



Universidad Autónoma de Entre Ríos
Facultad de Ciencia y Tecnología

PROYECTO FINAL DE TESIS

*Desarrollo e implementación de un carro automático
para el traslado de molduras en la etapa final de una línea de
producción industrial*

SEDE: Concepción del Uruguay

CARRERA: Licenciatura en Automatización y Control de Procesos Industriales

AUTORES: Castro, Sebastián DNI: 38.572.709

Russo, Bruno DNI: 35.446.681

CARÁCTER: Solución Tecnológica

TUTOR: Ing. Gerard, Guillermo

FECHA:

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto muestra el estudio, análisis y la propuesta planteada ante la hipótesis de mejorar la eficiencia mediante la automatización del carro que traslada molduras en el proceso productivo. Garantizando adicionalmente su control total para la seguridad y la salud laboral en la etapa final de producción.

EXECUTIVE SUMMARY

The present project shows the study, analysis, and proposal put forward to improve efficiency through the automation of the cart that transports moldings in the production process. Additionally, ensuring its total control for occupational health and safety in the final stage of production.

PALABRAS CLAVES

Autómata, carro, moldura, industria, producción, seguridad, tiempo.

HIPÓTESIS

Mediante la automatización y el control de un sistema de traslado de paquetes en un proceso productivo, es posible mejorar la eficiencia, aumentar la productividad, reducir los errores, y generar un ambiente seguro de trabajo.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los mayores desafíos de una industria es lograr la automatización de sus procesos productivos de producción.

El caso de estudio es el transporte de paquetes de molduras que alcanzan los 1500kg. La repetibilidad y características de las tareas, caracterizan el proceso como desfavorable respecto a la seguridad e higiene laboral de las personas.

Con la premisa de aumentar la capacidad de producción en un 20% donde el principal cuello de botella está centrado en la etapa manual del proceso, más precisamente en el embalado y el traslado de molduras al final de la línea.

OBJETIVOS

El propósito de nuestra mejora tecnológica, se basa en:

- Reducir los tiempos de producción, manteniendo la calidad del producto.
- Garantizar el control total de la seguridad del proceso.

Para lograr esto, se hizo hincapié en las siguientes pautas:

- Los operadores serán parte de la etapa de inspección y control.
- Se utilizará electrónica normalizada y existentes en la bodega de repuestos.
- La seguridad será el principal eje del proyecto.
- El diseño incluirá un sistema de manipulación mediante un panel HMI.
- Se interactuó directamente sobre el caso.

ALCANCES

- Ingeniería detallada de la electrónica a utilizar.
- Acceso a un manual operativo.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I: Propuesta	5
Capítulo II: Tecnología de Automatización y Control	7
Capítulo III: Memorias de Estudio	15
Capítulo IV: Conclusión.....	27

CAPÍTULO I: PROPUESTA

1.1 Conceptos Generales

En conclusión a los interrogantes planteados, se pudo desarrollar e implementar un carro automático para el traslado de paquetes. Esto surgió en base a nuestra hipótesis, la cual manifiesta el hecho de manipular grandes cargas de forma segura, reduciendo el error humano, aumentando la velocidad de la producción, y generando un ambiente seguro de trabajo para el personal del área.

La automatización del mismo cuenta con tres modos de funcionamiento, los cuales corresponden al modo manual, semi-automático, y automático; permitiendo la interacción (operador-carro) mediante un panel HMI.

Cabe destacar que el desarrollo de nuestro sistema se basó en la implementación de un Controlador Lógico Programable (PLC), así como también se logró el control de velocidad mediante variadores de frecuencia para los motores correspondientes al traslado y al movimiento de rolos que desplazan las molduras hacia la mesa de salida.

También contará con sensores de distinto tipo y alcance para el control y la seguridad del proceso.

1.2 Layout del Proceso

La etapa final de producción está compuesta por una mesa de transporte que posee una altura de 1,80mts., dicha mesa pasa por encima de los rieles y llega a la mesa embaladora (mesa de carga). Esta máquina se encarga de armar, embalar y desplazar el paquete final de molduras hacia el carro automático, el cual está rodeado por un recinto de seguridad mediante rejas y sensores que posicionan el producto en la mesa de salida (mesa de descarga), permitiendo de esta forma que el autoelevador retire el paquete final y lo posicione en el sector de bodega para luego ser despachado.

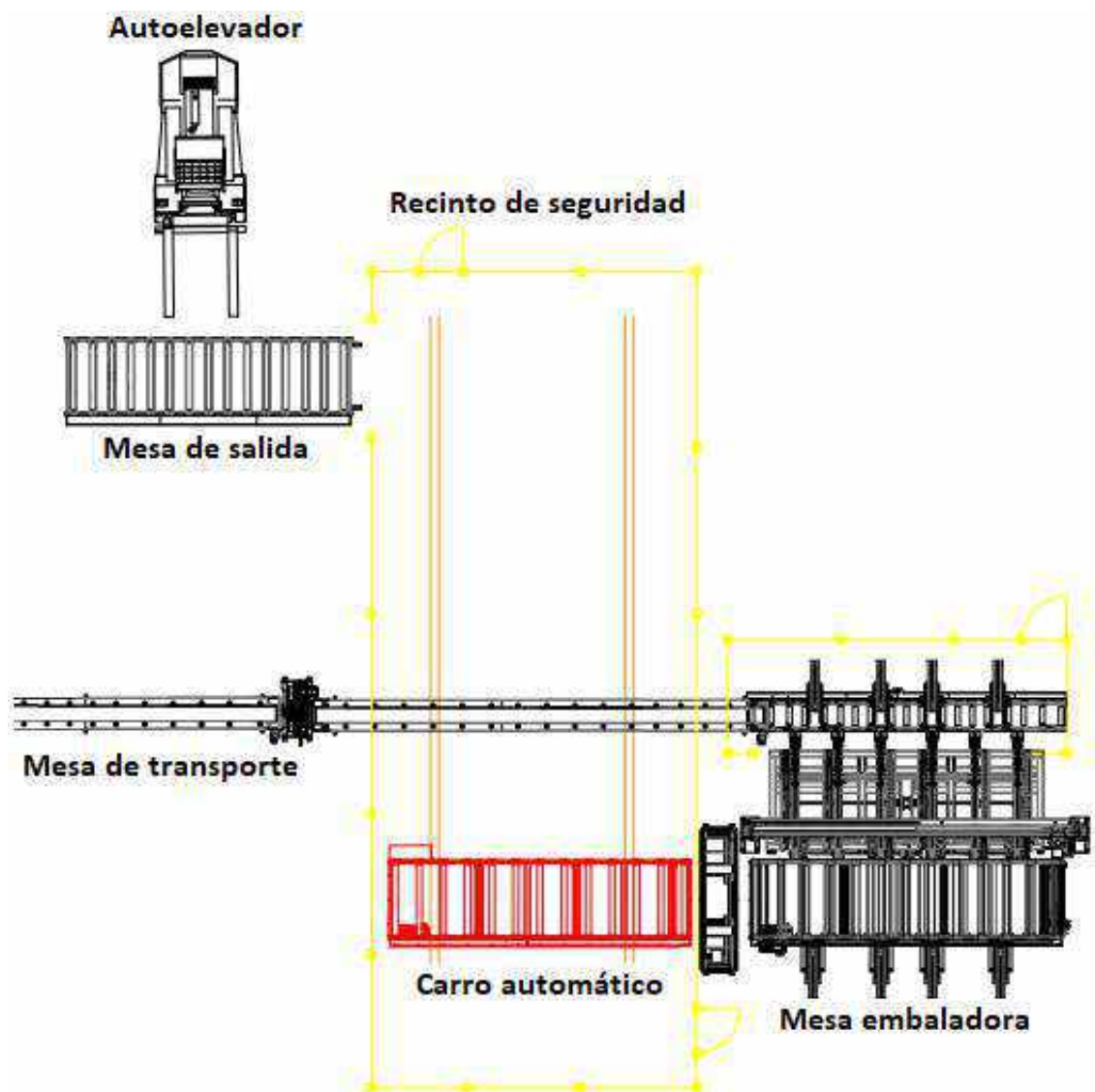


Figura 1 - Layout del proceso

II.3 Diagrama de Bloques del Modo Automático

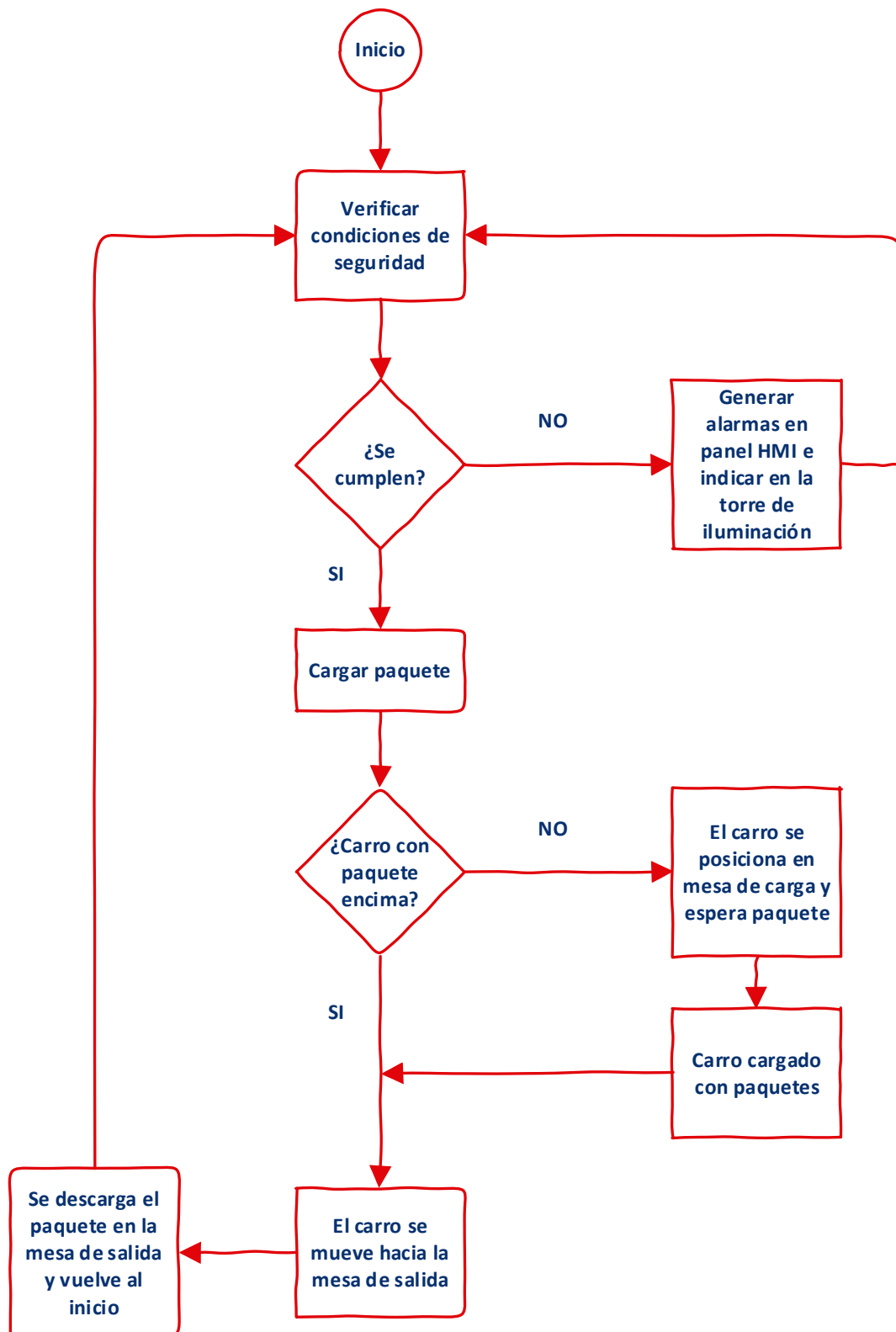


Figura 3 - Diagrama de bloques

II.4 Listado de Materiales

N°	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
001	Torre de iluminación	BANNER	TL50GYRALSQ	1
002	Prensacable PG9	CONEXTUmeBE	HP21	14
003	Prensacable PG11	CONEXTUBE	HP22	8
004	Relé de seguridad	DATALOGIC	SE-SR2	2
005	Guardamotor (In = 2,5A)	EATON	PKZO XTPR2P5BC1	2
006	Puente de unión para guardamotor	EATON	B3.1/5PKZO	1
007	Transformador 380V/220V	EATON	C0300E4DFB	1
008	Cable unipolar blanco 1mm.	FONSECA	1MM	100mts.
009	Cable unipolar celeste 1mm.	FONSECA	1MM	100mts.
010	Cable unipolar negro 4mm.	FONSECA	4MM	100mts.
011	Gabinete estanco (400x500x200mm)	GABEXEL	GEE3530	1
012	Gabinete estanco (600x900x300mm)	GENROD	S9000	1
013	Sensor inductivo (Alcance de detección: 15mm.)	IFM	IM5033	5
014	Fuente de alimentación 24VDC/5A	MURR ELECTRONIK	ECO-RAIL-2	1
015	Cable Festoon 12 hilos	ÖLFLEX	12G1,5mm2	80mts.
016	Cable multifilar 7 hilos	ÖLFLEX	7x0,5 MALLADO	40mts.
017	Cable multifilar 18 hilos	ÖLFLEX	18x0,5 MALLADO	40mts.
018	Bornera de 2,5mm	PHOENIX CONTACT	ST2,5	50
019	Bornera de tierra de 2,5mm	PHOENIX CONTACT	ST2,5-PE	12
020	Bornera de 4mm	PHOENIX CONTACT	ST4	8

N°	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANTIDAD
021	Bornera de tierra de 4mm	PHOENIX CONTACT	ST4-PE	2
022	Bornera de 6mm	PHOENIX CONTACT	ST6	4
023	Bornera de tierra de 6mm	PHOENIX CONTACT	ST6-PE	2
024	Cable conectorizado hembra M12 (5 polos)	PHOENIX CONTACT	SAC-5P- 5,0-PUR/M12FS	10
025	Cable PROFINET 4 hilos	PHOENIX CONTACT	VS-PN-CABLE-934-C	40mts.
026	Módulo relé din	PHOENIX CONTACT	PLC-RPT-24DC/21	2
027	Carril simétrico perforado (riel din)	PHOENIX CONTACT	NS 35/ 7,5 PERF	2mts.
028	Switch PROFINET	PHOENIX CONTACT	SFN 4TX/FX	1
029	Termomagnética bipolar (2A)	SCHNEIDER ELECTRIC	IC60N C 2A	2
030	Termomagnética bipolar (6A)	SCHNEIDER ELECTRIC	MCB C6	2
031	Termomagnética unipolar (2A)	SCHNEIDER ELECTRIC	IC60N B 2A	2
032	Termomagnética unipolar (2A)	SCHNEIDER ELECTRIC	IC60N C 2A	1
033	Motorreductor (0,75kW)	SEW	DZ80K4BMG	1
034	Motorreductor (1,5kW)	SEW	SA57 DRN90SP4	1
035	Rectificador	SEW	BMK 1,5	1
036	Resistencia de frenado (39 ohm - 1,2kW)	SEW	BW039-012-T	1
037	Resistencia de frenado (39 ohm - 300W)	SEW	BW039-003	1
038	Variador de frecuencia (2,2kW)	SEW	MOVIDRIVE B	2
039	Sensor óptico (Alcance de detección: 550mm.)	SICK	GRTE18S-P2447	1
040	Sensor óptico (Alcance de detección: 22mts.)	SICK	WL24-2B430	4
041	PLC SIMATIC S7-1200, CPU 1214C DC/DC/DC	SIEMENS	6ES7 214-1AG40-0XB0	1
042	Módulo de entradas digitales DI 16x24VDC	SIEMENS	6ES7 221-1BH30-0XB0	1
043	Módulo de salidas digitales DQ 16x24VDC	SIEMENS	6ES7 222-1BH30-0XB0	1
044	Panel HMI TP700 Comfort	SIEMENS	6AV2 124-0GC01-0AX0	1
045	Parada de emergencia	SIEMENS	3SU1100-1HB20-1CH0	1
046	Interruptor seccionador (Iu = 32A)	SIEMENS	3LD2203-0TK53	1
047	Interruptor de seguridad	TELEMECANIQUE	XCS-E	2
048	Cablecanal ranurado	ZOLODA	CKN-040-60	5mts.

Tabla 1 - Listado de materiales

II.5 ¿Es posible garantizar de forma completa la seguridad del proceso?

Este interrogante fue una parte fundamental a la hora del desarrollo de nuestro proyecto. En una de las reuniones con el sector de Seguridad e Higiene, se acordó la utilización de sensores para garantizar la seguridad.

A continuación, se describen los aspectos más importantes de la electrónica utilizada en función de la seguridad y la confiabilidad.

II.5.a Torre de iluminación visual y sonora

Permite enviar mensajes audiovisuales claros en el espacio de trabajo industrial. Está compuesta por tres segmentos LED de color que se pueden utilizar juntos o de forma independiente; además cuenta con un avisador acústico integrado que aumenta la eficacia de sus señales, ya que su salida de sonido de 94 dB significa que se puede oír fuerte y claramente por encima del ruido de fondo. Cuenta con un índice de protección IP67 y trabaja con tensiones de 24VDC.



Figura 4 - Torre de iluminación

En el proyecto se utilizó para indicar el estado del carro en base a sus colores

ROJO: carro en falla.

AMARILLO: carro en movimiento.

VERDE: carro en condiciones para partir.

SIRENA: indica que el carro está en movimiento.

II.5.b Relé de seguridad

Este dispositivo permite un control esencial de paradas de emergencia y condiciones de seguridad sin necesidad de una programación previa. La activación del sensor del relé siempre va seguida de la desactivación a prueba de fallos de todas las salidas, de forma que se pueda contar con altos niveles de seguridad.

Cuenta con un índice de protección IP20 y dispone de protección contra descargas que protege a los operarios de corrientes eléctricas peligrosas durante la manipulación. En el proyecto se utilizaron dos unidades, una exclusivamente para el pulsador de parada de emergencia, y otro para controlar el estado de los sensores de seguridad de pie.



Figura 5 - Relé de seguridad

II.5.c Parada de emergencia

Como bien sabemos, el pulsador de parada de emergencia es indispensable para una instalación segura y se utiliza para interrumpir (en caso de peligro) el suministro de las fuentes de alimentación de energía y detener la máquina lo más rápido posible. Cuenta con un índice de protección IP20 y está montada sobre el gabinete móvil del carro.



Figura 6 - Parada de emergencia

II.5.d Seguridad de pie

Como característica principal podemos destacar que cuenta con una robusta carcasa metálica que ha superado la prueba IP69K, garantizando una larga vida útil. Además, es inmune a la luz ambiental y a las señales cruzadas, lo que mejora la seguridad de detección. Cuenta con un alcance de hasta 22 metros.



Figura 7 - Seguridad de pie

En nuestro caso, y debido a que el carro tiene desplazamiento en dos direcciones, se dispuso utilizar dos sensores de este tipo, para garantizar la seguridad del operador y evitar aplastamiento/lesiones. Trabaja en conjunto con un espejo reflectivo que mantiene la señal en estado positivo (1), y al cortar dicha barrera, el carro se detiene de forma automática, activando uno de los relés de seguridad mencionados anteriormente.

II.5.e Interruptor seccionador de corte local

Este interruptor aislador sin fusible apaga de manera segura un circuito cuando se desea realizar mantenimiento o reparaciones. Utiliza una palanca giratoria en lugar de un fusible para cortar la alimentación a determinadas partes del circuito, por lo que puede restablecerla fácilmente sin necesidad de reemplazar ningún componente. Cuenta con un nivel de protección IP65 y en



Figura 8 - Interruptor seccionador

nuestro caso, se agregó al gabinete móvil del carro con la función de realizar enclavamientos para trabajar de forma segura, mediante un bloqueo con candado.

II.5.f Interruptor de seguridad

Interruptor de bloque por solenoide de seguridad que protege a los operadores deteniendo el equipo automáticamente cuando la puerta o recinto se abre, retirando el actuador conectado del cabezal del interruptor. Posee dos LED's para indicar el estado operativo del recinto, indicando protección cerrada (naranja) y bloqueada, o protección abierta (verde). Cuenta con altas prestaciones conforme a IP67 y tiene una vida útil mecánica de hasta 1.000.000 ciclos.



Figura 9 - Interruptor de seguridad

II.5.g Variador de frecuencia

Su principal característica, que además conceptualiza su definición, es la capacidad para controlar la velocidad de rotación de los motores. Gracias a este dispositivo se puede graduar la velocidad de un motor y ajustarla a las necesidades requeridas. Una cuestión a remarcar en cuanto a la utilización de carros sobre rieles es la posibilidad de descarrilamiento, el variador no solamente protege al motor, sino que también nos permitió reducir la posibilidad de daños y evitar accidentes debido al cambio de marcha (rápido a lento).



Figura 10 - Variador de frecuencia

II.5.h Elementos de control

Para garantizar un sistema de control seguro, es necesario contar con elementos confiables. Es por este motivo que nuestro sistema se basó en componentes de marcas reconocidas a nivel mundial en cuanto a confiabilidad, más precisamente, de la marca SIEMENS.

Se utilizó un controlador lógico programable (PLC) que presenta una arquitectura modular y un tamaño compacto, ofrece un alto rendimiento y es muy utilizado cuando se necesitan soluciones de monitoreo y control industrial de vanguardia.



Figura 11 - PLC



Figura 12 - HMI

Respecto a la interacción con el operador, se optó por una interfaz hombre-máquina (HMI) táctil de 7 pulgadas. La retroiluminación permite mantener la imagen en condiciones ambientales adversas. Presenta índice de protección IP65, es estanco al polvo y está protegido contra chorros de agua de baja presión. Este panel HMI almacena suficiente energía para realizar copias de seguridad de los datos archivados y terminar correctamente los archivos activos, lo que reduce

la posibilidad de pérdida de datos cuando se produce un fallo de alimentación.

En nuestro caso particular es el intermediario con el operador, en el cual se muestra el histórico de alarmas, estado del proceso, etc.

II.6 Cuantificación

Con el desarrollo del proyecto se pudo cuantificar la mejora de los problemas antes mencionados. Una de las cuestiones es que se pudo aumentar aproximadamente un 20% la productividad en base a la reducción del tiempo de salida de cada paquete de molduras.

La exposición a peligros bajó significativamente ya que antes los operadores tenían un libre acceso al área de armado y traslado de paquetes, y ahora la misma quedó delimitada mediante un recinto de seguridad, de esta forma se buscó reducir o anular la cantidad de accidentes futuros. También disminuyó la cantidad de personas afectadas (en turnos de ocho horas) al traslado del producto final. Las mismas, fueron redistribuidas en otras áreas de la línea de producción, esto aporta mayor valor agregado y menor riesgo hacia el personal.

FACTOR	ANTES	DESPUÉS
TIEMPO ENTRE PAQUETES	12'	10'
EXPOSICIÓN A PELIGROS	Riesgo de atrapamiento de manos	Reducción de riesgos debido a la poca intervención
	Libre acceso al área	Delimitación del área de trabajo mediante recintos
MOVIMIENTOS REPETITIVOS	Tareas repetitivas y con esfuerzo	Sin tareas repetitivas en cuanto al proceso de traslado (solo supervisión)
MANIPULACIÓN DE CARGAS	Peso y forma de las cargas	No se interviene en la manipulación de cargas
	Desviar/girar la muñeca	
	Girar el tronco durante la manipulación	
POSTURAS FORZADAS	Trabajar con uno o ambos brazos por encima de los hombros	Mejor ergonomía y menor tiempo de pie
	Permanecer de pie durante períodos prolongados de tiempo	
MODO DE OPERACIÓN	Manual	Automático
CANTIDAD DE PERSONAS	15	3

Tabla 2 - Cuantificación

II.7 Análisis de Criticidad

El objetivo de dicho análisis es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

En la siguiente tabla, podemos observar los puntos críticos, su consecuencia, y las posibilidades de reasegurar la confiabilidad mediante programas de inspección, calibración y/o ajuste.

INTENCIÓN	IMPACTO	COMO EVITARLO	NIVEL
Sensores de seguridad	Detención del carro	Limpieza periódica y protección contra posibles golpes	MEDIO
Sensor de paquete encima		Limpieza periódica	
Interruptor de seguridad		Limpieza de contactos y reajuste de bornes periódicamente	
Sensor de límite	Descarrilamiento	Protección del sensor y mantener alineado el carro	ALTO
Sensor de marcha lenta			
Límite de peso máximo	Rotura de cadenas y motorreductores	Limitación de corriente mediante variador de velocidad	ALTO
Parada de emergencia	Detención de la línea de producción	Limpieza de contactos y reajuste de bornes periódicamente	ALTO
Nivel de aceite	Rotura del reductor	Chequeo de niveles de aceite y reposición	ALTO
Cable de comunicación	Detención del carro	Control periódico del estado del mismo	MEDIO
Guardamotores	Rotura de motor	Reapriete de bornes y chequear seteos de corriente	ALTO

Tabla 3 - Análisis de Criticidad

II.8 Riesgo Operativo

El riesgo operativo es aquel que puede provocar pérdidas debido a errores humanos, procesos internos inadecuados o defectuosos, fallos en los sistemas y como consecuencia de acontecimientos externos.

CAUSA	EVENTO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO
EVENTOS EXTERNOS	Falla en el suministro de energía debido a condiciones climáticas	Detención del proceso
ERROR HUMANO	Operación incorrecta por falta de conocimiento/capacitación	Tiempos muertos en la producción
	Negligencias en cuanto a normas de seguridad	Posibilidad de accidentes
PROCESOS INTERNOS	Falla por mantenimiento preventivo incorrecto o nulo	Rotura de reductores por falta de lubricación
		El carro puede detectar un paquete encima si existe suciedad en el sensor
	Aumento en exceso de la velocidad del carro	Descarrilamiento del mismo y posibles daños en sensores
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	Falla de comunicación entre dispositivos de control	Detención del proceso

Tabla 4 - Riesgo Operativo

CAPÍTULO III: MEMORIAS DE ESTUDIO

III.1 Ubicación geográfica

La planta, ubicada en el Parque Industrial Concordia, Entre Ríos, es un complejo productivo de 360.000 m² y más de 50.000 m² cubiertos, donde se fabrican y distribuyen más de 500.000 m³ anuales de tableros de MDF, Aglomerado, Melaminas, Molduras y Revestimientos, abasteciendo a Argentina, el Mercosur, EE.UU, y Canadá.

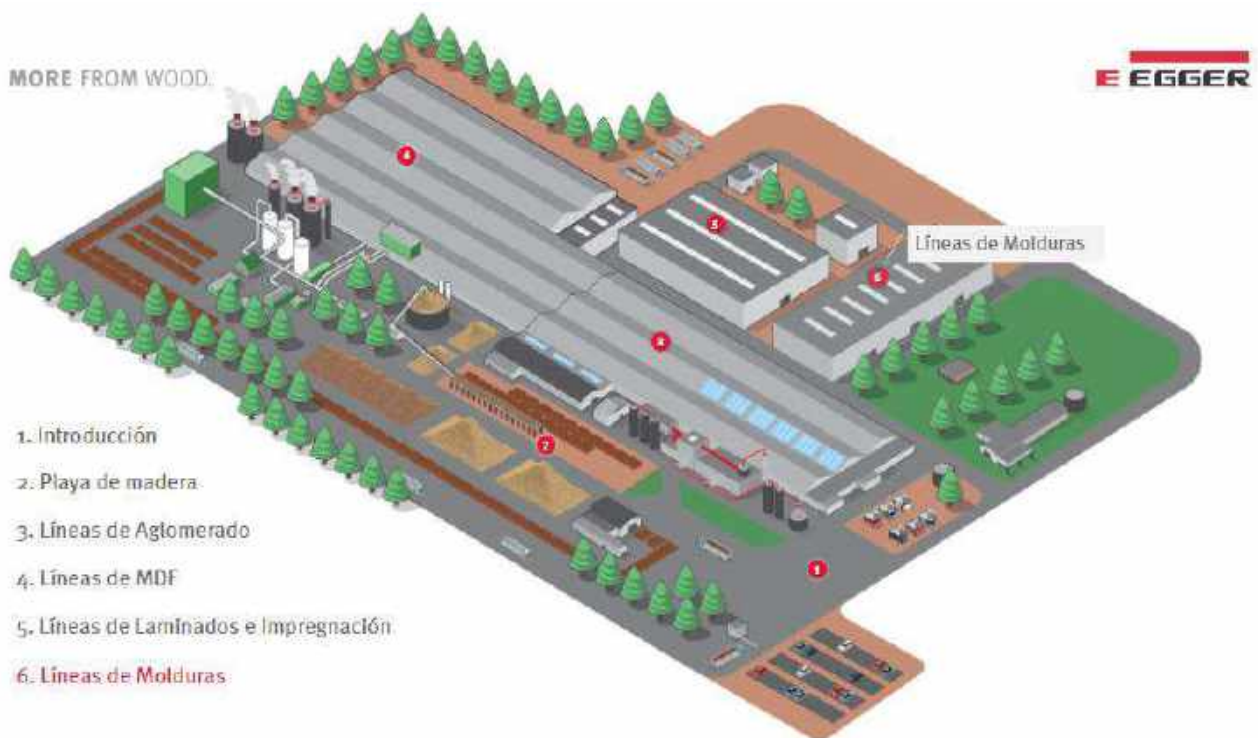


Figura 13 - Planta EGGER Concordia

III.2 ¿Qué es una moldura?

La moldura es un elemento decorativo en relieve, de acusado componente longitudinal, que conserva idéntico perfil en todo su trazado.

Se utiliza en diversas obras artísticas, entre ellas en trabajos de carpintería y, de forma significativa, en arquitectura. El perfil, o sección transversal, define y diferencia los múltiples tipos de molduras, aunque pueden recibir diferente nombre si forman parte de paramentos lisos o de columnas; o si pertenecen a diferente estilo o época.



Figura 14 - Molduras

Están fabricadas en MDF, disponibles en distintos perfiles y espesores. Poseen una superficie suave, sin imperfecciones y fáciles de instalar. La pintura de fábrica les brinda un acabado final, logrando color, textura y densidad homogénea.

III.3 Tipos de molduras

Ver catálogo: [Catálogo](#)

III.4 Etapas del proceso de producción

El proceso de fabricación de molduras puede ser descrito en tres etapas. La primera etapa consiste en la confección de “rips” o tiras que serán el material base de las molduras. Se reciben tableros de MDF en formato de 2,5 x 1,8 mts. en una línea que tiene como máquina principal una sierra múltiple que corta los tableros en tiras.

En la segunda etapa, estas tiras pasan por máquinas moldureras que fresan una de las caras de las tiras con el relieve deseado. Al final de ese proceso ya se cuenta con las molduras sin recubrir. La variedad de molduras procesadas en la planta supera los 600 perfiles.

En la última etapa las molduras pasan por un proceso de recubrimiento con pasta. Esta pasta consiste en una mezcla de agua, carbonato de calcio y cola fría.

Las molduras son introducidas a la línea de empastado en donde por diversos transportes de rodillos son guiadas a través de una máquina empastadora que aplica una primera capa de pasta. Luego la moldura es guiada a través de un horno donde se seca la pasta aplicada. Luego la moldura pasa a través de una lijadora que remueve los excesos que se producen los levantamientos de fibras de tablero al aplicar la pasta. Posteriormente la moldura vuelve a pasar por una máquina empastadora que aplica una segunda capa de pasta en grado de terminación. El paso por un segundo horno permite secar esta capa.

Luego, la moldura es guiada hasta la embaladora para ser embalada en pequeños paquetes, el tamaño de los paquetes los establece el operador en base a los requerimientos comerciales.

La etapa final de producción está compuesta por una mesa de transporte que posee una altura de 1,80mts., dicha mesa pasa por encima de los rieles y llega a la mesa embaladora. Esta máquina se encarga de armar, embalar y desplazar el paquete final de molduras hacia el carro automático, el cual está rodeado por un recinto de seguridad mediante rejas y sensores que posicionan el producto en la mesa de salida, permitiendo de esta forma que el autoelevador retire el paquete final y lo posicione en el sector de bodega para luego ser despachado.

III.5 Manual Operativo

En este punto se detallarán los aspectos más relevantes respecto a la operación del carro, y todo lo relacionado a su mantenimiento.

II.5.a Manual de Funcionamiento

Al iniciar el sistema podemos observar la pantalla principal, en la misma se encuentran los tres modos de funcionamiento (Manual, Automático, Semiautomático), al igual que la señales que interactúan con el funcionamiento del carro. Además, en la esquina superior izquierda existe un botón que permite abrir las puertas de seguridad para acceder a realizar algún mantenimiento al carro.

Mientras que en la sección inferior (esto se mantiene en todas las pantallas), podemos observar los botones de navegación.



Figura 15 – Principal

Dentro de las señales que nos envía la embaladora, podemos observar un **“Pedido de descarga”**, esta señal nos informa que la mesa de salida se encuentra disponible (sin paquetes) y en condiciones de recibir el producto.

Por su parte, la señal **“Pedido de carga”**, indica que la embaladora tiene un paquete listo para retirar, en el modo automático, el carro se mueve hasta la posición inicial y empieza a girar los rolos para posicionar el paquete.

Otra de las señales es la de **“Detener rolos”**, esta se utiliza en condiciones donde la máquina embaladora está envolviendo el paquete por tramos y necesita frenar o detener el paquete en cierto lugar, generalmente se da cuando el paquete queda ubicado en el medio de ambas mesas (embaladora y carro).

Al ingresar en la sección **“Manual”**, tenemos la posibilidad de mover el motor de traslación (Z70-M01) y el de rolos (Z70-M02) siempre y cuando mantengamos presionado los botones. Este modo es utilizado por los operadores cuando necesitan corregir alguna situación particular.



Figura 16 – Modo Manual

La mayor parte del tiempo se trabaja en el modo automático, ya que permite a los operadores dedicar tiempo al control de calidad e inspección de las molduras, mientras el carro realiza sus tareas de forma autónoma. La pantalla “Automático” se destinó a informar el estado de sensores, ya que no existe indicación de funcionamiento, es por eso que se agregó una lista con los principales sensores de seguridad y que indican el proceso, esto también sirve al personal de mantenimiento eléctrico para detectar si existe algún problema en el carro, ya que mediante colores en las señales se puede diagnosticar fácilmente el estado de cada uno.



Figura 17 – Modo Automático

El modo “Semiautomático” permite desplazar el carro hasta la posición de carga (o descarga) y detenerse allí. También permite mover los rolos para realizar la carga (o descarga). En el día a día no es muy utilizado, pero fue uno de los requerimientos que nos solicitaron a la hora de la realización del proyecto.



Figura 18 – Modo Semiautomático

Dentro de la sección “**Alarmas**”, podemos acceder al historial de las mismas, en la cual podemos observar detalles como la hora, fecha, el estado y una descripción de lo ocurrido. Cada vez que ocurre un problema, automáticamente se visualiza esta pantalla, indistintamente de si estamos en alguna de las pantallas que describimos anteriormente.



Figura 19 - Alarmas

En la esquina inferior derecha contamos con un botón de “Reset”, el cual permite reconocer las alarmas y seguir operando en forma normal, siempre y cuando la alarma haya sido solucionada.

También generamos ventanas emergentes que nos indican cuestiones referidas a la seguridad, tales como una advertencia si se abre la puerta de seguridad en color amarillo, y de color rojo cuestiones que detienen el proceso como por ejemplo la parada de emergencia activa y la falla de comunicación entre el carro automático y el panel HMI.

Las mismas se muestran a continuación:



Figura 20 - Parada de emergencia activa



Figura 21 - Puerta de seguridad abierta



Figura 22 - Falla de comunicación PLC-HMI

II.5.b Inspección de Mantenimiento

Para garantizar el correcto funcionamiento del carro, hemos seleccionado algunos aspectos a tener en cuenta desde el punto de vista de los distintos tipos de mantenimiento más importantes. A continuación, se detalla una breve descripción de los mismos:



Figura 23 - Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo: consiste en encontrar y corregir los problemas menores, antes de que estos provoquen fallas.

Mantenimiento Correctivo: se define como la acción puntual que se realiza sobre una máquina que ha dejado de funcionar.

Mantenimiento Predictivo: se basa en el control de funcionamiento de la máquina en servicio.

<u>INSPECCIÓN DE SENSORES</u> El objetivo de este proceso es asegurar el correcto funcionamiento y conservación del sensor, además de prever posibles inconvenientes	
Correcta fijación	Se debe inspeccionar la fijación del sensor. Esta debe ser sólida, de manera de poder detectar en forma segura y confiable el elemento o variable a medir.
Limpieza	La zona de sensado o actuación, debe estar limpia de impurezas (viruta, grasa, polvo, etc.), además debe estar seca y limpia.
Correcta identificación y calibración	El cable del sensor debe tener identificación del mismo (tag). En caso de que sea factible o necesario se debe controlar la calibración del sensor, esto es, contrastarlo con otro elemento de medición. Se deben controlar los valores mínimos y máximos de la escala de actuación.
Chequeo de señales	Para verificar que la señal de cada sensor llegue correctamente al PLC, podemos utilizar como herramienta la ventana de indicación del panel HMI, la cual se detalló anteriormente, dentro de la pantalla "Automático".

Tabla 5 - Inspección de sensores

INSPECCIÓN DE MOTORES	
El objetivo de este proceso es atender a la correcta conservación del motor e identificar posibles problemas.	
Sin detención de línea	
Inspección visual del motor	Verificar que esté libre de impurezas que dificulten su refrigeración normal. Además, el motor debe tener una marcha suave, sin ruidos y/o vibraciones extrañas.
Inspección de ventilador	El ventilador de refrigeración debe estar con todas sus paletas sanas y con la carcasa metálica colocada.
Inspección del prensacable	El prensacable de acometida del alimentador debe estar debidamente fijado a la carcasa del motor, para evitar el ingreso de polvo y/o agua.
Inspección de la identificación	El motor debe poseer su tag correspondiente y debe ser perfectamente legible.
Medición de corriente consumida	En el caso que se observe un funcionamiento irregular del motor se debe controlar la corriente consumida, la cual debe estar por debajo de la nominal.
Con detención de línea	
Reapriete de bulonería	Deben reapretarse todos los elementos por donde circule corriente, bornera del motor, bornera de CCM, tornillos de contactores y guardamotores, seccionadores bajo carga, etc.
Medición de aislación	Debe medirse la aislación del bobinado del motor. Este valor debe indicar más de 20 MOhm
Inspección de la regulación del guardamotor o relevo térmico	La corriente seteada en el guardamotor o relevo térmico debe ser la nominal del motor.

Tabla 6 - Inspección de motores

INSPECCIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO	
El objetivo de este proceso es mantener el orden, limpieza y la correcta operación de los elementos propios y auxiliares de dicho tablero.	
Elementos de refrigeración	Se debe chequear el correcto funcionamiento de los elementos de refrigeración, ya sea aire acondicionado o ventilador, controlando la presencia del filtro de aire correspondiente y la limpieza del mismo.
Correcta ubicación y orden de los elementos	Hace referencia a la correcta ubicación de los cables dentro de los cablecanales, la ausencia de elementos extraños dentro del mismo y con sus tapas correspondientes y bien precintados.
Termografía	Se debe realizar una termografía de forma periódica que complementa al correcto mantenimiento.
Controlar filtraciones y suciedad	Se debe realizar la aspiración y corroborar que se mantenga cerrado para evitar la entrada de suciedad, la cual acorta drásticamente la vida útil de los componentes, especialmente contactores.

Tabla 7 - Inspección de tablero eléctrico

II.5.c Listado de Fallas

Respecto al listado de fallas del variador, podemos encontrar el manual de instrucciones del mismo, en el siguiente enlace [Manual de Instrucciones](#)

Más precisamente en la página 152 del documento, y hasta la página 167 podemos encontrar los mensajes y su lista de fallos, en donde se puede apreciar el código de error, la causa posible, y la medida a realizar para solucionar el mismo.

Mientras que dentro del panel HMI, existe la posibilidad de que se presenten distintas alarmas, las cuales se encuentran explicadas en la siguiente tabla, indicando una descripción y su código asociado. Además de su causa posible y las medidas a realizar para solucionarlas.

OBSERVACIÓN: Luego de que se solucione alguna de las alarmas, es necesario resetear las mismas desde el panel de operación, es decir, reconocerlas.

001 - PARADA DE EMERGENCIA ACTIVA	
Causa posible: Se presionó el pulsador de emergencia ubicado en el pupitre de control.	Medida a realizar: Reset del pulsador.
002 - PUERTA DE SEGURIDAD ABIERTA	
Causa posible: Esta advertencia se presenta cuando el operador presiona el botón de apertura para realizar alguna inspección/maniobra.	Medida a realizar: Cerrar las puertas, verificar que se encuentren correctamente cerradas y confirmar desde el panel HMI.
003 - SENSOR FIN DE RECORRIDO 1 [LADO CARGA] ACTIVO	
Causa posible: Se accionó el sensor (E0.2) de seguridad de fin de recorrido del lado carga.	Medida a realizar: Verificar el sensor inductivo que se encarga de detener el carro en la posición de carga.
004 - SENSOR FIN DE RECORRIDO 2 [LADO DESCARGA] ACTIVO	
Causa posible: Se accionó el sensor (E0.3) de seguridad de fin de recorrido del lado descarga.	Medida a realizar: Verificar el sensor inductivo que se encarga de detener el carro en la posición de descarga.
005 - BARRERA DE SEGURIDAD 1 [LADO CARGA] ACTIVA	
Causa posible: Se corto el haz del sensor (E0.7) mientras el carro estaba en movimiento y no se realizaba la carga.	Medida a realizar: Verificar el estado del sensor óptico y su calibración.
006 - BARRERA DE SEGURIDAD 2 [LADO DESCARGA] ACTIVA	
Causa posible: Se corto el haz del sensor (E1.0) mientras el carro estaba en movimiento y no se realizaba la descarga.	Medida a realizar: Verificar el estado del sensor óptico y su calibración.
007 - FALLA GUARDAMOTOR Z70-M01 [TRASLACIÓN]	
Causa posible: Se accionó la protección termomagnética del motor de traslación.	Medida a realizar: Verificar estado del variador, medir consumos de corriente.

008 - FALLA GUARDAMOTOR Z70-M02 [ROLOS]	
Causa posible: Se accionó la protección termomagnética del motor de rolos.	Medida a realizar: Verificar estado del variador, medir consumos de corriente.
009 - FALLA VARIADOR Z70-M01 [TRASLACIÓN]	
Causa posible: Múltiples causas.	Medida a realizar: Identificar el código de falla del variador en el manual de instrucciones.
010 - FALLA VARIADOR Z70-M02 [ROLOS]	
Causa posible: Múltiples causas.	Medida a realizar: Identificar el código de falla del variador en el manual de instrucciones.
011 - FALLA CABLE DE COMUNICACIÓN HMI	
Causa posible: Tiempo de watchdog de comunicación demasiado alto.	Medida a realizar: Verificar el estado del cable de comunicación y sus conectores.
012 - ERROR EN LA POSICIÓN DEL CARRO	
Causa posible: Se accionaron en forma simultánea los sensores de marcha lenta y de ambas posiciones (carga y descarga).	Medida a realizar: Verificar los sensores inductivos E0.4, E0.5 y E0.6, al igual que sus elementos metálicos de detección.
013 - SEGURIDAD DE PIE [LADO CARGA] ACTIVA	
Causa posible: Mientras el carro estaba en posición de carga, se accionó el sensor óptico E1.4	Medida a realizar: Verificar el estado del sensor óptico y su calibración.
014 - SEGURIDAD DE PIE [LADO DESCARGA] ACTIVA	
Causa posible: Mientras el carro estaba en posición de carga, se accionó el sensor óptico E1.3	Medida a realizar: Verificar el estado del sensor óptico y su calibración.

Tabla 8 - Listado de alarmas

III.6 Imágenes de la etapa constructiva



Figura 24 - Carro automático



Figura 25 - Panel HMI



Figura 26 - Interruptor de seguridad



Figura 25 - Mesa de salida con paquete encima



Figura 28 - Tablero eléctrico



Figura 29 - Mesa de salida y carro, ambos con paquetes encima

CAPÍTULO IV: CONCLUSIÓN

En conclusión, la implementación exitosa del carro automático diseñado para el traslado de molduras en la etapa final de nuestra línea de producción industrial representa un avance significativo en la eficiencia operativa y la seguridad del proceso.

La incorporación de tecnologías avanzadas, como sensores de detección y sistemas de control, ha permitido la creación de un sistema autónomo capaz de navegar de manera segura y precisa en el entorno industrial. La atención especial dedicada a la seguridad del proceso garantiza la integridad de los operadores, minimizando riesgos y accidentes en el manejo de molduras. La interacción segura entre el carro automático y los trabajadores se ha logrado mediante la implementación de protocolos de comunicación y dispositivos de seguridad, contribuyendo así a un entorno laboral más seguro y colaborativo.

Este proyecto no solo ha impulsado la eficiencia de la producción, sino que también ha sentado las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la automatización industrial y la robótica aplicada a procesos específicos. La combinación de innovación tecnológica y enfoque centrado en la seguridad refleja nuestro compromiso con la mejora continua y el bienestar de nuestro personal. En última instancia, la introducción de este carro automático no solo representa un logro técnico significativo, sino también un testimonio de nuestro compromiso con la excelencia operativa y la seguridad en el entorno industrial.

ÍNDICE COMPLETO

Resumen Ejecutivo	1
Palabras claves	1
Hipótesis	2
Justificación	2
Objetivos	3
Alcances	3
Índice General	4
Sección I: Propuesta	5
I.1 Conceptos Generales	5
I.2 Layout del Proceso	6
Sección II: Tecnología de Automatización y Control	7
II.1 Puntos Críticos y Sistemas de Control.....	7
II.2 Selección de Componentes	7
II.3 Diagrama de Bloques del Modo Automático.....	8
II.4 Listado de Materiales	9
II.5 ¿Es posible garantizar de forma completa la seguridad del proceso?	11
II.5.a Torre de iluminación	11
II.5.b Relé de seguridad	12
II.5.c Parada de emergencia	12
II.5.d Seguridad de pie	13
II.5.e Interruptor seccionador de corte local.....	13

II.5.f Interruptor de seguridad	14
II.5.g Variador de frecuencia	14
II.5.h Elementos de control	15
II.6 Cuantificación.....	16
II.7 Análisis de Criticidad	17
II.8 Riesgo operativo.....	18
Sección III: Memorias de Estudio	19
III.1 Ubicación geográfica	19
III.2 ¿Qué es una moldura?	20
III.3 Tipos de molduras	20
III.4 Etapas del proceso de producción	21
III.5 Manual Operativo	22
III.5.a Manual de Funcionamiento.....	22
III.5.b Inspección de Mantenimiento.....	27
III.5.c Listado de Fallas	30
III.6 Imágenes de la etapa constructiva	33
Sección IV: Conclusión	37
Índice Completo	38
Referencias bibliográficas.....	40
Siglas y Acrónimos	41
Índice de Figuras	42
Índice de Tablas.....	44

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Imagen de molduras y aplicaciones

<https://www.egger.com/es/productos/mobiliario-e-interiorismo/gama-de-productos/molduras-prepintadas?country=AR>

PDF distintos perfiles de molduras EGGER

<https://www.egger.com/es/productos/mobiliario-e-interiorismo/gama-de-productos/perfiles-de-molduras?country=AR>

Proceso de producción molduras

<https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=46/64/1c93367d6f9b9429c1ee375e1f83fc1fbf3a>

Imágenes de sensores

<https://es.rs-online.com>

Manual SEW Movidrive

<https://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/16837703.pdf>

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<i>Sigla/Acrónimo</i>	<i>Descripción</i>
<i>PLC</i>	<i>Controlador lógico programable.</i>
<i>HMI</i>	<i>Interfaz hombre-máquina.</i>
<i>TIA</i>	<i>Totally Integrated Automation.</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Layout del proceso.....	6
Figura 2. Sistemas de Control	7
Figura 3. Diagrama de Bloques.....	8
Figura 4. Torre de iluminación	11
Figura 5. Relé de seguridad	12
Figura 6. Parada de emergencia	12
Figura 7. Seguridad de pie	13
Figura 8. Interruptor seccionador	13
Figura 9. Interruptor de seguridad	14
Figura 10. Variador de frecuencia	14
Figura 11. PLC	15
Figura 12. HMI	15
Figura 13. Planta EGGER Concordia	19
Figura 14. Molduras	20
Figura 15. Principal	22
Figura 16. Modo Manual	23
Figura 17. Modo Automático.....	24
Figura 18. Modo Semiautomático	25
Figura 19. Alarmas	25
Figura 20. Parada de emergencia activa	26
Figura 21. Puerta de seguridad abierta	26

Figura 22. Falla de comunicación PLC-HMI	27
Figura 23. Tipos de mantenimiento	27
Figura 24. Carro automático	33
Figura 25. Panel HMI	33
Figura 26. Interruptor de seguridad	33
Figura 27. Mesa de salida con paquete encima	34
Figura 28. Tablero eléctrico	35
Figura 29. Mesa de salida y carro, ambos con paquetes encima.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de materiales	10
Tabla 2. Cuantificación	16
Tabla 3. Análisis de Criticidad	17
Tabla 4. Riesgo Operativo	18
Tabla 5. Inspección de Sensores	28
Tabla 6. Inspección de Motores	29
Tabla 7. Inspección de Tablero Eléctrico	30
Tabla 8. Listado de Alarmas	31