

I. INFORMACIÓN GENERAL

A. Título del Proyecto Piloto

Implementación de un centro automatizado de encajado y paletizado mediante la integración de tecnología y desarrollo de software para generación de reportes de producción, en tiempo real en formato Power BI, alimentados por sensores instalados en los equipos.

B. Detalle del Problema

La Planta Callao cuenta con líneas de envasado de productos en formato de 60 gramos y de 35 gramos, con equipos de codificación, encajado, encintado y paletizado que actualmente se realiza de manera manual lo cual genera enfermedades ocupacionales que genera incapacidad en nuestros colaboradores, produciendo perdidas de horas hombre por descanso médico.

Adicionalmente, al ser realizado de manera manual, no se cuenta con reportes inmediatos de producción y de mermas operativas en la fase final del proceso.

Por otra parte, esta labor se convierte en un cuello de botella ante los incrementos de producción que se van a producir, una vez entren en operación las nuevas líneas de proceso.

A continuación, se detallan los problemas principales:

- **Problema:**

La labor manual del proceso de envasado primario y encajado genera enfermedades ocupacionales como tendinitis en muñecas y hombros como también lumbalgias por levantamiento de cargas entre 20 y 25 kilos de manera repetitiva. Adicionalmente riesgos de error en el envasado, riesgos de calidad por contaminación cruzada debido al manipuleo manual y la limitación en la capacidad de producción de producto terminado debido a que actualmente la velocidad de esta labor es de 170 unidades/minuto a máxima capacidad, hecho que se convierte en un cuello de botella si la capacidad de procesamiento en planta se incrementa.

- **Causa:**

En la actualidad no se cuenta con un sistema de envasado automatizado de primario alineado a los ciclos de producción de producto terminado en formato de 60 y 35 gr como tampoco se cuenta con sistema automático para levantamiento de cajas. Por lo tanto, se depende del uso de mano de obra entrenada, que muchas veces cesa temporalmente sus funciones debido a problemas de salud inherentes a la labor de empaçado.

- **Consecuencias (efectos):**

- Problemas ocupacionales en personal que alimenta producto en las envasadoras a una velocidad de 170 – 180 unidades por minuto, las afecciones principales se refieren a tendinitis en muñecas y en hombros de las colaboradoras, lo cual genera periodos de cesantía y costos de tratamiento de dichas afecciones laborales.
- Alta rotación de personal en el área de empaçado.

- Dependencia de la habilidad de la mano de obra ya que entrenar una alimentadora tarda aproximadamente 1 año dado que esta labor requiere de mucha práctica e intrínsecamente acarrea mermas por errores humanos durante el aprendizaje (Espacios en la cadena sin producto, dos unidades en lugar de uno que generan merma de bobina, alimentación de productos defectuoso).
- No contar con reportes de producción automatizados identificando las mermas operativas.

C. Objetivos y resultados esperados

Objetivo General (Propósito del Proyecto)	Resultado(s) Final(es) max. 3 (indicador que tiene métrica)
<p>Diseñar e implementar un centro automatizado de encajado y paletizado mediante la integración de tecnología y desarrollo de software que permita la generación de reportes de producción en tiempo real y con intervención humana mínima.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Centro automatizado de encajado y paletizado implementado en las líneas de producción 5, 7, 8 y 10 de Planta Callao, con capacidad de empacar PT a razón de 250 unidades/minuto y emisión de reportes de producción/merma en tiempo real. 2. Reducción de Mano de obra de envasado de 49 personas a 32 personas por turno de 12 horas, representando un ahorro anual de \$318,308.00 (por 2 turnos).

Objetivos Específicos (Fases del proyecto)	Resultado(s) intermedio(s) (indicador que tiene métrica)
<p>1. Fase 1: Diagnosticar la problemática: Análisis de Layout del área de empaclado, dimensionamiento de espacio físico, determinación de tiempos de ciclo, requerimientos de energía eléctrica y flujo de aire. Diseño de la arquitectura del sistema integrando hardware y software, condiciones ambientales requeridas (temperatura y humedad).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Convenio de constitución del Proyecto. 2. Documento de Identificación de Interesados. 3. Documento técnico de Diseño del centro automatizado de empaclado incluyendo criterios de aceptación
<p>2. Fase 2: Planificar el alcance del proyecto</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Documento de Registro de Interesados 2. Plan de gestión del alcance del proyecto 3. EDT 4. Cronograma de actividades
<p>3. Fase 3: Ejecutar la solución: Selección de equipos que permitan envasado tipo flowpack con material de embalaje sellable. Adaptación de equipos para empaclado de productos de chocolate. Desarrollo de software de control, instalación de PLCs y API de reporte de Producción/mermas. Pruebas unitarias</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de trabajo de envasado y encajado automatizado. 2. Programa de funcionamiento de PLCs 3. API de reporte de

	<p>producción/mermas</p> <p>4. Cuatro envasadoras primarias automatizadas, cuatro elevadores eléctricos y una plataforma giratoria para stretch film para paletas de cajas.</p> <p>5. Certificación y seguridad luego de pruebas unitarias.</p>
<p>4. Fase 4: Realizar el Cierre del Proyecto: Diseñar Plan de Mantenimiento preventivo y entrenar al staff de mantenimiento y producción de la Planta Callao en labores de mantenimiento preventivo y operación de las líneas envasadoras y encajado, lecciones aprendidas y acta de cierre.</p>	<p>1. Documento de Plan de Mantenimiento preventivo/correctivo</p> <p>2. Documento de plan de entrenamientos de operadores.</p> <p>3. Acta de capacitación de staff</p> <p>4. Lecciones aprendidas del proyecto</p> <p>5. Acta de cierre</p>

D. Equipo Técnico

- **Equipo de la Solución**

- **Líder de Equipo:**

- Grado Universitario en Ingeniería Industrial, Ingeniería de Industrias Alimentarias.
- Certificaciones en SCRUM
- Experiencia en implementación de Sprints

- **Responsable de Diseño Mecánico/Eléctrico:**

- Grado Universitario en Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecatrónica o de Tecnologías Industriales.
- Especialización a nivel de grado superior en Programación de la producción en fabricación mecánica/eléctrica
- Experiencia en Diseño en Fabricación Mecánica
- Formación complementaria en informatización y automatización de procesos productivos.

- **Responsable de Automatización**

- Grado universitario en áreas afines con la informática (computación, sistemas, ingeniería, matemáticas)
- Certificaciones, Cursos o Bootcamp en RPA
- Manejo de herramientas de automatización (UiPath, BluePrism)
- Desarrollo de software en C#, C++, Java, NET
- Conocimientos de IA y Aprendizaje Automático

II. ALCANCE Y ACTIVIDADES PROPUESTAS

A. Detalle Metodológico

El proyecto consiste en el diseño de una solución de automatización para reducir en un 35% el número de personas con enfermedades ocupacionales y la dependencia de mano de obra en el proceso de envasado y encajado de formato de 35 gr y 60 gr.

Este proyecto contemplará todas las fases, desde el diseño de la solución, el desarrollo de programación AdHoc de acuerdo con las características operativas de la Planta Callao, hasta la puesta en marcha de las nuevas líneas de envasado primario y encajado. Adicionalmente se generará información de control del proceso y se notificará el estado por cada registro al analista responsable de la línea.

La metodología por utilizar estará basada en un híbrido donde se aplicará algunas áreas del conocimiento de la guía PMBOK en 4 fases, las cuales son: Inicio, Planificación, Ejecución y Cierre y se ejecutará el desarrollo de la solución mediante sprints bajo el marco de trabajo Scrum.

1. Fase 1: Inicio

En la fase de inicio se deberán realizar las actividades destinadas a encaminar el comienzo del proyecto definiendo los objetivos y limitando el alcance de la implementación de la solución de automatización de líneas de envasado primario y encajado.

Tabla 1: Actividades de la Fase de Inicio

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 1
1.1 Diagnóstico de la problemática	Lider de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> A. Convenio de Constitución del Proyecto B. Documento de Identificación de Interesados. C. Documento técnico de Diseño del centro automatizado de empacado incluyendo criterios de aceptación 	Análisis de Layout del área de empacado, dimensionamiento de espacio físico, determinación de tiempos de ciclo, requerimientos de energía eléctrica y flujo de aire. Diseño de la arquitectura del sistema integrando hardware y software, condiciones ambientales requeridas (temperatura y humedad).

1.1 Entregables

Los entregables correspondientes a la Fase de Inicio son:

A. Convenio de constitución del proyecto

En este documento se define el propósito, alcance y una breve descripción de la solución en construcción, que tiene el propósito de comunicar de manera concreta y sencilla los objetivos que se quiere alcanzar con la solución.

En este entregable se indica quien es el jefe de Proyecto, el presupuesto base, alcances, interesados claves del proyecto.

B. Documento de identificación de interesados

En este documento de identificación de interesados se encuentra todas las personas u organizaciones afectadas por el proyecto, asimismo tiene información acerca de su autoridad, los intereses y la importancia en la toma de decisiones en el proyecto.

C. Documento técnico de Diseño del Centro automatizado de empaclado

En este documento se sistematizan las variables críticas que afectarán la implementación del proyecto. Debe consignarse información sobre la situación actual (As Is) de la línea de envasado primario y encajado, así como la situación futura una vez que se haya implementado la solución (To Be). El relevamiento debe incluir información sobre el análisis de Layout del área de empaclado, dimensionamiento de espacio físico, determinación de tiempos de ciclo, requerimientos de energía eléctrica y flujo de aire. Diseño de la arquitectura del sistema integrando hardware y software, condiciones ambientales requeridas (temperatura y humedad).

2. Fase 2: Planificación

En esta fase de la planificación se definirá el detalle de los equipos y software de control/reporte que forman parte de la solución propuesta, así como el detalle de costo y tiempo para implementarlos.

Tabla 2: Actividades de la Fase de Planificación

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 2
2.1 Entrevista con interesados	Lider de Proyecto	A. Registro de Interesados	EDT y Cronograma aprobados
2.2 Definición del Alcance del proyecto		B. Plan de Gestión de Alcance del proyecto	
2.3 Esquema Desglosado de Trabajo		C. Documento detallado del EDT, aprobado	
2.4 Cronograma de actividades		D. Cronograma final, validado	

2.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de planificación son:

A. Registro de interesados

En este documento de registro se consignará toda la información de las personas y grupos que están involucrados en el proyecto por parte de MPF.

B. Plan de gestión de alcance

En este documento se deberá describir como se definirá, verificará, validará y controlará el alcance del proyecto, incluyendo los principales entregables, supuestos y limitaciones del mismo.

C. Estructura de desglose de trabajo (EDT)

El documento de EDT deberá mostrar de forma estructurada, el trabajo que va a realizar el proveedor de la solución, identificando el orden lógico que se seguirá durante la ejecución del

proyecto para construir los entregables. Cada uno de los componentes que integran el EDT debe contar con un código de identificación y una descripción lo mas detallada posible: (i) Nombre del componente, (ii) Responsable, (iii) Ejecutor, (iv) Entregables del componente, (v) Hitos, (vi) Actividades del componente, (vii) Recursos requeridos y (viii) Descripción del criterio de aceptación.

D. Cronograma

El cronograma se configurará a partir del EDT y contemplará las asignaciones tiempo de duración para cada actividad.

3. Fase 3: Ejecución

En esta fase de la ejecución se deberá preparar los documentos de arquitectura y diseño de los equipos mecánicos y eléctricos de nueva línea de envasado y centro de encajado, contemplando la selección de los equipos, el desarrollo del software de control en base a los parámetros de producción requeridos.

Tabla 3: Actividades de la Fase de Ejecución

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 3
3.1 Selección de equipos que permitan envasado tipo flowpack con material de embalaje sellable.	Resp. Diseño Mecánico/eléctrico	A. Documento de análisis de alternativas de equipos mecánicos/eléctricos	Centro automatizado de empaclado y paletizado, implementado en cuatro líneas de producción
3.2 Adaptación de equipos para empaclado de productos de chocolate.	Resp. Diseño Mecánico/eléctrico Resp. De automatización	B. Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos	
3.3 Desarrollo de software de control y API de reporte de producción/Mermas	Resp. De automatización	C. Programa de trabajo de automatización de líneas de envasado y encajado D. Programa de funcionamiento de PLCs E. API de Reporte de producción/mermas	
3.4 Integración con PLCs	Resp. De automatización	F. Integración Hardware/software	
3.5 Certificación y seguridad	Resp. De automatización	G. Informe de resultados de Pruebas unitarias y certificación	
3.6 Implementación en planta y puesta en producción	Lider de proyecto	H. Acta de puesta en producción de cuatro envasadoras automáticas y encajado.	

3.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de ejecución son:

A. Documento de análisis de alternativas de equipos

Consiste en la evaluación de equipos que pueden aplicarse en el proceso de empaqueo de productos de chocolate. Dichos equipos consisten en sistemas modulares en línea de distribución, cintas de alineamiento de producto terminado, estaciones de distribución de producto hacia la línea de empaque, estación de guardado de producto en caso se produzca un paro en la línea de empaque. Se deben incluir los datos técnicos de los equipos establecer comparativas que permitan tomar la mejor decisión respecto a cuales equipos son más factibles de adaptar para su uso con productos de chocolate.

B. Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos

Consiste en la elaboración del Documento de Diseño y montaje de equipos mecánicos y eléctricos relacionados a la solución de automatización. Las cuatro máquinas envasadoras primarias y encajado automatizadas, al no estar basados en tecnología invasiva pueden ser controlados a través de programas de control instalados en PLCs, los cuales se pueden enlazar a computadores de la red de MPF para procesar la información y controlar los ratios de producción de la línea de envasado.

C. Programa de trabajo de automatización

El entregable consiste en el desarrollo del sistema de automatización de máquinas de envasado primario y encajado.

D. Programa de funcionamiento de PLCs

El entregable consiste en el desarrollo del sistema funcionamiento de los PLCs de la línea de envasado.

E. API de reporte de producción/mermas

Consiste en la aplicación que permite generar reportes en tiempo real sobre producción y determinación de mermas. La API debe emitir un reporte en power BI y comunicarse con el ERP de MPF para que la información generada pueda ser visualizada en línea.

E. Criterios de Aceptación

El entregable criterio de aceptación es definido por el product owner en conjunto con el equipo de desarrollo. Tienen relación con las historias de usuario y es útil para evitar ambigüedades y conocer si la historia de usuario permitió lograr todo lo definido.

F. Integración software/Hardware

El entregable consiste en documento que muestra los resultados de la integración del sistema de automatización de envasado primario y encajado.

G. Informe de resultados de pruebas unitarias y certificación

En este entregable se toman las evidencias de las pruebas sistema de automatizado de envasadoras primarias y encajado, en las cuales se demuestre que se realizó con éxito cada registro, asimismo los aspectos de seguridad en el funcionamiento de la línea.

H. Acta puesta en producción

El acta puesta en producción consiste en describir que se realizó la implementación del sistema de automatización de envasado primario y encajado con éxito, es decir cumpliendo las especificaciones de ratios de procesamiento de envasado primario y encajado para que la línea de envasado y encajado estén listo para que los usuarios finales hagan uso de la nueva herramienta en producción.

4. Fase 4: Cierre

En esta fase de cierre se deberá definir el detalle de las actividades para la alta de la solución, tales como la elaboración del plan de mantenimiento, la capacitación del staff a cargo de la operación de la nueva línea y el acta de cierre.

Tabla 4: Actividades de la Fase de Cierre

ACTIVIDADES	ROL	RESULTADOS INTERMEDIOS	HITO 4
4.1 Elaboración de Plan de Mantenimiento	Lider de Proyecto	A. Protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo	Programa de mantenimiento implementado. Programa de entrenamiento de operadores implementado.
4.2 Capacitación de Staff		B. Operadores de línea capacitados en uso de equipo	
4.3 Acta de Cierre		C. Acta de cierre del proyecto	

4.1 Entregables

Los entregables que corresponden a la fase de planificación son:

A. Protocolo de Mantenimiento

Documento que deberá contener la plantilla de modos de fallo de los equipos y efectos, indicando: componente del equipo a mantener, modo potencial de fallo, efectos, escala de severidad, causas potenciales, frecuencia esperada de fallo, proceso de corrección, probabilidad de detección de fallo, riesgos (severidad x frecuencia x detección), recomendaciones de acción y responsables directos e indirectos de la acción.

B. Operadores de línea capacitados

Comprenderá la elaboración de guías e instructivos de inducción en el uso y mantenimiento de los equipos, así como el entrenamiento al staff responsable de la línea de envasado en base a dichos documentos.

C. Acta de cierre

Documento que declara la finalización del proyecto en conformidad y habiendo alcanzado los criterios de aceptación.

B. Cronograma de actividades:

NOTA: Colocar las fases y actividades explicados previamente en el Detalle Metodológico. Considerar el tiempo en meses (máximo 12 meses para todo el piloto).

Fase 01: Inicio												
Resultado(s) intermedio(s): Convenio de Constitución del Proyecto, Documento de Identificación de Interesados, Documento técnico de Diseño del centro automatizado de empaçado incluyendo criterios de aceptación												
Actividad	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1.1. Diagnóstico de la problemática	X											
Fase 02: Planificación												
Resultado(s) intermedio(s): Registro de Interesados, Plan de Gestión del alcance del proyecto, Documento detallado del EDT aprobado, Cronograma final aprobado												
Actividad	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
2.1. Entrevista con interesados		X										
2.2. Definición de alcance del proyecto		X										
2.3. Esquema desglosado de trabajo		X										
2.4. Cronograma de actividades		X										
Fase 03: Ejecución												
Resultado(s) intermedio(s):												
Actividad	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
3.1 Selección de equipos que permitan envasado tipo flowpack con material de embalaje sellable.			X									
3.2 Adaptación de equipos para empaçado de productos de chocolate.			X	X								
3.3 Desarrollo de software de control y API de reporte de producción/Mermas					X	X	X					
3.4 Integración con PLCs						X	X					
3.5 Certificación y seguridad							X					
3.6 Implementación en planta y puesta en producción								X				
Fase 04: Cierre												
Resultado(s) intermedio(s): AQUI COLOCAR RESULTADOS INTERMEDIOS												
Actividad	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
4.1 Elaboración de Plan de Mantenimiento								X				
4.2 Capacitación de Staff							X	X				
4.3 Acta de Cierre								X				

III. PRESUPUESTO (Máximo S/770,000)

El presupuesto está compuesto por las siguientes partidas:

- CONSULTORÍAS:
- EQUIPOS Y BIENES DURADEROS:
- MATERIALES E INSUMOS:
- PASAJES Y VIÁTICOS:
- SERVICIOS DE TERCEROS:
- OTROS GASTOS:

IV. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

A. ¿Cuál es el valor que se generará y cuáles son los beneficios que tendrá MPF si se implementa el piloto?, ¿Pueden expresarlo en valor monetario?

Los beneficios que generará el proyecto están referidos a cuatro verticales:

- (i) Eliminación de Riesgos de incidencias de salud en el puesto de trabajo (tendinitis en muñecas y hombros) derivadas de la labor manual de acarreo y alimentación de producto terminado: Esto se logrará debido a que se podrá reemplazar la mano de obra que actualmente trabaja en las líneas de moldeo 5, 8, 7 y 10, las cuales muchas veces abandonan la labor o se reporta enferma, lo cual obliga a parar la línea e incumplir los despachos de producto terminado ocasionando problemas con los clientes de MPF.

Actualmente la empresa tiene asignadas un total de 49 personas en las líneas 5,8,7, y 10 de Planta Callao.

Dada la naturaleza manual del trabajo se presentan incidencias de salud en el puesto de trabajo que ocasionan mucha rotación de personal y costos de atención en salud al personal que cesa temporalmente, además del perjuicio ocasionado a la productividad de la línea por tener menos dotación de personal.

Se estima que mediante el proyecto de robotización de la línea, se reducirá la dotación de personal de 49 personas (actual) a 32 personas en dos turnos (17 personas menos), lo que representa un ahorro de \$ 318,308 /año.

- (ii) Incremento del ratio de envasado primario de producto terminado, de 170 unidades/minuto (actual) a 250 unidades/minuto, lo que significa un incremento directo en los ingresos de la empresa. Adicionalmente, se tendrá la posibilidad de producir productos en nuevos formatos (30 gr.) lo cual permitirá atender a nuevos clientes.

B. Luego de ejecutado el piloto ¿Cuál es el impacto potencial que se espera tener a nivel económico, social y ambiental?

Impacto Económico

El impacto económico del proyecto mide en función de los siguientes aspectos:

- Sustitución de Mano de Obra

Escenario Inicial		Escenario Final		Diferencia
Alimentadores	49	Alimentadores	32	-17
Turnos	2	Turnos	2	2
Total personas	98	Total personas	64	-34

Costo Anual Turno de 12 hrs.		
Por persona	USD	9,362
Ahorro Anual por reducción de 3 pax/ turno	USD	159,154
Nro. De Turnos		2
Ahorro Anual por reducción de 6 pax	USD	318,308

Impacto Social

El proyecto no presenta impactos sociales negativos puesto que se reasignará al personal saliente de las líneas, hacia otras labores de planta de procesos.

Impacto Ambiental

El proyecto no generará impactos ambientales negativos. Por el contrario, la ganancia de eficiencias operativas en las líneas permitirá operar bajo un esquema de mínimo desperdicio debido a la precisión que se obtendrá en el manejo de producto terminado a lo largo de la línea.

C. Propiedad Intelectual a utilizar en el piloto

Responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de creaciones intelectuales (CI) se utilizarán en el piloto? (patentes de invención, modelos de utilidad, diseños industriales, software)

El proyecto desarrollará un diseño industrial a partir de un proceso de RPA (Robotic Process Automation) y software ad hoc para operación de la nueva línea de moldeo 1.

- ¿Las CI a utilizar en el piloto son de uso libre, es decir, cualquiera puede usarla sin pedir ninguna autorización?

Las aplicaciones de las CI serán de propiedad de MPF (equipos + software de control). Dado que el software se integra con las nuevas líneas de envasado primario las cuales son fabricadas por un proveedor certificado, el uso de los mismos, bajo el Lay out y otras condiciones de operación determinadas por el proyecto serán de uso exclusivo de MPF.

- Si las CI no son de uso libre, ¿la empresa es dueña de las CI que se utilizarán en el piloto? Si no fuera dueña de las CI, ¿tienen la licencia de uso de un tercero que es el dueño? Detallar.

El software de control, protocolos de mantenimiento preventivo, arquitectura de diseño del centro de embalaje primario y los procesos asociados a su funcionamiento serán de propiedad de MPF. El uso de las maquinas que

conforman el sistema no requiere licenciamiento puesto que se trata de un producto de libre adquisición, no obstante dichos equipos cuentan con una patente de propiedad del fabricante.

- ¿Las CI se encuentran registradas o están en proceso de registro? Detallar los países en los que se tiene registrada o está en proceso de registro

Aun no se cuenta con CI en proceso de registro.

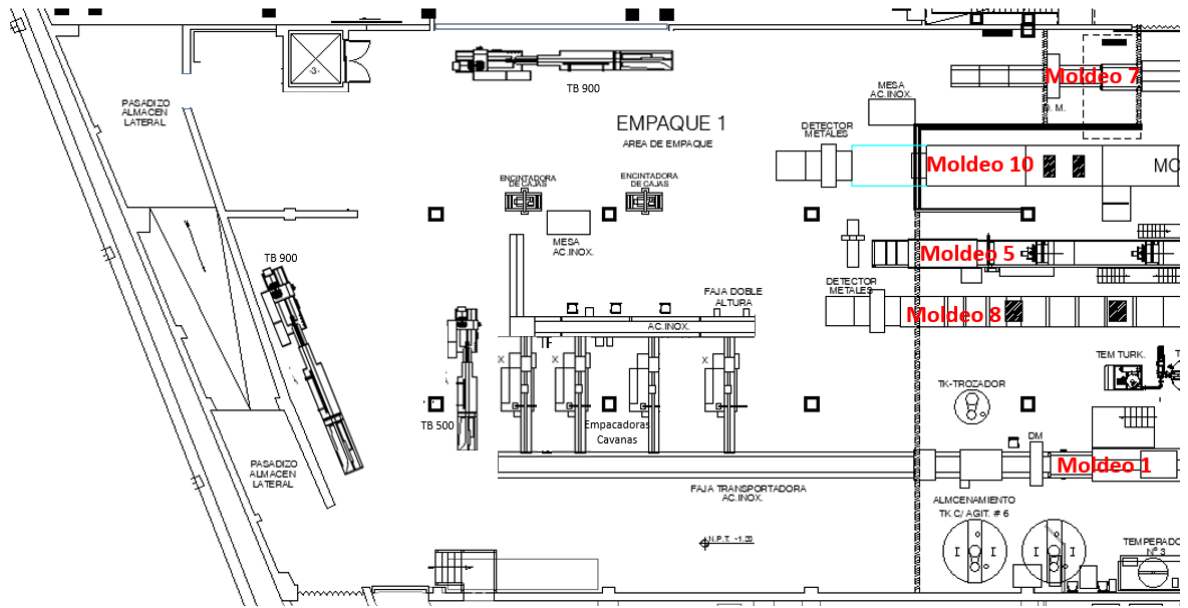
D. Sinergias a futuro con MPF

Después de haber conocido a **MPF** durante la etapa de formulación ¿Qué sinergias podrían generarse más adelante?

Escalamiento de las soluciones a otras líneas de producción.

ANEXO

Layout antes del Proyecto



Layout después del Proyecto

