



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**IMPLEMENTACION DE KAIZEN EN LINEAS DE
PRODUCCION PARA VEHICULOS**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
JUAN MIGUEL RIVERA MACIAS**

**NOMBRE DEL ASESOR INTERNO:
JUDITH DIAZ DOMINGUEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR EXTERNO:
ELOY CUECUECHA MUÑOZ**



APIZACO, TLAX., DICIEMBRE DE 2024



Apizaco, Tlax. 22/enero/2025
Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

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

Nombre del Egresado:	JUAN MIGUEL RIVERA MACIAS
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	20370069
Nombre del proyecto:	"IMPLEMENTACIÓN DE KAIZEN EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN PARA VEHÍCULOS."
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

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

ATENTAMENTE

EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLOGICA. ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


ARMANDO BARRAZA HINIESTA

JEFE DE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL


JUDITH DÍAZ DOMINGUEZ
ASESOR INTERNO

c.c.p._ Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._ Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 142, e-mail: industrial@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |
apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 04/abril/2025

RIVERA MACIAS JUAN MIGUEL.
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL.
CON NÚMERO DE CONTROL 20370069.
PRESENTE.

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

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

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

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/aehs -



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo debe ser reconocido como una labor conjunta de todos los académicos que aportaron sus conocimientos, experiencias y que al final lograron sembrarme una sed de éxito para concluir mi trayectoria en el Instituto Tecnológico de Apizaco, pero en especial debo agradecer a mi asesora Judith Díaz Domínguez a quien le debo gran parte de mi aprendizaje y amor a mi carrera.

A todos mis profesores les agradezco y felicito por todo el conocimiento, paciencia y trabajo que dedicaron a mi formación.

A mis padres por el amor, educación y apoyo incondicional, sin duda alguna sin ellos no hubiera sido posible esto.

A Dios por darme la fortaleza, motivación y salud de cada día para seguir estudiando y poder finalizar cada uno de mis objetivos.

A mis amigos, compañeros que hicieron mi estancia en el Tecnológico una de las experiencias más gratificantes, donde compartimos risas, enojos, tristezas, aventuras, ansiedades, y por lo que cada una de ellas indirecta o directamente me motivaron a superarme cada día más.

A todas las personas que conocí durante este periodo de residencias en especial al Ingeniero Eloy Cuechuecha Muñoz y el Ing. Humberto Pérez Garay por todos los conocimientos adquiridos

Por último, quiero agradecerme a mí mismo por todos los esfuerzos, desvelos, horas de estudio, sacrificios que tuve que tomar para poder lograr todo lo que hasta el día de hoy he cosechado.

Tener éxito no es aleatorio. Es una variable dependiente del esfuerzo.

Sófocles

Contenido

Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante.....	7
Empresa.....	7
Dirección.....	7
Teléfono:	8
Dirección de correo electrónico	8
Giro:.....	8
Misión	8
Visión.....	8
Valores:.....	8
Política de la empresa	10
Estructura organizacional	10
RFC.....	11
Nombre del departamento	11
Introducción	11
Problemas a resolver, priorizándolos.	12
Objetivos.....	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Justificación.....	13
Marco Teórico	13
Manufactura esbelta	14
Las tres Ms	15
Líneas de producción.....	16
Productividad	16
Balanceo de líneas	17
Balanceo de línea de ensamble.....	18
Trabajo estandarizado.....	18
Estudio de tiempos con cronómetro.....	19
Método Continuo	20

Método Regreso a Cero	20
Tiempo ciclo.....	20
Takt time.....	21
Tolerancias o suplementos.....	21
Hoja de operación estándar	21
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	22
Identificación del problema	22
Objetivo	22
Método.....	23
Resultados	24
Registro de tiempos.....	28
Hoja de Operación Estándar	37
Conclusiones	39
Competencias desarrolladas y/o aplicadas	41
Referencias bibliográficas	42

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

Empresa:

COINDU MEXICO S. de R.L. de C.V.

Dirección:

Piedras Negras, 1000-BIS, Colonia: Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl, Solidaridad, Tlaxcala. C.P. 90434



Teléfono:

241 412 7294

Dirección de correo electrónico:

carlos.ramirez@coindu.com

Giro:

Automotriz

Misión:

Promovemos el cambio y la innovación para aplicar de manera eficiente tecnología de punta a nuestros procesos y productos para acelerar el futuro de la movilidad. Lo que nos impulsa es nuestra firme creencia de que, en el sector de la movilidad, las demandas de los consumidores aumentan continuamente. Para satisfacer aquellos con éxito y a la máxima velocidad, la planificación y el desempeño inteligente para proporcionar de manera eficiente productos inteligentes competitivos y de alta gama personalizados para las necesidades de cada usuario final es crucial.

Visión:

Somos la marca global más enfocada en desarrollar superficies inteligentes, con funcionalidades específicas, que utilizamos las tecnologías más avanzadas. Nuestro conocimiento y nuestros procesos sofisticados nos ayudan a innovar en nuestros materiales y servicios, brindando las mejores soluciones en interiores, con proyección a futuro, más económicas y sustentables.

Valores:

1. Confiabilidad

¡Bien a la primera! Ese es nuestro ADN COINDU. Si las condiciones de una solicitud no permiten el mejor resultado en su clase, consultamos a nuestros clientes con un enfoque objetivo, orientado a la solución y decisivo.

2. Integridad

Nos enorgullecemos de nosotros mismos, de nuestros clientes y de nuestro esfuerzo por enfrentar siempre el éxito: nuestro éxito, el éxito de nuestros clientes. Nunca demeritamos esos valores.

3. Respeto

Defendemos a nuestro equipo global, sus logros y su desempeño. Lo apreciamos y lo compensamos. Al mismo tiempo, nos enfocamos en mejorar nuestras habilidades todos los días para mantenernos en el camino correcto.

4. Responsabilidad

Nos esforzamos por alcanzar siempre entornos de trabajo seguros y saludables y alcanzar nuestro objetivo hacia la protección del medio ambiente para cumplir con las demandas de la sociedad en la que vivimos. Proteger el medio ambiente mediante la introducción constante de nuevas soluciones sostenibles. También trabajamos, diariamente, para hacer total y socialmente responsables con todos nuestros empleados y comunidades, local y globalmente.

5. Sustentabilidad

COINDU integra los principios fundamentales de sustentabilidad en su cultura, estrategia, actividades, gestión y relación con sus empleados, proveedores, clientes, accionistas y todos aquellos que, directa o indirectamente, se ven afectados por las actividades de la organización. Nuestro enfoque está integrado para la creación de valor sostenible, al anticipar riesgos, ayuda a maximizar las oportunidades y a construir relaciones sólidas con las partes interesadas.

6. Consistencia

No importa el volumen o la complejidad de un proyecto, siempre entregamos a tiempo y con la más alta calidad. ¡Todos los días para todos nuestros clientes! COINDU representa flujos de trabajo eficientes con las más altas expectativas en nuestra producción.

7. Curiosidad

Hoy es mejor que ayer, mañana mejor que hoy, eso es lo que creemos. Por lo tanto, buscamos e implementamos lo nuevo para satisfacer las necesidades del mañana. Para nosotros y para nuestros clientes. ¡El cambio es hoy!

Política de la empresa:

COINDU quiere ser una organización notable, siendo un proveedor rentable en el mercado con un negocio principal en sistemas de asientos automotrices asegurando productos de alta calidad con una estrategia de valor para el cliente, mediante el talento y motivación en los colaboradores con altos estándares de competitividad. De igual modo queremos asegurar la sustentabilidad del medio ambiente y ser una empresa socialmente responsable con nuestra comunidad de colaboradores.

Estructura organizacional:

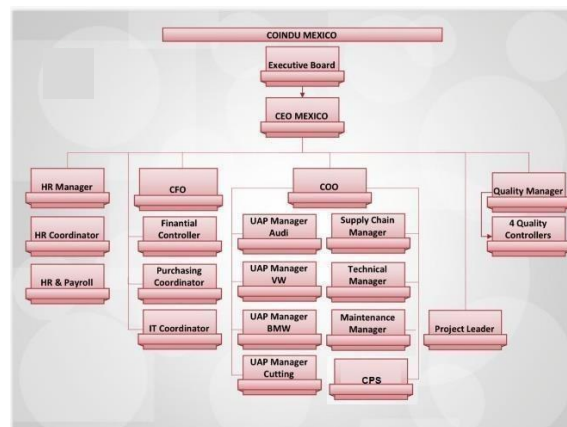
El organigrama de la empresa se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Comienza por la junta ejecutiva que se encarga de brindar apoyo a las plantas y supervisa sus actividades para que las empresas respondan a las necesidades del cliente.

Por debajo se encuentra el CEO el cual es el encargado de informar los objetivos, su gestión y logros de la empresa del cual se desprenden departamentos esenciales como: Recursos Humanos, Finanzas, Producción, Líder de proyectos y Calidad.

Los cuales a su vez tienen sub- departamentos que colaboran para el logro de los objetivos.

Dentro de producción se encuentra el área de mejora continua (CPS), el cual se encarga de analizar los procesos que se usan dentro de una organización o administración, revisarlos y realizar adecuaciones para minimizar los errores de forma permanente.

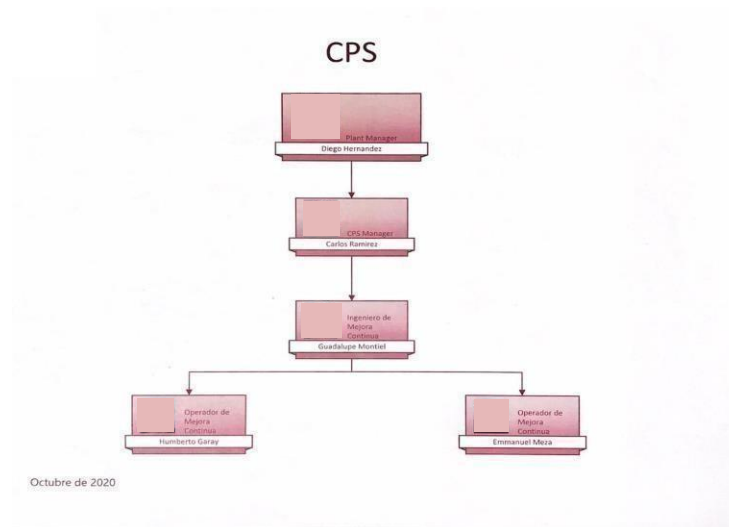


RFC:

CME150410CR1

Nombre del departamento:

Mejora continua (CPS)



Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar un estudio de tiempos y estandarización de líneas en el área de producción de la empresa COINDU MEXICO S. De R.L. De C.V. Del proyecto Q5, el cual será entregado al gerente UAP para su validación y uso que se requiera.

Se aplicaron técnicas como estudio de tiempos, métodos de trabajo y estandarización, con el propósito de incrementar la productividad por hora de trabajo.

Se estudiarán conceptos tales como manufactura esbelta, balanceo de líneas, tiempo ciclo, entre otros, los cuales permitirán abordar este problema.

Su implementación logró minimizar un 41% en los tiempos de espera entre cada estación, así como se obtuvo una mayor eficiencia en la producción de las vestiduras.

Problemas a resolver, priorizándolos.

- ¿Por qué no se está produciendo al 100%?
- ¿La carga de trabajo es la adecuada?
- ¿La secuencia de las operaciones están bien definidas?
- ¿Se encuentran estandarizadas las operaciones?

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollo e implementación de balanceo en las líneas 61 D/G, 62 D/G, 63 D/G y 64 D/G, mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, con la finalidad de mejorar la productividad un 5%.

Objetivos específicos:

- 1.- Evaluar las líneas de producción en su estado actual, mediante las técnicas de medición y los esquemas de cada variante.
- 2.- Establecer el tiempo justo que se necesita para producir una pieza, con lo cual se estimará su productividad real.
- 3.- Identificar los tiempos muertos y de ocio que pueden ser eliminados para incrementar la productividad.
- 4.- Desarrollar la descripción de los procesos que aumenten la productividad de forma considerable.
- 5.- Estandarizar las actividades para cada puesto de trabajo, de tal manera que ayude a incrementar el OEE.
- 6.- Implementar el balanceo en cada una de las líneas.
- 7.- Analizar los resultados, antes y después de su aplicación.

Justificación

El uso adecuado del tiempo proporciona un aumento de la eficiencia en cada uno de los procesos.

El desarrollo del presente proyecto tiene como propósito brindar una mayor productividad y eficacia en las actividades realizadas por los operarios en la variable Perlnappa deco del proyecto Q5 (Audi). La empresa no cuenta con un método que justifique matemáticamente la asignación del recurso humano, así como la asignación de actividades para que la producción sea la cantidad requerida en el mínimo tiempo posible.

La propuesta pretende estandarizar el método de producción de las piezas para poder planificar y controlar con mayor eficiencia la mano de obra. Al tiempo que se logra una mayor satisfacción del cliente y por consecuente aumento en las utilidades.

Marco Teórico

El balanceo de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada, para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de la planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso. Barrios, (2010). El autor menciona la importancia de tener bien definido un balanceo de líneas enfocado siempre en mejorar la eficiencia y productividad de las empresas, tomando en cuenta su capacidad de respuesta a los múltiples requerimientos de los clientes.

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes estrategias de fabricación, entre ellas la manufactura esbelta.

Manufactura esbelta

La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del sistema de producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Sakichi Toyoda, entre otros.

Lean es un conjunto de herramientas que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), A la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (kaizen), Métodos de solución de problemas como 5 porqués y sistemas a prueba de errores (poka yokes). En un segundo enfoque, se considera el “flujo de producción” (mura) A través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. Algunas técnicas para mejorar el flujo en la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla de heijunka. La diferencia entre estos dos enfoques no es el objetivo, sino la forma en cómo alcanzarlo. González, (2007).

Los autores Ballesteros e Ibarra (2017), señalan cuatro beneficios de llevar a cabo de manera correcta su implementación:

1. Mejora de la productividad: El incremento de la eficiencia dará como resultado producir más productos o bienes con el mismo capital.
2. Reduce desperdicios: la optimización en los sistemas de producción conlleva a una reducción en los residuos y un menor número de desperfectos en los productos.
3. Los plazos de ejecución se ven disminuidos: El proceso comercial será capaz de abarcar más carga de trabajo gracias la disminución en los plazos de ejecución del proceso productivo.
4. Mejora del servicio al cliente: Éste se ve beneficiado gracias a que la técnica de la manufactura esbelta hace posible que la entrega del producto sea en el momento, tiempo y lugar que el propio cliente lo precise.

Tres términos son comúnmente utilizados en la manufactura esbelta y ayudana identificar los desperdicios que deben ser eliminados.

Las tres Ms

Muda: (Desperdicio) cualquier actividad en un proceso que consume recursos y que no añade valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente.

Mura: (Variabilidad) cualquier variación que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio.

Muri: (Sobrecarga) cualquier actividad que requiere un estrés o esfuerzo poco razonable por parte del personal, material o equipo, provocando cuellos de botella (la acumulación de tareas en una determinada fase del proceso), tiempos muertos, etc.

Por lo tanto, “el valor de la manufactura esbelta es eliminar todos los desperdicios o muda incluyendo las operaciones que no le agregan valor al producto servicio o procesos” (Belohlavek, 2006).

En la empresa se ha introducido un nuevo diseño llamado Perlnappa Deco, en el cual su línea de producción no cuenta con los ajustes necesarios para su correcto funcionamiento ya que se presenta principalmente tiempo de ocio y scrap (desperdicio), por lo que se requiere eliminar estos desperdicios.

*“En las fábricas de Toyota no encontrar desperdicios es
síntoma de que algo no va bien. Cada vez que
descubrimos un desperdicio es una oportunidad para
mejorar”*

-Taiichi Ohno

El autor Bohan (2003), menciona que estos son algunos ejemplos de desperdicios o muda que se presentan en las áreas o líneas de producción.

- Áreas de trabajo con exceso de personal
- líneas de producción desequilibradas. Una operación, una persona o un equipo trabajan a un ritmo más rápido o más lento que otros en la línea.
- Falta de asignación de trabajo.
- Los operarios que carecen de una capacitación adecuada.
- Esperas para realizar cambios o ajustes de moldes.
- Configuración deficiente del área de trabajo.
- Errores en la planeación o en la programación y secuencias de trabajo.
- Excesiva distancia de desplazamiento de productos durante el proceso de producción.

Líneas de producción

Las líneas de producción son secuencias de actividades que dan lugar a la producción de bienes y servicios determinados. Suponen una combinación determinada de insumos, una cantidad de trabajo, de materias primas y de equipo e instalaciones necesarias para producir un “lote de producto” en un periodo dado (Vargas, 2006).

Productividad

La productividad es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital.

Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo (Galindo, Mariana y Viridiana Ríos, 2015).

En una línea de producción, como en cualquier proceso, las fluctuaciones en el desempeño incrementan los desperdicios; esto se debe, a que los equipos, los trabajadores, el inventario y todos los demás elementos necesarios para la producción siempre deben estar preparados para su nivel máximo de producción. Esto se considera un costo de flexibilidad.

Balanceo de líneas

El Balanceo de líneas es una herramienta fundamental para mantener el nivel standard de productividad y poder optimizarlo.

Su principal objetivo es asignar una carga de trabajo entre diferentes estaciones o centros de trabajo que busca una línea de producción balanceada (carga de trabajo similar para cada estación de trabajo, satisfaciendo requerimientos de producción) (Escalona, 2003).

Los autores Suñé, Arcusa y Gil (2004), señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizarán un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada posible a un tiempo de ciclo. Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra.

Los pasos para iniciar el estudio de equilibrado o balanceo de líneas es el mismo que en cualquier otro tipo de proceso productivo que consiste en:

1. Definir e identificar las tareas que componen al proceso productivo.

2. Tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
3. Los recursos necesarios.
4. El orden lógico de ejecución.

Así mismo, el autor Meyers (2000), señala que los propósitos de la técnica de balanceo de líneas de ensamble son las siguientes:

- Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores.
- Identificar la operación cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones de trabajo.
- Reducir el costo de producción.
- Establecer el tiempo estándar.

Balanceo de línea de ensamble

Consiste en agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella (Medina y García I. 2015)

Trabajo estandarizado

El autor González (2007) menciona que en toda empresa de manufactura podemos encontrar líneas de producción, y son responsables desde el diseño hasta la producción. Por consiguiente, ¿Cómo sería el resultado si cada persona en cada área, trabajara de diferente modo? Por ejemplo, si el método de operación fuese diferente entre cada uno de los turnos.

Posiblemente se presentarían las siguientes problemáticas:

- Se producen diferentes defectos por cada uno de los miembros.
- Se dificulta conocer la causa de las fallas de la operación.
- La mejora de la operación se hace problemática dado que cada quien realiza la operación a su forma de pensar.
- Se realizan actos inseguros por cada uno de los miembros.
- Se dificulta la capacitación y el entrenamiento del personal.
- Se generan retrasos entre operaciones que se reflejan en el incumplimiento de las entregas de la producción al siguiente proceso
- Se incrementan los costos por daños en el producto por malas prácticas en la operación.

Por lo tanto, esta es la base del mejoramiento. Si no tenemos una forma estándar de hacer un trabajo y un equilibrio correcto de las operaciones, ¿Cómo vamos a saber si hemos mejorado? También, si no hacemos el trabajo de la misma manera todo el tiempo, ¿cómo puede obtener una calidad y productividad consistente?

Estudio de tiempos con cronómetro

Según Hodson(2001), el estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como; registros tomados en el pasado para crear la tarea. Estimaciones de tiempo realizadas, los tiempos predeterminados, análisis de película y el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia (Niebel 1990).

Niebel (1990), también afirma que el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos comprende básicamente un cronómetro, un tablero o paleta y una calculadora.

Hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos con el uso del cronómetro:

1. Continuo
2. Regreso a cero.

Método Continuo

El método continuo se emplea para tareas que son muy concretas, que son difíciles de dividir en subtareas; luego consiste en dejar que el cronómetro correr desde que se empieza la tarea hasta que se termina, registrando el tiempo total (Sancho, 2008).

Método Regreso a Cero

En el método de regreso a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada subtarea, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo final será la suma de los tiempos de cada subtarea en la que se ha dividido la tarea (Sancho, 2008).

Tiempo ciclo

El Tiempo de Ciclo, más conocido por su nombre en inglés “Cycle time” es otra de los tipos de medición que pueden desarrollarse en una empresa industrial. En este caso, lo que se mide es el tiempo que se tarda en completar la fabricación de una unidad de producto (Martínez, Colorado G. 2015).

Takt time

El Takt Time es el tiempo necesario para completar una tarea del proceso de fabricación, el cual brinda beneficios tales como: satisfacción del cliente, reducción de costos, incrementación en la capacidad de producir, reducir daño al producto y continuar siendo competitivos, es una palabra en alemán que significa “ritmo”; entonces quiere decir que el Takt Time marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, a quien la compañía requiere entregar el producto con el fin de satisfacerlo. Producir con el Takt Time significa que los ritmos de producción y de ventas, deben estar sincronizados, ya que es una de las metas de lean Manufacturing (Martínez, Colorado G. 2015).

Tolerancias o suplementos

Es el suplemento que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales (Sempere, Miralles, Romano y Vicens 2003).

Hoja de operación estándar

Para poder producir y ofrecer productos y servicios de calidad a menor costo y entregarlos oportunamente, es necesario establecer ciertas reglas que rijan y controlen el trabajo de cada uno de los trabajadores, con el fin de dar resultados que espera la compañía y sobre todo el cliente. La estandarización es de gran relevancia para la organización ya que impacta en la mejora de los procesos y ofrece la mejor forma de realizar el trabajo. Para lograr la estandarización en las líneas de producción se utiliza un formato denominado Hoja de Operación Estándar, el cual desarrolla claramente las operaciones que deben ser realizadas en el orden que deben seguir; además se encuentran al alcance del operario para ser consultadas en el momento que se requieran.

Según Fraga (2012), las hojas de operación estándar es un formato para la estandarización de operaciones en donde se detalla la operación, se determina el orden de los pasos principales y por último se registra el tiempo de ejecución y los recursos a utilizar en cada operación.

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Identificación del problema

Las líneas de producción 61 D/G, 62 D/G, 63 D/G y 64 D/G de la empresa bajo estudio, lleva operando a la fecha (diciembre 2020). Debido a que es un producto con un diseño nuevo aún no se han balanceado sus actividades, no se ha establecido el tiempo estándar, el trabajo estándar y el tiempo de ejecución, lo que ocasiona que la línea pueda estar trabajando con un número inadecuado de operadores, que no se trabaje a un ritmo constante, que se trabaje de una forma incorrecta, afectando la productividad dado el tiempo de ocio que se genera y por el scrap (material de desecho) que se genera por el desconocimiento del manejo y cuidado del nuevo tipo de material, así como el orden correcto de las operaciones, por lo tanto no se logra satisfacer la demanda y el cumplimiento de las especificaciones de los clientes.

Objetivo

Balancear las líneas de producción 61,62,63,64 D/G de la variante Perlnappa Deco del proyecto Audi (Q5), mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta, con el fin de asignar y estandarizar las tareas que deben llevarse a cabo para completar una pieza y de esta forma eliminar el tiempo de ocio sin afectar su productividad.

Método

En el presente estudio, y de acuerdo al objetivo, para establecer la carga de trabajo se utilizó la técnica del uso del cronómetro siguiendo el método expuesto por Quesada y Villa (2007), el cual se detalla a continuación:

1. Seleccionar a los operarios y explicarles el objetivo del estudio: El operario deberá ser un trabajador calificado, que posea la necesaria aptitud física y mental para ejecutar el trabajo.

2. Obtener y registrar toda la información: Todas las operaciones que intervienen en la elaboración del producto o pieza (diagrama del proceso).

3. Identificar el estudio: Número del estudio, número de la hoja, fecha del estudio, nombre del analista, nombre de quien aprueba el estudio.

4. Información del proceso (producto a elaborar): Departamento o lugar donde se hace la operación o actividad.

5. Descomposición de la tarea en elementos: Se desglosa la tarea en elementos y a cada elemento se le determina su tiempo estándar.

6. Cronometrar cada proceso: Una vez delimitados los elementos, se realiza el cronometraje. Al final de cada elemento se anota el tiempo que marca el cronómetro y los tiempos de cada elemento.

7. Conversión y cálculo básico del tiempo promedio para cada elemento: En la hoja de resumen se procede a sumar todos los tiempos básicos calculados para un mismo elemento y se divide dicho total por el número de veces cronometradas.

8. Aplicar tolerancias: Se aplican las tolerancias por necesidades personales, fatiga y por retrasos inevitables.

9. Determinar el Takt Time y Cycle Time. Takt Time es el ritmo al que el mercado nos demanda las piezas. Cycle Time, es el tiempo disponible partido por las unidades a producir.

10. Determinar las operaciones para cada estación de trabajo: Se asigna las actividades de acuerdo a los tiempos.

Tabla 1. Tolerancias para tiempo estándar.

Actividad	Tiempo (min)
Desayuno	30 min
Descanso	15 min
Ejercicio	5 min
Total	50 min

Jornada laboral = 12 horas = 720 seg

Tiempo no trabajado= 50 minutos

Tolerancia = 50

$$\frac{50}{720-50} \times 100$$

$$= 7.46\% = 7\%$$

El método utilizado por COINDU MÉXICO S. R.L. De C.V para balancear una línea de producción es el siguiente:

1. Cronometrar actividades y obtener el tiempo promedio para cada operación.
2. Graficar promedios
3. Asignación de actividades por puesto o por persona
4. Obtención del tiempo ciclo
5. Una vez balanceada la línea, se verifica la productividad antes y después de su aplicación.

Resultados

A continuación, se detallarán las operaciones que se ejecutan para la producción de una pieza completa. Tabla 2

Tabla 2. Actividades que se ejecutan en la línea 61 D/G AF'S.

N°	Actividad
1	Unir 1 a 1A /2 a 2ª
2	Unir pz 1 a pz 2
3	Fijar perfil P01 a pz 1 y pz 2
4	Prefijar Biese Textil _390 VV01 en la pz 1 y pz 2
5	Unir pz 21 a pz 1 y 2
6	Colocar P04 y P02 a conj 1/2/21
7	Unir pz 5 a 7 y pz 6 a 8
8	Colocar P08 a pz 4 y 3
9	Unir pz 15 a pz 9
10	Unir conj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 4
11	Unir conj 5/7 a pz 9 y 6/8 a pz 10
12	Hacer PP1AG a pz 7 y 8
13	Hacer PP2AG a pz 9 y 10
14	Hacer dobladillo a pz 11,16 y 22
15	Unir pz 13 a conj 3/5/7/9/15 y pz 14 a conj 4/6/8/10
16	Unir pz 9 a pz 11 y pz 16 a 12
17	Unir conj 16/12 a pz 10
18	Hacer PP1AG en pz 11 y pz 16
19	Unir conj 11/15/9/7/5/13/3 a conj 1 y 2 y conj 16/12/10/8/6/14/4 aconj 1y 2
20	Colocar P14 y P13 a conj 1 y 2
21	Hacer dobladillo a pz 20
22	Unir pz 20 a pz 19
23	Colocar P05 a conj 19/20
24	Coloca P07 a pz 17/18

La línea se compone de dos máquinas de pespunte de una aguja, 1 de pespunte de dos agujas y 9 máquinas de unión de piezas.

Cada máquina es diferente, por lo cual no se puede colocar cualquier operación, para la asignación de las actividades se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de máquina
- Tipo de pie
- Tensión establecida dependiendo el tipo de material a costurar

Para comprender mejor el proceso de costura de la pieza, se realizó el diagrama de flujo que se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo AF'S.



Registro de tiempos

En el quinto paso (Determinar el tiempo estándar de cada actividad u operación) Se desglosó la tarea en elementos y a cada elemento se le determina su tiempo estándar. Esto con ayuda de los tiempos establecidos por parte de ingeniería.

Tabla 3

Tabla 3. Registro del tiempo estándar de cada operación.

AFD			
No.	Descripción	Largo de Costura	Tiempo de Operación
1	Unir 1 a 1A/2 a 2A	5+/-1 mm	116
2	Hacer pespunte 2AG en la OP ant, piezas 1/1A/2/2A	6+/-1 mm	60
3	Unir las piezas 1/A1 a 2/A2	10+/-1 mm	31
4	Prefijar Biese Textil_390mm VV01 en la OP ant, piezas 1 y 2	8+/-1 mm	50
5	Colocar perfil P01 en la OP ant	5+/-1 mm	30
6	Unir pieza 21 al conj ant	10+/-1 mm	33
7	Colocar perfil P02 en la OP, ant	8+/-1 mm	35
8	Hacer dobladillo en pieza 16 y 11	5+/-1 mm	93
9	Unir la pieza 3/5/7 y 4/6/8	10+/-1 mm	80
10	Hacer pespunte 1 AG en pieza 7 y 8	5+/-1 mm	70
11	Unir pieza 10/14/12/16	10+/-1 mm	20
12	Hacer pespunte 1 AG en la OP ant pieza 12	5+/-1 mm	38
13	Unir la pieza 8 a 10 de la OP ant + FT01	10+/-1 mm	80
14	Hacer pespunte 2 AG en la OP ant	8+/-1 mm	90
15	Unir la pieza 15/9/13/11	10+/-1 mm	20
16	Hacer pespunte 1 AG en la OP ant pieza 11	5+/-1 mm	42
17	Unir la pieza 7 a la pieza 15/9/13 de la OP ant + FT01	10+/-1 mm	80
18	Hacer pespunte 2 AG en la OP ant	8+/-1 mm	90
19	Unir conj de OP 13 a la OP 4	10+/-1 mm	40
20	Unir conj de OP 17 a la OP 4	10+/-1 mm	55
21	Hacer dobladillo en pieza 20	5+/-1 mm	65
22	Unir pieza 19/19A	5+/-1 mm	40
23	Colocar perfil P07 a pieza 17 y 18	10+/-1 mm	60
24	Unir las piezas 17 y 18 a pieza 19	10+/-1 mm	51
25	Unir OP ant a pieza 20	10+/-1 mm	32
26	Unir OP ant a pieza 1 y 2	10+/-1 mm	50
27	Hacer pespunte 1 AG en la pieza 20 OP ant	5+/-1 mm	35
28	Colocar perfil P04 a la OP 04	10+/-1 mm	32
29	Colocar perfil P14 en conj de OP 13 y 17	8+/-1 mm	60
30	Colocar perfil P05 en la pieza 19	10+/-1 mm	31
31	Colocar perfil P06 en la pieza 19	5+/-1 mm	32
32	Colocar perfiles P08 en las piezas 5/6	8+/-1 mm	31

33	Colocar perfil P11 en OP 13	10+/-1 mm	31
34	Colocar perfil P12 en OP 17	10+/-1 mm	31
35	Fijar elástico EL01 en la pieza 16 y 11	10+/-1 mm	56
36	Unir pieza 21 a pieza 22	10+/-1 mm	40
37	Fijar perfil P10 en pieza 22 + (fijar etiqueta de trazabilidad)	8+/-1 mm	37

Para el sexto paso; cronometrar cada proceso, se tomaron 8 muestras para cada actividad representada en segundos, en la tabla 4 se muestran las operaciones que fueron cronometradas en la línea 61 D/G, cada una de esas operaciones fueron realizadas por operadores capacitados.

Tabla 4. Número de actividades cronometradas en segundos en la línea de producción.

AF'S Klima Perinappa Deco								
Operación	Tiempos Tomados							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Unir 1 a 1A /2 a 2A	76	77	82	86	80	86	76	77
Unir pz 1 a pz 2	25	22	25	19	18	17	20	18
Fijar perfil P01 a pz 1 y pz 2	25	33	28	27	34	29	32	32
Prefijar Biese Textil 390 VV01 en la pz 1 y pz 2	22	26	27	27	25	24	23	26
Unir pz 1 a pz 1 y 2	34	32	28	28	29	27	30	32
Colocar P04 a P12 a conj 1/2/21	48	52	50	49	47	54	53	49
Unir pz 5 a 9 y pz 6 a 8	29	28	28	27	30	34	32	32
Colocar P08 a pz 4 y 3	25	26	24	26	25	26	25	23
Unir pz 15 a pz 9	20	19	18	19	22	21	21	20
Unir conj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 4	22	20	18	18	21	20	22	18
Unir conj 5/7 a pz 9 y 6/8 a pz 10	54	52	48	50	49	49	47	51
Hacer PPIAG a pz 7 y 8	53	48	50	49	49	45	51	55
Hacer PP2AG a pz 9 y 10	68	66	70	59	65	62	64	66
Hacer dobladillo a pz 11,16 y 22	53	58	55	56	54	52	58	52
Unir pz 13 a conj 3/5/7/9/15 y pz 14 a conj 4/6/8/10	60	60	61	58	62	54	66	59
Unir pz 9 a pz 11 y pz 16 a 12	61	64	65	70	60	63	67	65
Unir conj 16/12 a pz 10	63	57	58	60	64	62	60	56
Hacer PPIAG en pz 11 y pz 16	77	80	82	84	78	81	83	79
Unir conj 11/15/9/7/5/13/3 a conj 1 y 2 y conj 16/12/10/8/6/14/4 a conj 1y 2	76	83	79	81	80	85	79	77
Colocar P14 y P13 a conj 1 y 2	58	60	55	60	59	64	63	59
Hacer dobladillo a pz 20	67	64	63	64	65	68	69	60
Unir pz 20 a pz 19	33	35	36	37	30	35	35	39
Colocar P05 a conj 19/20	20	24	17	16	23	18	22	20
Coloca P07 a pz 17/18	28	22	26	25	24	25	23	27
Unir pz 17 y 18 a conj 19/20	40	45	39	41	44	39	38	39
Hacer PPIAG a pz 20	28	25	22	23	27	24	26	25
Unir conj 17/18/19/20 a conj 1/2	40	39	40	36	41	43	37	40
Cerrado pz 22	35	41	35	40	45	40	37	43
Unir pz 22 a conj 21/1/2	50	60	65	55	59	52	50	49
Colocar EL01 laterales	38	42	43	40	39	37	42	39
Colocar P11 a pz 16 y P12 a a pz 11	72	69	69	70	73	67	72	68
Colocar P10 a pz 22	43	41	37	40	36	42	43	38
Colocar P06 a pz 19	28	33	27	30	34	28	31	29
Unir 19A a pz 19	42	39	37	40	41	42	38	41
Hacer PPIAG pz 20/1/2	38	43	42	40	40	41	39	37

Una vez que fueron cronometradas todas las actividades, se prosiguió a obtener el promedio de cada una de ellas. Paso 7

Tabla 5. Promedio de tiempos cronometrados para cada operación

AF'S Klima Perinappa Deco											
Operación	Tiempos Tomados								2º mínimo	Medio	2º Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Unir 1 a 1A/2 a 2A	76	77	82	86	80	86	76	77	76	80	86
Unir pz 1 a pz 2	25	22	25	15	18	17	20	18	17	20	25
Fijar perfil P01 a pz1 y pz2	25	33	28	27	34	29	32	32	27	30	33
Pre fijar Base Textil 394 a P01 y a pz1 y pz2	22	26	27	27	25	24	23	26	23	25	27
Unir pz 21 a pz 1 a	34	32	28	28	29	27	30	32	28	30	32
Colocar P04 y P02 a conj 10/20	48	52	50	49	47	54	51	49	48	50	52
Unir pz5 a 7 y pz6 a 8	29	28	28	27	30	34	32	32	28	30	32
Colocar P08 a pz 4 y 3	25	26	24	26	25	26	25	23	24	25	26
Unir pz 15 a pz 9	20	19	18	19	22	21	21	20	19	20	21
Unir conj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 4	19	20	18	18	21	20	23	18	18	20	22
Unir conj 5/7 a pz9 y 6/8 a pz10	54	52	48	50	49	49	47	51	48	50	52
Hacer PPIAGa pz 7 y 8	53	48	50	49	49	45	51	55	48	50	53
Hacer PPIAGa pz 9 y 10	68	66	70	59	65	62	64	66	62	65	68
Hacer dobladillo a pz11,16 y 22	55	58	55	56	54	52	58	52	52	55	58
Unir pz13 a conj 3/5/7/9/15 y pz 14 a conj 4/6/8/10	60	60	61	58	62	54	66	59	58	60	62
Unir pz9 a pz 11 y pz 16 a 12	62	68	65	70	60	63	67	65	62	65	68
Unir conj16/12 a pz 10	63	57	58	60	64	62	60	56	57	60	63
Hacer PPIAGen pz 11 y pz 16	77	80	82	84	78	81	83	79	77	80	83
Unir conj 11/15/9/7/5/13/3 a conj 1 y 2 y conj 16/12/10/8/6/14/4 a conj 1 y 2	76	83	79	81	80	85	79	77	77	80	83
Colocar P14 y P13 a conj 1 y 2	58	60	55	60	58	64	65	59	58	60	64
Hacer dobladillo a pz 20	67	64	63	64	65	68	69	60	63	65	68
Unir pz20 a pz19	33	35	36	37	30	38	35	39	33	35	37
Colocar P05 a conj 19/20	20	24	17	16	23	18	22	20	17	20	23
Coloca P07 a pz17/18	28	22	26	25	24	25	23	27	23	25	27
Unir pz 17 y 18 a conj 19/20	40	45	39	42	44	39	36	35	36	40	44
Hacer PPIAGa pz 20	28	25	22	23	27	24	26	25	23	25	27
Unir conj 17/18/19/20 a conj 10	40	39	40	36	45	43	37	40	37	40	43
Cerrado pz22	39	41	35	40	45	40	37	43	37	40	43
Unir pz 22 a conj 21/10	50	60	65	55	59	52	50	49	50	55	60
Colocar ELO1 laterales	38	42	43	40	39	37	42	39	38	40	42
Colocar P11 a pz16 y P12 a a pz 11	72	69	69	70	73	67	72	68	68	70	72
Colocar P10 a pz 22	43	41	37	40	36	42	43	38	37	40	43
Colocar P06 a pz 19	28	33	27	30	34	28	31	29	28	30	33
Unir 19A a pz 19	42	39	37	40	41	42	38	41	38	40	42
Hacer PPIAGpz 20/10	38	43	42	40	40	41	39	37	38	40	42

Al realizar la medición de tiempos y el establecimiento de las actividades figura 3, se puede identificar las estaciones que tardaban más en ejecutar sus actividades, mostrando inicialmente un desequilibrio en el balance de la línea, por esta razón se opta como acción correctiva mejorar la organización y distribución de las actividades, con el propósito de equilibrar las cargas de trabajo en las estaciones, para que de esta manera todo el recurso humano ejecute operaciones, por lo tanto en las estaciones en

PROJEÇÃO DE CUSTOS

10 pessoas 170 unidades TEMPO PZ 26.42 minutos TEMPO CLO 158.50 segundos

Tempo P Estrangulamento
Tempo CLO

BALANCEAMENTO DE CELULA

Posto Trabalho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T.Ciclo PT	0.00	170.00	145.00	0.00	125.00	160.00	145.00	220.00	120.00	165.00	175.00	0.00	0.00	160.00	0.00
% Ocupação	0%	107%	91%	0%	79%	101%	91%	139%	76%	104%	110%	0%	0%	101%	0%
Pera de bal.	-100%	7%	0%	-300%	-21%	1%	-9%	39%	-24%	4%	10%	-100%	-100%	1%	-100%

■ Inferior 85%
 ■ Entre 85% e 95%
 ■ Entre 95% e 105%
 ■ Superior 105%

BALANCEAMENTO DE OPERAÇÕES

Nº	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	OPER.	TEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
1	Unid 1 a 1A/2a 2A	0	30									100%						30	
2	Unid 1a 1a/2a 2	0	20									100%						20	
3	Fijar perfil P01 a pz 1 y pz 2	0	30									100%						30	
4	Preparar Bese Textil_360 VV01 en la pz 1 y pz 2	0	25									100%						25	
5	Unid pz 21 a pz 1 y 2	0	30									100%						30	
6	Conectar P14 a corj 12/21	0	30									100%	100%					60	
7	Unid pz 5 a 7 y pz 6/6	0	30									100%						30	
8	Conectar P18 a pz 4 y 3	0	25									100%						25	
9	Unid pz 15 a pz 9	0	20									100%						20	
10	Unid corj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 4	0	20									100%						20	
11	Unid corj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 10	0	30									100%						30	
12	Hacer PPIAG a pz 7 y 8	0	30									100%						30	
13	Hacer PPIAG a pz 9 y 10	0	30									100%						30	
14	Hacer dobladillo a pz 11, 16 y 22	0	35									100%						35	
15	Unid pz 13 a corj 3/5/7/9/15 y pz 14 a corj 4/6/8/10	0	60									100%	100%					120	
16	Unid pz 11 a corj 1 y pz 16 a 12	0	65									100%						65	
17	Unid corj 16/12 a pz 15	0	60									100%						60	
18	Hacer PPIAG en pz 11 y pz 16	0	30									100%	100%					60	
19	Unid corj 11/15/6/7/5/3/0 a corj 1 y 2 y corj 16/12/10/6/14 a corj 1 y 2	0	80									100%						80	
20	Conectar P14 y P13 a corj 1 y 2	0	60									100%						60	
21	Hacer dobladillo a pz 20	0	65									100%						65	
22	Unid pz 20 a pz 19	0	55									100%						55	
23	Conectar P10 a corj 19/20	0	30									100%						30	
24	Conectar P07 a pz 17/18	0	25									100%						25	
25	Unid pz 17 y 18 a corj 19/20	0	40									100%						40	
26	Hacer PPIAG a pz 20	0	25									100%						25	
27	Unid corj 17/18/19/20 a corj 1/2	0																	

Figura 3. Distribución actual de la carga de trabajo por operario.

Configuração de Estofos para Automóveis

MODELO: 0 PEÇA: 0 RESPONSÁVEL DO ESTUDO: 00/01/1900
VARIANTE: 0 CÓDIGO PEÇA: 0 DATA: 00/01/1900 REVISÃO: 0
Nº PESSOAS: 10 pessoas Nº PEÇAS DIA: 170 unidades TEMPO PEÇA: 26.42 minutos TEMPO CICLO: 158.50 segundos

Legenda: 0.00

BALANCEAMENTO DE CELULA

Posto Trab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T. Ciclo PT	0.00	170.00	145.00	0.00	165.00	160.00	145.00	180.00	170.00	155.00	135.00	0.00	0.00	160.00	0.00
% Ocupação	0%	107%	91%	0%	104%	101%	91%	114%	107%	98%	85%	0%	0%	101%	0%
Pera de Bal.	-100%	7%	-9%	-100%	4%	1%	-9%	14%	7%	-2%	-15%	-100%	-100%	1%	-100%

— Tempo F. Estrangulamento
----- Tempo Ciclo

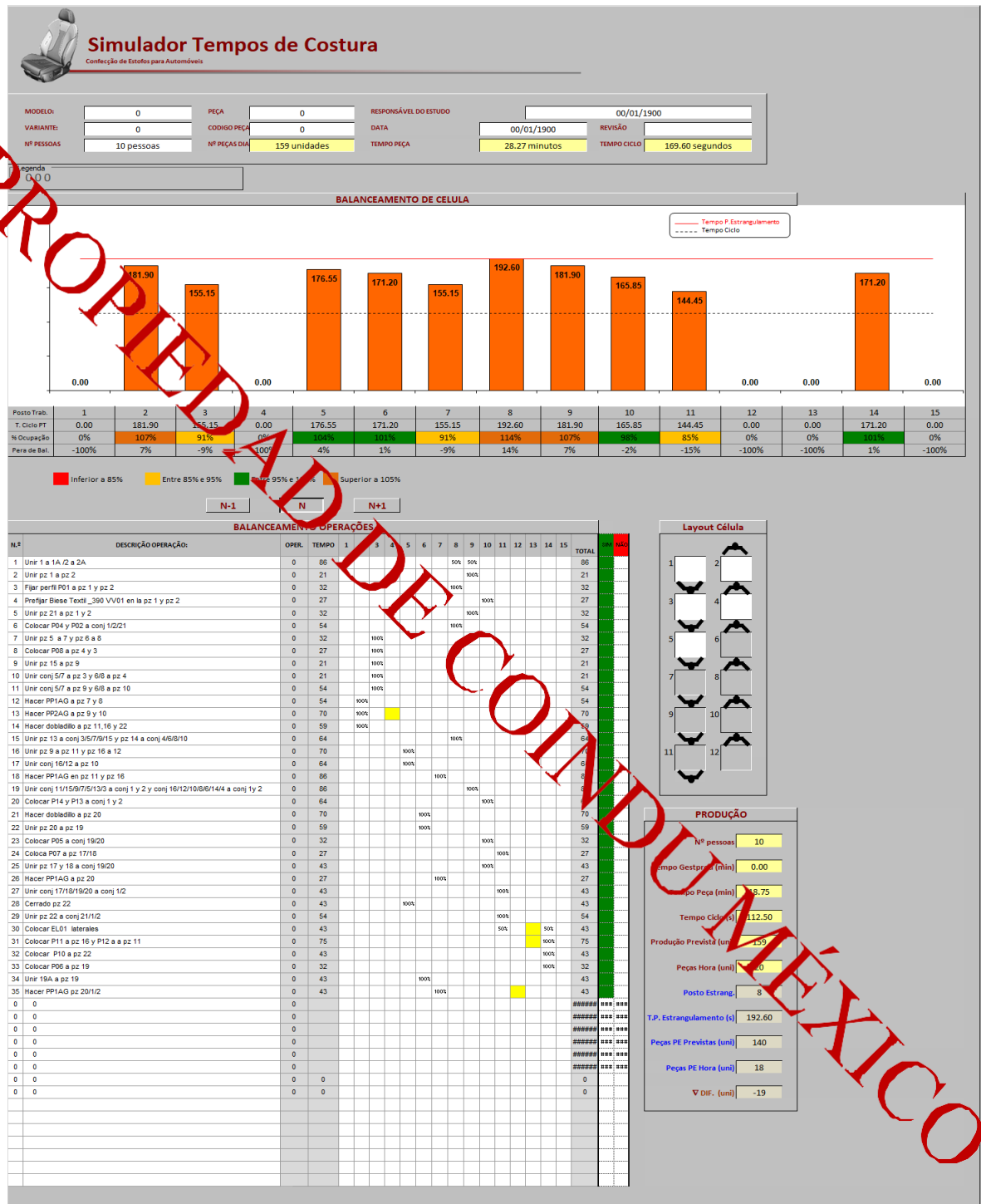
■ Inferior a 85% ■ Entre 85% e 95% ■ Entre 95% e 105% ■ Superior a 105%

BALANCEAMENTO OPERAÇÕES

Nº	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO:	OPER.	TEMPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
1	Unir 1 a 1A/2 a 2A	0	80							100%	100%								80
2	Unir pz 1 a pz 2	0	20																20
3	Fijar perfil P01 a pz 1 y pz 2	0	30							100%									30
4	Preñer Biese Textil_390 VV01 en la pz 1 y pz 2	0	25									100%							25
5	Unir pz 21 a pz 1 y 2	0	30									100%							30
6	Colocar P04 y P02 a conj 1/2/1	0	50							100%									50
7	Unir pz 5 a 7 y pz 6 a 8	0	30					100%											30
8	Colocar P08 a pz 4 y 3	0	25					100%											25
9	Unir pz 15 a pz 9	0	20					100%											20
10	Unir conj 5/7 a pz 3 y 6/8 a pz 4	0	20					100%											20
11	Unir conj 5/7 a pz 9 y 6/8 a pz 10	0	50					100%											50
12	Hacer PPIAG a pz 7 y 8	0	50					100%											50
13	Hacer P2AG a pz 9 y 10	0	65					100%											65
14	Hacer dobladillo a pz 11 y 12	0	55					100%											55
15	Unir pz 13 a conj 3/5/7/9/15 y pz 14 a conj 4/8/10	0	60							100%									60
16	Unir pz 9 a pz 11 y 15 a pz 12	0	65						100%										65
17	Unir conj 16/12 a pz 10	0	60						100%										60
18	Hacer PPIAG en pz 11 y pz 16	0	80							100%									80
19	Unir conj 11/15/8/7/5/13/3 a conj 1 y 2 y conj 16/12/10/8/6/14/4 a conj 1 y 2	0	80								100%								80
20	Colocar P14 y P13 a conj 1 y 2	0	60									100%							60
21	Hacer dobladillo a pz 20	0	65						100%										65
22	Unir pz 20 a pz 19	0	55						100%										55
23	Colocar P05 a conj 19/20	0	30									100%							30
24	Coloca P07 a pz 17/18	0	25										100%						25
25	Unir pz 17 y 18 a conj 19/20	0	40										100%						40
26	Hacer PPIAG a pz 20	0																	

Figura 4. Balanceo de la línea (mejorado).

Figura 5. Balanceo aplicando tolerancia del 7%.



De esta manera, al comparar la figura 3 y la figura 4, se aprecia que antes de haber realizado el balanceo de la línea, el cuello de botella era el operario 8 que dura 220 segundos en realizar sus operaciones.

De igual forma mediante la gráfica se puede deducir que las acciones tomadas ayudaron a que los tiempos de operación de cada estación se muestren más equilibradas y sean eficientes.

Paso 9. Determinar el Takt Time y Cycle Time

Después de concluir el octavo punto, en el paso 9 se calcula el Takt Time y Cycle Time. El Takt Time se obtiene dividiendo el tiempo disponible con el que cuenta la empresa entre la demanda del cliente. Dicho resultado nos señalará el tiempo máximo que los operadores deben trabajar las piezas antes de pasarlas al siguiente operador, es decir, el tiempo máximo que la pieza debe durar en cada operación o actividad.

Por su parte, a fin de calcular el takt time, se hacen los cálculos correspondientes para un día. Para ello se dividió el total de segundos trabajados en un día (27,000 segs), obtenidos de las 7.30 horas diarias, entre el total de piezas que deben de salir diarias para cumplir la demanda de 150 piezas.

$$T = \frac{\text{Tiempo de producción por día (7.5 hrs)}}{\text{Producción diaria requerida (en unidades)}}$$

$$T = \frac{(60 \text{ segundos}) (450 \text{ minutos})}{150 \text{ unidades}} = \frac{27,000}{150} = 180 \text{ seg} = 3 \text{ min} \times \text{pieza}$$

MATRIZ DE PIEZAS OBJETIVO POR HORA					
NO. DE OPERADORES	N-2= 8	N-1= 9	N=10	N+1= 11	N+2= 12
VARIANTE	NÚMERO DE PIEZAS OBJETIVO HORA				
AFD/E PIEL					
SP TEIL	18	20	22	24	27
SP MIL	19	21	24	26	28
SP RAUT	19	22	24	26	29
SP FEIN BIES	17	19	22	24	26
SP KL TEIL	16	18	20	22	24
SP KL MIL	17	19	21	23	25
BS MIL	26	29	32	35	39
AFD/ E PA_SERIE					
SP PERLN	18	20	22	24	27
SP PERN DEC	17	19	21	23	26
SP KL PERN	16	18	20	22	24
AFD/E TELA					
BSTC SYN/REF	31	35	39	43	47
SP TC IMP	20	22	25	27	30

El tiempo de ciclo (cycle time) es el tiempo disponible partido por las unidades a producir y es resultado de nuestras decisiones, así que de acuerdo a nuestro balanceo se hizo el cálculo.

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día (7.5 hrs)}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$C = \frac{(60 \text{ segundos}) (450 \text{ minutos})}{27,000} = 158.8 \text{ seg} = 2.64 \text{ min x pieza}$$

$$C = \frac{170 \text{ unidades}}{170} = 1$$

Se dividió el tiempo disponible que es de 27,000 segundos entre las 170 unidades que son producidas al seguir el balanceo, el resultado nos da 158.8 segundos, es decir 2 min 64 seg.

El tiempo de takt debe de ser mayor que el tiempo de ciclo para ser capaz de producir la demanda. Así que de acuerdo a los resultados el takt time es mayor que el tiempo ciclo, por lo tanto, la aplicación del balanceo nos permitirá satisfacer la demanda del cliente en tiempo y forma.

Para verificar que el resultado haya sido el esperado se determinó la productividad de la línea antes y después de ser balanceada, con la intención de conocer el porcentaje que aumentó la productividad.

Para hacer esto se toma en cuenta el cuello de botella de las operaciones del antes y después de ser balanceada.

Por ejemplo, el cuello de botella antes de ser balanceada era el puesto 8, que dura 220 segundos = 3.66 minutos. Para obtener las piezas fabricadas se dividió el tiempo disponible (450 min) entre los 3.66 que dura la operación, dando como resultado un total de 122.95 piezas. Este resultado se divide entre el total de operadores (10) y la jornada laboral de trabajo por turno (7.5 hrs).

$$\text{Productividad} = \frac{122.95}{(10)(7.5)} = 1.63 \text{ piezas por operador}$$

El resultado de 1.63 significa que cada operador fabrica 1.63 piezas por hora.

Cuando el balanceo se realizó el cuello de botella siguió siendo el puesto 8 debido a que las operaciones que se le asignaron son nuevas para los operadores por lo que el operador irá adquiriendo más práctica por lo que si tiempo se reducirá.

Al hacer los cálculos correspondientes se llegó al resultado de que cada operador realiza 2 piezas por hora contras las 1.63 piezas por operador cuando la línea no estaba balanceada.

$$\text{Productividad} = \frac{150}{(10)(7.5)} = 2 \text{ piezas por operador}$$

Este balanceo ha aumentado la productividad de la línea en un 22.69 % ya que ahora se producen más piezas.

Hoja de Operación Estándar

Finalmente, para establecer el trabajo estándar en cada actividad, se hicieron Hojas de Operación Estándar (HOE), donde se describe cómo realizar la operación de manera correcta y práctica para reducir movimientos innecesarios. Ejemplo, en la figura 4 se puede apreciar una de las actividades de la variante AF'S Perlhappa deco con el formato utilizado por COINDU MÉXICO.

Los formatos se hicieron para cada una de las actividades y están a la vista de cada operador para que sigan la secuencia correcta de operación en su tiempo estándar establecido para así dar cumplimiento a la demanda del cliente. Figura 5 y 6.

Figura 5. Formato estándar para la actividad de unir las piezas 17 y 18 a pieza 19.



Figura 6. Trabajo estándar para la actividad de unir las piezas 17 y 18 a pieza 19.



Conclusiones

A través del estudio de tiempos se pudo identificar las estaciones de trabajo que consumían mayor cantidad de tiempo (Puesto 8 y 10).

Acciones correctivas:

- Reasignación de actividades
- Desarrollo de hojas de operación estándar

A los operarios de estaciones con tiempos inferiores, se les designó actividades que no afectarán el flujo y a las estaciones que estaban por encima se les reducía la carga de trabajo, con el objetivo de equilibrar la línea y cumplir el plan de producción diario, de estos cambios realizados se logró reducir el tiempo estándar entre las diferentes estaciones, se logra que el tiempo estándar total anterior con respecto al mejorado se reduzca en 18%, esto hace referencia a que por cada vestidura que anteriormente se costuraba se ahorran 1 minuto y de acuerdo al plan de producción que son de 150 piezas en una jornada laboral se optimizarán un total de 8.25 minutos, obteniendo de esta manera una línea con igual carga de trabajo, eficiente uso del talento humano y de los recursos con los que cuenta la empresa.

La correcta implementación de la Manufactura esbelta trae consigo mejoras muy significativas como una mejor calidad, incremento en la productividad y por consiguiente menores costos.

Los balanceos se tienen que hacer constantemente, cada vez que se agregue una máquina o herramienta nueva, las cuales agilizan el trabajo, razón por la cual es necesario hacer un nuevo ajuste para que exista un flujo o una carga de trabajo óptima y equilibrada para eliminar tiempo de ocio.

También es indispensable capacitar correctamente a los operadores recién ingresados a línea para que cumplan con el tiempo establecido y no afecte la productividad de la línea.

Finalmente, en cuanto a la estandarización de la línea, se logró reducir el tiempo de trabajo en un porcentaje de 41% de tiempo de producción por pieza, ya que gracias a los formatos de trabajo estándar utilizados donde se describe de manera visual y escrita la secuencia de operaciones que los operadores deben seguir para realizar cada actividad, trajo consigo menos errores y tiempo de ejecución para cada operación.

Competencias desarrolladas y/o aplicadas

N°	Materia	Competencia general de la materia	Competencia desarrollada y/o aplicada	Aplicación
1	Estadística Inferencial	Aplica los conceptos de la teoría de la probabilidad y estadística para organizar, clasificar, analizar e interpretar datos para la toma de decisiones en aplicaciones de gestión empresarial.	Recopilación de datos	Análisis, recopilación y medición de los tiempos efectuados para cada operación.
2	Estudio de trabajo 1 y 2	Aplica los elementos del estudio de trabajo, favoreciendo la productividad en un ambiente organizacional, con una orientación sistémica y sustentable para la toma de decisiones en forma efectiva.	Estudio de tiempos y movimientos	Determinación del tiempo estándar, tiempo ciclo y para la identificación del problema en la línea.

Referencias bibliográficas

- Adrian, B. (2015). Balanceo de líneas (análisis de la producción).
Recuperadode: <https://spcgroup.com.mx/balanceo-de-lineas/>
- Barrios, M. (2010). Balanceo de líneas (análisis de la producción).
Disponible en: <http://es.scribd.com/>
- Felipe, D. Manufactura esbelta. Recuperado de:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Galindo, Mariana y Viridiana, R. (2015) “Productividad” en serie de estudios económicos, Vol. 1, Agosto 2015. México DF
- Heizer, J. y Render, B. (2004) Balanceo de la línea de ensamble. Principios de administración de operaciones. (5 Ed). México: Pearson Educación, 351.
- Niebel, B. (2014). Ingeniería Industrial de Niebel “Métodos, estándares y diseño del trabajo” México: Mc Graw Hill.