



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingeniería Industrial

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MOD. MIXTA**

PRESENTA:

MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ GÓMEZ

CARRERA:

INGENIERÍA INDUSTRIAL MOD. MIXTA

AUMENTO DE EFICIENCIA EN PINTURA

YOROZU

YOROZU MEXICANA, S.A. DE C.V.

Ing. Oscar Mondragón López.
Nombre del asesor externo

Ing. Jaime Rodarte Martínez.
Nombre del asesor interno

Fecha (08/12/23)

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

En este largo camino, siempre estuve rodeada de muchas personas importantes, de las cuales siempre tuve apoyo y ánimos para seguir superándome.

A mis padres Oscar Martínez y Susana Ramírez, que estuvieron de principio a fin, apoyándome en todo lo que necesite, a mis hermanos Susana, Oscar y Alejandra, mis sobrinos Isabel, Danna, Luis, Manuel y Andrea, a mis segundos padres Carmen Ramírez y Manuel Flores, a prima Elizabeth por siempre creer en mí.

Al Lic. Víctor Velázquez, a mi cómplice de aventuras, por todo el amor y comprensión durante la carrera, por siempre darme las palabras correctas ante cada situación.

En memoria de mis abuelos y tíos, que siempre están presentes en mi corazón, y en el empeño de todo lo que hago.

A mis amigas del alma, Lic. Diana Guardado y Elizia Silva, gracias por siempre estar.

Al Tecnológico de Pabellón, por brindarme maestros ejemplares, que siempre dieron más que el cien por ciento en clases, que más que maestros se convirtieron en consejeros de la vida., al M.C. Oscar Abraham Flores Amaro y al maestro Benito Rodríguez Cabrera.

A mi asesor interno, Ing. Jaime Rodarte Martínez, el cual se ha convertido una persona de mi total admiración, gracias por siempre estar brindándome ayuda cuando lo necesite, y por la total comprensión durante este arduo proceso.

A mis compañeros de clase, los que estuvieron de inicio a fin., Antonio Mireles, Jimena Delgadillo y Daniel Arriaga, éxito en sus vidas compañeros.

A la empresa Yorozu Mexicana que me permitió conocer a personas sumamente increíbles, al Ing. Mauricio Marín, y al Ing. Misael Martínez por darme la oportunidad de realizar mis residencias y permitirme conocer nuevos procesos, a mis compañeros de Ing. Pintura, porque me brindaron apoyo cuando lo necesite, y a mi asesor externo Ing. Oscar Mondragón, por orientarme, capacitarme, y ayudarme durante mis estadías.

3. Resumen.

En este documento se encuentran cada una de las actividades realizadas para la mejora de eficiencia en Planta Pintura II (PP2), utilizando varias herramientas, como el ANDON, diagrama de Ishikawa, de Pareto, ciclo PDCA, etc. Dichas herramientas nos aportaron datos que a simple vista no se puede analizar. Además, se presenta información fundamental de la empresa, como la misión, valores y el organigrama del área de donde se llevó a cabo la mejora del proceso.

Dentro de la industria es fundamental buscar la mejora continua, pues es de la manera en la que se tiene mayor control en los procesos. El análisis de toda la información recabada y reflejada en gráficos y esquemas, nos ayudó a saber el comportamiento de los resultados, sobre las actividades que se llegaron a implementar, principalmente porque el objetivo es el aumento de eficiencia en PP2, y sobre los resultados de OEE que se iban obteniendo de forma diaria, semanal y mensual; se analizaban nuevamente para confirmar que lo adaptado ayudaba a mejorar los porcentajes, pues desde un inicio se detectó que el dejar ganchos vacíos, hacía que los objetivos mes con mes no se cumplieran.

Incluso después de los resultados obtenidos, se encontraron nuevas áreas de oportunidad, pues después de las actividades empleadas, notamos que el mapa de carga podría ser mejorado, para comodidad del operador, además de hacerle ajustes a las hojas de operación para el área de carga, que fue donde se desarrolló la mayoría de los análisis y toma de datos, además de que es la operación de todo el proceso de PP2, donde se ve beneficiada o perjudicada la eficiencia, por el colgado de material.

Además de la eficiencia, los sobre inventarios en los rieles de material también se eliminan, pues solo se cargaría a la cadena lo necesario, según la demanda de cliente, adicional a esto, con ayuda de los programas de carga, se limita al operador a solo cargar en los horarios establecidos.

4. Índice.

Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos.	2
3. Resumen.	3
4. Índice.....	4
Lista de Tablas.	6
Lista de Figuras.	7
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
5.- Introducción.	8
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	9
7. Problemas a resolver, priorizándolos.	13
8. Justificación.	15
9. Objetivos (General y Específicos).....	16
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.	18
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).	18
10.1. Antecedentes de Lean Manufacturing.	18
10.1.1. Objetivo de Lean Manufacturing.....	19
10.1.2. Retos de Lean Manufacturing.	19
10.1.3. Herramientas Lean Manufacturing principales.	20
10.3. Andon.	22
10.4. Mudas.....	23
10.4.1. Clasificación de los desperdicios o mudas:	23
10.5. OEE (Overall Equipment Effectiveness).	23
10.5.1. Cálculo de OEE.....	24
10.6. Diagrama de Ishikawa.	25
10.7. Diagrama de Pareto.	26
10.8. Método de Deming.	28
10.8.1. Ciclo PDCA.	28
10.6.2. Objetivos.....	29
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	31

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	31
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.	40
12. Resultados.	40
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.	47
13. Conclusiones del Proyecto.	47
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.	49
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	49
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.	50
15. Fuentes de información.	50
CAPÍTULO 9: ANEXOS.	52
17. Anexos.	52

Lista de Tablas.

Tabla 2. 1. Resumen de OEE de PP2 del 2023. Fuente: YMEX 2023.....	16
Tabla 2. 2. Calculo de ganchos usados para transiciones en un día. Fuente: YMEX 2023	16
Tabla 3. 1. Retos de Lean Manufacturing. Fuente: elaboración propia.	19
Tabla 3. 2. Principales herramientas de Lean Manufacturing. Fuente: Elaboración propia.....	20
Tabla 3. 3. Calculo del OEE. Fuente: (Desconocido, Ibermatica Industrial, 2020).....	25
Tabla 3. 4. Clasificación de las 6M. Fuente: Elaboración propia.	25
Tabla 3. 5. Ejemplo de toma de datos para Diagrama de Pareto (Sales, 2013)	27
Tabla 4. 1. Cronograma de actividades para proyecto de residencias en YMEX. Fuente: Elaboración propia.	31
Tabla 4. 2. Objetivos de OEE de PP2 por mes para el año 2023.	31
Tabla 4. 3. Plan de actividades para aumento de OEE. Fuente: YMEX 2023.	33
Tabla 4. 4. Reporte de eficiencia de PP2. Fuente: YMEX 2023.	34
Tabla 4. 5. Eficiencia por turno. Fuente: YMEX 2023.....	34
Tabla 4. 6. Condiciones de paro de cadena en PP2. Fuente: Elaboración propia.	35
Tabla 4. 7. Reporte de ganchos vacíos por día. Fuente: Elaboración propia.....	36
Tabla 4. 8. Paint Result by Hour. Fuente: YMEX 2023.....	36
Tabla 4. 9. Mapa de carga de julio 2023. Fuente: YMEX.	37
Tabla 5. 1. Objetivos específicos del proyecto "Aumento de eficiencia en pintura".	40
Tabla 5. 2. Calculo de afectación de ganchos vacíos antes del proyecto.....	41
Tabla 5. 3. Calculo de afectación de ganchos vacíos actualmente.....	42
Tabla 5. 4. Condiciones de paro de cadena de PP2 13 de noviembre 2023. Fuente: Elaboración propia.....	45
Tabla 9. 1 Formato de carga de trabajo de las líneas de YMEX del mes de octubre 2023. Fuente: YMEX 2023.	54
Tabla 9. 2 Mapa de carga para ANDON del área de carga de PP2. Fuente: YMEX 2023.....	55

Lista de Figuras.

Ilustración 2. 1. Organigrama de Planta Pintura 2. Fuente: YMEX 2023	9
Ilustración 2. 2. Ubicación de Yorozu Mexicana. Fuente: Google Maps	10
Ilustración 2. 3. Planta real de Yorozu Mexicana. Fuente: Google Maps.....	10
Ilustración 2. 4. Flujo del material en YMEX. Fuente: YMEX 2023	11
Ilustración 2. 5. Demostración de ganchos sin uso en transportador Fuente: YMEX 2023.....	13
Ilustración 2. 6. Esquema de cambio de bandera. Fuente: YMEX 2023.....	14
Ilustración 2. 7. Esquema del indicador de estatus de la línea. Fuente: YMEX	14
Ilustración 2. 8. Grafica de porcentajes de OEE por mes. Fuente: YMEX 2023	15
Ilustración 2. 9. Esquema del proceso de enjuagues automatizados. Fuente: YMEX 2023.....	15
Ilustración 3. 1. El sistema Kanban original, Fuente: TOYOTA Global Website.....	21
Ilustración 3. 2. Esquema de tablero Kanban. Fuente: (Colombo, 2022).....	21
Ilustración 3. 3. ANDON Toyota. Fuente: Desconocido, Safety Culture, 2023.....	23
Ilustración 3. 4. Diagrama de Ishikawa. Fuente: (Desconocido, Excel Para Todos, 2023).	26
Ilustración 3. 5. Ejemplo de Diagrama de Pareto. (Sales, 2013)	27
Ilustración 3. 6. El modelo PDCA (Deming, 1982).....	28
Ilustración 4. 1. Diagrama de Ishikawa del decremento de eficiencia de PP2. Fuente: Elaboración propia.	32
Ilustración 4. 2. Esquema de ganchos disponibles con paro de cadena, Fuente: Elaboración propia.....	35
Ilustración 4. 3. ANDON del mapa de carga. Fuente: YMEX 2023.....	37
Ilustración 4. 4. Esquema de Hoja Viajera. Fuente: YMEX 2023.....	38
Ilustración 4. 5. Esquema de colgado con flujo de material lento. Fuente: Elaboración propia. .	39
Ilustración 5. 2. Gráfica de cumplimiento de target OEE antes y después de las actividades del proyecto.....	43
Ilustración 5. 3. Esquema de colgado en función del cilindro del área de carga.....	44
Ilustración 5. 4. Pantalla final de Downtime Conveyor. Fuente: YMEX 2023.....	45
Ilustración 5. 5. Diagrama de Pareto de las condiciones de paro de cadena del 13 de noviembre 2023. Fuente: Elaboración propia.	46
Ilustración 9. 1. Política de gestión de la seguridad de la información. Fuente: YMEX 2023.	53
Ilustración 9. 2. Campaña del sistema de gestión de la seguridad de la información. Fuente: YMEX 2023.....	53

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.

5.- Introducción.

Las empresas automotrices se han vuelto parte fundamental en el campo laboral de muchas familias de nuestro estado, ya que cada día crece más, con empresas pequeñas hasta ser ya consolidadas, y gracias a esto es que muchas personas cuentan con la posibilidad de laborar en la rama automotriz., en su mayoría siempre apoyando el crecimiento laboral de muchos de los colaboradores.

Actualmente, existe una amplia variedad de empresas que fabrican auto partes, y vehículos; ya que la industria automotriz en Aguascalientes hoy en día ocupa el 2do lugar en producción de autos dentro de nuestro país, colocándose como una potencia dentro del mismo. (Lider Empresarial, 2022).

Es por ello, que la demanda de autopartes ha ido en incremento, ya que más y más empresas automotrices las requieren, asimismo lo son los estándares de eficiencia, debido a que se tienen que cumplir con una cantidad de piezas determinada por turno o que se cuente con los requerimientos esperados, es un problema clave dado que de lo contrario la competencia puede tener potencial ventaja ante las fallas que estas empresas pueden cometer, además de pérdidas económicas y clientes.

En este proyecto se llevará a cabo la implementación de una serie de herramientas de la metodología Lean Manufacturing para la empresa Yorozu Mexicana dedicada al sector automotriz, la cual, se ha posicionado como una de las más importantes debido a la calidad de sus productos. Sin embargo, se han detectado una serie de ineficiencias específicamente en planta pintura, se realizará un análisis para saber qué aspectos son los principales que se deben erradicar, o controlar en su debido caso.

Para cumplir con los objetivos planteados se decidió elaborar una serie de actividades, algunas de ellas fueron la aplicación de diagramas de Pareto e Ishikawa, para detectar cuáles son los factores y causas que están afectando los porcentajes de eficiencia a los que el departamento de ingeniería pintura tienen como objetivo. Finalmente, en el apartado de resultados y conclusiones, se hablará acerca de cómo es que van mejorando los resultados, con la generación de propuestas y aplicación de acciones correctivas que se tienen durante el análisis de datos o condiciones que se encuentren.

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

Yorozu Mexicana, dedicada a la fabricación de partes de automóvil, como pueden ser suspensiones, pedales completos, así como partes de motor.

- **Nombre de la empresa:** Yorozu Mexicana, S.A. DE C.V.
- **Domicilio:** Pabellón de Arteaga - San Francisco de los Romo 8, 20355 Ags.
- **Entidad Federativa:** Aguascalientes.
- **Giro:** Producción y venta de partes de automóviles.
- **Principales actividades de la empresa:** Fabricación de suspensiones delanteras y traseras de automóviles.
- **Director del área de ingeniería:** Misael Martínez González.

Organigrama del departamento de ingeniería de planta pintura

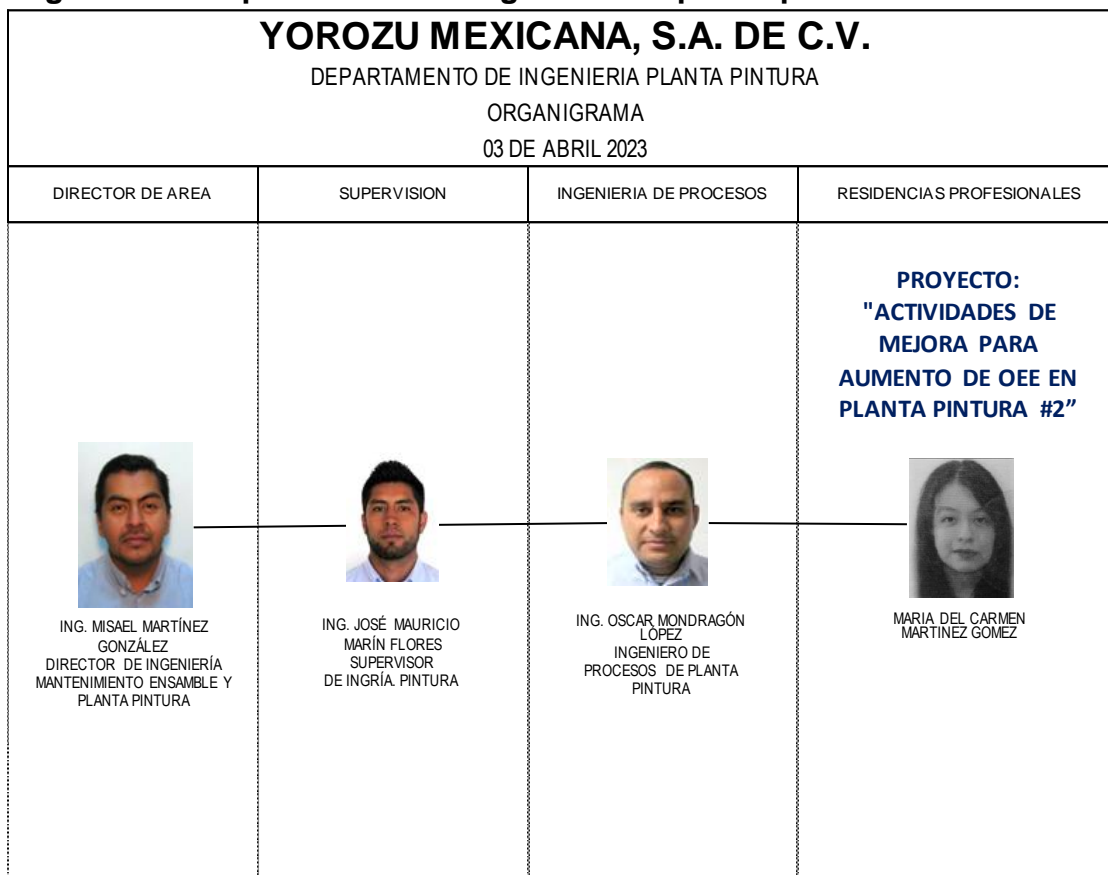
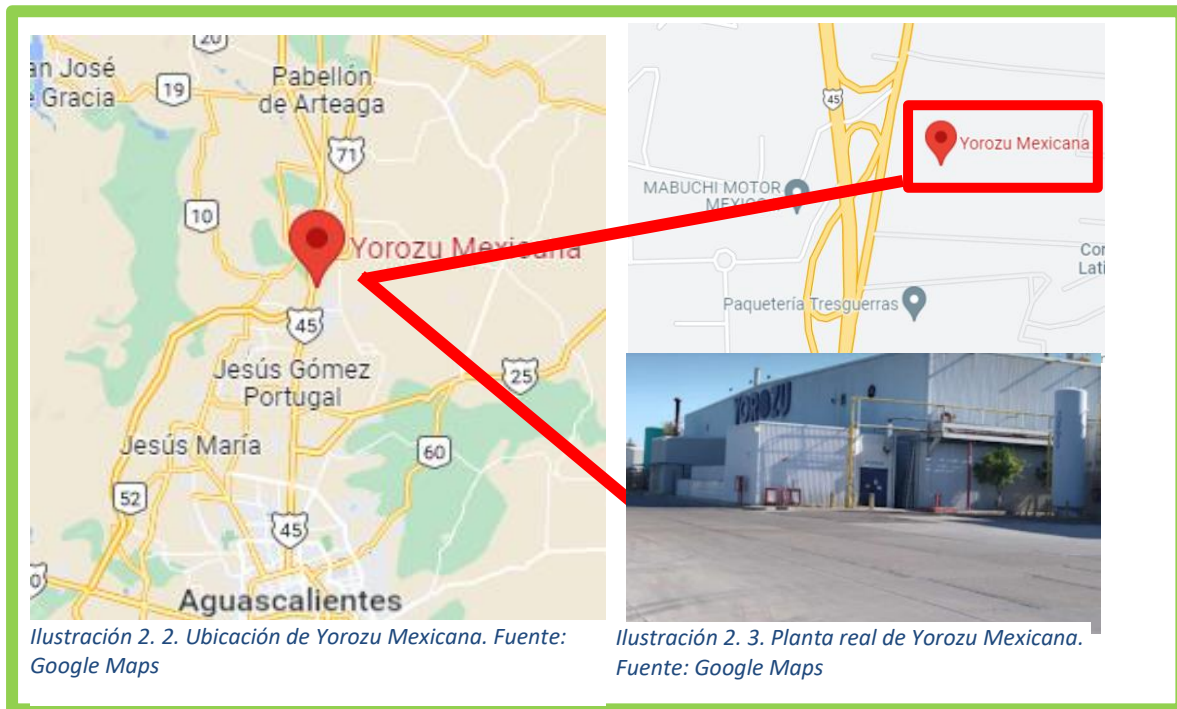


Ilustración 2. 1. Organigrama de Planta Pintura 2. Fuente: YMEX 2023

Ubicación:



Se sitúa sobre la carretera 45 hacia San Francisco de los Romo, cerca de algunos de los parques industriales con los que cuenta el mismo, y que ha brindado una gran cantidad de empleos a personas pertenecientes de municipios cercanos, pero también de fuera de la ciudad. Mayormente se dedican a la producción de partes de automóviles como es el caso de esta empresa en particular.

Yorozu Mexicana, tiene un alto prestigio, dado a que cuenta con altos estándares en sus procesos y constante actualización dentro de ellos, dentro de su sistema se tiene un control por medio de indicadores que permiten identificar y conocer cuál es el estado actual de cualquier número de parte, o incluso nuevos proyectos, además de saber cuáles pueden ser sus problemáticas que podrían surgir dentro cada proceso, o área.

Yorozu es una de las empresas más importantes al ofrecer productos de calidad que han generado una gran confianza en sus principales clientes, entre los que destacan Nissan, Volkswagen, Ford, entre otros.

Las principales áreas de manufactura de Yorozu, son: Estampado-Ensamble-Pintura. Por medio del puesto de becaria, orientada por el equipo de ingeniería pintura, se desarrolla el proyecto del aumento de eficiencia de planta pintura II, en dicha área se

realiza el pintado de partes de suspensión de automóviles. El proceso consiste en lo siguiente:

La línea de producción en Planta Pintura II cuenta con un transportador automático y una serie de etapas que conforman el proceso físico-químico para proveer una película de pintura que proporciona diferentes propiedades a la pieza, pero la principal es dar resistencia contra la oxidación y corrosión del metal.

Se carga en dicho transportador el material proveniente de los procesos de manufactura anteriores Ensamble y Estampado, producido contra volumen planeado que es la demanda de cliente, este pasa por las diferentes etapas del proceso, las cuales mediante controles de operación hacen que las piezas cumplan con las especificaciones requeridas y permitidas respecto al recubrimiento de pintura, para posteriormente el producto ser inspeccionado, empaclado y enviado al cliente.

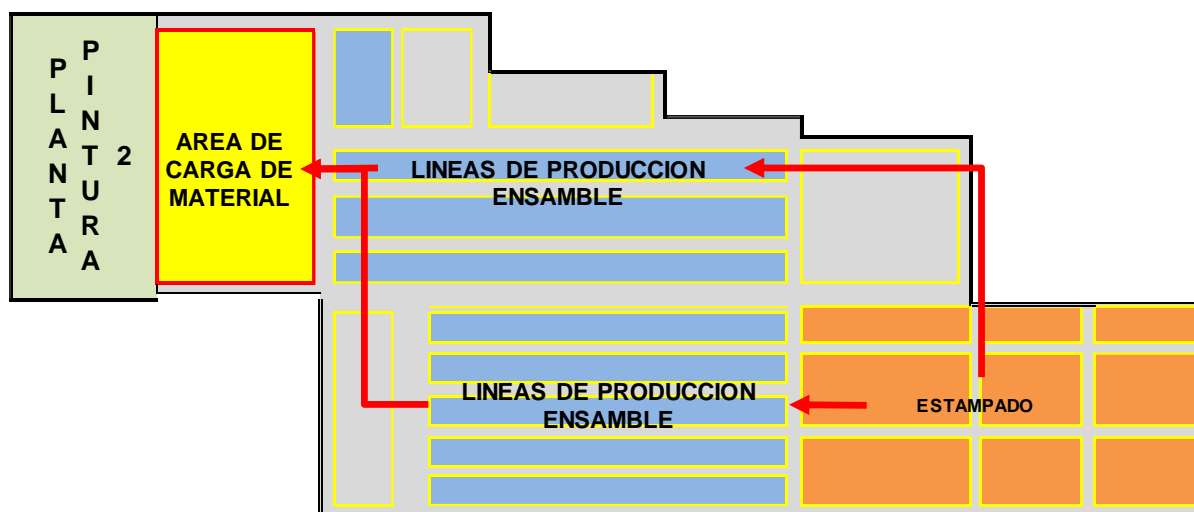


Ilustración 2. 4. Flujo del material en YMEX. Fuente: YMEX 2023

Como cualquier empresa consolidada y que tiene bien establecido sus principios, Yorozu Mexicana tiene como filosofía, la siguiente información:

Misión: Proporcionar a sus clientes productos para suspensiones y partes automotrices de alta calidad que contribuyan a la satisfacción y seguridad de las personas que utilizan vehículos.

Visión: Lograr y mantenerse en primer lugar respecto a la confianza de sus clientes, realizando actividades para la reducción de costos y mejorando de manera continua sus procesos y la calidad de sus productos

Política integral: La dirección general de la empresa, define su Política Integral de Seguridad, Salud, Calidad y Ambiental, declarando:

- Ofrece realizar acciones necesarias para que en todas sus actividades sea primero la Seguridad, Salud, Calidad y Medio ambiente; ofreciendo productos de la más alta calidad que nos permite obtener la confianza del cliente.
- Establece un pensamiento de administración de riesgos y oportunidades en nuestros procesos para prevenir daños y enfermedades en las personas, defectos de calidad y evitar la contaminación del Medio Ambiente de acuerdo al propósito, al contexto y la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de nuestras actividades, productos y servicios. (*Yorozu Mex, 2022*)

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

En el área de PP2 (Planta Pintura 2) es muy importante que cuando la línea está en operación y el transportador avanzando, se aproveche al máximo su capacidad de diseño y no se dejen ganchos sin uso., pues esto hace que la eficiencia de la planta comience a bajar, por ende, no se logra llegar al Target/Objetivo planeado como metas internas del departamento y dirección, además de que representa “desperdicios” en nuestro proceso y pérdida de productividad. El dejar ganchos vacíos puede ser causado por tres condiciones principales, las cuales son:

1. Cambios de voltaje o bandera (transiciones) adicionales o no planeados.
2. Ganchos vacíos por flujo de material lento.
3. Paros de cadena por condiciones del proceso.

Estas condiciones deben ser controladas y monitoreadas para poder cumplir con los objetivos.

Condiciones actuales de la planta

El siguiente esquema muestra la condición de planta de pintura #2, que es lo que se busca controlar, ganchos sin uso:

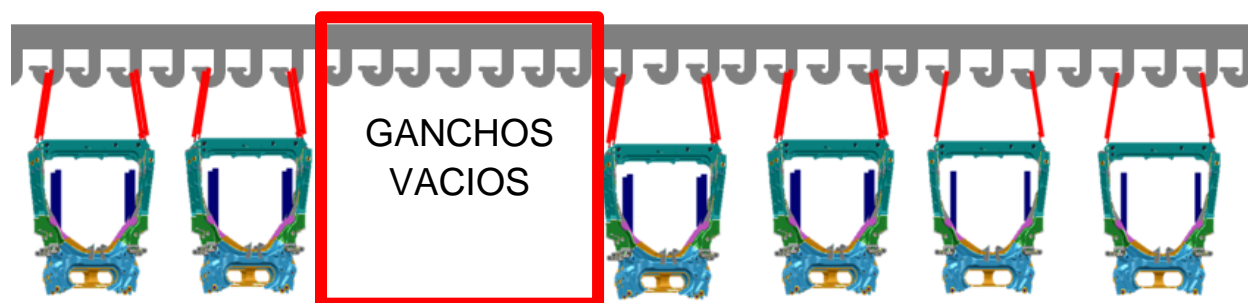


Ilustración 2. 5. Demostración de ganchos sin uso en transportador Fuente: YMEX 2023.

Actualmente en PP2 se tienen divididos las partes a pintar, por material de bandera #1, #3 y #5 debido a la diferencia en especificaciones de espesor de la película de pintura. Durante ambos turnos de producción se intercalan los cambios de bandera #3 y #5, no obstante, para poder hacer dichos cambios, por cuestiones de diseño de la línea y evitar desperdicio de materias primas, es necesario dejar 35 ganchos al principio y al final de cada transición (ver imagen 4). El hacer estos cambios repentinamente o más veces de

las planeadas, hace que la eficiencia sea afectada, por lo antes mencionado, esta es la principal causa de la problemática.

ESQUEMA DE COLGADO:

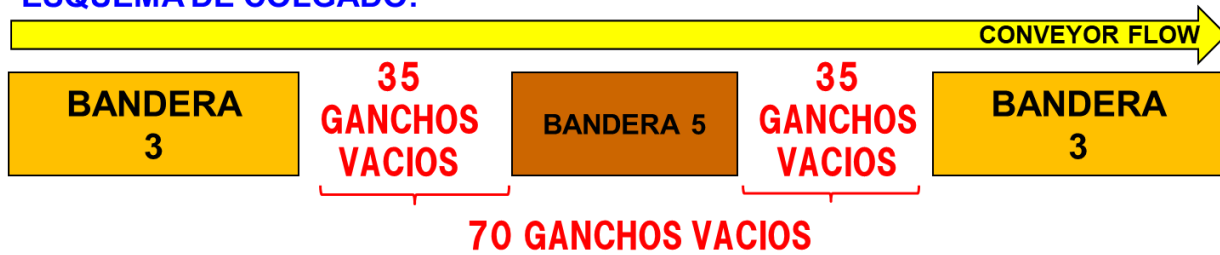


Ilustración 2. 6. Esquema de cambio de bandera. Fuente: YMEX 2023

En algunas ocasiones de cada mes, por demanda de cliente, hay líneas que tienen que parar, pues no es necesario generar piezas, por ende, el flujo del material es bajo, y esto hace que la cadena, y aquí es donde se comienza a generar la segunda causa de decremento de eficiencia.

Actualmente por diseño se cuentan con 310 ganchos disponibles por hora, cuando en el proceso se detecta alguna anomalía que pudiera afectar a la calidad de las partes pintadas, el transportador para automáticamente de forma temporal hasta que se verifica y reestablece la línea, esto tiene como consecuencia que la cantidad de ganchos sea menor y por ende se contabiliza menor aprovechamiento de la productividad de la planta.

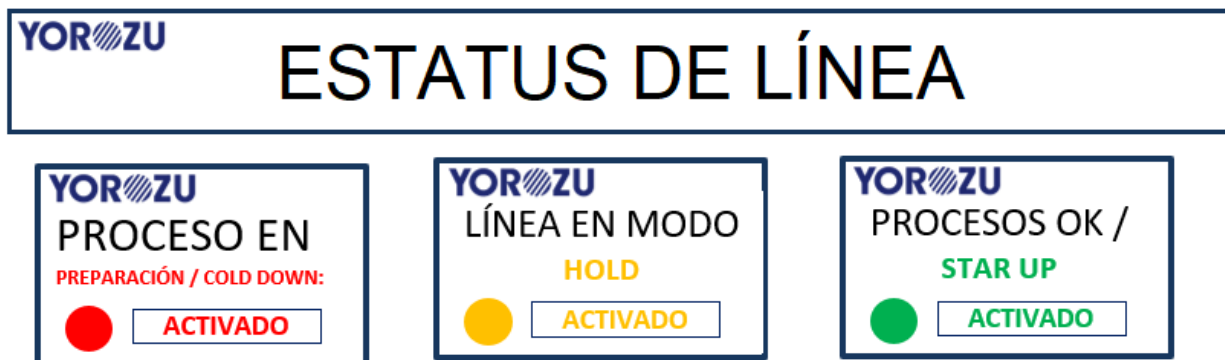


Ilustración 2. 7. Esquema del indicador de estatus de la línea. Fuente: YMEX

8. Justificación.

Dentro del departamento de Ingeniería Pintura es importante cumplir con los *Target planeados (objetivos)* que se tienen por mes para el año en curso (ver imagen 2.8), pues nos indica una buena estabilidad en la planta, dicha estabilidad es necesaria, pues PP2 es una planta inteligente, ¿a qué se refiere con inteligente?, a que cuando no se detecta material en la cadena, ésta en automático se pone en modo *hold* (espera), para así poder ahorrar químicos, energía, agua, gas, etc.



Ilustración 2. 8. Grafica de porcentajes de OEE por mes. Fuente: YMEX 2023

Si la cadena está vacía por mayor tiempo ayuda a los costos de la empresa, porque solo se usa lo necesario para el pintado de las piezas., sin embargo, dejar espacios con 5 ganchos vacíos, por hacer mención, la cadena sigue detectando material, y sigue gastando agua y químicos, en esas situaciones ya existe una afectación, por la falta de aprovechamiento de ese espacio sin material colgado.



Ilustración 2. 9. Esquema del proceso de enjuagues automatizados. Fuente: YMEX 2023

9. Objetivos (General y Específicos).

Objetivo general:

Aumentar la eficiencia de PP2, para cumplir con los objetivos propuestos por mes y año (ver tabla 2.1).

Tabla 2. 1. Resumen de OEE de PP2 del 2023. Fuente: YMEX 2023

	RESUMEN OEE PP2 2023														2023
	2021	2022	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Total Ganchos Disponibles		905,620	96,616	105,628	110,485	81,186	117,379								511,294
Total Ganchos Usados		755,671	82,401	88,501	92,748	67,706	102,115								433,471
Ganchos Vacíos		149,949	14,215	17,127	17,737	13,480	15,264	0	0	0	0	0	0	0	77,823
Diferencias Horas		483.7	45.9	55.2	57.2	43.5	49.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	251.0
OEE (%) Target			85.0%	85.0%	85.0%	88.0%	88.0%	88.0%	90.0%	90.0%	90.0%	92.0%	92.0%	92.0%	92%
OEE (%) Real	83.4%	84.7%	85.3%	83.8%	83.9%	83.4%	87.0%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	84.8%

Objetivos Específicos:

1. Hacer que el mapa de carga coincida con lo que el operador carga, para que le sea más fácil saber que debe cargar a la cadena, basándose en el plan de trabajo.
2. Controlar los ciclos de carga para los cambios de bandera y disminuir el número de transiciones requeridas.

Al hacer que el mapa coincida con la carga del operador al transportador, será más fácil controlar las transiciones.

Tabla 2. 2. Calculo de ganchos usados para transiciones en un día. Fuente: YMEX 2023

DAIMLER		DAIMLER	
Piezas / Carro	5	Piezas / Carro	5
Carros / Carga	12	Carros / Carga	12
Piezas / Carga	60	Piezas / Carga	60
PROMEDIO DIARIO	360	PROMEDIO DIARIO	360
Turnos	2	Turnos	2
Cargas X turno	4.0	Cargas X turno	3.0
Cargas X DIA	8	Cargas X DIA	6
Ganchos (transición)	70	Ganchos (transición)	70
Ganchos X DIA	560	Ganchos X DIA	420
Ganchos / HORA	310	Ganchos / HORA	310
2 Turno (HRS)	16.46	2 Turno (HRS)	16.46
GANCHOS X DIA	5103	GANCHOS X DIA	5103
% Transición MFA2	11%	% Transición MFA2	8%

Actualmente se hacen 8 transiciones durante todo el día, esto es igual al 11% del uso de ganchos del transportador. Al cumplir con la carga según lo que se programe conforme a la demanda de cliente, el porcentaje se reduce al 8%

3. Analizar los resultados de eficiencia diariamente.
4. Controlar los horarios de carga de material con ayuda del cilindro de la cadena.

- Conocer cuáles son las condiciones que hacen que la cadena pare, para poder recabar datos, analizar, identificar causas y tomar contramedidas.

El día 03/07/23 se acumuló un tiempo de paro de cadena de 61.7 min

Tabla 2. 3. Cálculo de ganchos no usados por paros de cadena. Fuente: Elaboración propia.

TIEMPO ACUMULADO DE PAROS (MIN)	GANCHOS POR MINUTO	GANCHOS POR HORA	2 TURNO (HRS)	GANCHOS POR DIA	GANCHOS NO USADOS	% DE GANCHOS NO USADOS
61.7	5	310	19	5890	308.5	5%

Por lo tanto, específicamente ese día, no se utilizaron el 5% de la totalidad de ganchos disponibles por hora (310 ganchos)

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

10.1. Antecedentes de Lean Manufacturing.

“El inicio de la evolución de la manufactura moderna lo marco James Watt con la invención de la maquina a vapor de doble acción, en 1776”. (Socconini, 2019).

Más adelante este hecho inicio lo que hoy conocemos como *Revolución Industrial*, la cual desarrollo la producción masiva, que sembró las bases para la estandarización usada en la actualidad. Fue Frederick W. Taylor quien inicio la administración en donde propuso la separación de la producción en distintos departamentos, para que los trabajadores pudieran enfocarse en actividades muy específicas. Por otra parte, Henry Ford con su principal aportación., las líneas de ensamble, pues con esto, revoluciono la manera de trabajar en la manufactura.

Durante la segunda guerra mundial en el siglo XX, se empezó a desarrollar en varias industrias el concepto de producción en masa, esto debido a que las organizaciones, se requería tener la demanda de cliente en tiempo y forma. El concepto de producción en masa se originó en el sector automotriz, pues fue precisamente Ford el que comenzó a mejorar este proceso, llegando a reducir el tiempo de 12 horas de ensamblaje de un automóvil a solo 1:30 horas. Sin embargo, fueron Taiichi Ohno y Shigeo Shingo los principales pioneros en desarrollar una metodología con una amplia variedad de herramientas, para la búsqueda de la mejora continua, hoy en día, lo conocemos como Lean Manufacturing.

“Taiichi Ohno empezó a trabajar para Toyota en el año de 1932 en donde se desempeñó como gerente de ensamble, y desarrolló muchas mejoras”. (Socconini, 2019)

Durante ese lapso Toyota estaba pasando por una situación de bancarrota, lo que hizo que Ohno utilizara todo su ingenio para lograr los grandes avances que se generaron con pocos recursos económicos. Por otro lado, fue Shigeo Shingo uno de los mejores ingenieros en manufactura que el mundo haya vista, ya que para él resultaba sencillo resolver cualquier problema de manufactura que se le presentaba.

“Lean Manufacturing es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota”. (Socconini, 2019). “Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos”. (Socconini, 2019)

“Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere”. (Hernández, 2016).

10.1.1. Objetivo de Lean Manufacturing.

El objetivo principal de Lean Manufacturing es poder generar una mayor competitividad en las empresas mediante la mejora continua de un sistema de producción, optimizando la calidad, a través de su correcta implementación.

10.1.2. Retos de Lean Manufacturing.

En la figura 4 que se muestra a continuación se presentan los retos que tiene que cumplir o superar la metodología de Lean Manufacturing.

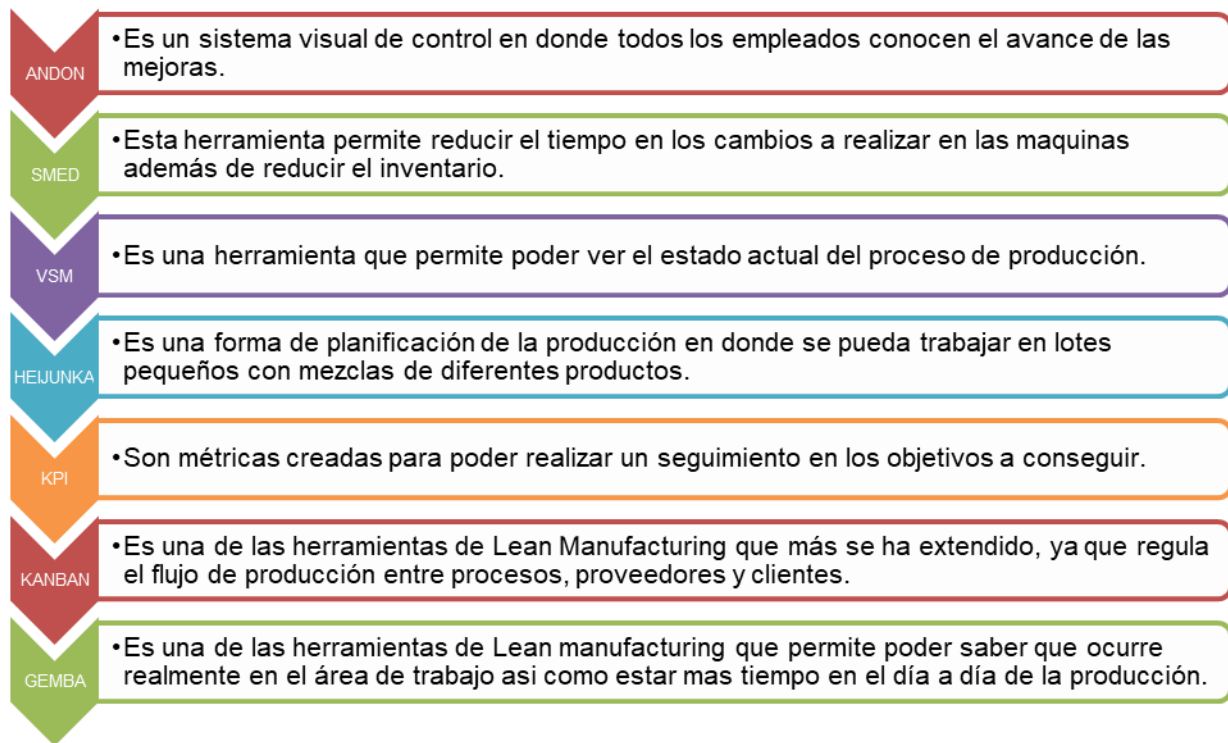
Tabla 3. 1. Retos de Lean Manufacturing. Fuente: elaboración propia.



10.1.3. Herramientas Lean Manufacturing principales.

En la ilustración 11 se muestran las herramientas principales o más usadas en la metodología de Lean Manufacturing.

Tabla 3. 2. Principales herramientas de Lean Manufacturing. Fuente: Elaboración propia.



10.2. Kanban.

Dentro de un proceso de producción, es importante tener una trazabilidad confiable, puesto que el conocer en que parte de mis actividades se encuentran las piezas que se lleguen a necesitar. La palabra "kanban", significa "tablero visual" o "señal", y se utiliza desde 1950.

Kanban consiste en un sistema de señales visuales para el control de producción, se puede hacer mediante tarjetas o tableros, dependerá de las condiciones y el giro de la empresa.



Ilustración 3. 1. El sistema Kanban original, Fuente: TOYOTA Global Website.

Objetivos del sistema Kanban.

Los objetivos principales son:

- Establecer una programación visual de la producción.
- Controlar el flujo de material.
- Evitar la sobreproducción.
- Controlar los inventarios.
- Incrementar y mejorar la comunicación entre procesos.

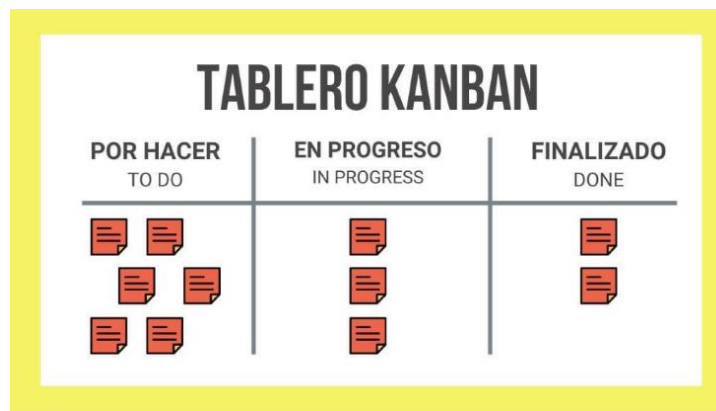


Ilustración 3. 2. Esquema de tablero Kanban. Fuente: (Colombo, 2022)

Toyota es una de las primeras empresas en implementar un sistema Kanban, por ejemplo, su aplicación en la producción de automóviles, el sistema que controla la producción está basado en unas tarjetas que circulan por la cadena de producción, donde los trabajadores están organizados de tal forma que cada uno produce su parte

siempre y cuando les llegue una tarjeta que les informe de que pueden producir. Si no les llega la tarjeta, tienen prohibido producir su parte de trabajo.

10.3. Andon.

Para los operadores en ocasiones es difícil saber que número de parte y que cantidad sigue por ensamblar, cargar, empaquetar, soldar, etc., y es aquí donde la producción corre peligro de no ser cumplida según la demanda de cliente, incluso por cuestiones del proceso, por no estar correctamente definido, haya problemas de calidad, lo cual al final del día los errores que se presenten llegan a ser gastos.

Andon es una expresión de origen japonés que significa “lámpara” y que se relaciona con el control visual. A su vez es considerado como un elemento de la filosofía Lean Manufacturing, el cual agrupa un conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de algún sistema productivo. (López, 2019).

¿Qué beneficios trae el control visual?

- Eliminar desperdicios o Mudas.
- Mejorar la calidad.
- Mejorar la seguridad.
- Estandarizar procedimientos.
- Mejorar la planificación del trabajo.
- Contribuir al orden y a la organización.
- Reducir costos.

Existen varias maneras de implementar el ANDON al proceso que sea requerido, por ejemplo:

1. Alarmas: son de control audio-visual, usualmente utilizadas para comunicar condiciones urgentes.
2. Lámparas de colores (torretas): son colocadas en las líneas de producción, equipos; con el propósito de presentar el estado de los mismos.
3. Tableros de información: son herramientas de control visual utilizados para dar una trazabilidad o un seguimiento automático y continuo al plan de producción.



Ilustración 3. 3. ANDON Toyota. Fuente: Desconocido, Safety Culture, 2023.

10.4. Mudas.

Un exceso se define como “toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso”. (Socconini, 2019), y un desperdicio es “cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente”. (Socconini, 2019), ambos conceptos son conocidos como mudas.

10.4.1. Clasificación de los desperdicios o mudas:

1. Muda de sobreproducción.
2. Muda de sobreinventario.
3. Muda de productos defectuosos.
4. Muda de transporte de materiales y herramientas.
5. Muda de procesos innecesarios.
6. Muda de espera.
7. Muda de movimientos innecesarios del trabajador.

10.5. OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Es importante que no se tenga ningún exceso o desperdicio, pues esto ocasiona tener una baja eficiencia desde el proceso hasta en los equipos. Según António Paulo Moreira (2018) “OEE es un indicador de rendimiento que permite medir la eficiencia global del

equipo. Con él, es posible saber cuál es la eficiencia productiva de una empresa, departamento o máquina”.

¿Qué beneficios hay si el equipo tiene un buen OEE (Overall Equipment Effectiveness)?

1. Aumenta el rendimiento de las máquinas.
2. Incrementa la calidad de los procesos.
3. Perfecciona la capacidad de medir y decidir.
4. Reduce costos de reparación y uso de maquinaria.

Para conocer el porcentaje de OEE de los equipos, debemos tener en cuenta algunos conceptos:

- Disponibilidad: Tiempo con el que se cuenta para laborar con el equipo, este incluye los descansos, o situaciones que se presenten durante la jornada, como fallas, falta de material o información, ajustes, puesta a punto, etc.
- Rendimiento: Compara la cantidad de piezas planeadas contra la real.
- Calidad: Cantidad de piezas con defectivo.

10.5.1. Cálculo de OEE.

Una vez que tengamos los datos de la disponibilidad, rendimiento y calidad, se puede calcular el OEE.

Tabla 3. 3. Cálculo del OEE. Fuente: (Desconocido, Ibermatica Industrial, 2020).



10.6. Diagrama de Ishikawa.

Como menciona el autor Rojas (2009) el diagrama de Ishikawa “Se utiliza para relacionar los efectos con las causas que los producen. Por su carácter eminentemente visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad”. Además, este diagrama tiene la finalidad de poder aportar ideas de sobre las causas que puedan producir los efectos que se van registrando en dicho diagrama. Después de generar el diagrama se procede a reordenar las causas de forma jerárquica y se eliminan las repetidas.

En el análisis de un proceso industrial es frecuente realizar el diagrama de Ishikawa clasificando las causas según las “M”:

Tabla 3. 4. Clasificación de las 6M. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de las 6M					
4 principales					
Mano de obra	Metodo	Maquinaria	Material	Medición	Medio Ambiente

Las ventajas que se tienen al usar un diagrama de Ishikawa son:

1. Ayuda a identificar todas las posibles causas de un defectivo o problemática.
2. Permite mayor organización visual de las ideas.
3. Ayuda a que todos los miembros del área tengan comunicación, pues se comparte una lluvia de ideas.
4. Hace que los miembros puedan hacer una mejor planificación.

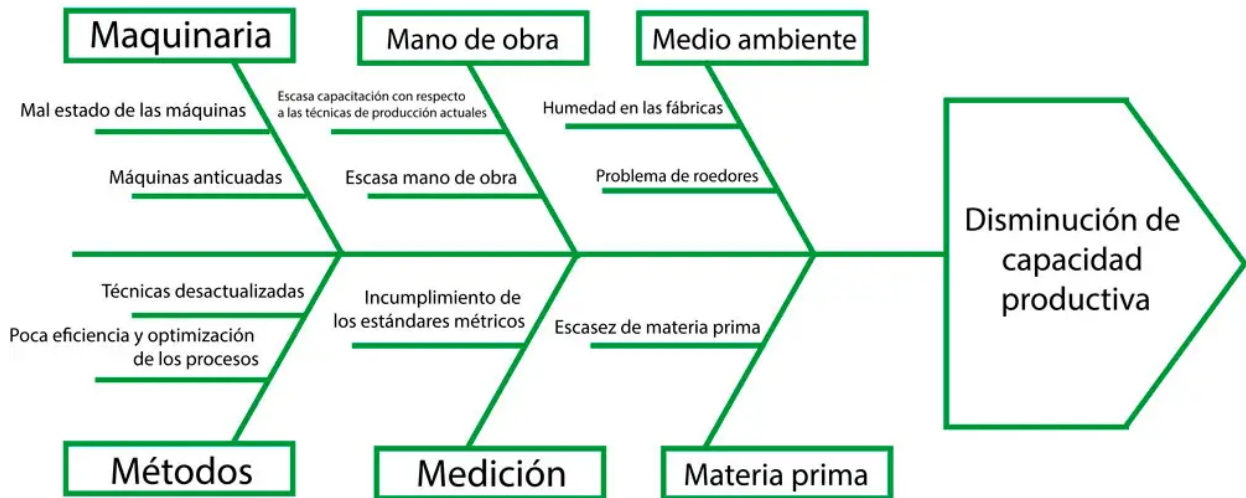


Ilustración 3. 4. Diagrama de Ishikawa. Fuente: (Desconocido, Excel Para Todos, 2023).

Proceso para hacer un diagrama de Ishikawa:

1. Definir la problemática en el área o proceso.
2. Declarar las categorías de las 6M que se estarán usando.
3. Identificar las posibles causas del proceso que hacen que se presente la problemática, clasificándolas de acuerdo con las 6M.
4. Priorizar las posibles causas.
5. Comprobar las causas priorizadas para determinar las contramedidas.

10.7. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es un gráfico que también nos ayuda a detectar problemas en el proceso, pues después de una recopilación de datos, nos presenta las causas con mayor presencia., se define como “una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de

problemas.” (Sales, 2013). O como lo dio a conocer el Dr. Juran, “la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. (Sales, 2013).

Tabla 3. 5. Ejemplo de toma de datos para Diagrama de Pareto (Sales, 2013)

Tipo de defecto	Detalle del problema	Frec.	Frec. %
Motor no detiene	No para el motor cuando alcanza temperatura	35	40.9
No enfría	El motor arranca pero la heladera no enfría	27	30.7
Buzete defectuoso	Buzete roto o deforme que no ajusta	9	10.2
Pinuras defectuosas	Defectos de pinuras en superficies externas	5	5.7
Rayas	Rayas en las superficies externas	4	4.5
No funciona	Al enchufar no arranca el motor	2	2.3
Puerta no cierra	La puerta no cierra correctamente	2	2.3
Gavetas defectuosas	Gavetas interiores con rajaduras	1	1.1
Mala Nivelación	La heladera se balancea y no se puede nivelar	1	1.1
Motor no arranca	El motor no arranca después de ciclo de parada	1	1.1
Puerta defectuosa	Puerta de refrigerador no cierra herméticamente	0	0.0
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores	0	0.0
Total		88	100.0

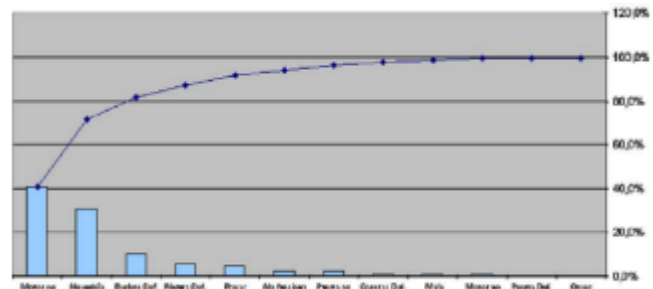


Ilustración 3. 5. Ejemplo de Diagrama de Pareto. (Sales, 2013)

Una vez encontrando la causa-efecto del proceso, y determinar contramedidas para controlar o erradicar la problemática, se hace presente el Kaizen, el cual proviene de dos ideogramas japoneses: Kai= cambio, Zen=bueno.

El autor Imai (2022) define el Kaizen como “mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo, Kaizen significa un mejoramiento continuo que involucra a todos, gerentes y trabajadores por igual”.

Existen ocasiones donde las mejoras no son dirigidas directamente al proceso, éstas pueden realizarse con la intención de corregir la distribución dentro de las áreas de trabajo. Como menciona el autor Vargas (2018) el layout es definido como “el diseño de las zonas de almacenamiento y los pasillos y áreas necesarias para el flujo de productos, equipos y personas”.

Beneficios de una buena distribución del layout:

1. Disminuye al mínimo la manipulación de materiales.
2. Obtiene el máximo índice de rotación de la mercancía.
3. Aprovecha de forma eficiente el espacio disponible.
4. Facilita el acceso a la unidad.
5. Da facilidad al control de las cantidades almacenadas.

En la actualidad hay una infinidad de empresas que hacen uso de la metodología Lean

Manufacturing, tal es el ejemplo de *Intel.*, es el mayor fabricante de chips de computadoras del mundo. Joe Foley, director de Operaciones de Intel Fab en Leixlip, Irlanda, dijo: “Hace cinco años, nos tomó 14 semanas para introducir un nuevo chip a nuestra fábrica; ahora se tarda 10 días. Fuimos la primera fábrica de Intel en lograr estos tiempos utilizando los principios de Lean “. (Desconocido, 2015).

10.8. Método de Deming.

William Edwards Deming fue el impulsor del ciclo de mejora continua, sin embargo, Walter A. Shewhart lo definió como “Un proceso metodológico elemental aplicable en cualquier campo de la actividad, con el fin de asegurar la mejora continua de dichas actividades”. El ciclo Deming tiene como objetivo aplicar mejoras a cualquier tipo de proceso de una manera cíclica.

10.8.1. Ciclo PDCA.

El modelo PDCA o PHVA nos ayuda a la planificación, aplicación y control de la mejora continua, tanto para los productos como para los procesos. Cada letra del PDCA se identifica como cada etapa del modelo:

1. **P:** Plan.
2. **D:** Do / Hacer.
3. **C:** Check / Verificar.
4. **A:** Act / Actuar.



Ilustración 3. 6. El modelo PDCA (Deming, 1982).

1. P (Plan):

Esta primera etapa consiste en elaborar un plan, donde se hace una selección del tema a estudiar y la definición de los objetivos. Es sumamente importante que tenga en consideración la condición actual del proceso., observando y documentando, con la toma de datos para posteriormente determinar las medidas correctivas antes las problemáticas detectadas.

2. Do (Hacer):

En esta fase del ciclo se trabaja en la aplicación de cada una de las medidas correctivas que se planificaron, además en caso de existir avances adversos a los esperados, se puede modificar el plan, sin olvidar registrar el desarrollo de las actividades y resultados obtenidos.

3. Check (Verificar):

En la tercera fase se verifica si las actividades están siendo benéficas al proceso, pues se debe de controlar las causas, priorizando las que son críticas, como lo son las materias primas, maquinarias, equipos.

4. Act (Actuar):

En la fase de actuar podemos estandarizarla solución del problema, además de determinar condiciones.

10.6.2. Objetivos.

- Resolución de problemas: La ejecución de las cuatro etapas permite planificar una solución minimizando al máximo el problema.
- innovación: El ciclo PDCA busca que para la empresa sea fácil la organización de nuevas ideas.
- Mejora de la calidad: Hay una enorme relación con la gestión de la calidad, es por eso que se busca mejorar cada actividad para asegurar la calidad a cliente.

Cuando una empresa adopta este método para un área o un proceso, tiene como beneficio:

1. Mantener una implementación constante ante los problemas, además de ir mejorando las ventajas que ya se tengan.
2. Permite encontrar soluciones ante los problemas de eficiencia y eficacia del proceso o de la misma área, esto trae como resultado el incremento de productividad.

Existen empresas que han utilizado el ciclo PDCA para mejorar sus operaciones, como lo son Ford Motor Company, General Motors y Xerox. Por ejemplo, Nike implementó metodologías lean para optimizar su proceso de fabricación. Sin embargo, para mejorar las deficientes condiciones de trabajo, implementó el Ciclo PDCA. Esta técnica empoderó a los empleados, socios y clientes de Nike.

Nike mejoró las condiciones de trabajo, eliminó desperdicios y empleó a gerentes orientados al valor. Este compromiso con los métodos lean y la mejora continua ayudó a Nike a duplicar su tamaño, pasando de US \$100 mil millones en 2015 a más de US \$200 mil millones en 2021. (Desconocido, SYDLE, 2023).

CAPÍTULO 4: DESARROLLO.

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En este capítulo se muestran las actividades desarrolladas en el proyecto de forma cronológica, (véase tabla 4.1). Primeramente, se recibió una capacitación sobre el funcionamiento de planta pintura II, para posterior entender la condición en la que se encontraba la capacidad y la eficiencia de esta.

Tabla 4. 1. Cronograma de actividades para proyecto de residencias en YMEX. Fuente: Elaboración propia.

Actividades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inducción sobre proceso de línea de pintura, capacidad y eficiencia.					
Propuestas y planeación de propuestas					
Aplicación de actividades					
Toma de datos y desarrollo					
Análisis y validación de resultados					
Estandarizar y documentar cambios					

Este proyecto se desarrolló con base a las fases del ciclo de PDCA, y como primera fase se definió la problemática, la cual es el decremento de eficiencia de PP2. En el año 2023 en planta pintura II ya se tenían determinados los objetivos por mes, tal y como se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4. 2. Objetivos de OEE de PP2 por mes para el año 2023.

MES	OEE (%) Target
ENE	85.0%
FEB	85.0%
MAR	85.0%
ABR	88.0%
MAY	88.0%
JUN	88.0%
JUL	90.0%
AGO	90.0%

SEP	90.0%
OCT	92.0%
NOV	92.0%
DIC	92.0%

Dentro de la primera fase se realizó un diagrama de Ishikawa sobre las 4M's (Mano de obra, material, maquinaria y método), pues se necesitaba saber cuáles eran todas aquellas condiciones que generaban el decremento de eficiencia en PP2, para posterior definir cuáles eran las que mayor impacto tenían en la problemática y así se pudiera definir un plan.

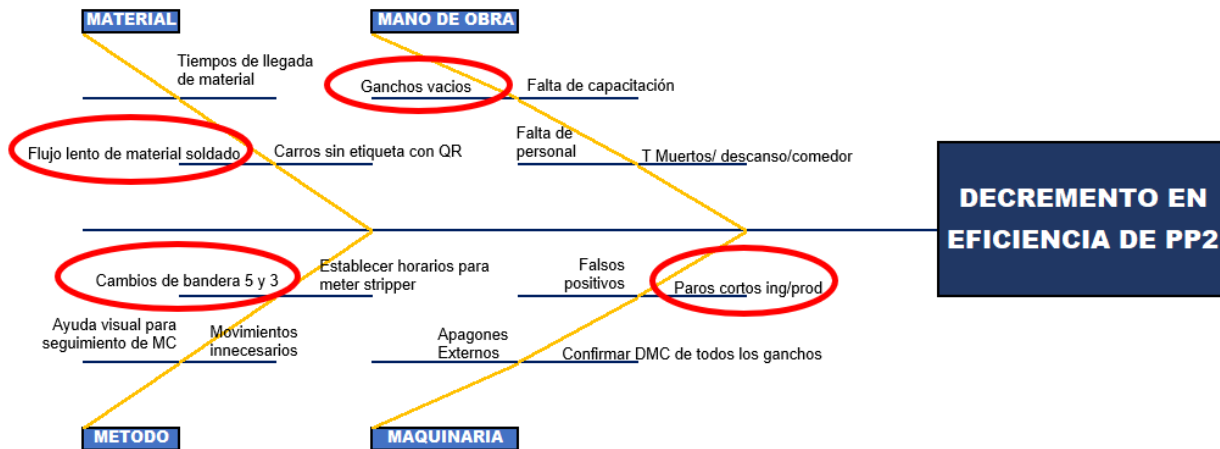


Ilustración 4. 1. Diagrama de Ishikawa del decremento de eficiencia de PP2. Fuente: Elaboración propia.

Como segunda fase, ya conociendo cuáles eran todas las posibles fallas, se realizó un plan de actividades, para poder controlar o de ser posible, eliminar las condiciones o situaciones que hacen que se genere el porcentaje bajo de eficiencia de la planta. Tal como se muestra en la tabla 4.3. se asignan responsables de cada actividad, al igual que el tiempo en el que se debe de llevar a cabo dichas tareas, esto principalmente para poder dar un seguimiento adecuado a la segunda fase del proyecto.

Tabla 4. 3. Plan de actividades para aumento de OEE. Fuente: YMEX 2023.



▶ PLAN
▶ PLAN ON TIME **PLANNING SCHEDULE**
▶ PLAN LATE
▶ PLAN IN PROCESS

DATE: 06/01/2023
 SECTION: PLANTA PINTURA #2
 SHEET: 1 / 1
 PROJECT NAME: ALIMENTO DE EFICIENCIA 2023
 RESP: INGENIERIA PINTURA

PLAN DE EJECUCION CONTRAMEDIDAS PARA DISMINUCION DE PPM'S AL PRIMER INTENTO EN PP2

DEFECTO	NO.	ITEM CONTRAMEDIDA	RESPONSABLES	2023																			
				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
				W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
Incremento de eficiencia PP2	1	Análisis de datos 2023 (semanal, mensual).	ING. PINTURA	[Barra azul continua desde Agosto hasta Diciembre]																			
	2	Actualización mensual de mapa carga vs revision en volúmenes de producción	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul Agosto]	[Barra azul Septiembre]	[Barra azul Octubre]	[Barra azul Noviembre]	[Barra azul Diciembre]															
	3	Confirmación en 1er turno de secuencia programada de producción.	ING. PINTURA	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	4	Confirmación de cumplimiento de ciclos programados para transiciones (Bandera #1 y #5).	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	6	Mejoras y actualización de lay-out general y e inspeccion por inclusion de P13C	OSCAR MONDRAGON	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	7	Modificar el mapa de carga incluyendo piezas de stripper para garantizar que solo se ingresen una vez al día.	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul Octubre]																			
	8	Confirmación de cumplimiento de ciclos programados para material de stripper	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	9	Cambio de lectores Iv2 por Iv3 para evitar falsos positivos en sistema de vision y paros continuos de cadena.	ALFREDO RODRIGUEZ	[Barra azul Octubre]																			
	10	Análisis de paros cortos y tiempo sin colgado de material, Pareto de causas y efecto en eficiencia. Correccion acorde a prioridad	TODOS	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	11	Seguimiento al control box (Monitoreo de Carros).	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul continua desde Septiembre hasta Diciembre]																			
	12	Elaboración de ayuda visual o hte para seguimiento de mapa de carga	OSCAR MONDRAGON / CARMEN MARTINEZ	[Barra azul Noviembre]																			
	13	Actualizaciones documentales y difusiones según aplique.	TODOS	[Barra azul Diciembre]																			

Una de las actividades esenciales para para cualquier proyecto dentro de la industria, es la toma de datos, para posterior analizarlos y graficarlos, pues se necesita ver el comportamiento de los resultados, por lo que, día con día se calculó la eficiencia de PP2 con el reporte de los ganchos disponibles y usados (véase tabla 4.3), además de tomar en cuenta las condiciones que se presentaban por turno.

Tabla 4. 4. Reporte de eficiencia de PP2. Fuente: YMEX 2023.

PINTURA 2

Dia	Hora	Total Ganchos	Ganchos Usados	Porcentaje de Eficiencia	Seg. de Paro
30	00:00	87	66	78.16%	0
30	01:00	271	259	95.57%	98
30	02:00	268	251	93.66%	0
30	03:00	269	262	97.40%	0
30	04:00	255	240	94.12%	0
30	05:00	200	180	90.00%	0
30	06:00	257	244	94.94%	0
30	07:00	219	168	76.71%	64
30	09:00	123	105	85.37%	66
30	10:00	294	285	96.94%	0
30	11:00	259	227	87.64%	0
30	12:00	277	267	96.39%	0
30	13:00	304	295	97.04%	0
30	14:00	220	191	86.82%	100
30	15:00	296	287	96.96%	0
30	16:00	312	304	97.44%	0
30	17:00	222	203	91.44%	0
30	18:00	181	177	97.79%	0
30	19:00	307	305	99.35%	0
30	20:00	260	247	95.00%	0
30	21:00	31	21	67.74%	158
30	22:00	246	244	99.19%	127
30	23:00	303	288	95.05%	0
TOTAL		5461	5118	93.72%	613

Como se puede ver en el reporte de eficiencia (véase tabla 4.4), los datos eran arrojados por hora, así que se sumaban los resultados según las horas de trabajo por cada turno., para tercer turno era de las 00:00hrs – 07:00 hrs, para primer turno de 09:00 hrs -18:00 hrs, y tiempo extra de 19:00 hrs – 23:00 hrs, lo resultante era registrado para posterior ser graficado, como se muestra en la tabla 4.5. Este registro se utilizó para que de manera rápida se indicara cual era el turno con mayor afectación y posterior buscar el porqué de la condición.

Tabla 4. 5. Eficiencia por turno. Fuente: YMEX 2023.

WEEK 2	Lunes 07-ago		
	1T	TE	3T
Turno			
Total Ganchos	2,402	455	1,707
Gnchos Usados	2,198	403	1,518
Ganchos Vacios	204	52	189
Dif Horas	0.7	0.2	0.6
Target OEE %	90%	90%	90%
Real OEE %	91.5%	88.6%	88.9%

Otra de las actividades que ayudaba con el análisis de datos era la recolección de los paros de la cadena, puesto que cuando el transportador estaba detenido, hacia que el número de ganchos tipo “C” disponibles fueran menos y por consecuencia la cantidad de ganchos usados también tenía afectación.

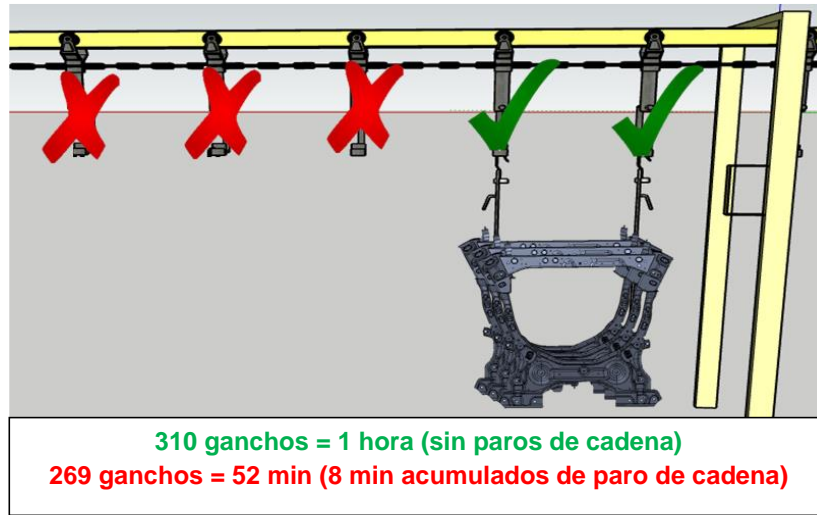


Ilustración 4. 2. Esquema de ganchos disponibles con paro de cadena, Fuente: Elaboración propia.

Primeramente, se buscaron todas las condiciones por las cuales el transportador podía detenerse, tomando en cuenta los paros de emergencia, además de agregar la señal correspondiente al PLC,

Tabla 4. 6. Condiciones de paro de cadena en PP2. Fuente: Elaboración propia.

CONDICIONES DE PARO DE CADENA EN PP2							
SEÑAL	No.	Paros de emergencia de transportador.	SEÑAL	No.	Falla de equipos y detección de anomalías en el proceso.	SEÑAL	Interlocks de transportador.
X3	ES1, ES2, ES3	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Cable)	M01	ESS	Pokayoke de bandera voltaje	X27	Interlock de Horno
X40	ES1	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #1)	M02		Pokayoke de piezas grandes	X26	Interlock de Pretratamiento
X41	ES2	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #2)	M5052		Control de tiempo de colgado (cilindro)	X28	Interlock de Rectificador
X42	ES3	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #3)	X1000		Pokayoke de gancho desplazado en gancho tipo "C"		
X43	ES4	Paro de emergencia de entrada de agua caliente	X1006		Confirmación de sujeción de gancho		
X45	ES6	Paro de emergencia N°1 de enjuague #3	X1161	ES9	Limit switch 1 detección de rodamientos en mal estado		
X46	ES7	Paro de emergencia N°1 de fosfato	X1162	ES11	Limit switch 2 detección de rodamientos en mal estado		
X47	ES8	Paro de emergencia N°1 de enjuague #7	M260	ES12	Pokayoke de bandera en rectificador		
X48	ES9	Paro de emergencia N°2 de enjuague #7	X4C	ES13	Contrapeso de driver A		
X49	ES10	Paro de emergencia de UF1	X1153		Alarma de sistema de visión		
X4A	ES11	Paro de emergencia de UF3	X1163	ES14	Limit switch 3 detección de rodamientos en mal estado		
X4B	ES12	Paro de emergencia de rectificador	X4D		Contrapeso de driver B		
X4E	ES15	Paro de emergencia de predeengrase	X29	N/A	Rectificador Anormal		
X4F	ES16	Paro de emergencia de enjuague #1	X25	N/A	Tensión de driver B demasiado grande		
X13	ES17	Paro de emergencia N°2 de enjuague #3	X24	N/A	Cadena de driver B demasiado corta		
X14	ES18	Paro de emergencia N°1 de acondicionador	X22	N/A	Tensión de driver A demasiado grande		
X15	ES19	Paro de emergencia N°2 de fosfato	X21	N/A	Cadena de driver A demasiado corta		
X16	ES20	Paro de emergencia N°1 de enjuague #5	X12	N/A	Sincronización anormal		
X17	ES21	Paro de emergencia N°2 de enjuague #6	X11	N/A	Sobre corriente de driver B		
X18	ES22	Paro de emergencia N°2 de enjuague #6	X10	N/A	Sobre corriente de driver A		
X19	ES23	Paro de emergencia N°2 de enjuague #5	X0F	N/A	Frecuencia anormal de variador de driver B		
X1A	ES24	Paro de emergencia N°1 de ED	X0E	N/A	Frecuencia anormal de variador de driver A		
X1B	ES25	Paro de emergencia N°2 de acondicionador					
X1C	ES26	Paro de emergencia N°2 de ED					
X1D	ES27	Paro de emergencia N°3 de ED					
X1E	ES28	Paro de emergencia de UF2					
X1F	ES29	Paro de emergencia de driver A					
X0D	ES30	Paro de emergencia de driver B y tablero principal de conveyor					
X36	ES31	Paro de emergencia de balaman 1					
X37	ES32	Paro de emergencia de balaman 2					
X1188	ES CURE OVEN	Paro de emergencia del horno de curado					

Ahora bien, se detectaron 56 posibles causas, de entre ellas hay pokayokes, paros de emergencia e interlocks, mismas que hacen que el transportador pueda parar, entre más rápido sea restablecida la anomalía, mucho mejor para el proceso, sin embargo, se buscaba encontrar cual era la condición que más se presentaba, para poder encontrar contramedidas.

Con el mismo reporte de eficiencia del sistema, se reflejaba que tanto era la reducción de ganchos disponibles y usados, y de ahí se calculaba el tiempo teórico de los minutos u horas sin colgado de material (véase tabla 4.7).

Tabla 4. 7. Reporte de ganchos vacíos por día. Fuente: Elaboración propia.

Reporte de ganchos vacíos						Reporte de ganchos vacíos por cambios de bandera					
Fecha	Total de ganchos disponibles	Ganchos usados	Ganchos vacíos	Horas en vacío	Minutos en vacío	Cargas de bandera #5	Ganchos vacíos por transición	Total de ganchos	Diferencia	Horas en vacíos	Min en vacíos
01-ago	1,278	1,017	261	0.84	50.52	5	35	175	86	0.28	16.65
02-ago	3,683	3,273	410	1.32	79.35	7	35	245	165	0.53	31.94
03-ago	4,913	4,587	326	1.05	63.10	6	35	210	116	0.37	22.45
04-ago	5,254	4,841	413	1.33	79.94	7	35	245	168	0.54	32.52

En la primera parte de la tabla (Reporte de ganchos vacíos), se reportaba la diferencia de los ganchos disponibles y usados por día, dicho dato era convertidos a horas y minutos, pues nos importaba saber cuánto tiempo estuvo el transportador sin material, La segunda parte (Reporte de ganchos vacíos por cambio de bandera) se revisaba el total de transiciones por turno en el sistema de “Paint Result by Hour” (véase tabla 4.8), la cantidad de veces que aparecía una cifra en la primera fila (ZB AXLE SUBFRAME PINTURA), pues se necesitaba saber si el ciclo para cada cambio estaba siendo respetado, adicional se sabía el tiempo total que había en ganchos vacíos, pues los espacios que se necesitaban para cada transición, eran justificables porque el proceso así lo indicaba.

Tabla 4. 8. Paint Result by Hour. Fuente: YMEX 2023.

Paint Result by Hour		day: #Error																																
Part Number	Part Description	Model	08:00	1	09:00	10:00	11:00	2	12:00	13:00	14	3	15:00	16	4	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24	5	01:00	02	6	03:00	04:00	05	7	06	8	07:00
.	ZB AXLE SUBFRAME PINTURA	MERCEDEZ	30				30				48			30									35			45					45	60		
.	ZB AXLE SUBFRAME WASHING	MERCEDEZ	5	30	5	10	20			20	10	18											10	30	20	10	20	10	35	5	10			

Mientras se analizaban los datos obtenidos, se le daba el seguimiento a otras actividades, como lo era el mapa de carga, el cual se programaba según los PPH (piezas por hora) y los promedios por mes, o incluso por día (programación de tiempo extra), para que el colgado de material fuera acorde a los requerimientos de cliente (véase tabla 4.5). Adicional a esto, por un lapso, se estuvo monitoreando el flujo de material, pues el mapa de carga que se tenía, la mayoría del tiempo no coincidía con lo que se tenía en los rieles de material soldado.

Cuando se detectaba que se colgaba material fuera de los tiempos programados, la cadena paraba automáticamente, esto nos ayudaba a que el material no tuviera paso al proceso.

Para la fase tres (verificar) con ayuda de la hoja viajera (véase ilustración 4.11) la cual se escaneaba antes de que el material fuera ingresado al transportador, la información registrada se revisaba en “Paint Result by Hour”.

Material de Ensamble a Pintura	
NOMBRE DE LA PARTE	
Fecha:	Lote
SNP:	CODIGO QR CON LOS DATOS DE LA HOJA VIAJERA
LINEA	
Responsable Ensamble:	Responsable Bujes:
Responsable Pintura:	Número de Lote:
MODELO	

Ilustración 4. 4. Esquema de Hoja Viajera. Fuente: YMEX 2023.

De esta manera se confirmaba el total de material ingresado por hora a la cadena, y con el reporte de eficiencia, se analizaban las horas que tenían menor cantidad de OEE y de material, pues una de las causas encontradas en el diagrama de Ishikawa era el flujo lento de material soldado, puesto que no se acumulaban los carros necesarios para que el transportador no tuviera espacios vacíos, porque los operarios conforme llegaba el material este era ingresado, sin importar la cantidad existente, esto ocasionaba que los ganchos vacíos fueran más y más, tal y como se muestra en la ilustración 4.5.



Ilustración 4. 5. Esquema de colgado con flujo de material lento. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, con la condición anterior, se determinó que los operadores detendrían el colgado al menos 30 min, entrando a la última fase que es la estandarización, para que los operadores tuvieran en cuenta que siempre que el flujo de los carros sea lento, esperarían 30 min o quizá menos, pues el objetivo era que se acumule material, y que la cadena no tuviera ganchos vacíos.

Otra acción que el ANDON indicaba es hacer el cambio de bandera y cuando no se tenían los 12 carros del modelo de Mercedes Benz, se ingresaba el siguiente material indicado, de esta manera la carga no era interrumpida y la transición sería aprovechada al máximo permisible.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS.

12. Resultados.

Las evidencias solo se mostrarán con esquemas y gráficos debido a las políticas de privacidad de la empresa (véase ilustración 9.2, anexos). En este capítulo, se presentan las condiciones anteriores y posteriores al proyecto, para confirmar que realmente se hayan cumplido los objetivos específicos propuestos (ver tabla 5.1).

Tabla 5. 1. *Objetivos específicos del proyecto "Aumento de eficiencia en pintura".*

No.	Objetivos específicos
1.	Hacer que el mapa de carga coincida con lo que el operador carga, para que le sea más fácil saber que debe cargar a la cadena, basándose en el plan de trabajo.
2.	Controlar los ciclos de carga para los cambios de bandera y disminuir el número de transiciones requeridas.
3.	Analizar los resultados de eficiencia diariamente.
4.	Controlar los horarios de carga de material con ayuda del cilindro de la cadena.
5.	Conocer cuáles son las condiciones que hacen que la cadena pare, para poder recabar datos, analizar, identificar causas y tomar contramedidas.

El primer objetivo era hacer que el mapa de carga coincidiera con lo que el operador colgaba al transportador, pues desde un inicio se detectó que el personal no seguía un plan, y se estaban generando mudas (sobreinventario y sobreproducción). Gracias a la modificación del mapa de carga, actualmente el ANDON facilita el orden de carga para el operador, y por consecuencia hace que las mudas se erradican, puesto que solo se procesa lo necesario en tiempo y forma.

Condición antes vs después de la modificación.

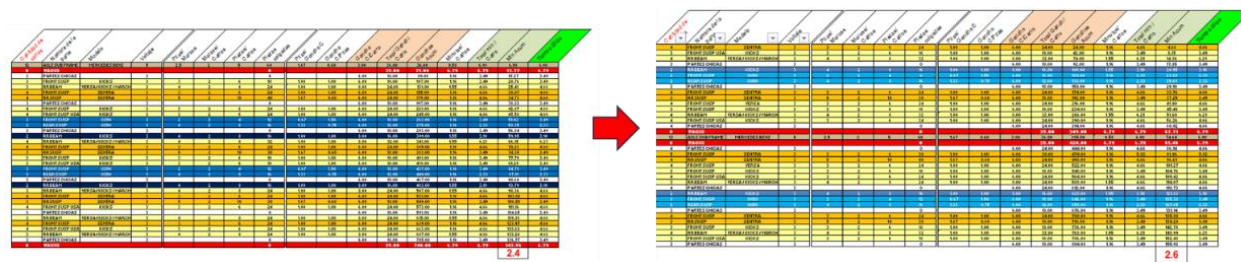


Ilustración 5. 1. Comparación de mapa de carga a inicio y fin del proyecto.

Como se explicó en páginas anteriores, durante la jornada laboral, se hacen transiciones, cada vez que el ANDON lo indica, al hacer estos cambios se dejan 35 ganchos antes y después de la carga de material. Al inicio no se tenía un control con los cambios de bandera durante ambos turnos, y esto provocaba que la cantidad de ganchos vacíos aumentara cada vez más, y como resultado teníamos bajos porcentajes de OEE.

Condición anterior.

Tabla 5. 2. Cálculo de afectación de ganchos vacíos antes del proyecto.

DAIMLER	
Piezas / Carro	5
Carros / Carga	12
Piezas / Carga	60
PROMEDIO DIARIO	360
Turnos	2
Cargas X turno	4.0
Cargas X DIA	8
Ganchos (transición)	70
Ganchos X DIA	560
Ganchos / HORA	310
2 turno (HRS)	16.46
GANCHOS X DIA	5103

% Transición MFA2	11%
--------------------------	------------

Antes se hacían 4 cambios por turno, lo que tenía un gran impacto en la eficiencia, puesto que se generaba un total de 560 ganchos vacíos por día, equivalente a un 11% del total de ganchos disponibles.

Condición actual.

Tabla 5. 3. Cálculo de afectación de ganchos vacíos actualmente.

DAIMLER	
Piezas / Carro	5
Carros / Carga	12
Piezas / Carga	60
PROMEDIO DIARIO	360
Turnos	2
Cargas X turno	3.0
Cargas X DIA	6
Ganchos (transición)	70
Ganchos X DIA	420
Ganchos / HORA	310
2 turno (HRS)	16.46
GANCHOS X DIA	5103
% Transición MFA2	8%

Después de realizar las actividades planeadas para atacar esta condición, el número de ganchos vacíos se redujo de 560 a 420 y por consecuencia el porcentaje que lo representa de 11% a 8% Gracias al control de transiciones la cantidad de ganchos vacíos es menor a lo que se tenía, por consecuencia hay un aumento en la eficiencia.

Durante el desarrollo de las actividades se observó el comportamiento de los porcentajes de OEE, se presentaban condiciones que surgieron inesperadamente, como fallas en las estaciones de las líneas de ensamble, tiempos extra, falta del personal, caídas de material, etc. Por lo que uno de los objetivos fue el análisis de los resultados de eficiencia,

principalmente para tener un registro de los porcentajes, y conocer las condiciones que se presentaron por día, y así justificar los efectos que se tenían desde un inicio.

Condición anterior vs actual.

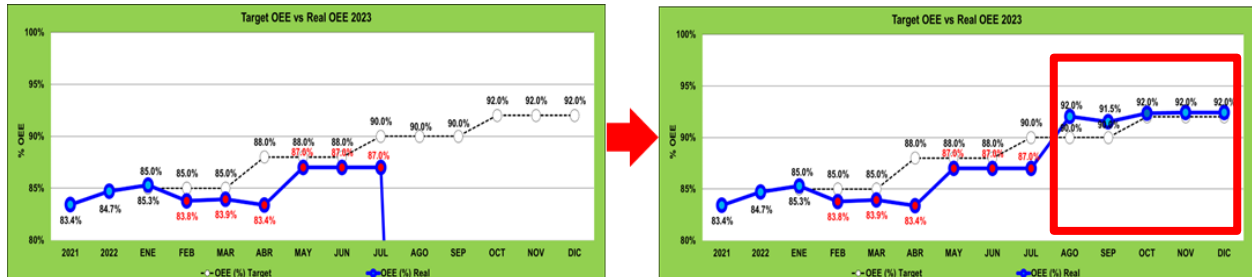


Ilustración 5. 2. Gráfica de cumplimiento de target OEE antes y después de las actividades del proyecto.

Se necesitaba saber el comportamiento, y el avance que se tenía con los porcentajes de eficiencia, para confirmar si realmente las actividades estaban siendo las adecuadas al proceso., gracias al registro de datos, gráficamente se puede ver el cumplimiento del target por mes a partir de agosto (véase ilustración 5.2), esto indica que el plan de mejora fue el correcto para el aumento de OEE. Actualmente se siguen recopilando los resultados para posterior analizar la conducta de los mismos, y así saber si en algún momento es necesario o factible hacer mejoras en las actividades ya ejecutadas.

Al empezar a analizar el problema, y el porque era causado, se detectó que los operadores cargaban material al transportador en horarios no permitidos, como la hora de mantenimiento que se le hace a la planta diariamente, es por eso que se propuso el cuarto objetivo, controlar los horarios de carga de material con ayuda del cilindro de la cadena.

Condición anterior vs actual.

La programación del mapa de carga no contaba con limitaciones de horarios, entre ambos turnos, esto ocasionaba que los operadores cargaran material en horas de mantenimiento, pero con ayuda de la proyección del tiempo por producir en el ANDON, se pudo restringir el colgado, pues con el cilindro activado se prohíbe el paso de las piezas al proceso como se muestra en el siguiente esquema:

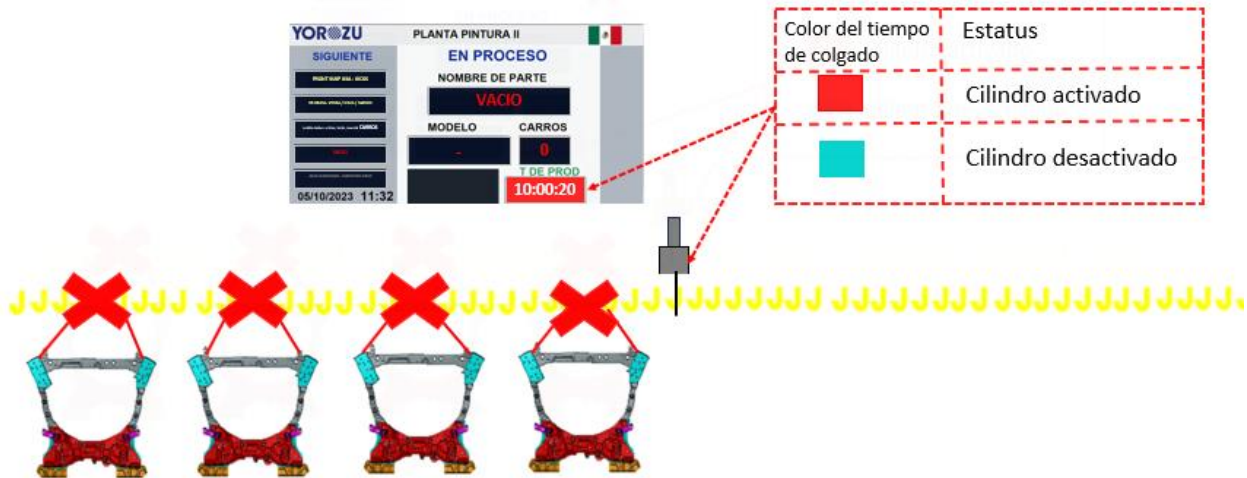


Ilustración 5. 3. Esquema de colgado en función del cilindro del área de carga.

A pesar de que eran pocas las limitaciones, eran necesarias y beneficiosas, no solo para el OEE, si no también se reducía el uso de energía y químicos, adicional se evitaba que se pintaran piezas que no estaban dentro de los planes de producción. El tiempo de activación del cilindro era indicado en el ANDON del área de carga (ver Ilustración 5.3), pues era vital que los operadores tuvieran en consideración los tiempos en los que no se podía ingresar material a pintar.

Para el último objetivo, se creó una pantalla con todas las condiciones que provocaban los paros de cadena, incluyendo los paros de emergencia y los Pokayokes, esta situación no contaba con los datos suficientes para determinar cuál era la condición con más frecuencia o con mayor tiempo de activación.

Condición anterior vs actual.

Anteriormente no se contaba con algún sistema que nos indicara cuales paros se presentaban por turno, así que se creó “Downtime Conveyor”, en el cual se indica el total de activaciones y el tiempo de paro acumulado, adicional se presenta la suma general, y los minutos acumulados de cada turno, tal como se muestra en la ilustración 5.4.

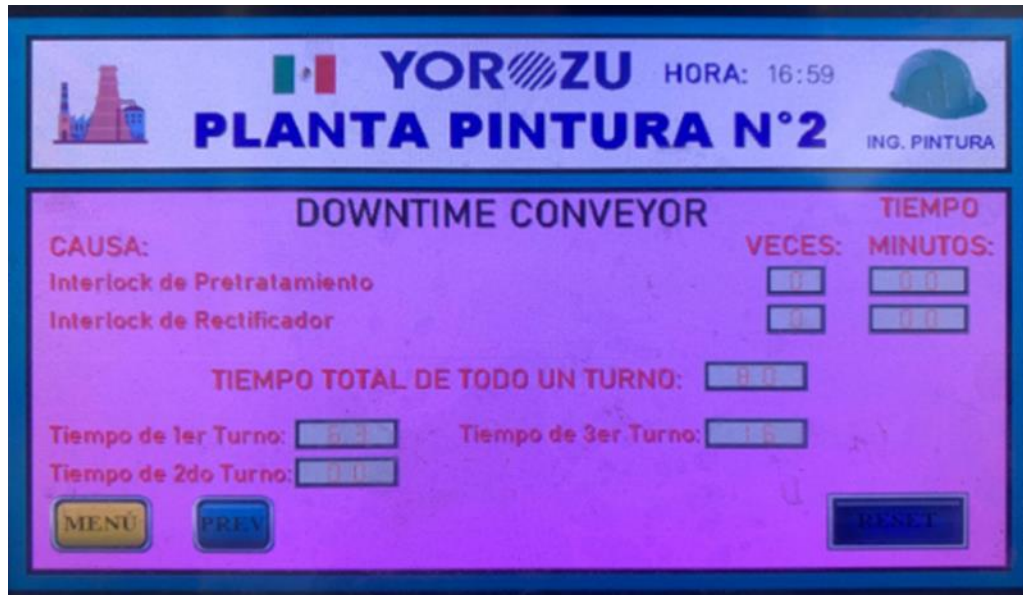


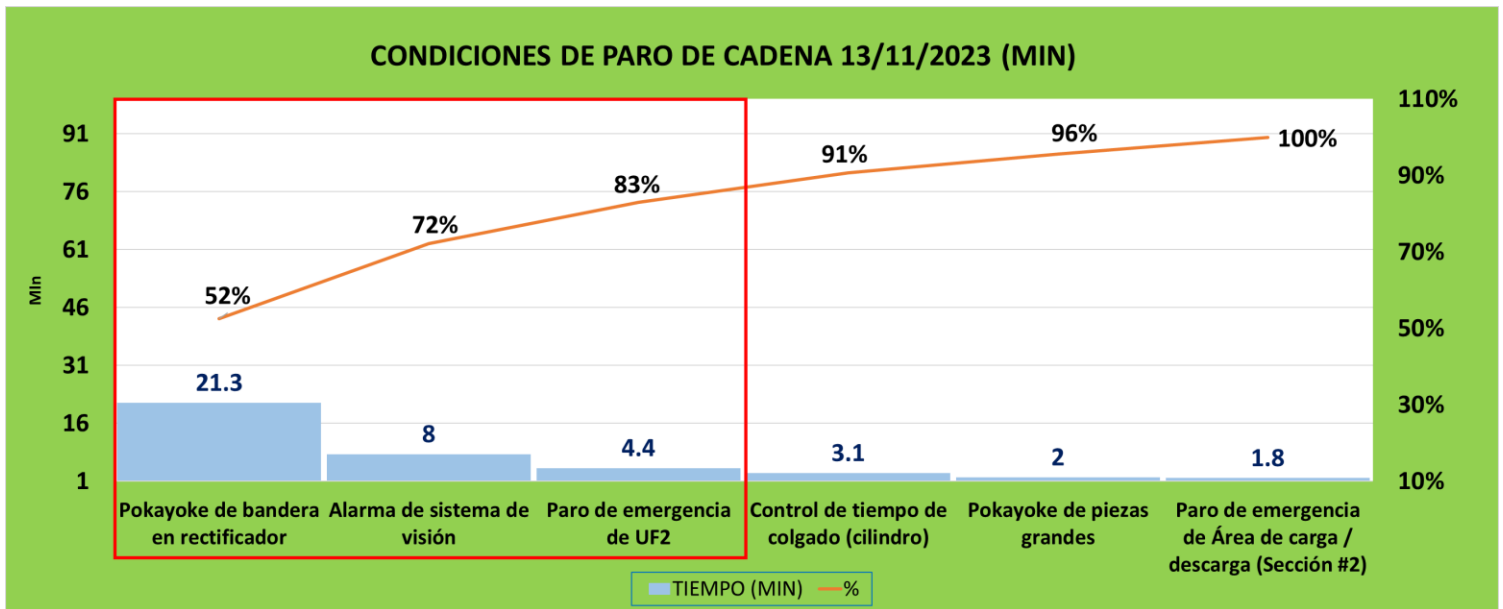
Ilustración 5. 4. Pantalla final de Downtime Conveyor. Fuente: YMEX 2023.

Después de haber sido creado este sistema, se comenzó a recolectar por día, la frecuencia de activación de las condiciones que se presentan durante la jornada, al igual que el tiempo acumulado, para finalmente saber cuáles son las causas principales de los paros de la cadena, esta información se presenta diariamente por medio de un Pareto como se muestra en la tabla 5.4 y en la ilustración 5.5.

Tabla 5. 4. Condiciones de paro de cadena de PP2 13 de noviembre 2023. Fuente: Elaboración propia.

FECHA: 13/11/2023				
CONDICIONES DE PARO	Frecuencia	TIEMPO (MIN)	%	Acumulado
Pokayoke de bandera en rectificador	15	21.3	52%	52%
Alarma de sistema de visión	4	8	72%	20%
Paro de emergencia de UF2	1	4.4	83%	11%
Control de tiempo de colgado (cilindro)	1	3.1	91%	8%
Pokayoke de piezas grandes	2	2	96%	5%
Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #2)	1	1.8	100%	4%
Total:	24	40.6		
	TURNOS	TIEMPO (MIN)		
	1ER	25		
	2DO	9		
	3ER	6.6		

Ilustración 5. 5. Diagrama de Pareto de las condiciones de paro de cadena del 13 de noviembre 2023. Fuente: Elaboración propia.



Con ayuda del sistema Downtime Conveyor, y en conjunto con gráficos ya presentados, es más fácil detectar la condición que más se presenta por día. Actualmente continua la recolección de datos, pues es importante conocer cuál es la condición, paro de emergencia o Pokayoke con mayor activación, puesto que esto provoca, primeramente, que se detenga el transportador, y como consecuencia la disminución de ganchos disponibles y usados, equivalente al decremento de la eficiencia de la planta.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.

13. Conclusiones del Proyecto.

El proyecto se realizó de forma esperada, con el periodo de tiempo y resultados indicados. Partiendo desde la identificación de la problemática, y definiendo el porqué es tan necesario mejorar los porcentajes de eficiencia de PP2, inicialmente se concluyó que era necesario realizar acciones correctivas debido a que se presentaba desperdicio de ganchos, mismos que ocasionaban el decremento de OEE, pero se necesitaba saber que era lo que producía el aumento de ganchos vacíos, pues para Yorozu Mexicana S.A de C.V., se traducían como pérdidas de recursos (químicos y energía) que se usan en el proceso físico-químico. La identificación de este problema fue la pauta para poner manos a la obra a la recolección de datos, mediante registros en tablas de Excel en los cuales se observa claramente la disminución o el aumento de los porcentajes de eficiencia.

Con la aplicación de las herramientas utilizadas durante el proceso, se sabe la importancia de la implementación de Lean Manufacturing dentro de cualquier empresa, pues trae consigo un sinnúmero de mejoras. En Yorozu Mexicana S.A de C.V., ha sido desde la detección de la problemática dentro del área, hasta la verificación de las actividades realizadas, como lo fue la implementación del ANDON, dentro de PP2 para el área de carga, aplicando éste en función de los requerimientos de cliente, pues este fue adaptado y modificado según el lay out del área, además de tomar en cuenta el flujo de material soldado, los objetivos de este, fueron evitar el sobreinventario y guiar al operador en la carga de material, pues la principal preocupación eran los cambios de bandera que se hacían durante el turno.

Además, mediante un diagrama de Ishikawa se revisó cada uno de los aspectos que influyen en la problemática del área, asimismo un diagrama de Pareto para la detención de las condiciones de paro del transportador que hacían que la cantidad de ganchos fuera disminuyendo.

Existen muchas áreas de mejora que pueden ser desarrolladas en un futuro, para la facilidad de trabajo del operador, como, por ejemplo., durante el desarrollo del proyecto se pudo observar que en ocasiones cuando el material soldado llegaba al área de rieles, no se respetaban los lugares asignados según el modelo correspondiente, y esto hacía

que el flujo se entorpeciera aún más. Hay más condiciones que se puede mejorar, pero hoy por hoy se sigue dando seguimiento a los resultados de OEE para tener una planta eficiente.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

Las competencias obtenidas a lo largo de la realización de este proyecto han sido las siguientes.

1. Identifiqué los problemas que surgen dentro de un área de producción.
2. Determiné las herramientas apropiadas según el caso en el que se requiera el aumento de eficiencia, u optimización.
3. Diseñé modelos para llevar a cabo los objetivos propuestos y disminuir (o eliminar) en su caso los problemas del área.
4. Apliqué herramientas de ayudas visuales, que permiten comprender el proceso que se está realizando y la detección de errores en el momento.
5. Diseñé estrategias que verifican y siguen mejorando el plan de acción que se está llevando a cabo para la mejora continua.
6. Usé tecnologías de la información como lo son: tablas de Excel, y de diferentes softwares como herramientas informáticas.
7. Analicé los resultados e información obtenida a lo largo del proyecto.
8. Usé las herramientas de lean Manufacturing para la mejora de proyectos.
9. Implementé el ciclo PDCA para proyectos de mejora.
10. Apliqué métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos
11. Gestioné la cadena de suministro de la organización, para detectar los cuellos de botella del material.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.

15. Fuentes de información.

Referencias de Libros:

Desconocido. *Ciclo PDCA y Herramientas de planificación*. Obtenido de Universidad de Sevilla.

Desconocido. *Metodología para la implementación de actuaciones de eficiencia energética en flotas de transporte por carretera*. Obtenido de Universidad de Sevilla.

Sales, M. (2013). *EALDE Business School, VOL. 7*.

Referencias de internet:

Colombo, D. (27 de 02 de 2022). DC DanielColombo.com. Obtenido de DC DanielColombo.com: <https://www.danielcolombo.com/primero-lo-primero-como-ordenar-el-trabajo-y-aumentar-tu-productividad-con-el-metodo-kanban-por-daniel-colombo/#comments>

Desconocido. (11 de noviembre de 2015). Intedya. Obtenido de Intedya: <https://www.intedya.com/internacional/831/noticia-top-10-empresas-de-fabricacion-lean-en-elmundo.html>

Desconocido. (23 de abril de 2020). Ibermatica Industrial. Obtenido de Ibermatica Industrial: <https://ibermaticaindustria.com/blog/oee-que-es-como-se-calcula-y-como-optimizarlo/#:~:text=OEE%20%3D%20DISPONIBILIDAD%20x%20RENDIMIENTO%20x%20CALIDAD&text=LA%20CALIDAD%20nos%20permite%20saber,tambi%C3%A9n%20afectan%20a%20la%20productividad.>

Desconocido. (2023). *Excel Para Todos*. Obtenido de Excel Para Todos: <https://excelparatodos.com/diagrama-de-ishikawa/>

Desconocido. (11 de 09 de 2023). SYDLE. Obtenido de SYDLE:
<https://www.sydle.com/es/blog/ciclo-pdca-61ba2a15876cf6271d556be9>

Hernández, J.V. (2016) *Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora?* Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>

Líder Empresarial. (11 de agosto de 2022). *Aguascalientes es el 2° lugar en producción de autos en México.* Obtenido de <https://www.liderempresarial.com/aguascalientes-es-el-2o-lugar-en-produccion-de-autos-en-mexico/>

López, B. S. (01 de noviembre de 2019). *Ingeniería Industrial Online.* Obtenido de *Ingeniería Industrial Online:* <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>

Yorozu Mex. (2022). *Yorozu Mex.* Obtenido de *Alcance:*
<https://www.yorozumex.com/Alcance>

CAPÍTULO 9: ANEXOS.

17. Anexos.

YOROZU

YOROZU MEXICANA S.A. DE C.V.

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, agosto de 2023.

Asunto: Carta de aceptación de Residencias Profesionales.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA

Atn: JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

P R E S E N T E.

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que la C. **MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ GÓMEZ**, con número de control **A191050686**, alumna de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA**, ha sido aceptada para realizar sus Residencias Profesionales en esta empresa, colaborando en el departamento de **Ingeniería Pintura**, en el periodo de **agosto de 2023 a diciembre de 2023**, en el proyecto: **"AUMENTO DE EFICIENCIA EN PINTURA"**, cubriendo un total de 500 horas.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE,

L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Especialista de Relaciones Laborales y



c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes - Zacatecas Km. 18.8, San Francisco de los Romo, Aguascalientes.
C.P. 20300 Teléfono (449) 910-12-00



Ilustración 9. 1. Política de gestión de la seguridad de la información. Fuente: YMEX 2023.

DOCUMENTOS DE YOROZU MEXICANA SOBRE LA SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN RELATIVOS A LA UBICACIÓN DE ALMACENAMIENTO Y AL USO DE DISPOSITIVOS ELECTRONICOS:

Política de Seguridad y Operación de TI de Yorozu Mexicana

5.3. Restricciones sobre el almacenamiento: Información digitalizada debe ser almacenada únicamente para fines de trabajo, y no se debe almacenar datos personales. Además, la ubicación de almacenamiento se limitará a un servidor o un equipo de cómputo asignado, propiedad de la empresa.

5.5. Uso de equipo personal. Los equipos personales o dispositivos de almacenamiento no deben ser conectados en la compañía. Además, la información digitalizada no se almacenará en dispositivos de almacenamiento personales y equipos portátiles personales.

IT 611 P01 Manual de Prevención de Fuga de Tecnología

(5) Tours de Planta: -Las fotografías en el interior de la planta están prohibidas (incluyendo los teléfonos celulares con cámaras), y esto debe ser claramente transmitida a los visitantes antes de iniciar el tour.

ISO/IEC 27002:2022

7. Controles Físicos

7.6 Trabajar en áreas seguras

Control: Se deben diseñar e implementar medidas de seguridad para trabajar en áreas seguras.

Propósito: Proteger la información y otros activos asociados en áreas seguras contra daños e interferencias no autorizadas por parte del personal que trabaja en estas áreas.

Ilustración 9. 2. Campaña del sistema de gestión de la seguridad de la información. Fuente: YMEX 2023.

Tabla 9. 1 Formato de carga de trabajo de las líneas de YMEX del mes de octubre 2023. Fuente: YMEX 2023.

Modelo	Linea	PPH Prog	Promedio Diario OCT Rev1	Esquema		Ganchos por Turnos				Ganchos por hora				Ganch Req / Dia	Ganch Prog / Dia	Dif Ganch	Dif en Pzas
				Dias	Turnos	1er		3er		1er		3er					
						Normal	TE	TE	Normal	Normal	TE	TE	Normal				
				8.83	3.00	3.00	7.63	1.00	1.00	1.00	1.00						
MERCEDES	AXLE SUBFRAM	20	324	L-V	2T+TE	106	36		92	12	12		12	194	234	39	23
SENTRA	FR SUSP LA	25	396	L-S	2T	221			191	25			25	396	412	16	16
	FR SUSP LB	25	396	L-S	2T	221			191	25			25	396	412	16	16
	RR SUSP LA	25	393	L-S	2T	133			114	15			15	236	247	11	7
	RR SUSP LB	25	393	L-S	2T	133			114	15			15	236	247	11	7
	LINK LWR FR	96	788	L-S	2T	24			20	3			3	22	44	22	1
	LINK LWR RR	92	788	L-S	2T+TE	90	31		78	10	10		10	88	199	111	12
	LINK UPR LA	49	789	L-S	2T	12			10	1			1	22	22	0	0
	LINK UPR LB	49	789	L-S	2T	12			10	1			1	22	22	0	0
	STAY ASSY RR	100	788	L-S	2T	18			15	2			2	16	33	17	0
	PEDAL BRAKE	46	786	L-S	2T+TE	11	4		10	1	1		1	22	25	3	0
	TV LINK LA	70	293	L-S	1T	34				4				16	34	18	1
TV LINK LB	70	523	L-S	2T	34			30	4			4	29	64	35	2	
QX50	FR SUSP	10	154	L-V	2T	133			114	15			15	231	247	16	24
	RR SUSP	9	154	L-V	2T+TE	60	20		52	7	7		7	116	131	16	12
	LINK LWR FR	32	163	L-V	1T+TE	13	5			2	2			8	18	10	0
	LINK LWR RR	38	161	L-V	1T	37				4				18	37	19	2
	LINK COMPL UPR	32	321	L-V	1T+TE	13	5			2	2			15	18	3	0
	STAY ASSY RR	37	317	L-V	1T	8				1				8	8	0	0
VERSA / KICKS / MARCH	FR SUSP L02D MX	25	410	L-S	2T	221			191	25	25		25	410	412	2	2
	FR SUSP P02F MX	12	89	L-S	1T				92	12				89	92	3	3
	FR SUSP LA USA	20	173	L-S	1T	177				20				173	177	4	4
	FR SUSP LB USA	20	344	L-S	2T+TE	177	60		153	20			20	344	389	45	45
	RR BEAM P02F LA	24	364	L-S	2T	212			183	24			24	364	395	31	31
	RR BEAM L02D LB	24	377	L-S	2T	212			183	24			24	377	395	18	18
	RR BEAM L02D LC	18	252	L-S	2T	159			137	18			18	252	296	44	44
	TV LINK P02F LA	44	191	L-S	1T	22				2				11	22	11	1
	TV LINK L02D LB	58	491	L-S	2T+TE	28	10		25	3	3		3	27	63	35	2
TV LINK L02D LC	58	491	L-S	2T+TE	28	10		25	3	3		3	27	63	35	2	
KICKS	RR SUSP LC					0				0				0	0	0	0
	RR SUSP LD	16	268	L-V	2T+TE	141	48		122	16	16		16	268	311	43	43
	FR SUSP LC													0	0	0	0
	FR SUSP LD	18	270	L-V	2T	80			69	9			9	135	148	13	7
	TV LINK LA	72	524	L-V	2T	35			31	4			4	29	66	37	2
	TV LINK LB	72	276	L-V	1T	35				4				15	35	20	1
	SEAT SPRING	180	2,961	L-V	2T	13			11	2			2	25	25	0	0

Tabla 9. 2 Mapa de carga para ANDON del área de carga de PP2. Fuente: YMEX 2023.

Cantidad de carros	Nombre de la parte	Modelo	Voltaje	Pzas/ Marcos	Marcos/ Carros	Piezas/ Carros	Piezas colgadas	Pzas/ Gancho C	Gancho GPzas	Gancho C/Carro	Total Gancho/ Carro	Ganchos Acum	Minutos/ Carros	Total min / Carro	Mín Acum	Tiempo Silab
4	FRONT SUSP	SENTRA	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	24.00	1.16	4.66	4.66	4.66
3	FRONT SUSP USA	KICKS	3	3	2	6	18	1.00	1.00	6.00	18.00	42.00	1.16	3.49	8.15	3.49
4	RR BEAM	VERSA / KICKS / MARCH	3	4	2	8	32	1.00	1.00	8.00	32.00	74.00	1.55	6.21	14.36	6.21
3	PARTES CHICAS		3				0			6.00	18.00	92.00	1.16	3.49	17.85	3.49
2	RR BEAM	KICKS	3	4	2	8	16	1.00	1.00	8.00	16.00	108.00	1.55	3.10	20.95	3.10
2	FRONT SUSP	QX50	3	2	2	4	8	0.67	1.50	6.00	12.00	120.00	1.16	2.33	23.28	2.33
2	REAR SUSP	QX50	3	4	2	8	16	1.33	0.75	6.00	12.00	132.00	1.16	2.33	25.61	2.33
3	PARTES CHICAS		3				0			6.00	18.00	150.00	1.16	3.49	29.10	3.49
4	FRONT SUSP	SENTRA	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	174.00	1.16	4.66	33.76	4.66
3	RR SUSP	SENTRA	3	5	2	10	30	1.67	0.60	6.00	18.00	192.00	1.16	3.49	37.25	3.49
4	FRONT SUSP	VERSA	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	216.00	1.16	4.66	41.90	4.66
3	FRONT SUSP	KICKS	3	3	2	6	18	1.00	1.00	6.00	18.00	234.00	1.16	3.49	45.40	3.49
4	RR BEAM	VERSA / KICKS / MARCH	3	4	2	8	32	1.00	1.00	8.00	32.00	266.00	1.55	6.21	51.60	6.21
4	FRONT SUSP USA	KICKS	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	290.00	1.16	4.66	56.26	4.66
4	PARTES CHICAS		3				0			6.00	24.00	314.00	1.16	4.66	60.92	4.66
0	VACIO						0				35.00	349.00	6.79	6.79	67.71	6.79
12	AXLE SUB FRAME	MERCEDES BENZ	5	2.5	2	5	60	1.67	0.60	3.00	36.00	385.00	0.58	6.98	74.69	6.98
0	VACIO						0				35.00	420.00	6.79	6.79	81.48	6.79
4	PARTES CHICAS		3				0			6.00	24.00	444.00	1.16	4.66	86.14	4.66
5	FRONT SUSP	SENTRA	3	3	2	6	30	1.00	1.00	6.00	30.00	474.00	1.16	5.82	91.96	5.82
4	RR SUSP	SENTRA	3	5	2	10	40	1.67	0.60	6.00	24.00	498.00	1.16	4.66	96.61	4.66
4	FRONT SUSP	VERSA	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	522.00	1.16	4.66	101.27	4.66
3	FRONT SUSP	KICKS	3	3	2	6	18	1.00	1.00	6.00	18.00	540.00	1.16	3.49	104.76	3.49
4	FRONT SUSP USA	KICKS	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	564.00	1.16	4.66	109.42	4.66
3	RR BEAM	VERSA / KICKS / MARCH	3	4	2	8	24	1.00	1.00	8.00	24.00	588.00	1.55	4.66	114.07	4.66
4	PARTES CHICAS		3				0			6.00	24.00	612.00	1.16	4.66	118.73	4.66
2	RR BEAM	KICKS	3	4	2	8	16	1.00	1.00	8.00	16.00	628.00	1.55	3.10	121.83	3.10
3	FRONT SUSP	QX50	3	2	2	4	12	0.67	1.50	6.00	18.00	646.00	1.16	3.49	125.32	3.49
2	REAR SUSP	QX50	3	4	2	8	16	1.33	0.75	6.00	12.00	658.00	1.16	2.33	127.85	2.33
3	PARTES CHICAS		3				0			6.00	18.00	676.00	1.16	3.49	131.14	3.49
4	FRONT SUSP	SENTRA	3	3	2	6	24	1.00	1.00	6.00	24.00	700.00	1.16	4.66	135.90	4.66
3	RR SUSP	SENTRA	3	5	2	10	30	1.67	0.60	6.00	18.00	718.00	1.16	3.49	139.29	3.49
3	FRONT SUSP	KICKS	3	3	2	6	18	1.00	1.00	6.00	18.00	736.00	1.16	3.49	142.78	3.49
4	RR BEAM	VERSA / KICKS / MARCH	3	4	2	8	32	1.00	1.00	8.00	32.00	768.00	1.55	6.21	148.99	6.21
3	FRONT SUSP USA	KICKS	3	3	2	6	18	1.00	1.00	6.00	18.00	786.00	1.16	3.49	152.48	3.49
3	PARTES CHICAS		3				0			6.00	18.00	804.00	1.16	3.49	155.98	3.49

2.6

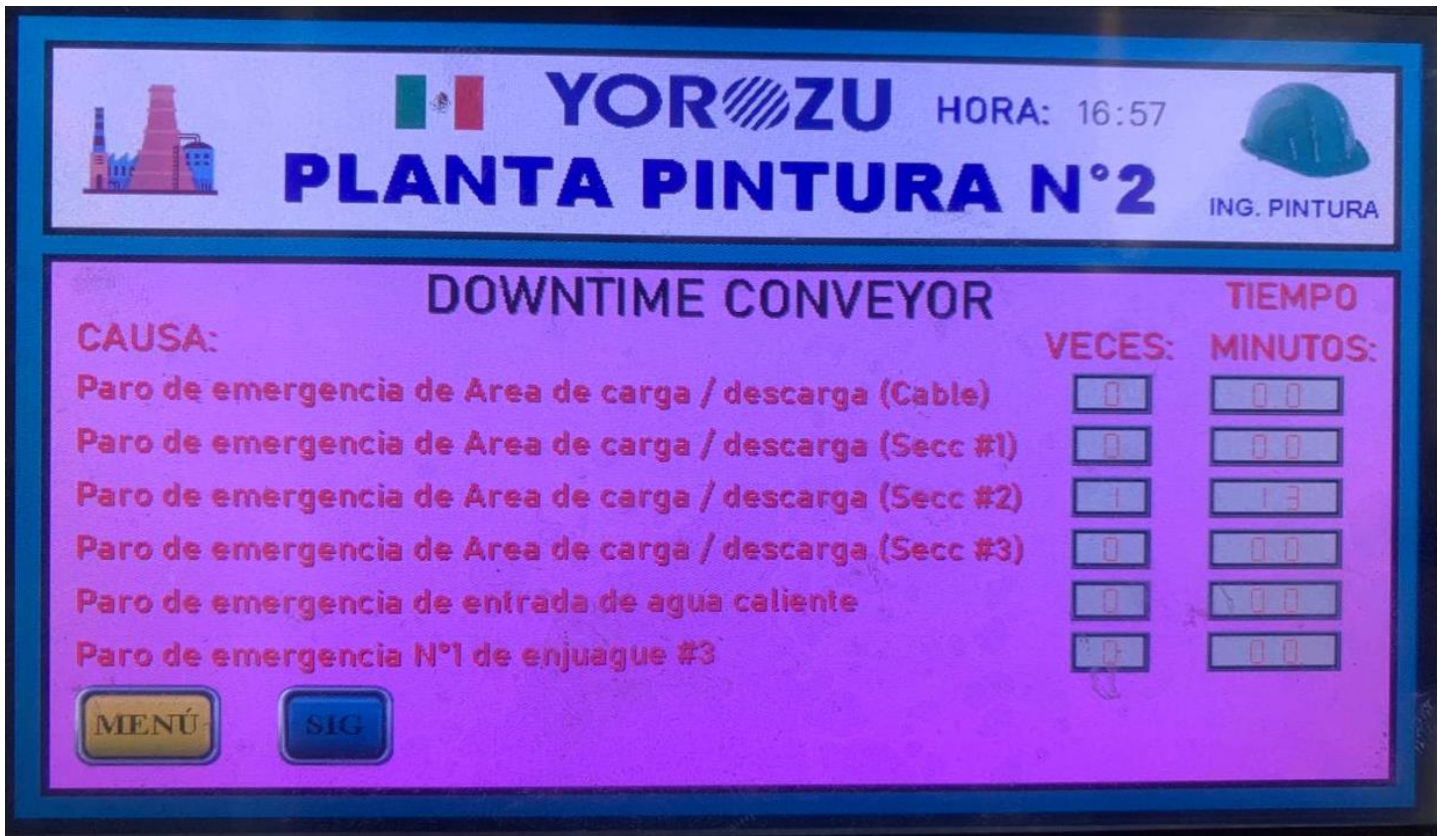


Ilustración 9. 3. Pantalla inicial de "DOWNTIME CONVEYOR" de PP2. Fuente: YMEX 2023.

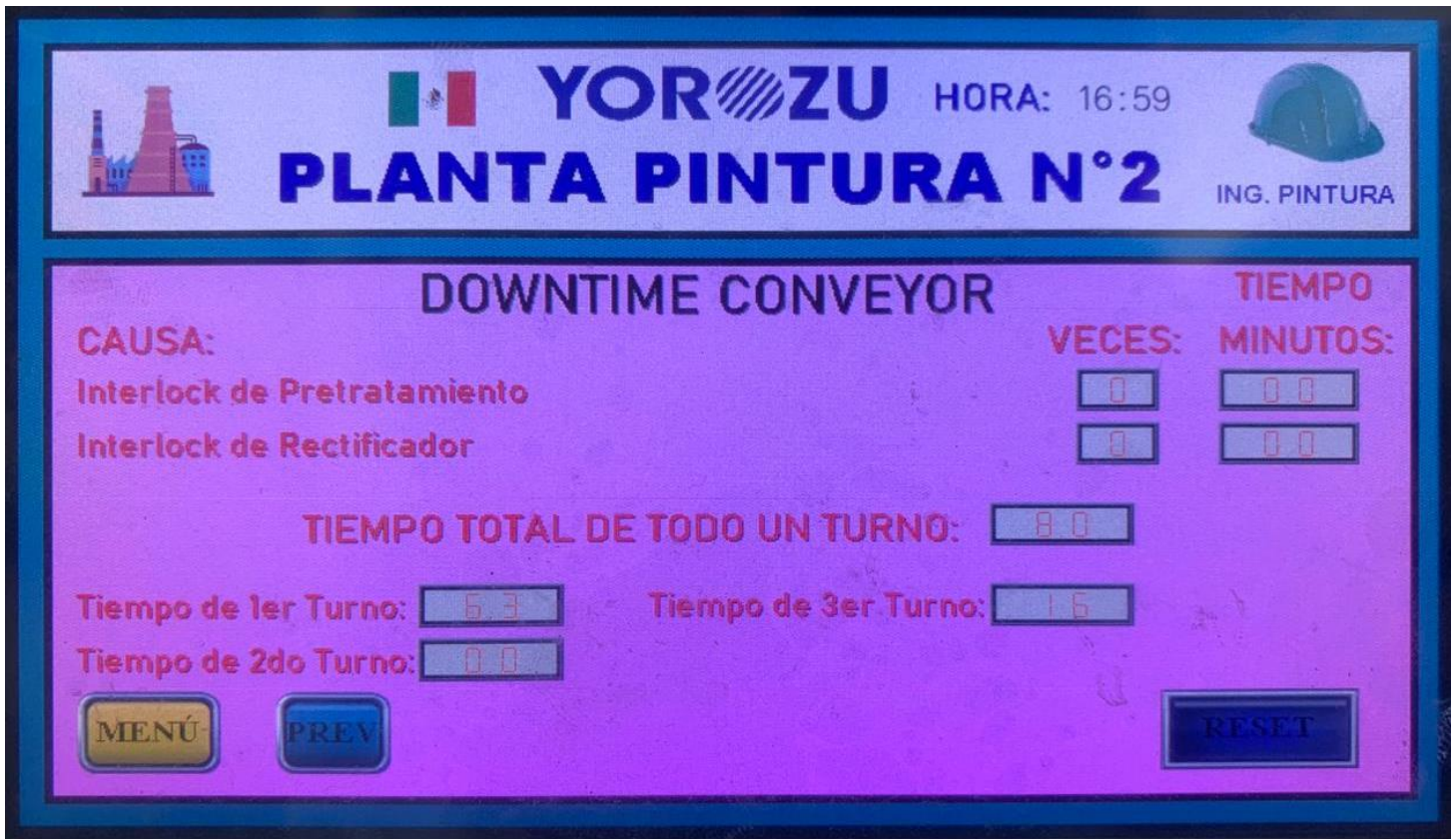


Ilustración 9. 4. Pantalla final de "DOWNTIME CONVEYOR" de PP2. Fuente: YMEX 2023.

Tabla 9. 3. Condiciones de paro de cadena en PP2. Fuente: Elaboración propia.

CONDICIONES DE PARO DE CADENA EN PP2							
SEÑAL	No.	Paros de emergencia de transportador.	SEÑAL	No.	Falla de equipos y detección de anomalías en el proceso.	SEÑAL	Interlocks de transportador.
X3	ES1, ES2, ES3	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Cable)	M91	ES5	Pokayoke de bandera voltaje	X27	Interlock de Horno
X40	ES1	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #1)	M92		Pokayoke de piezas grandes	X26	Interlock de Pretratamiento
X41	ES2	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #2)	M5052		Control de tiempo de colgado (cilindro)	X28	Interlock de Rectificador
X42	ES3	Paro de emergencia de Área de carga / descarga (Sección #3)	X1000		Pokayoke de gancho desplazado en gancho tipo "C"		
X43	ES4	Paro de emergencia de entrada de agua caliente	X1006		Confirmación de sujeción de gancho		
X45	ES6	Paro de emergencia N°1 de enjuague #3	X1161	ES9	Limit switch 1 detección de rodamientos en mal estado		
X46	ES7	Paro de emergencia N°1 de fosfato	X1162	ES11	Limit switch 2 detección de rodamientos en mal estado		
X47	ES8	Paro de emergencia N°1 de enjuague #7	M260	ES12	Pokayoke de bandera en rectificador		
X48	ES9	Paro de emergencia N°2 de enjuague #7	X4C	ES13	Contrapeso de driver A		
X49	ES10	Paro de emergencia de UF1	X1153		Alarma de sistema de visión		
X4A	ES11	Paro de emergencia de UF3	X1163	ES14	Limit switch 3 detección de rodamientos en mal estado		
X4B	ES12	Paro de emergencia de rectificador	X4D		Contrapeso de driver B		
X4E	ES15	Paro de emergencia de predeengrase	X29	N/A	Rectificador Anormal		
X4F	ES16	Paro de emergencia de enjuague #1	X25	N/A	Tensión de driver B demasiado grande		
X13	ES17	Paro de emergencia N°2 de enjuague #3	X24	N/A	Cadena de driver B demasiado corta		
X14	ES18	Paro de emergencia N°1 de acondicionador	X22	N/A	Tensión de driver A demasiado grande		
X15	ES19	Paro de emergencia N°2 de fosfato	X21	N/A	Cadena de driver A demasiado corta		
X16	ES20	Paro de emergencia N°1 de enjuague #5	X12	N/A	Sincronización anormal		
X17	ES21	Paro de emergencia N°1 de enjuague #6	X11	N/A	Sobre corriente de driver B		
X18	ES22	Paro de emergencia N°2 de enjuague #6	X10	N/A	Sobre corriente de driver A		
X19	ES23	Paro de emergencia N°2 de enjuague #5	X0F	N/A	Frecuencia anormal de variador de driver B		
X1A	ES24	Paro de emergencia N°1 de ED	X0E	N/A	Frecuencia anormal de variador de driver A		
X1B	ES25	Paro de emergencia N°2 de acondicionador					
X1C	ES26	Paro de emergencia N°2 de ED					
X1D	ES27	Paro de emergencia N°3 de ED					
X1E	ES28	Paro de emergencia de UF2					
X1F	ES29	Paro de emergencia de driver A					
X0D	ES30	Paro de emergencia de driver B y tablero principal de conveyor					
X36	ES31	Paro de emergencia de balaman 1					
X37	ES32	Paro de emergencia de balaman 2					
X1188	ES CURE OVEN	Paro de emergencia del horno de curado					



Ilustración 9. 5. Grafica de Target OEE vs. Real OEE 2023. Fuente: YMEX 2023.

San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 06 de diciembre de 2023.

Asunto: Liberación de Residencias Profesionales.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA
DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**


**Atn: JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN**

P R E S E N T E.

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que la C. **MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ GÓMEZ**, con número de control **A191050686**, alumna de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL MODALIDAD MIXTA**, ha concluido satisfactoriamente sus Residencias Profesionales en esta empresa, colaborando en el departamento de **Ingeniería Pintura**, en el periodo de **agosto de 2023 a diciembre de 2023**, en el proyecto: **"AUMENTO DE EFICIENCIA EN PINTURA"**, cubriendo un total de 500 horas.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo

ATENTAMENTE


L.R.I. Oscar Omar Salado Martínez
Especialista de Relaciones Laborales y Compensaciones



c.c.p. Expediente

Carr. Aguascalientes – Zacatecas Km. 18.8, San Francisco de los Romo, Aguascalientes.
C.P. 20300 Teléfono (449) 910-12-00