositivo se considera un elemento crítico de seguridad, ya que garantiza que la máquina quede completamente desenergizada antes de realizar reparaciones, ajustes, limpieza o servicios de mantenimiento. Se recomienda siempre dejarla en posición **OFF** antes de cualquier intervención técnica, evitando riesgos eléctricos y asegurando que no ocurran arranques inesperados durante la manipulación del equipo.

Botón de Emergencia

El botón de emergencia está estratégicamente ubicado en el panel frontal y en la banda prensadora, permitiendo detener inmediatamente el funcionamiento del equipo ante cualquier situación de riesgo. Al ser presionado, corta de forma total e inmediata la operación de la máquina. Su accesibilidad y rapidez de acción lo convierten en un elemento fundamental para evitar accidentes, minimizando daños a personas y al equipo. Es indispensable que los operadores conozcan su ubicación y lo mantengan siempre libre de obstrucciones.

Eliminador de Presión Automático y Manual

El eliminador de presión automático y manual tiene la función de cortar el suministro de aire comprimido hacia el equipo, eliminando riesgos asociados al movimiento inesperado de los cilindros neumáticos. Al descargar la presión del sistema, se evita que los actuadores realicen movimientos que puedan provocar atrapamientos o golpes durante tareas de mantenimiento. Este dispositivo es clave cuando se requiere intervenir zonas mecánicas que dependen de presión neumática.

Despresurizador Automático y Manual

El despresurizador automático y manual cumple una función similar al eliminador de presión, interrumpiendo el flujo de aire del sistema neumático. Su principal finalidad es asegurar que los cilindros del equipo queden completamente sin presión antes de cualquier intervención técnica. Esto elimina riesgos de movimientos involuntarios y protege tanto al operador como al equipo. Es un elemento indispensable durante tareas de limpieza, reemplazo de piezas o ajuste de componentes.

Indicación Luminosa

Las indicaciones luminosas mostradas en ilustración 24 permiten que el operador identifique rápidamente el estado operativo de la máquina. Estas señales visuales, en algunos casos, acústicas, alertan sobre riesgos, fallas, procesos activos o condiciones que requieren atención inmediata. Su función es reforzar la seguridad proporcionando información clara y en tiempo real, permitiendo actuar con rapidez ante cualquier eventualidad. La correcta visualización de estas luces es fundamental para evitar accidentes y garantizar un uso seguro del equipo.



Ilustración 24 Simbología de la torreta de seguridad

Limpieza de la Máquina

La limpieza de la máquina es un proceso esencial para garantizar su correcto funcionamiento, prolongar su vida útil y mantener condiciones seguras de operación. Antes de iniciar cualquier actividad de limpieza, es indispensable desconectar completamente la máquina tanto del suministro eléctrico como del sistema neumático. Esto evita riesgos de arranques inesperados, movimientos involuntarios de componentes o accidentes derivados de la energía acumulada. El responsable debe verificar que no exista ningún tipo de energía residual y asegurarse de que el equipo se encuentre totalmente fuera de operación antes de proceder. Se recomienda realizar una limpieza diaria utilizando un paño suave y productos de limpieza neutros que no dañen ni deterioren las superficies, sensores o componentes mecánicos. Este mantenimiento frecuente permite eliminar polvo, residuos del proceso y acumulaciones que podrían interferir con el desempeño del equipo. Además, la limpieza diaria brinda la oportunidad de realizar una inspección visual que podría revelar piezas sueltas, desgaste prematuro o señales de fallas incipientes.

Una máquina limpia opera de manera más eficiente, disminuye riesgos de contaminación en el área de trabajo, facilita el mantenimiento preventivo y contribuye a la seguridad general del entorno laboral. Por ello, la limpieza debe realizarse de manera sistemática y cuidadosa, siguiendo siempre las recomendaciones del fabricante.

Pruebas, ajustes, y puesta en marcha de equipos

Pruebas iniciales en vacío

Como primera etapa, se están realizando pruebas en vacío, es decir, sin producto, con el objetivo de verificar el funcionamiento básico de cada uno de los equipos que están conformando la línea de envasado. Durante estas pruebas se está evaluando el arranque y paro de la envasadora, la enfardadora y las bandas transportadoras, confirmando el correcto sentido de giro de los motores, la adecuada respuesta de los actuadores neumáticos y la correcta comunicación entre los sistemas de control.

Asimismo, se está revisando el comportamiento de los sistemas eléctricos, verificando que no se estén presentando ruidos anormales, vibraciones excesivas ni sobrecalentamientos en motores y tableros eléctricos. En esta etapa también se están comprobando los dispositivos de seguridad, tales como botones de paro de emergencia, interruptores principales y protecciones eléctricas, asegurando que estén respondiendo de manera adecuada ante condiciones de riesgo.

Ajustes mecánicos, neumáticos y de sellado

Posteriormente, se están realizando ajustes mecánicos con el objetivo de garantizar la correcta alineación y sincronización entre la salida de la envasadora, las bandas transportadoras y la entrada de la enfardadora. Estos ajustes están siendo clave para asegurar que los paquetes estén cayendo de forma correcta, centrada y ordenada sobre las bandas, evitando golpes, volteos, acumulaciones o desviaciones que puedan afectar el flujo continuo del proceso.

En las bandas transportadoras se están ajustando la tensión de la banda, la alineación de los rodillos y la altura de transferencia del producto, logrando un desplazamiento continuo, estable y controlado de los paquetes. De manera paralela, se están realizando ajustes neumáticos mediante la regulación de la presión de aire, con el fin de asegurar una respuesta adecuada de los cilindros y mecanismos de empuje, evitando movimientos bruscos que puedan afectar la correcta caída y el acomodo del producto durante su traslado en la ilustración 25.

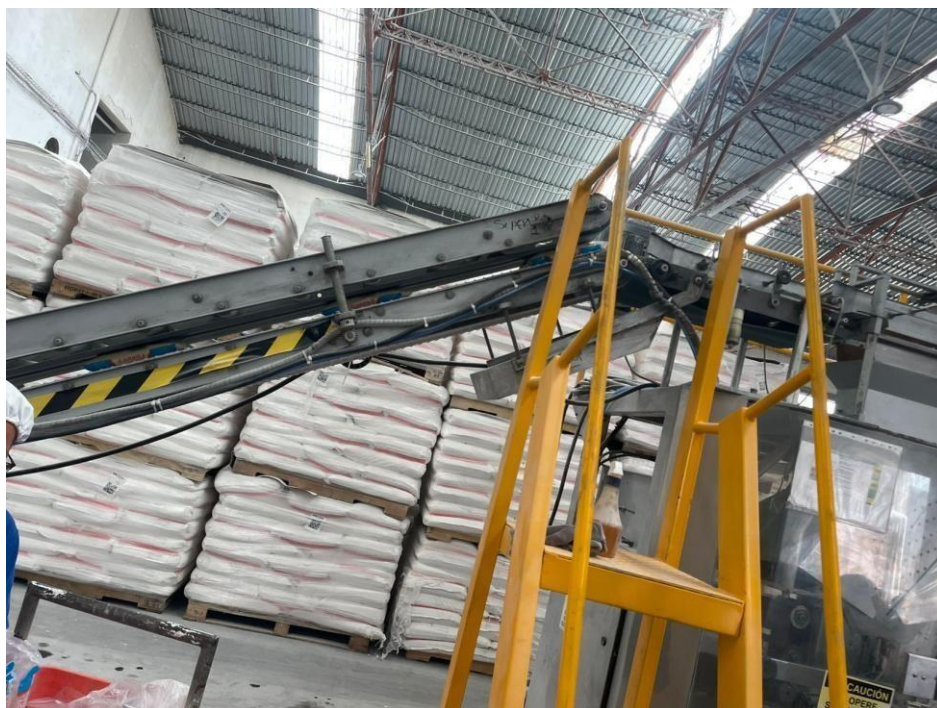


Ilustración 25 Banda transportadora de producto

Adicionalmente, se llevó a cabo la revisión y ajuste de los selladores verticales y horizontales de las bolsas, verificando alineación, presión, temperatura y tiempo de sellado. Estos ajustes permitieron obtener bolsas correctamente cerradas, con sellos resistentes y uniformes, evitando aperturas o derrames durante la caída y el transporte del producto.

Pruebas con producto y verificación de tiempos de proceso

Una vez concluidas las pruebas en vacío o, se están realizando pruebas con producto, alimentando la envasadora con azúcar con el objetivo de evaluar el comportamiento real de la línea de envasado. Durante esta etapa se está verificando que los envases se estén formando correctamente, que el producto esté siendo dosificado de manera uniforme y que los paquetes estén cayendo adecuadamente sobre las bandas transportadoras sin presentar deformaciones ni daños.

Asimismo, se está llevando a cabo la verificación y el ajuste de los tiempos del proceso, evaluando los tiempos de ciclo de cada una de las etapas, tales como dosificación, sellado, caída del paquete, transporte y enfardado. Estos tiempos se están ajustando para lograr una sincronización adecuada entre los equipos, evitando retrasos, acumulaciones de producto y tiempos muertos dentro de la línea de producción.

En la enfardadora se están revisando los tiempos de recepción, acomodo y sellado del fardo, asegurando una operación continua, estable y repetible. Los ajustes realizados están permitiendo mantener un ritmo constante de producción, optimizando la eficiencia general de la línea sin comprometer la calidad del producto final.

Problemas detectados y soluciones aplicadas

Durante las pruebas se están identificando problemáticas como caídas incorrectas de algunos paquetes, variaciones en los tiempos de operación, fallas iniciales en el proceso de sellado y acumulación de polvo en componentes críticos. Para la corrección de estas condiciones, se están realizando ajustes de alineación mecánica, regulación de velocidades, calibración de tiempos de operación, ajuste de los sistemas de sellado y la implementación de rutinas de limpieza.

Como resultado de estas acciones, se está logrando estabilizar el proceso, mejorar la sincronización entre los equipos y asegurar una operación más confiable, continua y eficiente de la línea de envasado y enfardado.

Pruebas con producto y verificación de tiempos del proceso

Una vez concluidas las pruebas en vacío o, se están realizando pruebas con producto, alimentando la envasadora con azúcar con el objetivo de evaluar el comportamiento real de la línea de producción. Durante esta etapa se está verificando que los envases se estén formando correctamente, que el producto esté siendo dosificado de manera uniforme y que los paquetes estén cayendo de forma adecuada sobre las bandas transportadoras, sin presentar deformaciones ni daños.

Asimismo, se está llevando a cabo la verificación y el ajuste de los tiempos del proceso, obteniéndose los siguientes valores estimados de operación, los cuales están permitiendo evaluar la sincronización y el desempeño de cada etapa de la línea:

Los tiempos estimados de operación se están estableciendo de la siguiente manera:

- El **tiempo de dosificación y formado de bolsa** se está encontrando aproximadamente entre **1.5 y 2.0 segundos por bolsa**, dependiendo de la estabilidad del flujo de producto y de la correcta sincronización del sistema de dosificación.
- El **tiempo de sellado vertical y horizontal** se está estimando en aproximadamente **1.0 segundo por bolsa**, considerando que se están manteniendo condiciones adecuadas de temperatura y presión en los sistemas de sellado.
- El **tiempo de caída y transferencia del paquete hacia la banda transportadora** se está ubicando en alrededor de **0.5 segundos por bolsa**, asegurando que el paquete esté siendo recibido de forma centrada y sin deformaciones.
- El **tiempo de transporte del paquete hacia la enfardadora** se está encontrando entre **2 y 3 segundos**, dependiendo de la velocidad de operación de la banda transportadora y de la distancia entre equipos.



Ilustración 26 Sellador de paquetes

Con base en estos tiempos, la envasadora presenta una capacidad estimada de producción de entre 20 y 30 paquetes por minuto, equivalente a un aproximado de 1,200 a 1,800 paquetes por hora, bajo condiciones normales de operación y sin interrupciones.

En la enfardadora, se verificaron los tiempos de recepción, acomodo y sellado del fardo, obteniendo un tiempo promedio de formación de fardo de 6 a 10 segundos, lo que representa una capacidad estimada de 6 a 10 fardos por minuto, dependiendo de la configuración del número de paquetes por fardo, en la ilustración 26 se identifica un paquete saliendo con el contenido de bolsas de producto.

CAPITULO 4

Resultados

El desarrollo del proyecto de automatización de la línea de envasado de azúcar está generando resultados relevantes tanto en el aspecto técnico como en el operativo, contribuyendo de manera directa a la mejora del proceso productivo, al fortalecimiento de la seguridad industrial y al mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en la empresa. A partir de la reubicación e integración de la envasadora, las bandas transportadoras y la enfardadora en la Bodega 1, se está logrando establecer una línea de producción más organizada, funcional y eficiente.

Como resultado de esta integración, se está observando un incremento aproximado del 35 % en la producción, derivado de un mejor aprovechamiento del tiempo operativo y de la sincronización entre ambas máquinas. La automatización del proceso está permitiendo reducir tiempos muertos, mejorar la continuidad de operación y aumentar la capacidad productiva de la línea de envasado y enfardado.

Asimismo, el proyecto está generando un beneficio económico para la empresa, ya que se está reduciendo la necesidad de personal operativo directo en la línea. Los operadores que anteriormente intervenían en estas actividades están siendo reasignados a otras áreas o plantas, optimizando así la distribución del recurso humano sin afectar la operación productiva.

La finalidad del proyecto se está cumpliendo al aprovechar de manera eficiente los recursos existentes en la empresa, integrándolos estratégicamente en distintas áreas del proceso productivo. De esta forma, la automatización no solo está mejorando el desempeño de la línea de envasado de azúcar, sino que también está sentando las bases para la aplicación de soluciones similares en otras áreas, promoviendo una operación más eficiente, competitiva y sustentable.



Ilustración 27 Bodega 1

Normatividades, regulaciones y restricciones

Durante el desarrollo del proyecto se consideraron normas de seguridad industrial, lineamientos internos de la empresa y recomendaciones de los fabricantes de los equipos. Se respetaron las especificaciones técnicas relacionadas con instalaciones eléctricas, neumáticas y mecánicas, así como las restricciones físicas del área disponible, tales como espacio, altura libre, capacidad del piso y disponibilidad de servicios.

Actividades sociales realizadas en la empresa u organización

Durante el periodo de residencia profesional, el residente está participando en diversas actividades sociales y de integración organizacional, las cuales están contribuyendo a fortalecer la convivencia laboral, el trabajo en equipo y la cultura organizacional dentro de la empresa.

Entre estas actividades se está incluyendo la colaboración constante con el personal de mantenimiento, producción y supervisión, lo que está fomentando una comunicación efectiva y el intercambio de conocimientos técnicos entre las distintas áreas. Asimismo, el practicante está participando en actividades relacionadas con el orden, la limpieza y la mejora continua del área de trabajo, promoviendo un entorno laboral más seguro, eficiente y organizado.

De igual manera, se está brindando apoyo en capacitaciones internas, principalmente en temas de seguridad industrial, uso adecuado de equipos y buenas prácticas de operación. Estas actividades están permitiendo reforzar la importancia del cumplimiento de normas, procedimientos y lineamientos establecidos dentro del entorno industrial.

La participación en este tipo de actividades sociales y organizacionales está facilitando la integración del residente al equipo de trabajo, fortaleciendo valores como la responsabilidad, el respeto, la cooperación y el compromiso profesional, los cuales están siendo fundamentales para un desempeño adecuado dentro de una organización industrial.

CAPITULO 5

Conclusiones

El proyecto de automatización de la línea de envasado de azúcar está permitiendo demostrar la viabilidad técnica, operativa y funcional de la reubicación e integración de la envasadora, las bandas transportadoras y la enfardadora dentro de la Bodega 1, logrando cumplir de manera satisfactoria los objetivos establecidos al inicio del proyecto. A través de un análisis detallado del área disponible, la correcta interpretación de planos y la ejecución ordenada de las actividades de instalación, se está consolidando una línea de producción más eficiente, segura y acorde a las necesidades actuales de la empresa.

Uno de los principales logros del proyecto está siendo la mejora en el flujo del proceso productivo, ya que la nueva disposición de los equipos está permitiendo una secuencia continua desde el envasado hasta el enfardado final, reduciendo la manipulación manual del producto y los traslados innecesarios. Esta mejora está contribuyendo directamente a una mayor estabilidad operativa, disminuyendo tiempos muertos, acumulaciones de producto y riesgos asociados a la operación manual.

Durante el desarrollo del proyecto se están identificando diversas problemáticas técnicas, tales como desalineaciones iniciales, requerimientos de ajuste en los selladores verticales y horizontales, caídas incorrectas de los paquetes y una deficiencia en la alimentación eléctrica de la enfardadora debido a la diferencia de voltaje requerido. Sin embargo, estas situaciones están siendo atendidas mediante la aplicación de soluciones técnicas adecuadas, como la alineación mecánica de los equipos, la calibración de parámetros de sellado, el ajuste de tiempos de proceso y la instalación de un transformador para garantizar el suministro correcto de 440 V.

Las pruebas, los ajustes y la puesta en marcha están permitiendo validar el correcto funcionamiento de la línea bajo condiciones reales de operación, comprobando que los paquetes se estén formando y cayendo de manera adecuada, que los tiempos de ciclo sean consistentes y que la capacidad estimada de producción se mantenga dentro de rangos aceptables. Estos resultados están confirmando que la automatización implementada no solo es funcional, sino que representa una mejora significativa respecto a la operación previa.

En términos de seguridad industrial, el proyecto también está aportando beneficios importantes, ya que la automatización está reduciendo la intervención directa del personal en zonas de riesgo, mejorando la organización del área de trabajo y permitiendo una operación más controlada de los equipos. Asimismo, la correcta instalación eléctrica y neumática, junto con la verificación de los dispositivos de seguridad, está contribuyendo a la creación de un entorno laboral más seguro.

En conclusión, el proyecto de automatización de la línea de envasado de azúcar está cumpliendo con los objetivos técnicos, operativos y formativos planteados, aportando mejoras tangibles al proceso productivo de la empresa y sentando las bases para futuras optimizaciones, ampliaciones y mejoras continuas de la línea.

A nivel personal y profesional, el desarrollo de este proyecto está permitiendo al residente adquirir y fortalecer conocimientos técnicos relacionados con la automatización de procesos industriales, la instalación mecánica, eléctrica y neumática de equipos de envasado, así como el análisis y solución de fallas en entornos productivos reales. De igual manera, se están desarrollando habilidades en la interpretación de

planos, la planeación de layouts, la ejecución de pruebas operativas y la toma de decisiones técnicas bajo criterios de seguridad, eficiencia y continuidad operativa. La participación directa en actividades de mantenimiento, puesta en marcha y optimización del proceso está contribuyendo significativamente a consolidar una visión integral del funcionamiento de una línea de producción automatizada, así como a fortalecer competencias profesionales como el trabajo en equipo, la comunicación técnica, la responsabilidad y la adaptación a las condiciones reales de la industria.

Recomendaciones

Con base en la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto y en los resultados obtenidos, se están proponiendo las siguientes recomendaciones con el objetivo de asegurar la continuidad, confiabilidad y mejora continua del proceso automatizado de envasado de azúcar.

Se está recomendando la implementación de un programa formal de mantenimiento preventivo, enfocado principalmente en la limpieza periódica de los equipos, debido a la acumulación de polvo característica del manejo del azúcar. Este programa debe estar incluyendo la inspección regular de componentes mecánicos, eléctricos y neumáticos, así como la revisión sistemática de las bandas transportadoras, los selladores y los sistemas de dosificación.

Asimismo, se está considerando importante realizar verificaciones periódicas de los selladores verticales y horizontales, asegurando que los parámetros de temperatura, presión y tiempo de sellado se estén manteniendo dentro de los valores recomendados por el fabricante. Esto está permitiendo conservar la calidad del envase, evitar fugas de producto y reducir la generación de retrabajos.

En el área eléctrica, se está recomendando llevar a cabo revisiones constantes del transformador instalado para la enfardadora, así como del sistema de alimentación eléctrica independiente de la línea, con el objetivo de prevenir caídas de voltaje, sobrecargas o fallas que puedan estar afectando la operación continua del sistema.

De igual manera, se está sugiriendo capacitar de forma continua al personal operativo y de mantenimiento en la correcta operación de la línea automatizada, haciendo énfasis en el cumplimiento de los procedimientos de seguridad, en las secuencias de arranque y paro de los equipos, y en la respuesta adecuada ante condiciones anormales. La capacitación constante está contribuyendo a reducir errores operativos y a prolongar la vida útil de la maquinaria.

También se está recomendando documentar y actualizar de manera periódica los parámetros operativos y los tiempos del proceso, de modo que esta información esté sirviendo como referencia para futuros ajustes, incrementos en la producción o cambios en el tipo de presentación del producto.

Finalmente, a mediano plazo se está sugiriendo evaluar la incorporación de indicadores de desempeño y/o sistemas de monitoreo que permitan llevar un control más preciso de la producción, los tiempos de paro y la eficiencia de la línea, fortaleciendo así la toma de decisiones basada en datos objetivos y confiables. El proyecto está surgiendo a partir de la necesidad de optimizar el flujo del proceso productivo, reducir la manipulación manual del producto, mejorar las condiciones de seguridad y aumentar la eficiencia operativa de la línea de envasado de azúcar. Para ello, se está realizando un análisis previo del área disponible, considerando factores como las dimensiones del espacio, la resistencia del piso, los accesos, la disponibilidad de servicios eléctricos y neumáticos, así como la circulación del personal y del producto terminado. Como parte inicial del desarrollo, se están elaborando y analizando planos y **layouts** de distribución, los cuales están permitiendo definir la ubicación adecuada de cada uno de los equipos dentro de la **Bodega 1**. Estos planos están siendo fundamentales para asegurar una disposición ordenada y lógica de la línea, garantizando un flujo continuo del producto desde el envasado hasta el enfardado y facilitando futuras actividades de operación y mantenimiento.

Posteriormente, se esta n llevando a cabo las actividades de instalacio n meca nica, las cuales esta n incluyendo el traslado de los equipos, su posicionamiento conforme al **layout** establecido, la alineacio n y nivelacio n de la maquinaria, la fijacio n al piso y el ajuste de las bandas transportadoras. Estas actividades esta n siendo esenciales para asegurar la estabilidad estructural de los equipos, reducir vibraciones y garantizar un funcionamiento confiable durante la operacio n continua.

De manera paralela, se esta realizando la instalacio n ele ctrica, tomando una fuente de alimentacio n independiente para la lí nea de envasado. La envasadora y los equipos auxiliares se esta n alimentando a **220 V**; sin embargo, durante la instalacio n de la enfardadora se esta detectando una caí da de voltaje, debido a que este equipo esta requiriendo una alimentacio n de **440 V**. Para resolver esta problema tica, se esta instalando un transformador que esta permitiendo suministrar el voltaje adecuado, garantizando la operacio n segura y correcta del equipo. Asimismo, se esta n verificando las protecciones ele ctricas, las conexiones a tierra y los dispositivos de seguridad.

La instalacio n neumática se esta realizando a partir de un compresor de aire de la planta, incorporando elementos como secador de aire, va lvulas de cierre, separador de agua y reguladores de presio n. Esto esta permitiendo asegurar un suministro de aire limpio, seco y a la presio n adecuada para los sistemas neumáticos de la envasadora y la enfardadora, principalmente en los mecanismos de sellado y movimiento. Una vez concluidas las instalaciones, se esta procediendo a realizar las pruebas, los ajustes y la puesta en marcha de los equipos. Inicialmente, se esta n efectuando pruebas en vací o para verificar el funcionamiento individual de cada ma quina y la respuesta de los sistemas ele ctricos y neumáticos. Posteriormente, se esta n realizando ajustes meca nicos, neumáticos y de sellado, asegurando la correcta alineacio n entre los equipos y verificando que los paquetes este n cayendo de forma adecuada sobre las bandas transportadoras. Durante esta etapa se esta n revisando y ajustando los selladores verticales y horizontales de las bolsas, regulando temperatura, presio n y tiempos de sellado, con el fin de garantizar la integridad del envase y evitar fugas de producto. Asimismo, se esta n verificando y ajustando los tiempos del proceso, logrando una adecuada sincronizacio n entre la envasadora, las bandas transportadoras y la enfardadora.

Las pruebas con producto esta n permitiendo estimar los tiempos de ciclo y la capacidad de produccio n, obtenie ndose valores aproximados de entre **20 y 30 paquetes por minuto** en el proceso de envasado y de **6 a 10 fardos por minuto** en el proceso de enfardado, dependiendo de la configuracio n y las condiciones de operacio n. Estos resultados esta n evidenciando una mejora significativa en la eficiencia, estabilidad y continuidad del proceso.

Durante las pruebas tambie n se esta n identificando diversos problemas operativos, como desalineaciones iniciales, variaciones en el sellado, fugas neumáticas y la mencionada caí da de voltaje. Sin embargo, estas situaciones esta n siendo corregidas mediante ajustes te cnicos, calibraciones y la implementacio n de soluciones adecuadas, permitiendo estabilizar la operacio n de la lí nea antes de su liberacio n final.

Como resultado del proyecto, se esta obteniendo una lí nea de envasado automatizada, funcional y segura, que esta mejorando el flujo del proceso, reduciendo la intervencio n manual, optimizando el uso del espacio y contribuyendo a una mayor confiabilidad operativa. Asimismo, se esta generando documentacio n te cnica, ana lisis de resultados y recomendaciones para el mantenimiento y la operacio n futura de la lí nea.

Desde el punto de vista formativo, el proyecto esta permitiendo desarrollar y aplicar diversas competencias te cnicas y profesionales, tales como la interpretacio n de planos, la instalacio n meca nica, ele ctrica y neumática, el ajuste de maquinaria, el ana lisis de procesos, el mantenimiento industrial, la seguridad industrial y la elaboracio n de reportes te cnicos. De igual manera, se esta n fortaleciendo competencias personales como el trabajo en equipo, la comunicacio n efectiva, la responsabilidad y la toma de decisiones. En conclusio n, el proyecto de automatizacio n de la lí nea de envasado de azu car esta representando una experiencia integral que esta aportando beneficios tanto para la empresa como para la formacio n profesional del practicante. La implementacio n realizada esta demostrando que, mediante una adecuada planeacio n, ejecucio n y validacio n te cnica, es posible mejorar de manera significativa los procesos productivos, sentando las bases para futuras mejoras y consolidando la importancia de la automatizacio n dentro del entorno industrial.

Experiencia personal profesional adquirida

El desarrollo de la residencia profesional dentro del área de mantenimiento está representando una experiencia formativa integral, ya que está permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en un entorno industrial real, enfrentando situaciones prácticas que están demandando análisis, criterio técnico y capacidad de resolución de problemas.

Durante el proyecto se están adquiriendo conocimientos y habilidades en instalación mecánica, eléctrica y neumática, interpretación de planos industriales, ajuste de maquinaria, realización de pruebas de puesta en marcha y solución de fallas en equipos automatizados. Asimismo, la participación en actividades como la elaboración de reportes técnicos, el análisis de resultados y la documentación del proceso está fortaleciendo las habilidades de redacción técnica y la organización de la información.

Desde el punto de vista profesional, la interacción constante con el personal de mantenimiento, producción y supervisión está permitiendo desarrollar competencias relacionadas con el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el respeto a las jerarquías y a los procedimientos establecidos. Esta convivencia está facilitando la comprensión de la dinámica laboral dentro de una planta industrial y la importancia de la coordinación entre las distintas áreas operativas.

La experiencia también está reforzando la importancia de la seguridad industrial, así como del orden y la limpieza en el área de trabajo, resaltando la responsabilidad que implica intervenir en equipos productivos que están impactando directamente en la operación y continuidad de la empresa.

En lo personal, la residencia profesional está contribuyendo al desarrollo de una actitud más proactiva, responsable y comprometida con el trabajo, fortaleciendo la confianza en la toma de decisiones y la capacidad de adaptación ante situaciones reales del entorno industrial. Esta experiencia está representando un paso fundamental en la transición de la formación académica al ejercicio profesional, brindando una base sólida para el desarrollo laboral futuro en el área de mantenimiento y automatización industrial.

Competencias desarrolladas

Durante el desarrollo de la residencia profesional, se están desarrollando, fortaleciendo y consolidando diversas competencias personales que están resultando fundamentales para el desempeño efectivo dentro de un entorno industrial real. Estas competencias están complementando de manera directa la formación técnica adquirida durante la carrera, permitiendo al residente integrarse de forma progresiva, responsable y productiva a la dinámica laboral de la empresa.

En primer lugar, se está fortaleciendo de manera significativa la **responsabilidad profesional**, al asumir compromisos relacionados con la ejecución de actividades técnicas, el cumplimiento de tiempos establecidos y la correcta aplicación de procedimientos operativos, normativas internas y lineamientos de seguridad industrial. Esta competencia se está reflejando en la puntualidad, la constancia, la disciplina laboral y el cuidado en la realización de tareas que impactan directamente en la operación de equipos productivos. El residente está desarrollando una mayor conciencia sobre la importancia de cumplir con las actividades asignadas, entendiendo que cualquier omisión o error puede afectar la seguridad, la calidad del producto o la continuidad del proceso.

De igual manera, se está desarrollando la **capacidad de trabajo en equipo**, al interactuar de forma constante con personal de mantenimiento, producción, supervisión, ingeniería y seguridad industrial. Esta convivencia diaria está permitiendo aprender a coordinar esfuerzos, compartir responsabilidades, respetar

distintos puntos de vista y colaborar en la solución conjunta de problemas. El trabajo en equipo está fortaleciendo la capacidad de integrarse a grupos multidisciplinarios, adaptarse a diferentes estilos de trabajo y contribuir de manera activa al logro de objetivos comunes dentro de la organización.

Otra competencia personal que se está fortaleciendo es la **comunicación efectiva**, tanto en su forma oral como escrita. El residente está mejorando su habilidad para expresar ideas técnicas de manera clara y ordenada, participar en reuniones de trabajo, reportar avances, comunicar fallas y solicitar apoyo cuando es necesario. Asimismo, la elaboración de reportes técnicos, registros de actividades, análisis de resultados y documentación del proyecto está reforzando la capacidad de redacción técnica, la organización de la información y la claridad en la transmisión de datos relevantes para la toma de decisiones.

La residencia profesional también está impulsando de manera constante el desarrollo de la **proactividad y la iniciativa**, ya que el residente está participando activamente en la identificación de áreas de oportunidad, detección de fallas, propuesta de mejoras y apoyo en actividades que van más allá de las tareas inicialmente asignadas. Esta actitud está demostrando interés por aprender, disposición para involucrarse en nuevos retos y compromiso con la mejora continua de los procesos productivos. La proactividad está permitiendo al residente anticiparse a problemas potenciales y aportar soluciones bajo supervisión técnica.

Asimismo, se está fortaleciendo la **capacidad de análisis y pensamiento crítico**, al enfrentarse a situaciones reales de operación que requieren observar el comportamiento de los equipos, analizar causas de fallas, evaluar alternativas de solución y comprender la interacción entre los sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos. Esta competencia se está desarrollando mediante el análisis de fallas, la interpretación de resultados de pruebas, la evaluación de tiempos de proceso y la validación de ajustes realizados durante la puesta en marcha de la línea automatizada.

La **toma de decisiones** es otra competencia personal que se está desarrollando progresivamente, ya que el residente está aprendiendo a seleccionar acciones adecuadas considerando criterios de seguridad, eficiencia, viabilidad técnica y continuidad operativa. Aunque muchas decisiones se están tomando bajo la supervisión de personal experimentado, este proceso está fortaleciendo la confianza, el criterio técnico y la responsabilidad asociada a la toma de decisiones dentro de un entorno industrial.

La residencia profesional también está permitiendo desarrollar la **adaptabilidad y flexibilidad**, competencias esenciales en un ambiente industrial donde las condiciones de trabajo, prioridades y requerimientos pueden cambiar de manera constante. El residente se está adaptando a distintos ritmos de trabajo, horarios, tareas y condiciones operativas, aprendiendo a responder de manera adecuada ante imprevistos, ajustes de última hora o cambios en la planeación del proyecto.

Asimismo, se está reforzando el **compromiso profesional y la ética laboral**, al comprender la importancia de actuar con honestidad, respeto y apego a las normas internas de la empresa. El residente está desarrollando una mayor conciencia sobre el impacto de su desempeño en la seguridad del personal, la calidad del producto y la imagen de la organización. Esta competencia se refleja en el respeto a las jerarquías, el cumplimiento de procedimientos y la confidencialidad de la información técnica.

La experiencia también está fortaleciendo la **gestión del tiempo y la organización personal**, ya que el residente está aprendiendo a priorizar actividades, planificar tareas diarias y cumplir con objetivos dentro de plazos establecidos. Esta competencia resulta fundamental para equilibrar actividades técnicas, administrativas y de aprendizaje continuo durante la residencia profesional.

Finalmente, la residencia profesional está contribuyendo de manera significativa al desarrollo de la **confianza personal y profesional**, permitiendo al residente desempeñarse con mayor seguridad, asumir responsabilidades técnicas progresivas y participar de forma más activa en la ejecución y seguimiento del proyecto. Esta confianza se está construyendo a partir de la experiencia práctica, el aprendizaje constante y la retroalimentación recibida por parte del personal de la empresa.

En conjunto, las competencias personales desarrolladas durante la residencia profesional están representando un valor agregado fundamental en la formación integral del residente. Estas habilidades no

solo esta n fortaleciendo su desempe n o actual dentro del a rea de mantenimiento y automatizacio n industrial, sino que tambie n esta n sentando una base so lida para su desarrollo profesional futuro, facilitando su transicio n de la formacio n acade mica al ejercicio profesional dentro de la industria.

Referencias

- Groover, M. P. (2020). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (5th ed.). Pearson Education.
- Groover, M. P. (2019). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (7th ed.). Wiley.
- FESTO. (2020). *Manual de neumática industrial*. Festo Didactic.
- ISO 8573-1. (2010). *Compressed air — Contaminants and purity classes*. International Organization for Standardization.
- ISO 12100. (2010). *Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*. International Organization for Standardization.
- NOM-001-SEDE-2012. (2012). *Instalaciones eléctricas (utilización)*. Diario Oficial de la Federacio n.
- NOM-004-STPS-1999. (1999). *Sistemas de protecció n y dispositivos de seguridad en maquinaria y equipo*. Secretarí a del Trabajo y Previsio n Social.
- NOM-006-STPS-2014. (2014). *Manejo y almacenamiento de materiales*. Secretaría del Trabajo y Previsio n Social.
- Manual te cnico de la envasadora **PLATINUM PACK**. (s.f.). Documentacio n interna del fabricante.
- Manual te cnico de la enfardadora industrial. (s.f.). Documentacio n interna del fabricante.