



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE LOS PROCESOS DEL CENTRO DE TRABAJO TANDAS PEQUEÑAS EN  
LA PLANTA RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES DE PINTUCO – RIONEGRO**

Autor:

**Johan Sebastián Caicedo Melo**

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia

2021



**ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE LOS PROCESOS DEL CENTRO DE TRABAJO TANDAS PEQUEÑAS EN LA  
PLANTA RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES DE PINTUCO –RIONEGRO**

**Johan Sebastián Caicedo Melo**

Informe de práctica presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Industrial**

**Asesor Interno:**

Ricardo Antonio Osorno Ospina

Ingeniero Industrial con formación avanzada en calidad, ambiental y seguridad y salud en el trabajo

**Asesor Externo:**

John Jairo Arteaga Toro

Ingeniero químico, Jefe de ingeniería de procesos en Pintuco - Rionegro

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia

2021

## Tabla de contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Objetivos .....</b>	<b>9</b>
1.1. Objetivo general.....	9
1.2. Objetivos específicos .....	9
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>9</b>
2.1. Pintuco .....	9
2.2. Pintura.....	10
2.3. Solventes.....	10
2.4. Resinas .....	11
2.5. Pigmentos .....	11
2.6. Aditivos .....	11
2.7. Proceso general de fabricación de pintura .....	11
2.8. Certificación de operarios: calidad autónoma.....	13
2.9. Productos manufactura ágil.....	13
2.10. Tandas Pequeñas .....	14
2.11. Ollas .....	14
2.12. Dispersadores (HSD) .....	14
2.13. Estudio de métodos .....	14
2.14. Estandarización de procesos.....	15
2.15. Lean Manufacturing.....	15
2.16. Gestión visual.....	16
2.17. Lección de un Punto (LUP) .....	16
2.18. Teoría de restricciones.....	16
2.19. Programación de producción de un centro de trabajo.....	17
2.20. Metodología Kaizen .....	17
2.21. SQL (Structured Query Language) .....	18
2.22. Visual Basic for Applications .....	18
<b>3. Metodología .....</b>	<b>18</b>
3.1. Definir .....	19
3.2. Medir.....	20
3.3. Analizar .....	20
3.4. Implementar .....	21
3.5. Controlar .....	23
3.6. Cronograma del proyecto .....	23
3.7. Definir .....	24
3.7.1. Revisión del estándar .....	24
3.8. Medir.....	24
3.8.1. Cálculo de indicadores iniciales.....	24
3.8.2. Estudio de métodos: Proceso de alistamiento para el envase .....	28
3.9. Analizar .....	29
3.9.1. Análisis de las problemáticas y sus causas principales.....	29
3.10. Implementar .....	31
3.10.1. Aplicación del nuevo modelo de trabajo .....	31

3.10.2.	Mejor aprovechamiento de la certificación Calidad Autónoma .....	33
3.10.3.	Mejora del proceso de envase .....	35
3.10.4.	Diseño y compra de ollas cónicas .....	35
3.10.5.	Inicio de la capacitación a los operarios en chequeos adicionales .....	36
3.10.6.	Lecciones de un Punto (LUP).....	37
3.10.7.	Creación de una herramienta mediante Gestión visual, para el control del estado de los productos .....	38
3.11.	Controlar .....	39
3.11.1.	Medición de la situación antes y después.....	39
<b>4.</b>	<b>Recomendaciones de mejora a futuro.....</b>	<b>40</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>41</b>
<b>6.</b>	<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexos</b> .....		<b>45</b>

### Lista de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL.....	24
ILUSTRACIÓN 2.	TIEMPO DE CICLO PROMEDIO POR MES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL.....	25
ILUSTRACIÓN 3.	PORCENTAJE DE LOTES PRODUCIDOS POR SEGMENTO DE NEGOCIO. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL. ....	25
ILUSTRACIÓN 4.	TIEMPOS PROMEDIO DE ESPERAS AL MES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL. .	26
ILUSTRACIÓN 5.	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE OPERARIOS CA EN LOS CHEQUEOS DE LA LÍNEA AUTOS. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: EXCEL, SQL.....	27
ILUSTRACIÓN 6.	TAMAÑO PROMEDIO DE LOTE AL MES (2019-2021), EN GALONES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: RSTUDIO. ....	28
ILUSTRACIÓN 7.	ANÁLISIS DEL TIEMPO INVERTIDO POR TIPO DE ACTIVIDAD. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: EXCEL.....	29
ILUSTRACIÓN 8.	NUEVO MODELO DE TRABAJO. PRESENTACIÓN CORPORATIVA, COORDINADOR DE PRODUCCIÓN PLANTA RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES. ....	32
ILUSTRACIÓN 9.	TIEMPOS PROMEDIO MENSUALES DE ESPERAS PARA CHEQUEO. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL. ....	33
ILUSTRACIÓN 10.	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS OPERARIOS CALIDAD AUTÓNOMA EN LOS CHEQUEOS TOTALES AL MES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: EXCEL, SQL.....	34
ILUSTRACIÓN 11.	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LOS OPERARIOS CALIDAD AUTÓNOMA EN LAS APROBACIONES TOTALES AL MES. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: EXCEL, SQL.....	34
ILUSTRACIÓN 12.	TIEMPOS PROMEDIO MENSUALES DE ESPERAS PARA ENVASAR. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL. ....	35
ILUSTRACIÓN 13.	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE OPERARIOS CA EN LOS CHEQUEOS DE LA LÍNEA AUTOS. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: EXCEL, SQL.....	36
ILUSTRACIÓN 14.	LECCIÓN DE UN PUNTO: LIMPIEZA DE LOS EQUIPOS ANTES DE ENVASAR. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL. ....	37
ILUSTRACIÓN 15.	HERRAMIENTA VISUAL DE GESTIÓN DEL ESTADO DE LOS PRODUCTOS. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL – VBA, SQL. ....	38
ILUSTRACIÓN 16.	TIEMPO DE CICLO HISTÓRICO. FUENTE: INGENIERÍA DE PROCESOS - PINTUCO.....	39

ILUSTRACIÓN 17. TIEMPOS PROMEDIO MENSUALES DE ESPERAS. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE: MICROSOFT EXCEL, SQL.....	40
ILUSTRACIÓN 18. DISEÑO DE OLLAS CÓNICAS. ELABORACIÓN PROPIA. SOFTWARE GOOGLE SKETCHUP.....	45

### **Lista de tablas**

TABLA 1. PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN DE PINTURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	13
---	----

## Resumen

Este trabajo presenta un proyecto de mejora en el centro de trabajo Tandas Pequeñas de la Planta Recubrimientos Industriales de Pintuco en su sede Rionegro, Antioquia. En este centro de trabajo se realizan lotes entre 5 y 205 galones, y se puede producir una variedad de más de 1000 SKU's para diversas industrias, entre ellas la automotriz, siendo este segmento de productos el de mayor participación y complejidad de procesos.

Primero se realizó un seguimiento constante del proceso, por medio de la observación, el análisis de indicadores y charlas con los operarios del proceso, logrando así identificar las oportunidades de mejora y los cuellos de botella presentes en el centro de trabajo.

Con las oportunidades de mejora identificadas, se realizaron propuestas de mejora con modelos de trabajo que ayudarían a mejorar la situación, siempre trabajando en conjunto entre coordinadores de distintas áreas para tener panoramas completos sobre las problemáticas a tratar.

Se inició un proceso de inducción a los operarios en chequeos complejos de la línea automotriz, se incrementó el personal en envase y se logró con esto reducir a la mitad el tiempo de espera para envasar. Se realizaron Lecciones de un Punto con el personal de envase, dando a conocer el procedimiento de limpieza de equipos y la importancia de la realización de dicho procedimiento.

Con la implementación del nuevo modelo de trabajo se logró que los operarios certificados en Calidad Autónoma participen activamente del análisis de laboratorio y la aprobación de calidad, además se logra iniciar al personal en un proceso de trabajo en equipo, reduciendo así el tiempo de ciclo y mejorando la continuidad de los productos.

Se realizó la creación de nuevos indicadores para el proceso, como el porcentaje de participación del personal del centro de trabajo en los chequeos/aprobaciones de productos, siendo esto una herramienta de gran utilidad para el seguimiento del centro de trabajo por parte de coordinadores y gerencia.

## Introducción

Las organizaciones se encuentran en constante evolución para adaptarse a las necesidades de sus clientes y del mercado, pues la demanda crece constantemente, así como la necesidad de expandir los portafolios de productos. Por esta razón, tienen la necesidad de implementar acciones de mejora que permitan incrementar la productividad y mejorar la calidad de sus productos.

Pintuco es una empresa con 75 años de historia, líder en la industria de pinturas desde Centro América hasta la región andina, con 27 millones de galones en ventas y 2.500 empleados, teniendo presencia en 13 países en total y con un portafolio amplio de productos para los distintos sectores (industrial, construcción, autos etc.) (Pintuco, s.f.). Entre las plantas de producción con las que Pintuco cuenta en Colombia, se encuentran las plantas de Rionegro – Antioquia, las cuales son: Planta de pintura Base Agua, Planta de pintura en polvo, Planta de recubrimientos industriales.

Este proyecto se realiza en la planta de Recubrimientos industriales, en el centro de trabajo Tandas Pequeñas, el cual está dedicado a la producción de lotes entre 5 y 205 galones de volumen y el cual produce más del 30% de las órdenes de trabajo totales de la planta. Este centro de trabajo atiende principalmente a clientes de la industria automotriz.

En la situación inicial se observó una necesidad urgente de mejora, pues los indicadores de procesos se encontraban por fuera de las metas, ya que se estaban generando tiempos muertos, esperas innecesarias, poco orden y en general un rendimiento insuficiente para cumplir con la alta demanda con la que cuenta este centro de trabajo.

Con el fin de cumplir con la demanda y satisfacer las necesidades de los clientes, se hace necesario ejecutar un proyecto de mejora en el centro de trabajo, enfocado en la disminución de los tiempos muertos, mejora de indicadores y el establecimiento de un modelo de trabajo entre los operarios, pues no se contaba con un orden ni asignación de trabajos a realizar.

Para el éxito del proyecto es necesario contar con el apoyo y el trabajo en conjunto entre coordinadores de distintas áreas (ingeniería de procesos, producción y mantenimiento), con el fin de tener un panorama completo de la situación y generar entre todos los integrantes las ideas y mejoras al centro de trabajo.

Con la realización de este proyecto, se logró la reducción de tiempos de ciclo, aumento de indicadores clave de rendimiento de operarios y un mejor flujo de los productos, sentando las bases para un proceso de mejoramiento a largo plazo que permita lograr la competitividad deseada.

## **1. Objetivos**

A continuación, se describen el objetivo general y objetivos específicos de este proyecto.

### **1.1. Objetivo general**

Estandarizar los procesos del centro de trabajo Tandas Pequeñas en la Planta Recubrimientos Industriales de Pintuco – Rionegro, para la mejora de estos, mediante la aplicación de herramientas y metodologías de ingeniería industrial, durante el semestre 2021-1.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de los procesos que se llevan a cabo en el centro de trabajo, calcular y analizar los indicadores del proceso.
- Identificar las oportunidades de mejora y los cuellos de botella mediante la observación constante del proceso y el análisis de indicadores.
- Elaboración de un plan que especifique las mejoras a implementar en los procesos, haciendo uso de herramientas de Lean Manufacturing, Estandarización de procesos, Gestión de métodos, análisis de datos, teoría de restricciones, etc.
- Medir los resultados obtenidos en el proceso de mejora.
- Socializar los cambios realizados y lograr un compromiso para mantenerlos en el tiempo.
- Entregar documentos del proceso estandarizado y mejorado.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Pintuco**

Compañía líder en la producción de pintura, con 75 años de historia y presencia en 11 países de América Latina, dedicada a la producción de recubrimientos, lacas, esmaltes y demás productos para diversos sectores, como lo son el segmento automotriz, industrial, señalización, construcción, hogar entre otros (Pintuco, s.f.).

Fundada el 13 de diciembre de 1945 por Germán Saldarriaga del Valle y Alberto Saldarriaga Duque en Medellín, se consolida en la actualidad como una de las marcas preferidas por los consumidores, con un contacto cercano con el mercado y un crecimiento superior al promedio de la industria (Pintuco, s.f.).

- **Misión**

Brindamos soluciones innovadoras, sostenibles y de alta calidad en las que nuestros consumidores confían para proteger y decorar sus espacios y bienes, generando valor a nuestros grupos de interés (Pintuco, s.f.).

- **Visión**

Somos una Compañía de pinturas, líder en Latinoamérica (top 5) reconocida por tener las marcas preferidas por los consumidores, una llegada al mercado cercana, un crecimiento superior al promedio de la industria y una generación de valor positiva para los inversionistas (Pintuco, s.f.).

- **Propósito superior**

Transformar y proteger con color (Pintuco, s.f.).

## **2.2. Pintura**

Los recubrimientos se presentan en estado líquido, pastoso o en polvo y aplicados en forma de recubrimiento superficial sobre cualquier tipo de superficie, se transforma mediante procesos fisicoquímicos o químicos en una película bien adherida, continua y duradera, cuya finalidad es proteger. La pintura se compone de una parte líquida o volátil (solventes y aditivos) y una parte sólida (pigmentos y resinas) (Pintuco, 2018).

## **2.3. Solventes**

Son fluidos volátiles capaces de dispersar o disolver otras sustancias. Actúa principalmente como modificador de la viscosidad, facilita la aplicación de la pintura y se evapora después con cierta

rapidez. Le aporta a la pintura ciertas propiedades como adherencia, brillo, continuidad, resistencia química etc. (Blanco, 1966, p. 34)

#### 2.4. Resinas

Son principalmente hidrocarburos, se encargan de la formación de una película sólida después del secado de la pintura (Blanco, 1966, p. 14).

#### 2.5. Pigmentos

La función de los pigmentos en la pintura es principalmente de tipo decorativo, además de darle una mejor estructura a la película, pues permiten una mejor estructura y la protegen de la radiación ultravioleta (Blanco, 1966, p. 14).

#### 2.6. Aditivos

Aquellos productos cuyo objetivo es proporcionar mejor apariencia, estabilidad y durabilidad a las pinturas. Algunos aditivos impiden la separación del pigmento y el vehículo, otros imparten propiedades antibacteriales o de protección contra la radiación ultravioleta (Blanco, 1966, p. 470).

#### 2.7. Proceso general de fabricación de pintura

Actividad	Definición
<b>Dispersión</b>	Proceso mediante el cual se separa los aglomerados de partículas de pigmentos y se mezclan con el medio líquido o vehículo, este proceso es realizado mediante un dispersador de alta velocidad (HSD). (Noguera, 2021).
<b>Molienda</b>	El producto se somete a un cizallamiento mecánico mediante un molino de perlas, este proceso se encarga de ajustar la finura de las partículas de pigmento suspendidas en el

	producto (Noguera, 2021).
<b>Dilución</b>	Proceso mediante el cual se completa la parte líquida o de resina que contiene la fórmula del producto, se transfiere la pasta de pintura y se añaden solventes y resinas según sea el caso, también se suelen añadir aditivos (Noguera, 2021).
<b>Chequeo</b>	Se chequean las propiedades del producto (molienda, acabado, color, conductividad etc.) según lo requiera la fórmula (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).
<b>Ajuste</b>	Después de finalizar un chequeo, el analista puede concluir que el producto requiere un ajuste, ya sea de viscosidad o densidad, así como tiempo de agitación o dispersión adicional, este ajuste se realiza con el fin de llevar el producto a las especificaciones de calidad del estándar (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).
<b>Tinturación</b>	Proceso en el cual se lleva al producto al tono de color exacto que debe tener, este proceso consta de aplicar la muestra y compararla con el estándar mediante un software. Se debe añadir entonces concentrado de color acorde a las necesidades de la pintura. Este proceso es realizado por un

	analista de calidad certificado en tinturación (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).
<b>Aprobación</b>	Es el chequeo final que se le realiza a los productos, en el cual el producto pasa a estar aprobado para envasar, es decir, que después de los ajustes ha llegado a las especificaciones de calidad del estándar. Es un proceso realizado por analistas de calidad o por operarios certificados (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).
<b>Envase</b>	Se filtra y envasa el producto en la presentación que se requiera (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).

**Tabla 1. Proceso general de fabricación de pintura. Elaboración propia.**

### **2.8. Certificación de operarios: calidad autónoma**

Los operarios certificados son capaces de realizar algunos de los chequeos de calidad de los productos y aprobar su envasado (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).

### **2.9. Productos manufactura ágil**

Se clasifican como productos Manufactura Ágil a aquellos que pueden ser realizados de manera sencilla por operarios Calidad Autónoma y que generalmente requieren ser envasados de manera inmediata una vez finalizado el proceso. Estos productos deben ser realizados por operarios certificados, pues así se asegura que se realicen los chequeos y ajustes de manera continua,

adicionalmente, los chequeos que se les debe realizar también son sencillos (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).

#### **2.10. Tandas Pequeñas**

Centro de trabajo dedicado a la fabricación de lotes de pintura que tienen un volumen entre 5 y 205 galones, producidos en equipos más pequeños, en ollas de acero (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).

#### **2.11. Ollas**

Recipientes de acero (inoxidable o normal) en las cuales se elaboran productos de Tandas Pequeñas y de otros centros de trabajo donde se realizan o inician productos de bajo volumen. Tienen forma cilíndrica y válvulas de salida en la parte inferior (Arteaga, J, Comunicación personal, 20 de Febrero de 2021).

#### **2.12. Dispersadores (HSD)**

Equipos que constan de un eje vertical que se desplaza arriba y abajo y que en su extremo inferior cuentan con un disco dentado. El motor mueve el disco haciendo que se genere una gran velocidad tangencial en el borde de este, a su vez, la forma del disco genera un vórtice que lleva la pintura hacia el disco generando una fuerza de cizallamiento que des aglomera las partículas de pigmento. (Mixers, s.f.)

#### **2.13. Estudio de métodos**

Herramienta o método mediante el cual se busca aumentar la productividad (producir más bienes con los recursos disponibles), buscando la mejor forma de realizar los procesos, reduciendo los costos y mejorando la seguridad (Niebel, 2009, p. 7).

Consta de un examen sistemático para evaluar y registrar la metodología actual llevada a cabo para la realización de una tarea o proceso, se empieza estudiando el proceso general para luego llegar a evaluar la operación (ir de lo general a lo particular). Se relaciona con la reducción del contenido

de trabajo de una operación, buscando así la reducción de tiempos improductivos. Este estudio se realiza en distintas etapas:

- Seleccionar el trabajo a estudiar
- Registrar el método actual
- Examinar críticamente el método actual
- Idear el método propuesto
- Implantar el nuevo método
- Mantener el nuevo método en el tiempo (Salazar, 2019).

#### **2.14. Estandarización de procesos**

Es el resultado final del estudio de métodos y tiempos, pues determinan la forma y el tiempo en el que se debería de realizar determinada tarea. Algunos de los objetivos de la implantación de estándares en los procesos son:

1. Minimizar el tiempo para la realización de una tarea.
2. Mejorar la calidad y confiabilidad de los productos.
3. Maximizar la seguridad de los empleados (Niebel, 2009, p.7).

#### **2.15. Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing (Producción ajustada) tiene como objetivo la eliminación de desperdicios o mudas, siendo estas aquellas actividades que no agregan valor al producto. Este proceso se realiza mediante la aplicación de diversas herramientas (5S, SMED, TPM, Poka Yoke, Kaizen, Heijunka etc.) principalmente creadas en Japón. Los pilares del Lean Manufacturing son:

1. Filosofía de mejora continua
2. Control total de la calidad
3. Eliminación de los desperdicios
4. Aprovechamiento de todo el potencial en cada eslabón de la cadena de valor

5. Participación de los operarios (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 2).

#### **2.16. Gestión visual**

Herramienta del Lean Manufacturing que permite facilitar la estandarización y la gestión de procesos mediante la simplificación de la información con formatos visuales. El objetivo principal de la utilización de esta herramienta es facilitar la toma de decisiones y la toma de acciones de manera rápida, con el fin de resolver anomalías en el proceso. La gestión visual se puede utilizar para comunicar y compartir cualquier tipo de información, por ejemplo:

- Lecciones de un punto
- Gestión de máquinas e instalaciones
- Indicadores del proceso (Ingrande, s.f.)

#### **2.17. Lección de un Punto (LUP)**

Es una herramienta de gestión visual utilizada para la transferencia de habilidades y de información de forma clara y precisa. La información transmitida por medio de las LUP debe ser sencilla y breve, pero debe igualmente ser revisada y aprobada. Se puede utilizar como herramienta para documentar casos de problemas u oportunidades de mejora (Salazar, 2019).

#### **2.18. Teoría de restricciones**

Es un proceso de mejoramiento basado en el pensamiento sistémico, permite encontrar un enfoque simple del proceso para finalmente incrementar las utilidades. Se trata de identificar las restricciones del proceso y trabajar en ellas para obtener un flujo de proceso óptimo. La metodología consta de 5 pasos:

1. Identificar la restricción del sistema.
2. Explotar la restricción del sistema.
3. Subordinar las actividades del sistema.
4. Elevar la restricción del sistema.

5. Volver a analizar el sistema.

Un proceso productivo es una serie de pasos conectados, por lo que cada uno de estos pasos depende del resultado del paso anterior. El resultado del proceso está limitado por las partes menos productivas del mismo, sus restricciones (Goldratt, 1993).

### **2.19. Programación de producción de un centro de trabajo**

Para programar y controlar una operación deben ejecutarse las funciones siguientes:

- Asignar pedidos, equipo y personal a centros de trabajo y otras ubicaciones especificadas. Básicamente, se trata de planeación de capacidad de corto plazo.
- Determinar la secuencia de realización de los pedidos (es decir, establecer las prioridades laborales).
- Iniciar el desempeño del trabajo programado. Es lo que normalmente se llama despachar los pedidos.

Los objetivos de la programación del centro de trabajo son

- 1) Cumplir los plazos.
- 2) Minimizar el tiempo de demora.
- 3) Minimizar tiempos o costos de preparación.
- 4) Minimizar el inventario de los trabajos sin terminar.
- 5) Maximizar el aprovechamiento de máquinas y trabajadores (Chase y Aquiliano, 2009).

### **2.20. Metodología Kaizen**

Kaizen, traducido como “Mejora continua”, es un importante pilar de la estrategia competitiva para las organizaciones. El objetivo es mejorar cada día en pequeñas proporciones, mejorando la calidad, la productividad y la gestión. Se fundamenta en cinco principios:

- Conoce al cliente: Crear valor para el cliente, identificar sus intereses.
- Déjalo fluir: Cero desperdicios.

- Ir al Gemba: Entender y observar el proceso, donde las cosas pasan.
- Empoderar a las personas: Fijar objetivos para todos en conjunto, proveer herramientas para que los logren.
- Ser transparente: El rendimiento y las mejoras deben ser tangibles y visibles (Kaizen Institute, s.f.).

### **2.21. SQL (Structured Query Language)**

En español Lenguaje de Consulta Estructurado, es un lenguaje de acceso a información almacenada en bases de datos relacionales (conformadas por filas y columnas) que permite realizar diversas operaciones en dichas bases de datos (selección, inserción, actualización y borrado de datos) (García, 2012).

### **2.22. Visual Basic for Applications**

Es un lenguaje de programación de macros incluido en las aplicaciones de Microsoft Office como Word, Excel, PowerPoint etc. Permite realizar tareas de automatización y cálculos, así como creación de funciones e interacción con el usuario mediante formularios o mensajes (Cruz, 2020).

## **3. Metodología**

Se tomó como base del proyecto la metodología del ciclo DMAIC (definir, medir, analizar, implementar y controlar). El proyecto realizado tuvo como base el trabajo en equipo entre los coordinadores de producción e ingeniería de procesos, con reuniones semanales donde se expresaban las situaciones observadas en la semana en el centro de trabajo, y se generaban lluvias de ideas que permitían mantener un ciclo de mejoramiento continuo (Kaizen) dentro del proyecto. Al planear las tareas pendientes, se podía entonces iniciar la siguiente semana a aplicar la mejora.

Para la identificación y tratamiento de los cuellos de botella, se utilizó como base la metodología de la Teoría de Restricciones, identificando los cuellos de botella en cada momento del proyecto, para tomar acciones frente a cada situación presentada (elevar las restricciones del sistema).

Las actividades realizadas en cada parte del proyecto se describen a continuación.

### **3.1. Definir**

- **Revisión bibliográfica:** Se comprendió la teoría básica de pintura, por medio de libros y textos propios de la organización, así como de asesorías con personas expertas en los procesos.
- **Conocer el proceso:** Se entablaron charlas con los operarios del proceso para entender la aplicación de la teoría en el proceso real, se realizó un seguimiento a productos en cada etapa para conocer algunas de las particularidades de los productos que se elaboran en el centro de trabajo, se conocieron los equipos donde se elaboran los productos y se hizo una caracterización de estos (capacidad real vs teórica) permitiendo tener un mejor panorama sobre la forma en la que se trabaja.
- **Revisión del estándar:** Con los estándares disponibles del centro de trabajo, se realizó un seguimiento, con el fin de evaluar su cumplimiento o la necesidad de tomar acciones para asegurar el cumplimiento. Estos estándares comprenden documentos y diagramas de cada fase del proceso, por lo que se hizo varios seguimientos y acompañamientos a los operarios del proceso.
- **Identificar oportunidades de mejora:** Con la observación constante, seguimiento a los productos y acompañamiento con los operarios, se pudieron identificar los principales cuellos de botella (restricciones), así como las esperas que los productos estaban teniendo en aquel momento.

### 3.2.Medir

- **Obtención de datos históricos:** Por medio del acceso a las bases de datos de la planta, se pudo conocer el histórico de todos los datos del centro de trabajo; el acceso a los datos se efectuó mediante macros de Excel y el lenguaje SQL, así como la utilización de Power BI.
- **Calcular los indicadores:** Se analizaron los datos para tener así indicadores de cada aspecto del proceso, se calcularon indicadores que se usan comúnmente para el seguimiento mensual y además se crearon nuevos indicadores que permitieron evaluar de mejor manera el rendimiento del proyecto. Todos los cálculos e indicadores se crearon en Excel.
- **Estudio de métodos:** Mediante la revisión de los estándares previamente realizada, se calcularon los tiempos de algunos recorridos realizados por los operarios (principalmente de envase), para identificar formas de reducirlos.

### 3.3.Analizar

- **Análisis cualitativo y cuantitativo de la información:** Con los indicadores calculados, fue necesario realizar análisis más profundos y explorar los datos para encontrar así más oportunidades de mejora, se realizaron comparaciones entre periodos de tiempo y se inició con el seguimiento constante de los indicadores, para esto fue necesario crear tableros de mando (Dashboards) que permiten visualizar mejor la información y hacer uso de software estadístico en algunos datos puntuales (R – Rstudio).
- **Identificación de las principales problemáticas y sus causas:** Con los indicadores y gráficos creados, se empezó a realizar análisis y comparaciones que permitieron encontrar ciertos puntos de mejora importantes para el centro de trabajo. Sin embargo, para la identificación a fondo de todas las oportunidades de mejora fue necesario tener un constante acercamiento hacia los operarios para conocer la situación real del proceso, así como estar constantemente en la planta observando los procesos y evaluando la continuidad de los

productos. También se entablaron conversaciones constantes con coordinadores de producción, mantenimiento e ingeniería de procesos con el fin de conocer diversos puntos de vista y generar así el plan de mejora correspondiente.

### 3.4.Implementar

- **Identificar herramientas, métodos y mejoras aplicables:** Desde el conocimiento como estudiante de ingeniería industrial, con el apoyo de los coordinadores y demás integrantes del equipo de mejora, se propuso la implementación de un nuevo modelo de trabajo, basado en el trabajo en equipo y el aprovechamiento de la certificación Calidad Autónoma de los operarios de Tandas Pequeñas. Así mismo según se iban descubriendo nuevas oportunidades de mejora, se buscaba la metodología o herramienta de ingeniería disponible para darle solución.
- **Aplicación de mejoras al proceso:** Con la ayuda del coordinador de producción de la planta, se realizaron reuniones con todos los operarios para darles a conocer el nuevo modelo de funcionamiento, así como todas las modificaciones que se estaban realizando en el proceso, de tal forma que se incluyó a los operarios como integrantes activos del proceso de implementación de las mejoras. Se evaluaron constantemente las ideas que iban surgiendo dentro del equipo de personas involucradas en el proyecto, para entonces aplicarlas al proceso y evaluar su efectividad de mejora.
- **Retroalimentación a los operarios:** Se inició con un proceso de retroalimentación mensual a los operarios del centro de trabajo, reuniones en las cuales se da a conocer los resultados del mes anterior y los objetivos planteados para el mes en curso. En estas reuniones los operarios plantearon ideas y dieron a conocer su punto de vista sobre el nuevo modelo de trabajo, permitiendo entonces realizar mejoras al mismo.

- **Lecciones de Un Punto:** Por medio de reuniones con el personal de envasado, se les dio a conocer la importancia de realizar la correcta limpieza de los equipos después de extraer la olla para envasar. Las LUP se imprimieron y ubicaron en ciertos puntos de la planta.
- **Inicio de la capacitación a los operarios en chequeos adicionales:** Ya que la certificación Calidad Autónoma no contempla la totalidad de chequeos necesarios para los productos, se decidió empezar con la capacitación de ciertos operarios en dichos chequeos, específicamente en los de la línea de productos automotriz, pues es el segmento de mayor participación en órdenes de producción en el centro de trabajo y en el cual se concentran los chequeos de mayor complejidad. Esta capacitación se realizó por medio del analista de calidad encargado del sector automotriz.
- **Creación de una herramienta de Gestión visual para observar el estado actual de los productos en planta:** Se entiende como estado, la etapa del producto en la que se encuentra el producto, este puede ser Dispersión, Para Chequeo, Chequeando, Para Ajuste, Ajustando, Para Envase, Envasando. El estado de los productos se puede observar en diversas pantallas ubicadas en la planta, pero la información tiende a ser poco clara y visual. Por medio del lenguaje de programación Visual Basic for Applications, en combinación con SQL, se creó un formulario de Excel que se conecta con las bases de datos y muestra la información de las pantallas de manera visual, por medio de alertas de colores. La retroalimentación sobre la herramienta la dieron los coordinadores y el programador de producción, personas que estarían utilizando la herramienta para controlar los productos en proceso.

### 3.5. Controlar

- **Hacer seguimiento al proceso mejorado:** realizado por medio de los indicadores previamente calculados y la observación constante del proceso, charlas con operarios y reuniones semanales entre coordinadores e ingeniería de procesos, así como reuniones mensuales con los operarios para recibir la retroalimentación.
- **Medir la situación inicial vs la final:** Se comparan los indicadores previos a la aplicación del modelo de trabajo y los indicadores mejorados, y se evalúa la continuidad de los productos mediante la observación en planta y seguimiento mediante las bases de datos.
- **Mejora continua (Kaizen):** Las reuniones entre coordinadores e ingeniería de procesos se inician como una forma de aplicar una metodología de mejoramiento continuo, se plantearon como momentos para expresar ideas y oportunidades de mejora que permitan avanzar en el proyecto en equipo y de manera constante. Así mismo las reuniones mensuales con operarios, en las cuales se realizan las mismas actividades de retroalimentación. Mediante estas reuniones se buscaba identificar las nuevas restricciones del proceso una vez se aplicaban las mejoras, generando así un camino a seguir en el proyecto, además de fijar entre todos los integrantes los objetivos para el siguiente mes.

### 3.6. Cronograma del proyecto

Se presentan en la **Ilustración 1** las actividades anteriormente mencionadas en los rangos de tiempo que se realizaron.

Fase	Actividad	Semana																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Definir	Estudiar teoría de pintura	■	■	■	■																				
	Conocer el proceso a intervenir			■	■	■	■																		
	Identificar Oportunidades de mejora			■	■	■	■	■	■																
Medir	Obtención de datos históricos							■	■																
	Calcular los indicadores actuales								■	■															
Analizar	Análisis cualitativo y cuantitativo de la información obtenida									■	■														
	Identificación de principales problemáticas y sus causas										■	■													
Implementar	Identificar posibles herramientas, métodos y mejoras aplicables										■	■	■												
	Aplicación de mejoras al proceso														■	■	■	■	■						
Controlar	Hacer seguimiento al proceso mejorado																			■	■	■			
	Medir situación inicial vs final																					■	■	■	
	Presentación del proyecto																								■

Ilustración 1. Cronograma de actividades. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel.

## Resultados y análisis

### 3.7. Definir

#### 3.7.1. Revisión del estándar

Mediante la revisión del estándar se identificó que el proceso cumplía en su mayoría con lo definido, sin embargo, algunos operarios realizaban los procesos como ellos consideraban correctos, por lo que el orden de algunas actividades podía variar entre operarios.

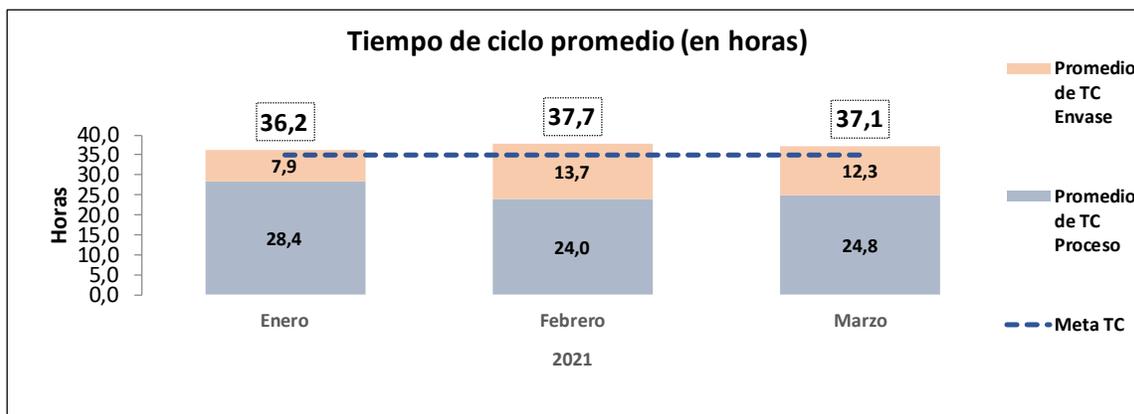
### 3.8. Medir

#### 3.8.1. Cálculo de indicadores iniciales

El acceso a las bases de datos fue posible desde el mes de marzo, por lo que se calcularon algunos indicadores del proceso en aquel momento para evaluar el punto de partida, para saber los indicadores con los que se trabajaba en aquel momento se contó con el apoyo del coordinador de producción de la planta. A partir de los datos se crearon adicionalmente nuevos indicadores para controlar los procesos del centro de trabajo.

- **Tiempo de ciclo**

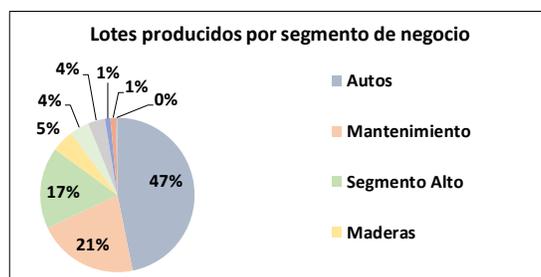
La meta del tiempo de ciclo para el año 2021 es de 35 horas, por lo que en los primeros meses del año no se estaba cumpliendo con la meta como se puede observar en la **Ilustración 2**.



**Ilustración 2. Tiempo de ciclo promedio por mes. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel, SQL.**

- **Lotes producidos por segmento de negocio**

La **Ilustración 3** muestra que, del total de órdenes de trabajo producidas en el centro de trabajo, el 47% pertenecen al segmento automotriz.

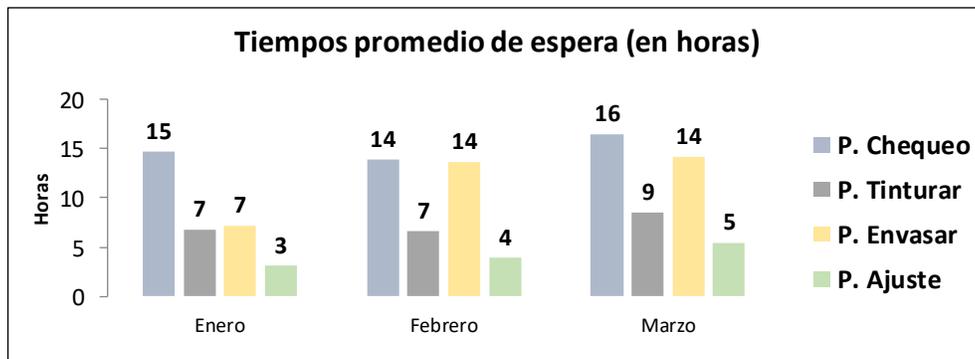


**Ilustración 3. Porcentaje de lotes producidos por segmento de negocio. Elaboración propia. Software:**

**Microsoft Excel, SQL.**

- **Tiempos promedio de espera**

En la **Ilustración 4** se muestran los tiempos de esperas del producto, correspondientes a las esperas Para chequeo, Para tinturar, Para ajustar, Para envasar. La restricción principal del sistema es el tiempo de espera para chequeo, seguido del tiempo de espera para envasar.

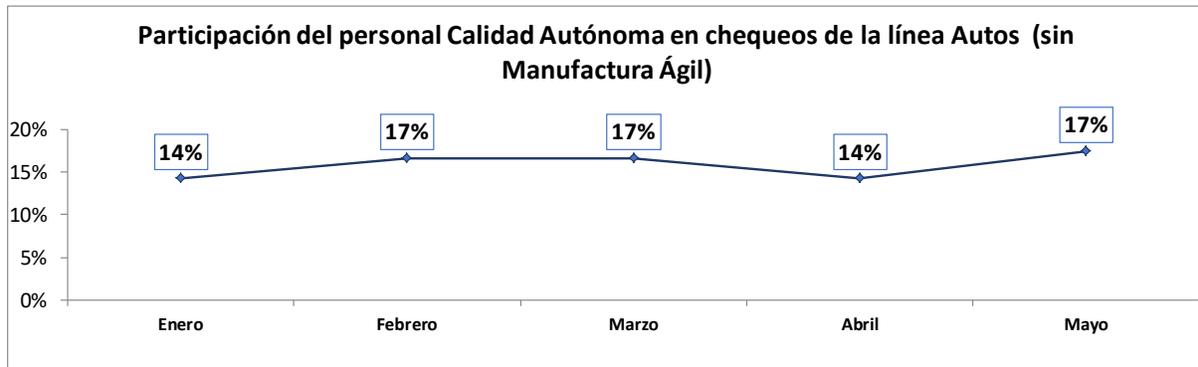


**Ilustración 4. Tiempos promedio de esperas al mes. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel, SQL.**

- **Participación de operarios Calidad Autónoma en chequeos línea autos (Sin manufactura ágil)**

Un indicador importante es la participación de los operarios calidad autónoma en los chequeos de la línea automotriz (sin incluir productos manufactura ágil, pues estos son fáciles de hacer y de chequeos sencillos), recordando que los productos de la línea automotriz representan la mayoría de los lotes producidos en el centro de trabajo, y aquellos que no son manufactura ágil requieren de chequeos complejos realizados principalmente por analistas de calidad. Este indicador no era utilizado en el centro de trabajo, sino que se creó a partir de los datos obtenidos y se calculó con los chequeos que realizaron operarios calidad autónoma de Tandas Pequeñas dividido entre el total de chequeos realizados en el mes (que incluyen chequeos realizados por analistas del laboratorio). Esto dio como

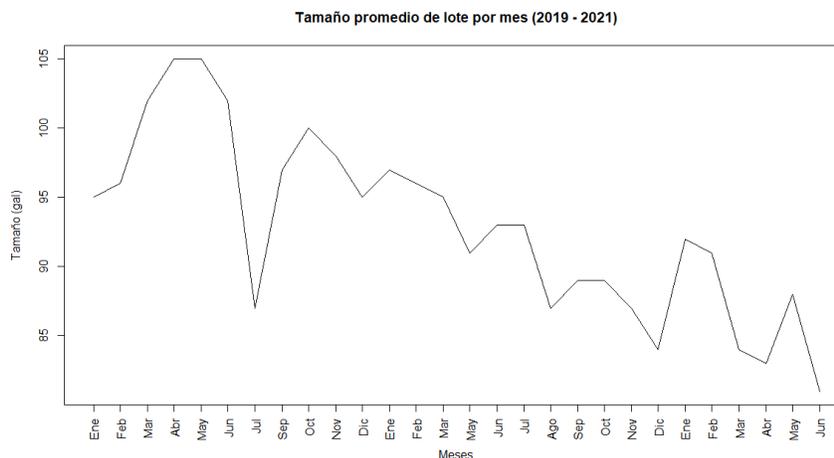
resultado un panorama acerca de la necesidad de capacitar a los operarios en chequeos adicionales de la línea automotriz. El indicador mensual se muestra en la **Ilustración 5**.



**Ilustración 5. Participación porcentual de operarios CA en los chequeos de la línea autos. Elaboración propia. Software: Excel, SQL.**

- **Reducción del tamaño promedio de lote**

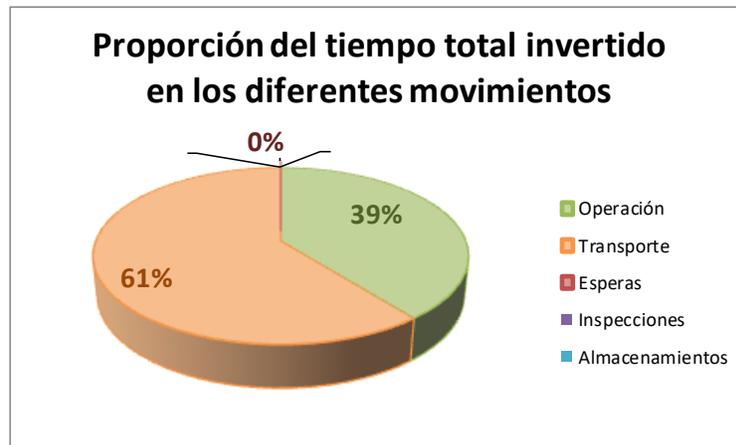
Existe una situación actual en la que se evidencia un decrecimiento en el tamaño promedio de lote mensual desde el año 2019 hasta 2021, como se observa en la **Ilustración 6**. Esto se debe al aumento en la demanda de lotes pequeños (menos de 50 galones), es decir, cada vez se producen más lotes pequeños en el centro de trabajo, este análisis permite entonces tomar acción para mejorar algunos aspectos relacionados con la fabricación de estos lotes pequeños, por ejemplo, la poca disponibilidad de ollas para la fabricación de productos de bajo volumen. El análisis se realizó eliminando dos meses con datos atípicos.



**Ilustración 6. Tamaño promedio de lote al mes (2019-2021), en galones. Elaboración propia. Software: RStudio.**

### **3.8.2. Estudio de métodos: Proceso de alistamiento para el envase**

Proceso que se realiza previo al envasado, incluye retirar la olla del equipo y alistar todos los materiales necesarios para el envase. Se observa en la **Ilustración 7** que el proceso es principalmente realizado con desplazamientos en la planta, algunos de ellos se podrían eliminar con la reubicación de los insumos necesarios, sin embargo, como se mencionó anteriormente, la ubicación de los insumos se tiene de esa manera dada la problemática de despilfarro de materiales que se evidenciaba anteriormente; ubicando estos insumos en el panel de envase se tiene un control acerca de la cantidad que están retirando, pero se deben hacer largos recorridos. Durante la realización del proyecto, no fue posible la ejecución de esta reubicación.



**Ilustración 7. Análisis del tiempo invertido por tipo de actividad. Elaboración propia. Software: Excel.**

### 3.9. Analizar

#### 3.9.1. Análisis de las problemáticas y sus causas principales

Mediante la observación, acercamiento con los operarios, análisis de datos e indicadores, se pudo obtener como resultado los siguientes hallazgos en el centro de trabajo:

- Los tiempos de espera más grandes se encontraban en las esperas para chequeo. Este tiempo es aquel que el producto pasa en la mesa del laboratorio, y finaliza cuando el analista de calidad empieza a realizar los chequeos correspondientes. Al depender de los analistas de calidad, y teniendo en cuenta que la demanda de chequeos es muy alta en la planta para tan pocos analistas, se generaban grandes colas de productos que impedían la continuidad de estos. Esta parte de proceso se identificó como la restricción del sistema en aquel momento.
- Trabajo altamente individual y sin un modelo de trabajo definido, hacía que los productos no tuvieran continuidad; se podía observar como los productos iniciados por algún operario se quedaban en espera hasta que el mismo operario que lo inició lo volvía a retomar.

- Equipos sucios con pintura seca que ocasionaban demoras al iniciar procesos, pues el operario debía limpiar el equipo antes de usarlo y algunas pinturas se adhieren fuertemente a la superficie, haciendo que el proceso de limpieza demore hasta una hora y retrasando así el inicio de los procesos. Esta situación se presenta principalmente cuando los operarios de envase retiran la olla de pintura del equipo para envasar, pero no realizan la limpieza del equipo.
- Esperas para envasar, pues el personal de envase estaba asignado para toda la planta y no para centros de trabajo específicos, haciendo que, si los operarios estaban envasando productos desde un diluidor (los cuales pueden contener miles de galones), los productos listos para envasar de Tandas Pequeñas se quedaban esperando a que los operarios de envase terminaran sus otras asignaciones.
- Se observó que, al elaborar productos de pocos galones, estos eran procesados en recipientes de manera inadecuada, pues la disponibilidad de ollas pequeñas es limitada y las que existen no permiten dispersar cantidades muy pequeñas (como 5 galones), además, algunos productos requieren empezar en etapas de pocos galones e ir aumentando el volumen gradualmente en el proceso, haciendo que los operarios deban trasvasar el producto varias veces en el proceso generando tiempos muertos.
- Demoras para chequeos en productos de la línea automotriz, principalmente causadas por la falta de capacitación de los operarios en estos chequeos, los cuales son complejos y requerían de un analista específico.
- Mediante el acompañamiento a los operarios y la realización de estudios de métodos, se identificaron largos recorridos del personal de envasado, pues los implementos requeridos para el envase de las ollas (filtros, cabuya etc.) se encuentran muy lejos del puesto de trabajo. Este almacenamiento lejos del puesto de trabajo se implementó como una medida

para evitar el despilfarro de materiales, pues al estar ubicados en el panel de envase, se dosifican de manera controlada.

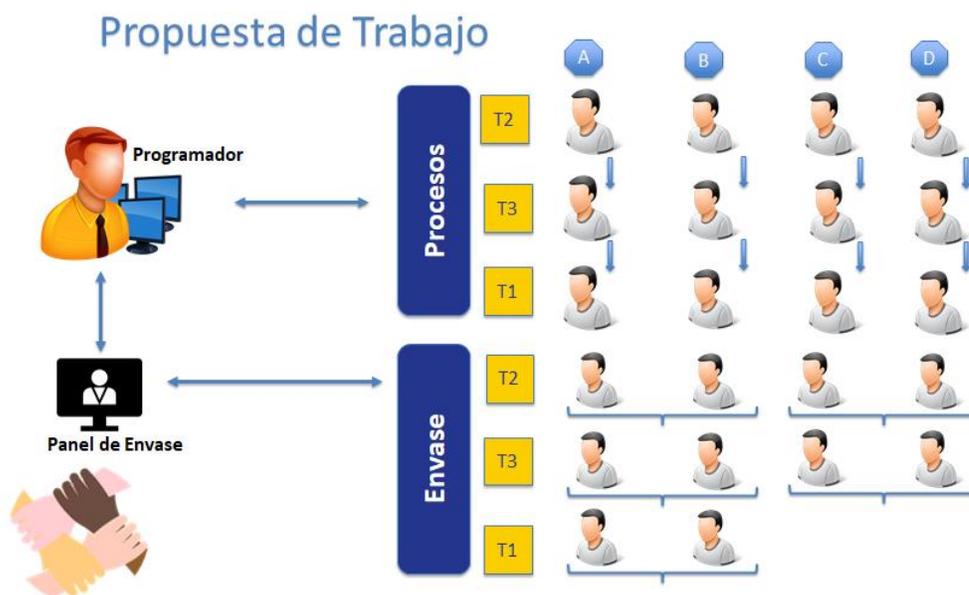
- Los operarios decidían cuál producto iniciar a producir, pues las fórmulas de trabajo eran dejadas en la mesa del centro de trabajo sin asignar una persona para fabricarlo, esto hacía que algunos productos más complejos se quedaran sin fabricar durante más tiempo. No se estaba prestando especial atención a esta tarea desde la programación de la producción.
- Los equipos se manejan de forma manual, por lo que los tiempos de procesamiento pueden no ser exactos con respecto a la fórmula de trabajo, esto dada la falta de un temporizador en las máquinas que interrumpa el proceso una vez finalizado el tiempo ya sea de dispersión o dilución.
- Los coordinadores y el programador no contaban con una herramienta visual para la visualización y control de cada producto que se encontraba en proceso, pues el método para visualizar los productos consta de una base de datos la cual es muy densa en información y no cuenta con alertas adecuadas a la necesidad.

### **3.10. Implementar**

#### ***3.10.1. Aplicación del nuevo modelo de trabajo***

Se planteó un nuevo modelo de trabajo que tenía como objetivo eliminar la espera para chequeos y mejorar la continuidad de los productos en el centro de trabajo. Se planteó una metodología en la cual se hiciera un completo aprovechamiento de la certificación Calidad Autónoma, pues los operarios certificados serían responsables de iniciar, chequear, ajustar y aprobar los productos que realicen. Adicionalmente se trabajaría en equipos, de tal forma que un operario que inicia un producto y no lo alcanza a terminar, debía hacer un relevo con el siguiente operario de su equipo al siguiente turno. Así mismo, se identificó la necesidad de hacer parte del equipo a los operarios de envase, de tal forma que se tendría personal dedicado a envasar los productos del centro de trabajo.

El nuevo modelo consta de un trabajo en cuatro equipos (A, B, C Y D) de 3 integrantes cada uno, un integrante por turno de trabajo, como se muestra en la **Ilustración 8**.

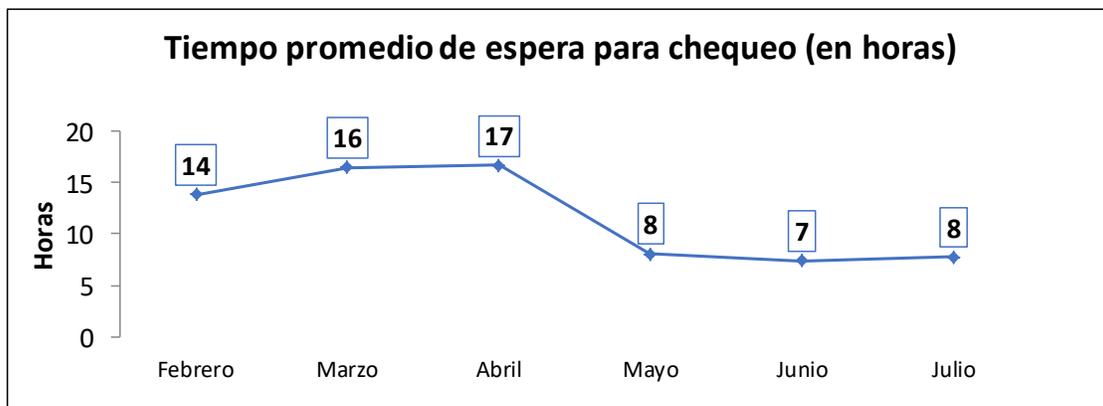


**Ilustración 8. Nuevo modelo de trabajo. Presentación corporativa, coordinador de producción Planta Recubrimientos Industriales.**

Se logró con este modelo mejorar la continuidad de los productos, pues se empezaron a entregar productos en proceso entre los miembros de un equipo, haciendo que el proceso no se interrumpa ni tenga tantos tiempos muertos.

Principalmente, se quería atacar la restricción del tiempo de espera para chequeo (tiempo entre la finalización de una etapa del proceso y el inicio del chequeo de calidad por parte del analista u operario), tiempo que se redujo en más de un 50%, como se muestra en la **Ilustración 9**. Esto gracias a que el modelo requiere que los operarios certificados con Calidad Autónoma realicen los chequeos de los productos que están realizando, esto siempre que el chequeo se pueda realizar, pues la certificación con la que cuentan no contempla conocimientos acerca de la totalidad de chequeos requeridos en los

productos (esta problemática se observa con claridad en el segmento autos); para esta problemática fue necesario generar una iniciativa de capacitación, de la que se tratará más adelante en este texto.



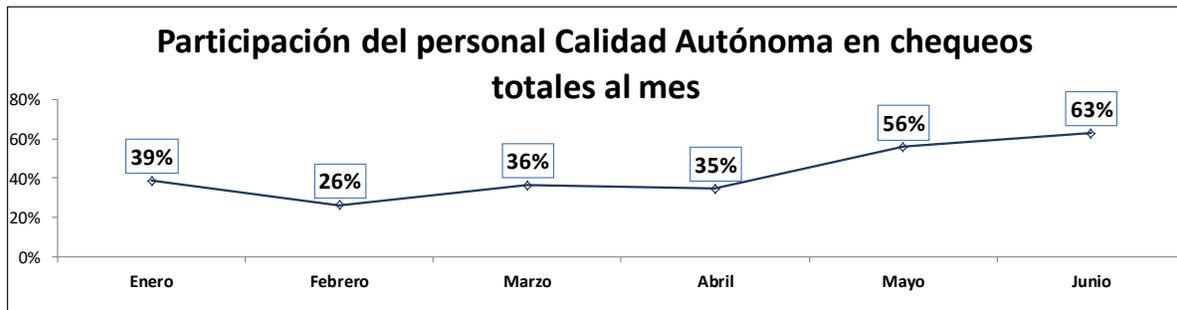
**Ilustración 9. Tiempos promedio mensuales de esperas para chequeo. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel, SQL.**

Así mismo, se implementó un sistema de entrega de turnos por medio de un formulario simple y carpetas por equipos. Cada equipo (A, B, C Y D) tiene una carpeta en el tablero del centro de trabajo, en la cual el programador de producción entrega las fórmulas de productos a fabricar y en la cual los operarios deben registrar el estado de cada producto al finalizar turno. Al ser una persona quien entrega las fórmulas a cada equipo, es posible repartir las cargas de trabajo y las prioridades de producción de mejor manera.

### ***3.10.2. Mejor aprovechamiento de la certificación Calidad Autónoma***

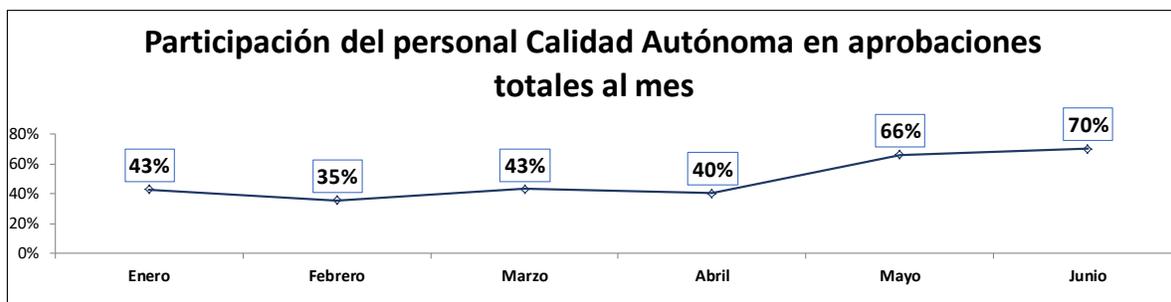
El nuevo modelo requiere que los operarios Calidad Autónoma realicen chequeos de sus productos. En los anteriores meses se observó que la participación de los operarios en el laboratorio no era significativa, pues las muestras de productos se quedaban en la mesa del laboratorio a la espera de que los analistas de calidad empezaran a realizar los chequeos. En el nuevo modelo, de la cantidad total de chequeos realizados en un mes, aproximadamente el 70% son realizados por operarios certificados de Tandas Pequeñas, mientras que anteriormente esa participación era del 40%, como se puede

observar en la **Ilustración 10**. Esto genera que los productos sean chequeados y aprobados con mayor agilidad, reduciendo tiempos muertos en el proceso.



**Ilustración 10.** Participación porcentual de los operarios calidad autónoma en los chequeos totales al mes. Elaboración propia. Software: Excel, SQL.

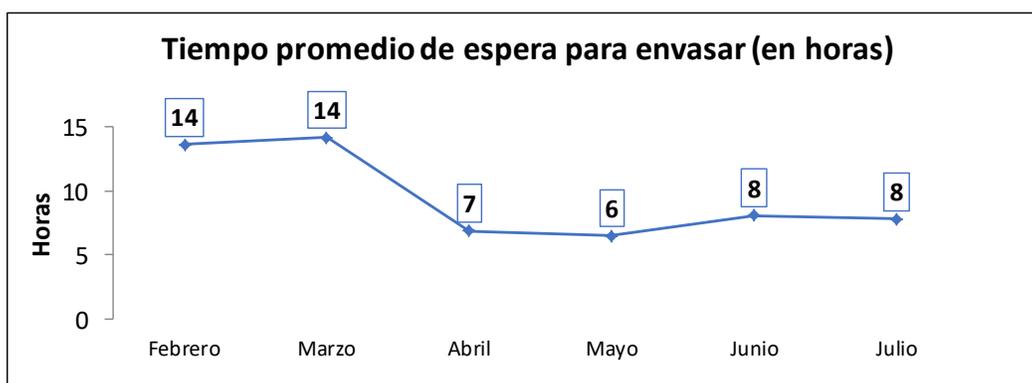
Así mismo pasa con la cantidad de aprobaciones totales de productos del mes, donde en el nuevo modelo el 63% de las aprobaciones las realizan operarios certificados, cuando realizaban cerca del 35% en los anteriores meses, como se observa en la **Ilustración 11**.



**Ilustración 11.** Participación porcentual de los operarios calidad autónoma en las aprobaciones totales al mes. Elaboración propia. Software: Excel, SQL.

### 3.10.3. Mejora del proceso de envase

Se incluyó al personal de envasado como parte del equipo de Tandas Pequeñas, adicionalmente se incrementó el número de operarios disponibles para el envasado de este centro de trabajo. Con la ayuda del panel de control de envase se realizó una priorización de los productos de Tandas Pequeñas, esto tuvo como resultado una disminución de entre el 43% y el 58% en el tiempo de espera para envasar (tiempo transcurrido desde la aprobación de calidad en el laboratorio y el inicio del proceso de envase), estos tiempos se pueden ver en la **Ilustración 12**.



**Ilustración 12. Tiempos promedio mensuales de esperas para envasar. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel, SQL.**

Estos resultados se deben a la priorización de los productos de Tandas Pequeñas en el proceso de envase y a la asignación de personal de envase al centro de trabajo, haciendo que los tiempos de espera sean mucho más bajos.

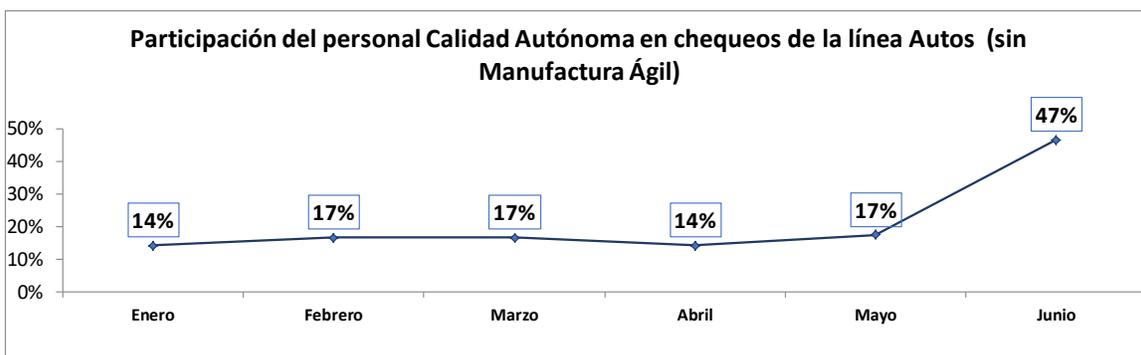
### 3.10.4. Diseño y compra de ollas cónicas

A partir de la necesidad de producir lotes pequeños de productos en una olla adecuada, se adecuó un diseño ya elaborado de ollas cónicas y finalmente se adquirieron inicialmente 3 ollas de baja capacidad, estas ollas permiten cumplir con la geometría de dispersión y realizar productos que tienen varias etapas en una sola olla (se inicia en las primeras etapas con muy poco volumen y este se va

incrementando en cada etapa gradualmente). El diseño de la olla se encuentra en el **Anexo 1**. Al acompañar a los operarios en la fabricación de productos en esta olla, se observó una buena geometría de dispersión y el cumplimiento del objetivo con el que se adquirió, pues facilita el proceso de los productos de varias etapas, evitando trasvasar el producto varias veces.

### 3.10.5. Inicio de la capacitación a los operarios en chequeos adicionales

Se inició con la capacitación en chequeos de la línea automotriz, inicialmente con un solo operario que estuvo durante el mes de junio en entrenamiento junto con el analista del segmento autos. Este entrenamiento tuvo como resultado un incremento importante en el porcentaje de participación en los chequeos de la línea automotriz en productos que no son manufactura ágil, recordando que la clasificación Manufactura Ágil pertenece a aquellos productos fáciles de hacer y de proceso rápido. La participación en los chequeos para productos que no pertenecen a esta clasificación en el modelo de funcionamiento anterior era bastante baja, pues se trata de chequeos más complejos, por lo que los productos de segmento autos tenían tiempos de espera más altos. El indicador se muestra en la **Ilustración 13**, donde se observa un incremento en la participación en chequeos desde el 17% en el mes de mayo hasta el 47% en el mes de junio, dada la capacitación del operario mencionado, reduciendo los tiempos de espera de chequeo en este segmento clave para el centro de trabajo.



**Ilustración 13.** Participación porcentual de operarios CA en los chequeos de la línea autos. Elaboración propia. Software: Excel, SQL.

### 3.10.6. Lecciones de un Punto (LUP)

Con el fin de transmitir conocimientos puntuales acerca de los procedimientos correctos al momento de envasar un producto, se realizaron LUP, que consta de una ficha gráfica informativa y una reunión con los operarios de envase donde se explica las razones y los procedimientos a realizar. Se elaboraron LUP acerca del procedimiento de limpieza de equipos después de envasar (dispersadores y diluidores), pues al secarse la pintura impedía que se pudiese utilizar el equipo en el siguiente proceso. El formato de la ficha gráfica se presenta en la **Ilustración 14**.

Pintuco		LECCION DE UN PUNTO - LUP			LEAN	
El Color de la Calidad					MEJORA CONTINUA	
TEMA:	<b>Limpieza de los equipos antes de envasar</b>			LUP #	FECHA ELABORACIÓN	
SECCIÓN:	<b>Tandas pequeñas PRI</b>			1	24-may-21	
ELABORADO POR:	<b>Ingeniería de Procesos</b>			REVISADO POR:		
CLASIFICACIÓN:	Conocimientos Básicos	<input checked="" type="checkbox"/> Caso de Problema	<input type="checkbox"/> Caso de Mejora	John Jairo Arteaga Toro		
<p><b>Al extraer la olla para envasar, recuerda realizar la limpieza del equipo con ayuda de la olla de solvente correspondiente.</b></p> <p><b>Así garantizamos la disponibilidad de los equipos y el flujo de los productos.</b></p> <p><b>Ingeniería de procesos.</b></p>						
<p>1. Retirar la olla de pintura a envasar</p> <p>2. Buscar la olla de solvente correspondiente</p> <p>3. Ubicar la olla en el equipo y conectar a tierra</p> <p>4. Limpiar el equipo con ayuda de la escoba</p>						

**Ilustración 14. Lección de un punto: Limpieza de los equipos antes de envasar. Elaboración propia.**

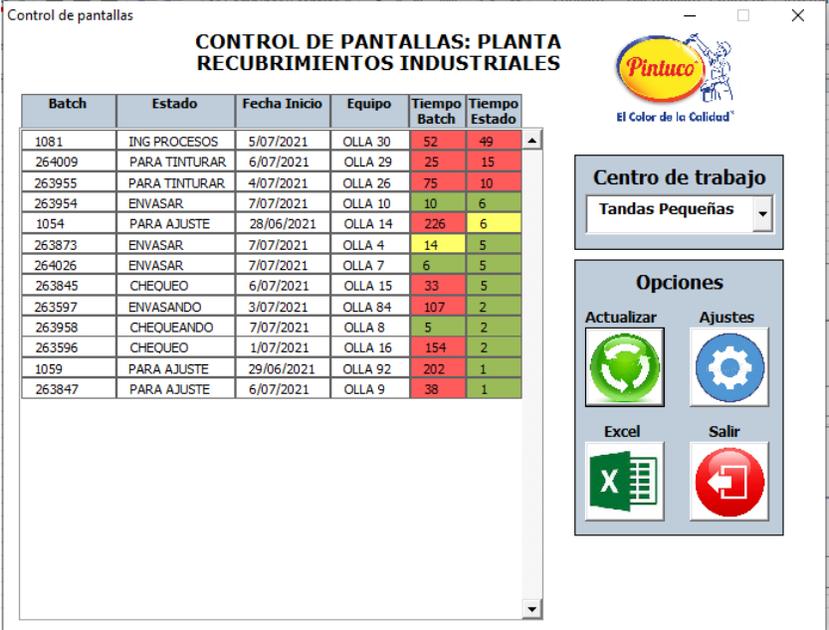
**Software: Microsoft Excel.**

Posterior a la realización de las reuniones, se pudo observar que disminuyó la cantidad de equipos sucios en la planta, disminuyendo el tiempo de limpieza inicial antes de empezar a procesar. Sin

embargo, es necesario mantener las reuniones con los operarios que ingresan nuevos al centro de trabajo, teniendo en cuenta que en esta parte del proceso se evidencia mayor rotación de personal.

### 3.10.7. Creación de una herramienta mediante Gestión visual, para el control del estado de los productos

Se creó una herramienta en Visual Basic for Applications, que se conecta a la base de datos y permite visualizar esta información de forma clara, aplicando así principios de gestión visual al proceso. Esta herramienta incluye alertas visuales de color para los tiempos límite de cada estado y el tiempo total de ciclo del producto. Esta herramienta busca que los programadores de producción y los coordinadores tengan una visualización completa del estado de los productos de la planta de manera fácil y rápida, además de tener alertas visuales de color. La pantalla principal de la herramienta se puede observar en la *Ilustración 15*.



Batch	Estado	Fecha Inicio	Equipo	Tiempo Batch	Tiempo Estado
1081	ING PROCESOS	5/07/2021	OLLA 30	52	49
264009	PARA TINTURAR	6/07/2021	OLLA 29	25	15
263955	PARA TINTURAR	4/07/2021	OLLA 26	75	10
263954	ENVASAR	7/07/2021	OLLA 10	10	6
1054	PARA AJUSTE	28/06/2021	OLLA 14	226	6
263873	ENVASAR	7/07/2021	OLLA 4	14	5
264026	ENVASAR	7/07/2021	OLLA 7	6	5
263845	CHEQUEO	6/07/2021	OLLA 15	33	5
263597	ENVASANDO	3/07/2021	OLLA 84	107	2
263958	CHEQUEANDO	7/07/2021	OLLA 8	5	2
263596	CHEQUEO	1/07/2021	OLLA 16	154	2
1059	PARA AJUSTE	29/06/2021	OLLA 92	202	1
263847	PARA AJUSTE	6/07/2021	OLLA 9	38	1

Ilustración 15. Herramienta visual de gestión del estado de los productos. Elaboración propia.

Software: Microsoft Excel – VBA, SQL.

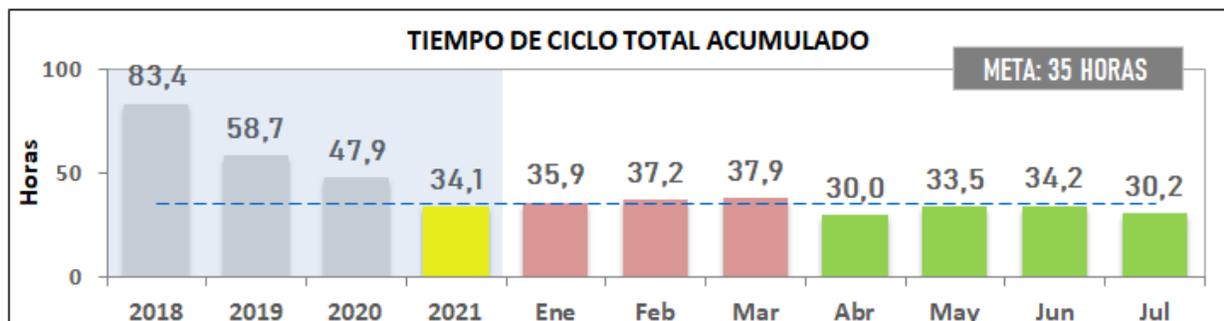
### 3.11. Controlar

#### 3.11.1. Medición de la situación antes y después

Durante los meses de abril y junio se tuvo inconvenientes dado el aumento de casos positivos por COVID-19 en la compañía, esto incrementó algunos tiempos y redujo la productividad, sin embargo, los indicadores se mantuvieron dentro de los rangos esperados y mostraron las mejoras esperadas en los tiempos de espera. A continuación, se muestran los indicadores calculados después de la aplicación de las mejoras.

- **Tiempo de ciclo**

En la **Ilustración 16** se puede observar que, mediante las mejoras implementadas desde el mes de abril, se pudo mejorar el indicador del tiempo de ciclo pudiendo cumplir con la meta de 35 horas.

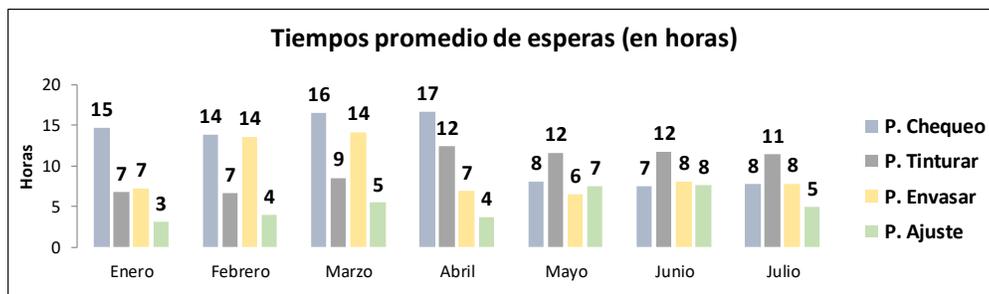


**Ilustración 16. Tiempo de ciclo histórico. Fuente: Ingeniería de Procesos - Pintuco.**

- **Tiempo promedio en esperas**

Como se puede observar en la **Ilustración 17**, en el mes de abril se vieron reflejadas las mejoras efectuadas al proceso de envase, con la reducción del 50% del tiempo de espera para envasar. A partir del mes de mayo, con la implementación del nuevo modelo de trabajo, se observó una importante reducción en los tiempos de espera para chequeo.

La nueva restricción o cuello de botella se encuentra en la espera para tinturación, pero al ser este un proceso complejo realizado por analistas especializados y que requiere un entrenamiento especial, no fue posible ejecutar iniciativas de capacitación durante el tiempo de ejecución del proyecto.



**Ilustración 17. Tiempos promedio mensuales de esperas. Elaboración propia. Software: Microsoft Excel, SQL.**

#### 4. Recomendaciones de mejora a futuro

- Continuar la capacitación de operarios en chequeos de la línea automotriz, pues se observaron buenos resultados con el entrenamiento de un solo operario.
- La nueva restricción es la espera para tinturación, siendo necesario en un futuro realizar capacitaciones a algunos operarios en el proceso de tinturación, pues actualmente se depende de los analistas capacitados para el proceso.
- Implementar una herramienta que facilite la programación de la producción, de tal forma que se tenga en cuenta un panorama acerca de los equipos disponibles o las restricciones actuales o futuras del centro de trabajo.
- Evaluar la posibilidad de incluir temporizadores en los equipos (dispersadores y diluidores), que les permita a los operarios tener un control exacto del tiempo de proceso, para evitar tiempos de dispersión muy cortos o agitación excesiva del producto.

- Se debe continuar con las reuniones mensuales con operarios, pues en el desarrollo del proyecto fueron de gran ayuda para la identificación de falencias.
- Continuar con la mejora del diseño de las nuevas ollas y aumentar el inventario de estas, pues la tendencia del tamaño promedio de lote sigue decreciendo constantemente.
- Reubicar los insumos para el personal de envasado, realizando una estandarización de la longitud de la cabuya y demás insumos que se deben cortar manualmente, para evitar así el despilfarro de materiales.
- No se tiene un control y registro adecuado de los ausentismos en la planta (ya sea por salud, vacaciones o faltas), por lo que no es posible medir el impacto de los ausentismos en la productividad de la planta. Se hace entonces necesario formular un estudio de ausentismos, donde se mida: Proporción de operarios ausentes, días de ausencia por operario, causas del ausentismo e impacto en la producción diaria, esto con el fin de formular acciones de mejora frente a la problemática.

## 5. Conclusiones

- Se logró reducir el tiempo de ciclo hasta llevarlo por debajo de la meta, esto con la reducción de los tiempos de espera para chequeo y envase gracias a la implementación de nuevos modelos de trabajo en equipos y el aprovechamiento de la certificación Calidad Autónoma.
- Se redujeron significativamente los tiempos muertos o esperas que tenían un tiempo mayor al inicio del proyecto, especialmente la espera para chequeo y la espera para envasar.
- Se observó una mejor continuidad de los productos gracias a la organización del centro de trabajo en equipos con relevos, se logró que los productos en proceso estén constantemente siendo procesados, sin embargo, queda un camino por recorrer en

términos de trabajo en equipo, pues cuando se presenta un ausentismo en alguno de los equipos, los productos dejan de tener continuidad hasta el siguiente turno.

- El trabajo en conjunto entre coordinadores de diferentes áreas de la planta es clave para mantener los resultados logrados y seguir en el proceso de mejoramiento continuo en el centro de trabajo.
- Las reuniones mensuales con operarios y semanales con coordinadores fueron de gran importancia para la generación de ideas y la identificación de falencias. Es necesario continuar realizando la retroalimentación constante con los operarios.
- La adquisición de una primera olla cónica tiene como resultado facilitarles a los operarios la fabricación de productos de poco volumen, se mejoró el diseño con la retroalimentación dada por los mismos operarios y se mostraron resultados positivos a la hora de procesar productos con muchas etapas y un incremento gradual de volumen en cada etapa.
- Se observó el gran impacto que puede tener la pandemia del COVID-19 en la productividad de una planta de producción, pues al aumentar los ausentismos se reduce inevitablemente la capacidad de producción de la planta.

## 6. Referencias Bibliográficas

NORMAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE RECUBRIMIENTOS. Blog Pintuco. Sitio Web: [www.pintuco.com.co](https://pintuco.com.co/blog-pintuco/normas-minimas-de-seguridad-en-el-manejo-de-recubrimientos/). Disponible en <https://pintuco.com.co/blog-pintuco/normas-minimas-de-seguridad-en-el-manejo-de-recubrimientos/>

Blanco, A. Villegas, L. Tecnología de pinturas y recubrimientos orgánicos. 1 ed. Ciudad de México: Editorial Química S.A., 1966.

Proceso industrial de fabricación de pinturas. Material de estudio en línea. Sitio web Ingeniería Química Reviews. Bulmaro Noguera. 13 de abril de 2021. Consultado el 4 de junio de 2021. Disponible en <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/04/proceso-de-fabricacion-industrial-de-pinturas.html>

Niebel, B., Freivalds, A. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. México D.F.: Editorial Mc Graw Hill, 2009. ISBN 0-07-337631-0

How the High Speed Disperser Works. Información corporativa Ross. Consultado el 7 de julio de 2021. Obtenido de <https://www.mixers.com/products/high-speed-dispersers/>

Rajadell, M. Sánchez, J. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid: Editorial Díaz de Santos, 2010. ISBN 978-84-7978-967-1

Lección de un punto (LUP – OPL). Material de estudio electrónico. Sitio web: ingeniería industrial online. Salazar, B. 17 de junio de 2019. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/leccion-de-un-punto-lup-opl/>

Conceptos básicos de SQL. Material de estudio electrónico. Sitio web: GeoTalleres. García, M. 1 de noviembre de 2012. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en [https://geotalleres.readthedocs.io/es/latest/conceptos-sql/conceptos\\_sql.html](https://geotalleres.readthedocs.io/es/latest/conceptos-sql/conceptos_sql.html)

Introducción a VBA (Visual Basic for Applications). Material de estudio electrónico. Sitio web: Excel fácil para mí. Cruz, L. 13 de octubre de 2020. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en: <https://excel.facilparami.com/introduccion-a-vba-visual-basic-for-applications>

Quiénes somos. Información corporativa Pintuco. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en <https://pintuco.com.co/historia/>

Nuestra historia. Información corporativa Pintuco. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en <https://pintuco.com.pa/nuestra-historia/>

Ingeniería de métodos: ¿Qué es el estudio de métodos? Material de estudio electrónico. Sitio web: Ingeniería Industrial Online. Salazar, B. 18 de junio de 2019. Consultado el 8 de julio de 2021. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>

Goldratt, E. Cox, J. (1993). La meta: Un proceso de mejora continua. Madrid: Editorial Diaz de Santos. 2013. ISBN 9788479787189

Chase, R. Aquilano, N. Jacobs, F. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES: Producción y cadena de suministros. Duodécima edición. México DF: Editorial Mc Graw Hill. 2009. ISBN: 978-970-10-7027-7

Kaizen Institute, (s.f.). Qué es Kaizen. Información corporativa Kaizen Institute. Consultado el 11 de julio de 2021. Consultado en: <https://co.kaizen.com/que-es-kaizen.html>

## Anexos

## Anexo 1: Diseño de las ollas cónicas

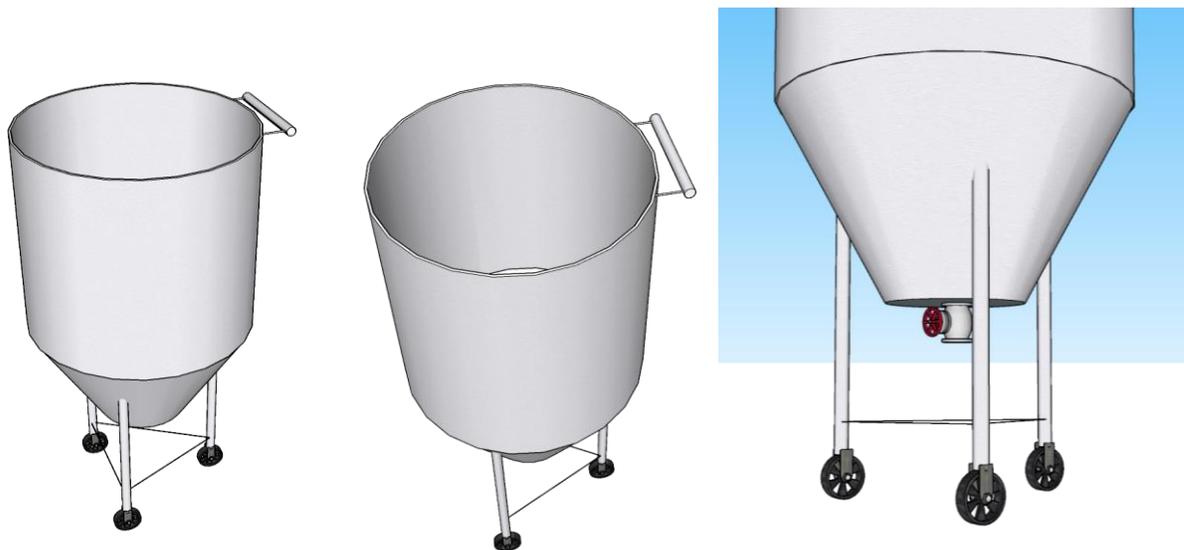


Ilustración 18. Diseño de ollas cónicas. Elaboración propia. Software Google Sketchup