
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**BALANCEO DE LÍNEAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA
DE ACABADO DE LA EMPRESA**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:
AMERICA ESTHEFANY ALVAREZ GONZALEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
ING. JUDITH DÍAZ DOMÍNGUEZ**



APIZACO, TLAX., MAYO 2025



Instituto Tecnológico de Apizaco

Ingeniería Industrial

Apizaco, Tlax. 30/abril /2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

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:	AMERICA ESTHEFANY ALVAREZ GONZALEZ
CARRERA:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
NO. DE CONTROL:	19370526
NOMBRE DEL PROYECTO:	"BALANCEO DE LÍNEAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ACABADO DE LA EMPRESA "
PRODUCTO:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

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

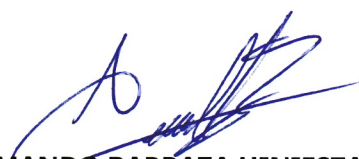
ATENTAMENTE

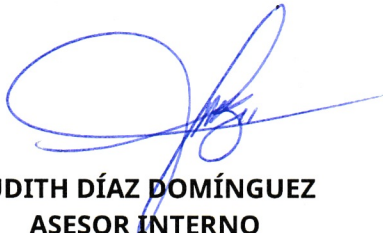
EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLÓGICA. ®

Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**


ARMANDO BARRAZA HINIESTA
JEFE DE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL


JUDITH DÍAZ DOMÍNGUEZ
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. 144, e-mail: subplan@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |





Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 21/mayo/2025

ALVAREZ GONZALEZ AMERICA ESTHEFANY
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL.
CON NÚMERO DE CONTROL 19370526.
P R E S E N T E.

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: **BALANCEO DE LÍNEAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ACABADO DE LA EMPRESA**, 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/Gsc*



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

Mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Apizaco, a mis compañeros, amigos y profesores que fueron parte de mi formación por su esmero y dedicación logrando insertar interés referente a temas de la carrera, así como me enseñaron a ser constante, por compartir sus experiencias, así como conocimientos y poder entender la parte realista de los problemas presentes en empresas.

A mis asesor externo e interno que han retroalimentado mis ideas y resolviendo dudas, agradecimiento a la empresa Funhedi e ingenieros que forman parte de ella por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y proporcionarme acceso a sus instalaciones, trabajadores y equipos permitiéndome aprender más sobre los procesos y control de estos, a los colaboradores que me permitieron conocer el proceso a través de sus perspectivas y entender la parte operativa y complejidad que conllevan.

Y, por último, pero no menos importante si no más personal a mis padres por el esfuerzo y esmero de brindarme la oportunidad de realizar mis estudios por siempre estar acompañando mis actividades y por estar presentes, a mis hermanos y pareja por impulsarme a seguir mejorando y esperar cosas gratas de mi persona, por su paciencia y compañía.

índice

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	5
Generalidades del proyecto	6
1. Introducción	6
2. Descripción de la empresa u organización	7
2.1 Historia	7
2.2 Organigrama de producción.....	8
2.3 Área de trabajo.....	8
2.4 Puesto desempeñado por el estudiante	9
2.5 Ambiente	9
3. Alcances y Limitaciones.....	9
4. Objetivo del proyecto	10
4.1 Objetivo general	10
4.2 Objetivos específicos.....	10
5. Justificación	11
6. Marco Teórico.....	12
6.1 ISO 9001:2015	12
6.1.1 Enfoque a procesos	12
6.1.2 Requisitos del Sistemas de gestión de la calidad	13
Calidad.....	14
6.2 Calidad y Cantidad.....	14
6.3 Equilibrio entre calidad y cantidad	14
6.4 Producción.....	15
6.5 Perdidas por falta de balanceo.....	16
6.6 Trabajo estandarizado	17
6.7 Flujo de una sola pieza (one piece flow)	18

6.8 Stocks buffers y de seguridad	18
6.9 Cuello de botella en los procesos productivos	19
6.9.1 Consecuencias de un cuello de botella	19
6.10 Proceso productivo.....	20
6.10.1 Etapas Principales del Proceso Productivo.....	20
6.11 Balanceo de línea	21
6.12 Takt Time, fabricar al ritmo que nos demanda el cliente.....	22
6.13 Tiempo de Ciclo (Cycle Time)	23
6.14 Tiempo de Entrega de Manufactura (Manufacturing Lead Time).....	23
6.15 Stock en las empresas con modelos JIT.....	24
6.16 Diagrama de precedencia.....	26
6.16.1 Tres formas para indicar la relación entre un par de actividades son:.....	26
6.17 Eficiencia de las líneas de producción	27
6.17.1 Mejorar la eficiencia de las líneas de producción	27
7. Desarrollo de balanceo.....	31
7.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	31
7.2 Tipo de producción.....	34
7.3 Cadena de valor de la línea (SIPOC)	35
7.4 Calcular Takt Time	36
7.5 Diagrama de precedencia.....	41
7.6 Número teórico de estaciones	43
7.7 Balanceo de líneas.....	45
8. Resultados	48
9. Conclusiones y recomendaciones	49
10. Referencias	50

Resumen

La empresa FUNEHDI se encuentra ubicada en Tlaxco, Tlaxcala, México, la cual fabrica piezas diversas de aluminio el área de producción, sub área acabado presenta la problemática de cuellos de botella en sus procesos ocasionando demoras y sobre acumulamiento de productos evitando el flujo continuo del proceso. Se desea implementar un balanceo las líneas tomando datos previamente ya evaluados respecto al tiempo estándar de cada operación. Una vez revisado esto se calculó el Takt Time para poder balancear la línea respecto al proceso para mejorar la producción en el área, asignando estaciones de trabajo, número de trabajadores requeridos, tiempos y realizando tablas que ayuden a tener la información más simplificada y específica obteniendo la eficiencia del balanceo de línea.

Generalidades del proyecto

1. Introducción

Con nuevos proyectos y aumento de demandas la empresa Funhedi busca expandimiento de mercado y formarse mediante la NOM 9001-2015, buscando la certificación ante dicha norma, logrando que sus productos sean reconocidos por la alta calidad buscando impactar a mercados del estado e internacionales a través de la identificación y optimización de las necesidades de los clientes mejorando aún más la calidad que se tiene, así como mejorando los procesos. El número de personal o maquinas sin un estudio minucioso ocasiona que el proceso tenga cuellos de botella, impide el flujo del proceso y demoras en entregas, tener un enfoque de gestión de la calidad nos permite el cumplimiento de los requisitos del cliente, el desempeño eficaz del proceso y la mejora continua de procesos en base las evaluaciones de datos e información con la que se cuenta y recolecta, esto con el fin de tener los resultados previstos de acuerdo a la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización.

Durante este proyecto se llevarán a cabo actividades que nos proporcionan información sobre la línea de producción, el tiempo que se tardan en realizar las operaciones, así como también mostrando las deficiencias que se pueden llegar a tener en las operaciones. Realizando estudios y cálculos para optimizar tiempos y entregar los productos en tiempo y forma con calidad. Buscando y analizando la reducción de tiempos muertos o aumentando requerimientos como personal y/o maquinas.

2. Descripción de la empresa u organización

2.1 Historia

La empresa FUNHEDI Inicia sus operaciones en la localidad de San Luis Apizaquito, Tlaxcala, el año 1980, especializándose en la fabricación de piezas diversas en aluminio, perteneciendo al sector Industrial Metal - Mecánica.

En el año 2013 la empresa se expande y se reubica en Ciudad Industrial Xicohténcatl III de Tlaxco, Tlaxcala.

Es actualmente líder a nivel nacional en la fabricación de Asas y Mangos en aluminio para utensilios de cocina utilizando tecnología de punta para el diseño y fabricación de piezas y moldes.

La empresa Funhedi se encuentra ubicada en Tlaxco, Tlaxcala en el corredor industrial III, calle Central Manzana 3 Lote 1, Ciudad Industrial Xicohtencatl III, Tlaxco, Tlaxcala C. P. 90277.



Ilustración 1 Empresa FUNHEDI

Fuente: Funhedi S.A. de C.V. (2019)

2.2 Organigrama de producción

El organigrama del departamento de producción está compuesto por el gerente de la producción, seguido de su auxiliar y mecánico después están 5 habilitadores y los 16 operarios.

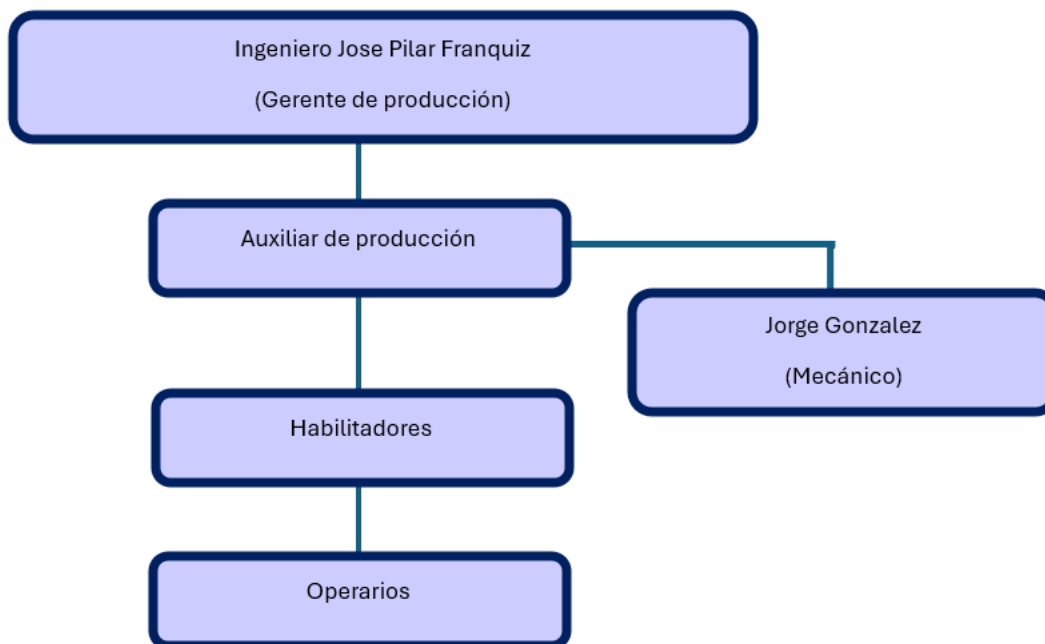


Ilustración 2 Organigrama del departamento de producción

2.3 Área de trabajo

Sub- áreas

El área de fundición dedicada a la fabricación de lotes de productos de aluminio, así como válvulas.

El área de acabado dedicada a dar terminación a la anteriormente área mencionada, área encargada de dar el acabado al producto para ser llevado al cliente final.

2.4 Puesto desempeñado por el estudiante

Practicante del Departamento de Producción. Área dedicada a la fabricación de Asas, mangos y utensilios de cocina.

2.5 Ambiente

Dentro del departamento de producción se realiza la captura de reportes de producción de cada subárea, se realiza concentrados de producción para indicar si el operador cumple con el porcentaje esperado de producción, se hace entrega de insumos requeridos en el área por semana, se realizan organigramas para determinar puestos de trabajo y responsabilidades, se implementa una organización con los colaboradores para las entregas de pedidos por lo que se evalúa la entrega de pedidos así como dar indicaciones de pedidos o cambios en los mismos, se realiza la solicitud de tiempo extra y dar recorridos por la línea de producción para verificar que todo esté en orden y cumplimiento de operaciones, se lleva a cabo archivar documentos y la canalización de los colaboradores para atender solicitudes de los mismos.

3. Alcances y Limitaciones

Se reorganizará o rediseñando el proceso creando estaciones de trabajo con cargas de trabajo tan parejas como sea posible implementando el balanceo de líneas para disminuir el sobre acumulamiento de productos y permitir el flujo de estos.

Reducir los desequilibrios entre maquinas o personal en cada subárea para ello se evaluará a través de cálculos para determinar si es necesario agregar más personas y/o recursos necesarios alguna limitación es el tiempo de espera para la contratación de un colaborador o compra de una máquina.

4. Objetivo del proyecto

4.1 Objetivo general

Realizar un balanceo de líneas en el área de acabado para mejorar la productividad asegurando la carga de trabajos equilibrada aumentando la satisfacción al cliente mediante el cumplimiento de los requisitos de estos.

4.2 Objetivos específicos

Mantener una visión general del proceso y garantizar que toda la información relevante se registre y presente de manera organizada.

Identificar áreas de oportunidad mejorando el desempeño de los procesos con base en la evaluación de los datos y la información.

Reducir los desequilibrios entre maquinas o personal en cada operación.

Crear un flujo suave y continuo sobre la línea de producción para disminuir cuellos de botella y tiempo ocioso

Aumentar la productividad para satisfacer las demandas del cliente alcanzar resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad.

5. Justificación

Este trabajo surge por la necesidad de la empresa de mejorar el proceso de producción y querer estar certificados bajo la NORMA 9001-2015, para aumentar la productividad, utilizar solo lo necesario para satisfacer las demandas de los clientes y que tengan la seguridad y certeza de que los productos que se producen y manejan en la empresa están elaborados bajo los estándares necesarios.

La empresa tiene problemas en la línea de producción acabado porque el flujo del proceso no es continuo, ya que la subárea limas verticales no abastece a las demás subáreas como se espera haciendo cuellos de botella y con ello retrasos en el proceso.

Se pretende ajustar los desequilibrios identificados sistemáticamente, nivelando todas las actividades otorgándoles un mejor flujo de operaciones lo cual reducirá pérdidas en las operaciones y tiempos improductivos en las estaciones de trabajo. Demostrando que son aplicados y manejados adecuadamente de tal manera que los productos lleguen al consumidor final en buen estado.

6. Marco Teórico

6.1 ISO 9001:2015

ISO 9001 es una norma para la gestión de calidad reconocida mundialmente. Ayuda a organizaciones de todos los tamaños y sectores a mejorar su desempeño, cumplir con las expectativas de los clientes y demostrar su compromiso con la calidad. Sus requisitos definen cómo establecer, implementar, mantener y mejorar constantemente un sistema de gestión de calidad (SGC).

Con la implementación de ISO 9001, su organización ha implantado procesos eficaces y ha capacitado a su personal para brindar productos o servicios impecables una y otra vez.

6.1.1 Enfoque a procesos

La comprensión y gestión de los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus resultados previstos. Este enfoque permite a la organización controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, de modo que se pueda mejorar el desempeño global de la organización.

El enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PHVA (véase 0.3.2) con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos (véase 0.3.3) dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

La aplicación del enfoque a procesos en un sistema de gestión de la calidad permite:

a) la comprensión y la coherencia en el cumplimiento de los requisitos;

- b) la consideración de los procesos en términos de valor agregado;
- c) el logro del desempeño eficaz del proceso;
- d) la mejora de los procesos con base en la evaluación de los datos y la información.

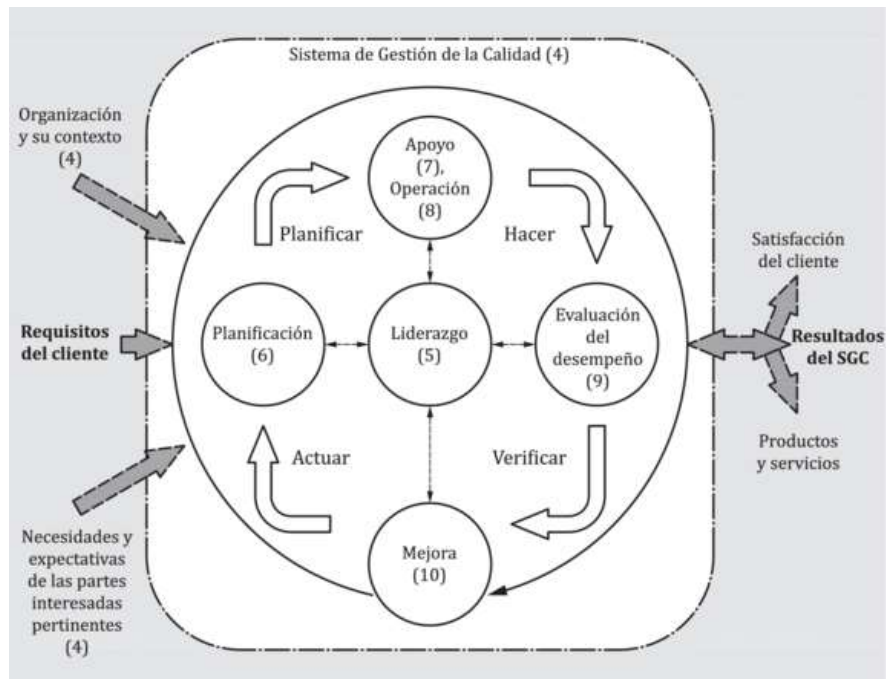


Ilustración 3

Fuente: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

6.1.2 Requisitos del Sistemas de gestión de la calidad

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad cuando una organización: a) necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, y b) aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los

requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables. Todos los requisitos de esta Norma Internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones, sin importar su tipo, tamaño y el producto suministrado.¹

Calidad

6.2 Calidad y Cantidad

Para empresas y emprendedores, la decisión entre calidad o cantidad puede marcar la diferencia en su éxito a largo plazo. Mientras que algunos argumentan que una mayor cantidad puede aumentar la visibilidad y las oportunidades de venta, otros sostienen que la calidad es el pilar fundamental para construir una marca sólida y fidelizar a la clientela.

La calidad, entendida como la excelencia y el valor agregado de un producto o servicio, es lo que a menudo distingue a las marcas en un mercado saturado. Por otro lado, la cantidad, que se refiere al volumen de producción o servicio, podría parecer una ventaja competitiva, pero no siempre resulta sustentable o rentable a largo plazo.

Un producto de alta calidad puede justificar un precio más elevado y generar una percepción positiva de la marca, mientras que la cantidad excesiva sin un estándar de calidad puede dañar la reputación y reducir la confianza del consumidor.

6.3 Equilibrio entre calidad y cantidad

Encontrar un equilibrio entre calidad y cantidad puede ser desafiante, pero no imposible. Es importante definir claramente los estándares de calidad sin comprometer la eficiencia y la productividad.

Esto puede incluir:

¹ ISO. (2015). Plataforma de navegación en línea (OBP). <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

- Estrategias para mejorar la calidad del contenido, como la inversión en capacitación y herramientas para los creadores de contenido.
- Incorporación de tecnología y automatización para mantener una producción eficiente sin sacrificar la calidad.
- Realización de estudios de mercado para comprender mejor las expectativas de calidad de los clientes y cómo equilibrarlas con la cantidad producida.
- Establecimiento de métricas claras para medir tanto la calidad como la cantidad, y el impacto que tienen en el negocio.²

6.4 Producción

En economía, la producción es el proceso mediante el cual se transforma la materia prima en bienes para el consumo, y se le añade valor al resultado (es decir, valor agregado). Los sistemas económicos tienen como fin la producción de recursos, ya que a través de esta se satisfacen distintas necesidades humanas.

Características de la producción

la producción se caracteriza por lo siguiente:

- Su propósito es transformar la materia prima en bienes de consumo, añadiéndoles valor en el proceso.
- Todo proceso productivo requiere de tierra, trabajo, capital y tecnología.
- El modo en que se produzca un bien depende del sistema productivo empleado y de la disponibilidad de los recursos necesarios para ello.

Existen diferentes tipos de producción, como pueden ser:

² Rodríguez, D. (2024, septiembre 14). Calidad o cantidad 2025 Análisis comple (ISO, 2015)to. Mercatelly. <https://blog.mercatelly.com/marketing/calidad-o-cantidad>

- Producción artesanal, cuando se producen bienes individuales e irrepetibles, mediante un método tradicional que generalmente implica pocos trabajadores.
- Producción en masa, cuando se producen bienes idénticos de manera multitudinaria y rápida, implementando maquinaria sofisticada y energía eléctrica.
- Producción intermedia o por lotes, cuando se produce un lote finito de bienes similares o idénticos, de manera intermitente, generalmente porque no existe una demanda constante que suplir.
- Producción continua o de flujo continuo, cuando se produce de manera ininterrumpida, 24 horas del día y 7 días a la semana, generalmente bienes de importancia clave para el país o la región.³

6.5 Perdidas por falta de balanceo

Las pérdidas por balanceo son el resultado de tener mal equilibradas las operaciones de un sistema productivo, de manera que hay uno o varios procesos que consumen más tiempo que el resto, mientras los otros procesos disponen de un tiempo ocioso.

No todas las operaciones necesitan el mismo tiempo, de manera que los operarios que desarrollan las operaciones más cortas no tienen nada que hacer mientras esperan la siguiente pieza. El equilibrado de una línea es un proceso mediante el cual se distribuyen niveladamente los elementos del trabajo dentro de un flujo de valor con el fin de satisfacer el takt time.

³ Equipo editorial, Etecé. (2024, December 25). Producción - Concepto, características, factores y ejemplos. Concepto. <https://concepto.de/produccion/>

El equilibrado de la línea ayuda a optimizar el uso del tiempo de personas, equilibra las cargas de trabajo de modo que nadie hace demasiado o demasiado poco. Como la demanda de clientes puede fluctuar, a menudo es necesario volver a equilibrar la línea porque cambian los takt time.

El equilibrado de una línea parte del análisis de la situación actual, mediante un gráfico de balance de operario, donde se representan los elementos de trabajo, los requerimientos de tiempo y los operarios de la estación de trabajo. Se utilizan para mostrar las oportunidades de mejora visualizando los tiempos de cada operación en relación al tiempo de takt y el tiempo de ciclo total.

6.6 Trabajo estandarizado

El trabajo estandarizado hace referencia al conjunto de procedimientos que definen el mejor método posible de trabajar para que todos los operarios desarrollen de la misma manera los distintos procesos de fabricación y ensamble, lo cual facilita el éxito para la obtención de altos niveles de productividad, calidad y seguridad.

Para conseguir un trabajo estandarizado se consideran las siguientes líneas de actuación:

- Trabajar con los operarios para determinar los métodos de trabajo más eficientes y llegar a un consenso, porque éstos no deben imponerse de forma autoritaria.
- Contemplar las mejoras propuestas por los operarios (ideas kaizen).
- Adherirse al takt time como unidad crítica de medición del trabajo estandarizado. No debe intentarse acomodar los cambios en el takt time haciendo cambios sustanciales en las cargas de trabajo individuales. Cuando el takt time se reduce, racionalizar el trabajo y añadir empleados si es necesario, cuando aumenta, asignar menos operarios al proceso.

6.7 Flujo de una sola pieza (one piece flow)

El flujo de una sola pieza es la manera más eficiente de gestionar los recursos humanos y materiales, como consecuencia de fabricar los productos uno a uno. Cuando se usa el flujo secuencial de piezas cada operación debe equilibrarse de acuerdo con el takt time calculado y se observa que:

- Se utiliza el flujo de una pieza para reducir el wip y el tiempo de ciclo.
- Se eliminan los lotes grandes de fabricación. El flujo de una pieza hace visibles problemas que de otro modo permanecerían ocultos.
- Agiliza los cambios de modelo (mejora del SMED).
- Sistema de trabajo FIFO (first in first out): lo primero que entra es lo primero que sale.
- Reducción de espacio (proximidad de los puestos de trabajo). Los operarios no están aislados.
- En el proceso integran controles de calidad, con el objetivo de eliminar los controles de calidad al final de la línea.
- Automatización inteligente, a bajo coste.
- Máquinas sencillas de manejar y también de mantener.
- Alimentación de componentes y materiales desde fuera y no en la misma dirección del operario.
- Estandarización de las operaciones.

6.8 Stocks buffers y de seguridad

La voluntad de ofrecer la plena satisfacción del cliente, obliga a disponer de stocks buffer en caso de que la demanda aumente de golpe y los procesos sean incapaces de trabajar con un takt time menor (es decir, con mayor productividad).

Por otro lado, los stocks de seguridad protegen frente a la incertidumbre derivada de problemas internos (defectos de calidad, absentismo laboral, fiabilidad de las máquinas, etc.).

Disponiendo de stocks buffer y de seguridad, se satisface la demanda sin recurrir a las horas extras. Sin embargo, hay que tener presente que los stocks son compromisos temporales, ya que son un despilfarro, y a medida que la demanda de clientes se estabiliza y mejora la fiabilidad de sus procesos, se deben revisar de forma periódica estos stocks y minimizarlos o eliminarlos.⁴

6.9 Cuello de botella en los procesos productivos

Un cuello de botella, por definición, es un proceso (o etapa productiva) que funciona de manera ineficiente, o a un bajo nivel de productividad, causando como consecuencia un retraso importante en las operaciones y limitando a su vez el resto de las etapas en una cadena de producción.

Dicho de otra manera, un cuello de botella es aquel proceso que tiene un menor volumen de “salida” de ítems y que, de aumentar esta salida, aumentaríamos en el mismo valor la salida general de toda la cadena productiva.

Un cuello de botella acarrea consigo grandes costes operativos, paradas forzadas, etc.

6.9.1 Consecuencias de un cuello de botella

Ya que los cuellos de botella en la producción industrial limitan a todos los procesos, traen consigo un desequilibrio general en la producción que genera como consecuencia que:

- Los pedidos no se completen a tiempo
- No se alcancen las metas de producción

⁴ Empresa, C. T. (2023, August 31). Perdidas por falta de balanceo | Heijunka o produccion nivelada. *Ingeniería De Calidad | Mejora Y Potencia*.
<https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/perdidas-por-falta-de-balanceo-heijunka.html>

- Desperdicio de recursos en los procesos anteriores y posteriores al cuello de botella
- Aumento en los costes por almacenamiento
- Tiempos muertos en la cadena de producción
- Sobre esfuerzo en la maquinaria asociada al proceso del problema
- Mayor inversión en mano de obra
- Desmotivación laboral por parte de los empleados involucrados con el foco del problema
- Aumento de los costes generales de producción⁵

6.10 Proceso productivo

El proceso productivo se divide en diferentes etapas en donde los insumos involucrados van sufriendo modificaciones para obtener un producto final con su posterior colocación en el mercado. Las operaciones que se llevan a cabo son las de diseño, la producción y la distribución. El sistema productivo comprende la etapa de extracción, pasando por la producción de la materia prima, hasta obtener el producto final.

6.10.1 Etapas Principales del Proceso Productivo

Las fases de un proceso productivo, tanto si se fabrican productos como servicios, son las siguientes:

Diseño: se realiza un brainstorming para captar ideas de cómo será la conformación y presentación del producto. Una vez las ideas han sido decantadas, partiendo de las que quedaron, se elaboran bosquejos del producto hasta que, finalmente, se obtiene el definitivo.

⁵ Marketing. (2021, January 12). Cuello de botella en la producción: Qué es y cómo solucionarlo. EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/cuello-botella-produccion/>

Producción: se trata de la fabricación del producto o de definir los pormenores del servicio.

Distribución: consta en colocar en el mercado objetivo el resultado de la producción. La misma puede ser a través de publicidad en los diferentes medios de comunicación masiva; a través de presentación en escaparates o por medio de vendedores especializados y puntualmente capacitados, quienes visitarán los diferentes puntos de venta para promocionar y exhibir el producto.⁶

6.11 Balanceo de línea

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más utilizadas para la gestión del flujo de un sistema de producción, dado que parte de la base teórica de la fabricación equilibrada; de la cual depende el mejoramiento de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como lo son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación

⁶ Ventura, S. (2020, April 10). post_title. Gestion.Org. <https://www.gestion.org/el-proceso-productivo/>

de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).

Continuidad: Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

Variabilidad: Tal como se utiliza esta herramienta, parte desde la base de unos tiempos determinísticos. La variabilidad es un fenómeno inherente a los procesos, de manera tal que es muy probable que en la práctica los resultados reales no se ajusten a los teóricos.⁷

6.12 Takt Time, fabricar al ritmo que nos demanda el cliente

Dentro de la estrategia de producción Lean, el mejor ajuste suele producirse cuando somos capaces de fabricar al ritmo que nos demanda el cliente, de manera que los desperdicios por inventarios o almacenes y por esperas se reducen al mínimo y al tiempo que se evita la sobre producción. Para lograr esto partimos de determinar el que se ha venido a llamar Takt Time.⁸

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

⁷ López, B. S. (2023, 24 abril). *Balanceo de línea*. Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/#:~:text=El%20objetivo%20fundamental%20de%20un%20balanceo%20de%20la%20C3%ADnea,te%20C3%B3rica%20C2%20movimiento%20de%20recursos%20e%20incluso%20inversiones%20econ%20C3%B3micas>.

⁸ Canós, A. (s. f.). *Producción equilibrada. Producción uniforme | Innovayacción*. <https://innovayaccion.com/blog/produccion-equilibrada-produccion-uniforme-2/>

ventas, deben estar sincronizados, ya que es una de las metas de lean Manufacturing.⁹

6.13 Tiempo de Ciclo (Cycle Time)

El Tiempo de Ciclo describe cuánto tiempo toma completar una tarea específica desde el comienzo hasta el final. Esta tarea puede ser desde ensamblar un programa o contestar una llamada de un cliente. Y se puede profundizar aún más y segregarlo en Tiempo de Ciclo con Valor Agregado y Tiempo de Ciclo sin Valor Agregado.

El Tiempo de Ciclo puede ser medido con cronómetro.

6.14 Tiempo de Entrega de Manufactura (Manufacturing Lead Time)

En lo personal me gusta llamar a este concepto Tiempo de Entrega de Producción o PLT (Production Lead Time). PLT representa el tiempo total tanto de Valor Agregado como Sin Valor Agregado que toma para que un producto pase a través de toda la Cadena de Valor.

Esto es comúnmente llamado "call to cash" - de la llamada inicial al efectivo - , refiriéndose al tiempo que toma desde la llamada inicial que genera la orden hasta el momento de recibir el pago en dinero al entregar el producto.

Los Mapas de la Cadena de Valor son herramientas excelentes para determinar el Tiempo de Entrega de Producción.¹⁰

El tiempo de takt ha de ser mayor que el tiempo de ciclo para ser capaz de producir la demanda:

⁹ Zapata, M. Á. M., & Cano, J. G. C. (2015). Takt Time, el corazón de la producción. *Vía Innova*, 2, 60. <https://doi.org/10.23850/2422068x.390>

¹⁰ Pereira, R. (2016). *Qué Son Y Cómo Calcular «El Tiempo De Ciclo» (Cycle Time) , Takt Time y Tiempo De Entrega (Lead Time)*. <https://www.gembaacademy.com/blog/es/2016/12/15/que-son-y-como-calcular-el-tiempo-de-ciclo-cycle-time-takt-time-y-tiempo-de-espera-lead-time-1>

Takt Time > Tiempo ciclo

Si es menor, debemos realizar cambios en las líneas de producción para aumentar los recursos, como duplicar estaciones de trabajo, horas extras, aprovechar la capacidad sobrante de otros operarios y de esta forma, la producción acaba siendo superior a la demanda.¹¹

6.15 Stock en las empresas con modelos JIT

Las empresas que trabajan en JIT real se mueven en inventarios que son de menos de un día de stock. Esto prácticamente supone cero stock. Esto tiene una serie de ventajas y de inconvenientes.

El modelo Just in time es compatible con un alto nivel de servicio siempre y cuando el fabricante tenga el suficiente poder sobre sus proveedores como para lograr que el suministrador no falle en las entregas nunca o casi nunca. Esto, a la práctica, supone que tan solo un número reducido de empresas -y de gran tamaño- puedan aplicar el modelo JIT de manera real.¹²

Los sistemas de producción JIT tienen como propósito fundamental generar un flujo de productos con la suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios de la demanda, al mismo tiempo que se intentan disminuir los despilfarros descritos en el apartado anterior.

Para conseguir estos objetivos, en los sistemas JIT se ponen en marcha soluciones organizativas y tecnológicas que se denominan Técnicas de producción JIT.

A continuación, se proporciona una clasificación revisada de las técnicas JIT.

Es necesario señalar que esta clasificación no es exhaustiva, y que los grandes grupos en los que se han agrupado las técnicas son orientativos, con la intención

¹¹ David. (2022, marzo 11). *Takt time Vs Tiempo de ciclo. Definición y ejemplos*. Lean Manufacturing 10. <https://leanmanufacturing10.com/takt-time-tiempo-ciclo-definicion-ejemplos#:~:text=El%20tiempo%20de%20takt%20ha>

¹² Slimstock. (2024, marzo 12). Just In Time (JIT): qué es, para qué sirve y cómo aplicarlo. *Slimstock*. <https://www.slimstock.com/es/blog/just-in-time/>

de indicar sobre qué actividades del sistema de producción inciden fundamentalmente dichas técnicas.

En cualquier caso, la implantación de cada técnica repercutirá, de uno u otro modo, en otras actividades del sistema de fabricación.

TECNICAS UTILIZADAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION JIT			
Organización de las operaciones	Programación de la producción	Sistemas de apoyo a la producción	Recursos humanos
- Líneas de productos mezclados. - Líneas de fabricación en forma de «U».	- Nivelado de la producción. - Sistema de información Pull. - Sistemas de aprovisionamientos JIT.	- Aseguramiento de la calidad (TQM). - Mantenimiento productivo total (TPM). - Reducción de tiempos de preparación (SMED).	- Fomento de la Polivalencia de los trabajadores. - Control autónomo de defectos. - Aprovechamiento ideas de los trabajadores.

Ilustración 4 Técnicas Utilizadas en los sistemas de producción JIT

Fuente: [\(PDF\) Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción \(researchgate.net\)](#)

En su intento de simplificar la fábrica, el enfoque JIT propone organizarla de modo que se simplifiquen los flujos de material. Para ello, se agrupan por familias los componentes similares, y se constituyen líneas dedicadas a la fabricación de cada familia de componentes.¹³

¹³ Joaquín D. (2015). Las técnicas justo tiempo y repercusión en los sistemas de producción. [\(PDF\) Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción \(researchgate.net\)](#)

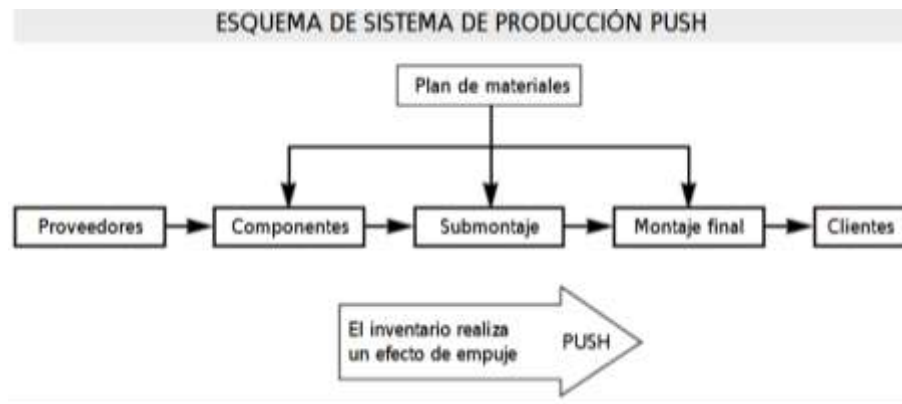


Ilustración 5 Esquema de sistema PUSH

Fuente: [\(PDF\) Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción \(researchgate.net\)](#)

6.16 Diagrama de precedencia

El Diagrama de Precedencia es una representación visual que muestra la secuencia y las dependencias entre las tareas de un proyecto. Cada tarea se representa como un nodo, y las flechas indican la relación de precedencia entre ellas. Este diagrama permite identificar la ruta crítica, que son las tareas que determinan la duración total del proyecto. Es una herramienta esencial en la gestión de proyectos, ya que ayuda a planificar y programar las actividades de manera eficiente, así como a identificar las actividades críticas que deben completarse a tiempo para evitar retrasos en la finalización del proyecto.¹⁴

6.16.1 Tres formas para indicar la relación entre un par de actividades son:

Comienzo-a-comienzo:

En esta relación, B puede comenzar una vez A ha comenzado. En situaciones como esta es improbable que las dos comiencen simultáneamente y es probable que haya

¹⁴ Creately S. F. Diagrama de precedencia. <https://creately.com/diagram/example/rbERix7wohh/diagrama-de-precedencia>

un tiempo líder entre sus comienzos. El periodo entre dos comienzos puede ser colocado en la conexión e incluido en el análisis de la ruta crítica.

Termino-a-termino:

En esta relación, B puede terminar una vez que A ha terminado. Si hay un tiempo necesario entre el termino de A y el termino de B este puede ser dado en la conexión e incluido en el análisis de la ruta crítica que es descrito en otra sección.

Comienzo-a-termino:

Es inusual encontrar una situación que use este tipo de conexión. Ella indica que B no puede terminar hasta que A ha terminado. Justo como con las dependencias comienzo-a-comienzo y termino-a-termino, un periodo de tiempo puede ser dado a la conexión para mostrar el tiempo que debe pasar entre los dos puntos y ser incluido en los cálculos del análisis de la ruta crítica.

Si las actividades pueden correr en paralelo, ellas pueden ser mostradas con una combinación de conexiones de comienzo-a-comienzo y termino-a-termino. Secuencias de actividades ligadas en esta forma son conocidas como escaleras.¹⁵

6.17 Eficiencia de las líneas de producción

La eficiencia productiva es un término económico que describe el nivel en el que una empresa no puede producir cantidades adicionales de un bien sin reducir el nivel de producción de otro producto, es decir, el equipo produce la mayor cantidad posible de productos sin desperdiciar tiempo, dinero u otros recursos finitos.

6.17.1 Mejorar la eficiencia de las líneas de producción

Todas las organizaciones deben tomarse el tiempo necesario para revisar los procesos empresariales actuales y buscar áreas que puedan mejorarse, redefinirse o reorganizarse.

¹⁵ Praxis F. Diagrama de precedencia. <https://www.praxisframework.org/es/library/precedence-diagram>

- Tips importantes:
- Desafiar el statu quo.
- Los sistemas y procesos antiguos son probablemente ineficaces.
- Revisar la tecnología utilizada en toda su operación.

Evaluar la línea de producción

Se debe evaluar todos los aspectos de la línea de producción y prestar especial atención a la medición del rendimiento, es decir, el número medio de unidades que la empresa produce en un período determinado. Esta medición pondrá de manifiesto cualquier problema que haya en máquinas específicas.

También hay que revisar la utilización de la capacidad que consiste en calcular la capacidad de producción total por fábrica en un momento dado. El análisis de la utilización de la capacidad permite saber qué líneas de producción están funcionando al máximo rendimiento posible.

Actualizar la tecnología

La tecnología suele requerir una importante inversión inicial, pero vale la pena pues es la única forma de mantenerse por delante de la competencia.

Tips importantes:

- Revisar el estado de la tecnología interna de la organización y evaluar cómo cualquier ineficiencia puede estar causando cuellos de botella en las operaciones.
- La tecnología moderna atrae a los mejores talentos y a los mejores clientes.
- Considerar la posibilidad de adoptar soluciones de monitoreo de procesos industriales para agilizar los procesos.

Identificar los cuellos de botella en la producción

Los cuellos de botella en la producción se producen cuando hay una avería en algún punto de la línea de producción. Se suele suponer que las deficiencias relacionadas

con las máquinas o los equipos provocan los cuellos de botella, pero la realidad es que muchas veces es el factor humano el que ralentiza los procesos.

Muchas veces se considera erróneamente que los cuellos de botella provocados por las máquinas son errores de la máquina, cuando el verdadero culpable es un programa de mantenimiento preventivo (MP) mal ejecutado. Por otra parte, la lentitud de respuesta de un técnico puede afectar de forma drástica a la capacidad para volver a poner en marcha las tareas.

Buscar y eliminar el despilfarro

El despilfarro adopta muchas formas, como por ejemplo, la ventilación deficiente o la calefacción/refrigeración ineficaz que no siempre se ve a simple vista.

Además, el despilfarro se produce en forma de costos de mano de obra innecesarios y mala gestión de los trabajadores, lo que puede afectar significativamente a la eficiencia de la producción.

Si todos los miembros del equipo adoptan un enfoque diferente para la misma tarea, podría estar desperdiciando horas de trabajo cada año sólo por la ineficacia del flujo de trabajo. Por tanto, hay que considerar la posibilidad de contratar a un tercero para que evalúe sin prejuicios el uso que se hace en la organización de los recursos.

Reciclar

Una forma fácil de mejorar la eficiencia de las líneas de producción y reducir los costos es reutilizar los materiales de fabricación. Si se dispone de unas instalaciones bien equipadas, se puede clasificar rápidamente los residuos para reciclarlos y reutilizarlos.

Organizarse

Un equipo desorganizado es ineficiente por lo que se debe organizar y estandarizar los procesos en todos los ámbitos. Desde cómo se manejan las herramientas en el

taller hasta cómo colabora el equipo, todo lo que pueda funcionar con un proceso repetible debe optimizarse.

Hay que cuantificar y organizar todos los procesos que la empresa pone en práctica, y no sólo los del taller y plantearse preguntas como ¿Cómo recibe la oficina principal las actualizaciones de producción de la planta? ¿Cómo sabe el equipo del almacén cuándo los productos están listos para ser enviados? ¿Cómo se comunica todo esto? ¿Tienen los miembros de su equipo que comprobar el correo electrónico, mensajes de texto, llamadas telefónicas, walkie-talkies y buzones de papel de la oficina para estar totalmente informados? Racionalizar y organizar las comunicaciones internas tiene beneficios inmediatos.

Mejorar los procesos de formación

Si se descubre que los nuevos empleados son ineficientes, probablemente sea porque no reciben formación directa ni indirecta, para cumplir con las normas de la empresa. Es decir, si no se perfilan los protocolos de los empleados, los nuevos aprenden copiando a los que les rodean.

Hay que asegurarse de que dispone de procedimientos operativos estandarizados (SOP) antes de crear los programas de formación necesarios. Se pueden eliminar la mayoría de los obstáculos de la formación de incorporación utilizando un software moderno para reforzar y aplicar los PNT a cada tarea. Las ventajas de incorporar estos procesos en una solución de software son que cualquier proceso relevante puede estar al alcance del equipo desde cualquier lugar. Además, permite a los empleados añadir ideas sobre cómo mejorar la eficiencia de las líneas de producción.¹⁶

¹⁶ Ultatek. (s. f.). *Cómo mejorar la eficiencia de las líneas de producción en 8 sencillos pasos*. <https://ultatek.com/como-mejorar-la-eficiencia-de-las-lineas-de-produccion-en-8-sencillos-pasos/#::~:~:text=La%20OEE%20es%20un%20indicador,y%20sin%20tiempos%20de%20inactividad>.

7. Desarrollo de balanceo

7.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Se dio recorridos por la empresa para poder identificar las operaciones y las actividades de cada una de ellas, se elaboró un dibujo para una ayuda visual el cual muestra la distribución de línea de producción del área de acabado que está conformada por 19 procesos que serán explicados a continuación.

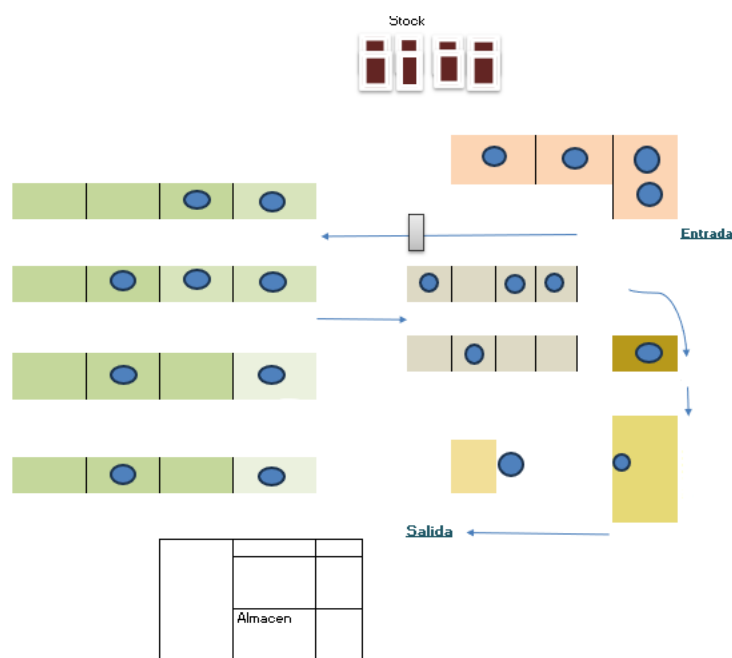


Ilustración 6 línea de producción subárea Acabado

El área de acabado está conformada por 19 procesos:

Proceso 1 y 2: En este proceso los colaboradores desbarban las coladas de las asas para quitar exceso de rebaba.

Proceso 3: La colada pasa por la máquina de cinta cierra que consiste en que el operador toma la colada y corta la unión de esta.

Proceso 4: Las Asas son contadas según diseño y tamaño posteriormente son vertidas en cajas para pasar a los siguientes procesos en este proceso se lleva el control del abastecimiento a los demás procesos.

Proceso 5: El operador lija la parte del lado que fue cortado para dejarla homogénea

Proceso 6, 7, 8: Se liman las asas del arista exterior, interior y pata según asa lo requiera.

Proceso 9: El operador troquela el asa de acuerdo a requerimientos solicitador por el cliente para una marca mas personalizada.

Proceso 10: El asa es conformada de acuerdo a requerimientos del cliente para darle el ángulo requerido.

Proceso 11: En este proceso se barrena el asa de acuerdo a números de barrenos requeridos y diámetro de los mismos solicitados por el cliente.

Proceso 12: Se inspecciona que los barrenos no estén desfasados, que no excedan el diámetro requerido, así como también se inspecciona algún otro defecto como el mal lijado, limado o cortado de asa.

Proceso 13, 14, 15: El asa pasa por un proceso denominado abrillantado es donde el asa pasa por una máquina que utiliza diferentes componentes para abrillantar la asa en caso que se requiera o pasa directo al conteo de estas para su empaque, las piezas pueden salir terminado mate a terminado brillante según se requiera.

Proceso 16: Este proceso se realiza solo si el asa pasa por el proceso de abrillantado, en este proceso saca balín que pueda quedarse en los orificios de los barrenos y separan asas dependiendo de su tipo ya sea tamaño y forma.

Proceso 17, 18 y 19: Se empaca la Asas en sacos con control de piezas por saco y se estiban las asas, así como se realiza la rotulación de sacos para efectos de venta al cliente y posteriormente para la entrega final.

Estos 19 procesos permiten que la asa tenga un flujo en la línea pasando por lotes, se pretende que la entrega de asas tenga alta calidad para clientes nacionales e internacionales ya que pasa por diferentes puntos donde permite que se inspeccione en cada uno de ellos evitando tener piezas defectuosas.

7.2 Tipo de producción

El área de acabado trabaja con la producción por lotes, los lotes se obtienen del área de fundición que posteriormente se distribuyen en cajas con asas que pasan por cada uno de los procesos anteriormente mencionados, creando un lote de productos acabados a la vez, es una producción que se trabaja bajo pedidos, es decir se produce lo que se requiere en el momento que se requiere.

Mapa de proceso de la línea

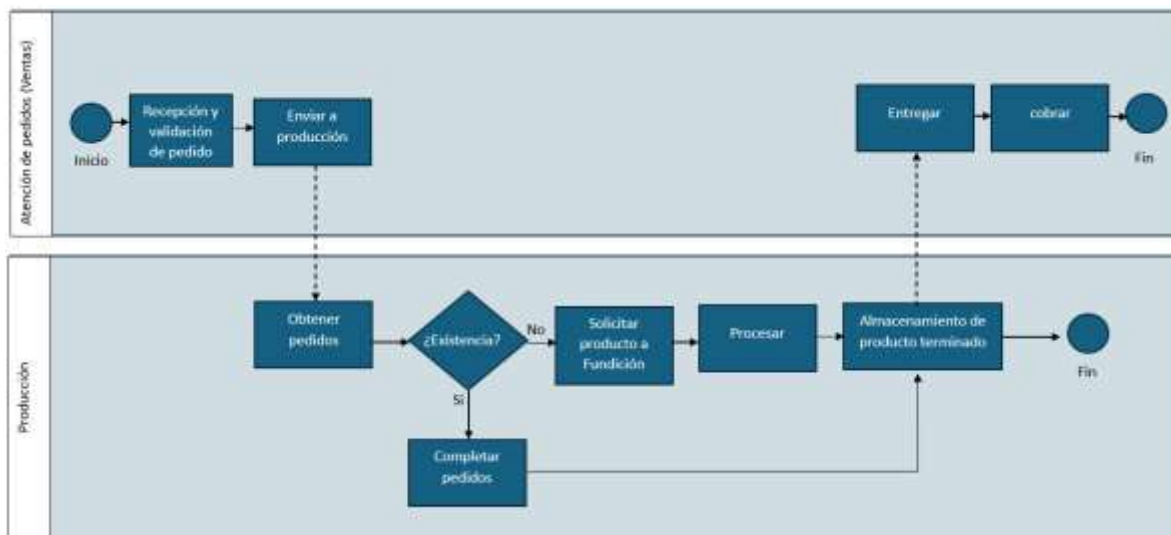


Ilustración 7 Mapa de proceso de la línea de acabado

El proceso que tiene el área de acabado es la recepción y validación de pedido por parte del departamento de ventas es quien solicita el pedido a producción (acabado) posteriormente se recepción a la solicitud de pedidos y se realiza la consulta de los productos para revisión si se tienen en existencia de ser así se completa el pedido y se canalizan a almacén para posteriormente ser entregados nuevamente al departamento de ventas encargado de la entrega de pedidos.

De no tener producto en existencia se solicita al área de fundición la fabricación de productos, cuando se tiene la entrega de lotes se procesan hasta tener el producto

terminado y se pasan a almacén para posteriormente dar el seguimiento de entrega, entregar al departamento de ventas haciendo llegar el producto al cliente.

7.3 Cadena de valor de la línea (SIPOC)

Realizar cadena de valor para describir el rango completo de actividades necesarias para crear un producto o servicio para posteriormente realizar un análisis de cadena de valor con las evaluaciones de los procedimientos relacionados a cada paso que se deben seguir.

Proveedores	Entradas	Producción	Salidas	Clientes
Área de fundición	Asas de aluminio Colada de asa	Proceso 1 y 2 (Desbarbe) Proceso 3 (Corte) Proceso 4 (Consejo) Proceso 5 (Lijado) Proceso 6 (Limado exterior) Proceso 7 (Limado interior) Proceso 8 (Limado de patas) Proceso 9 (Conformado) Proceso 10 (Troquelado) Proceso 11 (Barronado) Proceso 12 Inspección Proceso 13 (meter asa) Proceso 14 (Abrillantado) Proceso 15 (Sacar asa) Proceso 16 (Sacar balín y/o apartar ason) Proceso 17 (Cantar) Proceso 18 (Rotular) Proceso 19 (Esquivar)	Asas rotuladas	Departamento de ventas

Tabla 1 "Cadena de valor de la línea de producción de asas"

Para realizar asas se tiene como proveedores el área de fundición ya que es el que proporciona la materia prima que para el área de acabado tiene como entradas las asas en aluminio, es decir los lotes de asas solicitados, posteriormente pasan a la producción que son los 19 procesos que se tienen en el área, cuando se tiene el producto final tenemos como salidas los sacos rotulados con respectivas asas solicitadas, a quien se les entrega el producto final es al departamento de ventas quien se encarga de su distribución y lo correspondiente.

7.4 Calcular Takt Time

Se determina el ritmo que la fabricación debe de mantener para responder a las demandas de los clientes, es decir el tiempo mínimo que se tiene que tener por operación para poder cumplir la demanda y que nuestros procesos estén dentro del rango para no sufrir desabastecimiento o sobre procesamiento, se elaboró una tabla sobre los datos requeridos para el cálculo de Tack Time.

Datos Generales		
Descripción	Cantidad	Unidades
Demanda del cliente mensual	0.00	Mensuales
Dia laborales de un mes	0.00	Dias
Dia de trabajo	0.00	Min
Minutos de descanso	0.00	Min
Disponibilidad de la maquina	0.00	%
Porcentaje de scrap	0.00	%

Tabla 2 "Datos sobre producción de asas"

Los datos generales se obtuvieron de datos que la empresa ya tiene establecidos así como la comparación de acuerdo a antecedentes, la demanda mensual se calculó de acuerdo al promedio de solicitud de pedidos en el año 2023, los días laborales de calcularon de acuerdo a los días en los que labora la empresa, información obtenida del calendario oficial de la empresa, información como día laboral, minutos de descanso y minutos de maquina disponible se obtienen de

acuerdo a lo establecido en la empresa así como el srcap que se genera en la misma por mes es determinada por la alta gerencia.

Tiempo de ciclo			
Proceso	Piezas	Segundos	
		Global	Pieza
Proceso 1	n	0.0	0.00
Proceso 2	n	0.0	0.00
Proceso 3	n	0.0	0.00
Proceso 4	n	0.0	0.00
Proceso 5	n	0.0	0.00
Proceso 6	n	0.0	0.00
Proceso 7	n	0.0	0.00
Proceso 8	n	0.0	0.00
Proceso 9	n	0.0	0.00
Proceso 10	n	0.0	0.00
Proceso 11	n	0.0	0.00
Proceso 12	n	0.0	0.00
Proceso 13	n	0.0	0.00
Proceso 14	n	0.0	0.00
Proceso 15	n	0.0	0.00
Proceso 16	n	0.0	0.00
Proceso 17	n	0.0	0.00
Proceso 18	n	0.0	0.00
Proceso 19	n	0.0	0.00
Total			0.00

Tabla 3 Tiempo ciclo por proceso

Se debe de obtener los datos del tiempo en que se tarada en cada proceso en una pieza, se contaba con estudios de tiempos sobre el tiempo que tarda un operador en realizar una caja de asas, aunque se contaban con estudios anteriormente se realizó la verificación de ellos para tener datos actualizados. Se creo una tabla para

visualizar y obtener los segundos que se tardan en procesar una pieza ya que los datos eran por caja, se desglosó la información y se obtuvo el tiempo que se tarda un operador en realizar una sola pieza en cada proceso, se calculó dividiendo el tiempo global en segundos entre el número de piezas que se tiene por caja, posteriormente se procede a obtener el Takt Time y para ello se deben de calcular los siguientes datos:

Se calcula la demanda del cliente total mensual, esto se calcula sumando la demanda del cliente mensual más el porcentaje de scarp de piezas, posteriormente se calcula la demanda de cliente diaria esto es igual a dividir la demanda del cliente total entre los días laborables de un mes.

Se calcula el tiempo neto disponible este se calcula restando el día de trabajo menos los minutos de descanso y multiplicarlo por la disponibilidad de la máquina, por último, para obtener el takt time se calcula dividiendo el tiempo neto disponible entre la demanda de cliente diaria, dando así el resultado del takt time

De forma simplificada:

Demanda del cliente total mensual = La demanda del cliente mensual + el porcentaje de scarp de piezas

Cálculo de Demanda de cliente diaria = La demanda del cliente total mensual / Días laborales de un mes

Tiempo neto disponible = Día de trabajo – Minutos de descanso x Disponibilidad de la máquina

Takt Time = Tiempo neto disponible / Demanda de cliente diaria

Takt Time		
Descripción	Cantidad	Unidades
Demanda del cliente total mensaul	n	Piezas
Demanda de cliente diaria	n	Piezas/Dia
Tiempo neto disponible	-	Min
Tiempo	0.0000	Hrs
	0.0000	Min
	0.0	Seg

Tabla 4 Calculo de Takt Time

Se desarrollo una tabla que permitiera ver la información sobre los datos que se requieren y por lo consiguiente el dato requerido, esta tabla se realiza con el fin de poder modificada en caso de que se requiera y obtener datos de manera automática y de acuerdo con la demanda del cliente los cálculos nos indican que el Takt Time es de 1.6 segundos

Tiempo de paso		
Piezas por saco	Tiempo	Unidad
n	0.0	Hrs.
	0.00	Min.
	0.00	Seg.

Tabla 5 Tiempo de paso

El tiempo de paso nos indica que por cada tiempo determinado se deben de fabricar x cantidad de piezas para poder cubrir la demanda solicitada.

Con los datos del tiempo ciclo de cada operación (el tiempo que se tarda cada operador en realizar una operación) y el cálculo del takt time (el tiempo mínimo que debe de tardarse ese proceso), se realizó una gráfica de barras que permita visualmente ver qué proceso está fuera del takt time y en qué proceso trabajar, mostrando cada proceso con diferente color para mejor visualización comparándolo con una línea roja que muestra el Takt Time a diferencia de los demás procesos.

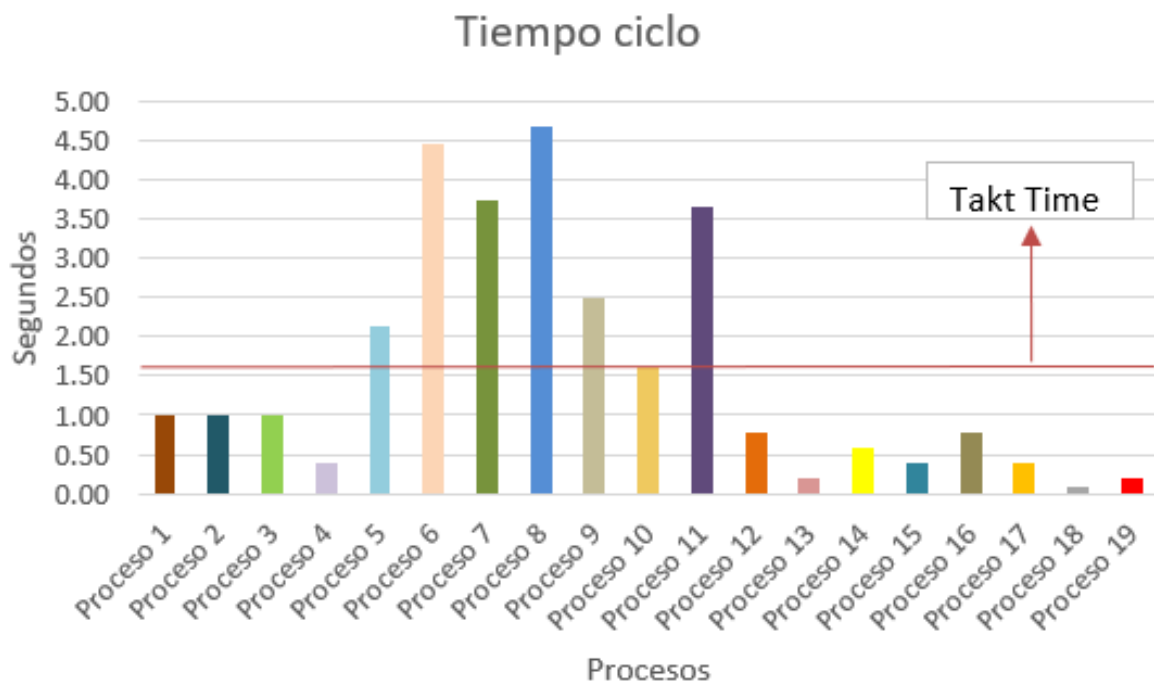


Ilustración 8 Grafico de Takt Time comparado con el tiempo ciclo de los procesos

Se observa en el grafico que el tiempo ciclo del proceso 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 (trece procesos), se encuentran dentro del Takt Time, y seis de ellos se encuentran fuera del Takt Time por lo que hay que trabajar en el proceso 5, 6, 7, 8, 9, 11, esas operaciones que implican muy poco tiempo o mayor tiempo, surgiendo el riesgo de crear cuellos de botella o tiempos ociosos, el proceso 10 es un caso particular ya que no se encuentra fuera del límite sin embargo tiene oportunidad de

mejora permitiéndonos visualizar que proceso está dentro del límite pero también que proceso puede tener mejor desempeño o se puede trabajar en ello.

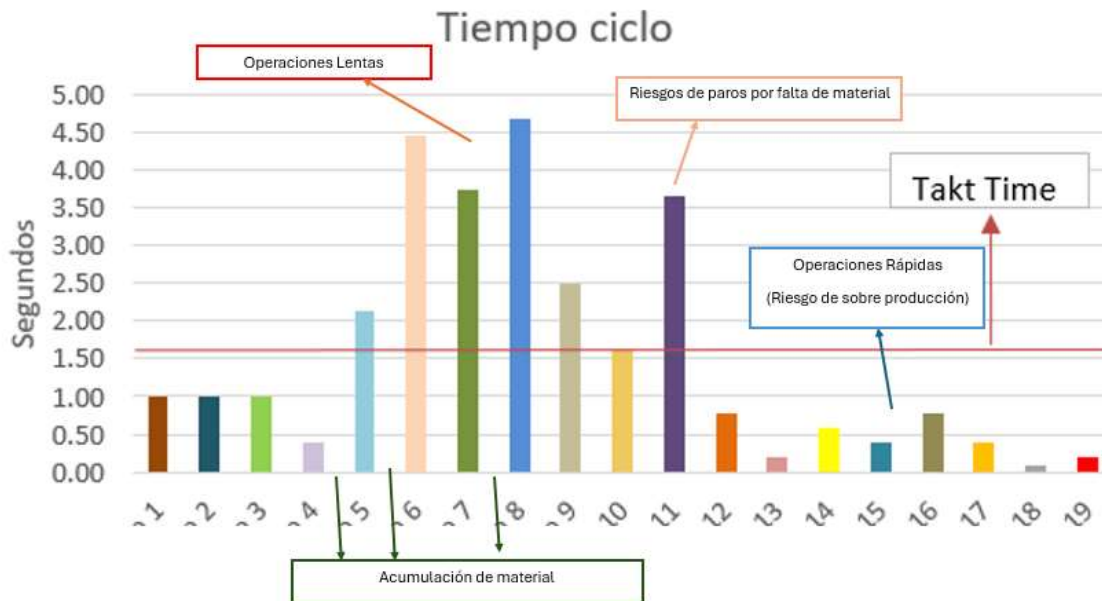


Ilustración 9 Análisis de tiempo ciclo con Takt Time

Se identificación áreas de oportunidad plasmadas gráficamente y descritas para un mayor entendimiento, así como observaciones de ellas.

7.5 Diagrama de precedencia

Se construyo un modelo de programación mediante representación de nodos para la representación visual de las tareas de la línea de producción y vincular gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas, de acuerdo a la ilustración 10 identificamos la secuencia de cada proceso desde que inicia hasta su proceso final, se tienen diferentes proceso en línea sin embargo a ser un producto con diferentes diseños o requerimientos hay procesos que se poder realizar antes que otros y algunos procesos que no pueden pasar al siguiente proceso sin antes haber pasado por

algún proceso, en este caso el proceso identificado con letra E tiene la posibilidad de después de ser procesado pasar al proceso identificados con letra I, G, F, H, J teniendo visualmente oportunidad de modificar las operaciones a nuestro favor o a requerimientos necesarios para un proceso mas fluido y continuo.

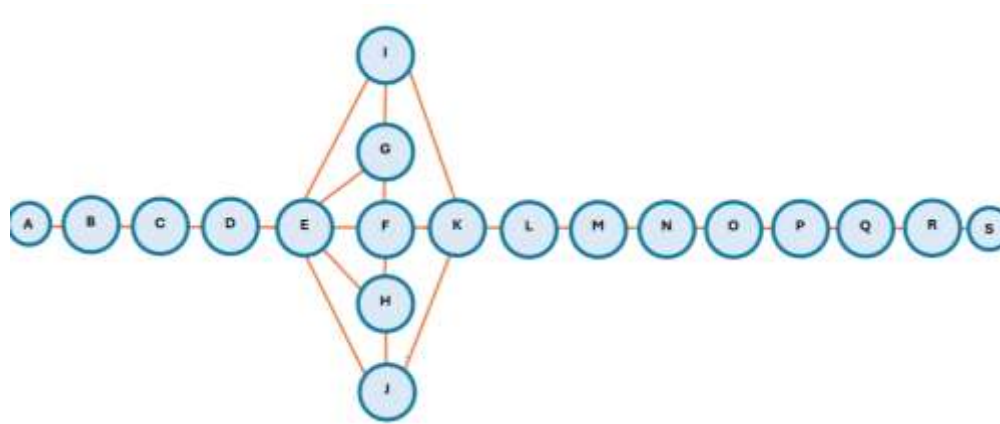


Ilustración 10 Diagrama de precedencia

Se realizo el diagrama de precedencia permitiendo visualmente detectar los procesos y la secuencia de ellos.

Información para asignación		
Tarea	Tiempo de tarea	Tarea inmediatamente anterior
A	0.00	---
B	0.00	A
C	0.00	B
D	0.00	C
E	0.00	D
F	0.00	E,I,G,H,J
G	0.00	E,I,F,H,J
H	0.00	E,I,G,F,H
I	0.00	E,G,F,H,J
J	0.00	E,H,F,G,I
K	0.00	I,J
L	0.00	K
M	0.00	L
N	0.00	M
O	0.00	N
P	0.00	O
Q	0.00	P
R	0.00	Q
S	0.00	R
Total	0.00	

Tabla 6 Información para asignación de tareas

Se observa en la tabla 6 que las tareas con más tareas antecesoras son las tareas F,G,H,I,J permitiendo tener un área de oportunidad para determinar que tarea nos beneficia más realizando primero, de igual forma se identificaron las tareas que rebasan el Takt Time impidiendo así el flujo de la línea y ocasionando cuellos de botella por lo que estas tareas requieren más operadores o máquinas para equilibrar el tiempo ciclo y alcanzar el flujo deseado de la línea.

7.6 Número teórico de estaciones

Obtener el número mínimo de estaciones que se necesitan para producir una unidad (asa) en un tiempo determinado, manteniendo una eficiencia óptima.

NO.	Regla	Descripción
1	Tiempo mas largo para una operación	De las operaciones disponibles, elegir la operación que tenga el tiempo mas largo
2	Mas tareas subsecuentes	De las operaciones disponibles, elegir la operación que tenga mas operaciones subsecuentes
3	Ponderacion de la posicion	De las operaciones disponibles, elegir la tarea que sumando sus tiempos de las operaciones subsecuentes sea de mayor tiempo
4	Tiempo mas corto para una tarea	De las tareas disponibles, elegir la tarea que tenga el tiempo mas corto.
5	Menos numeros de tareas subsecuentes	De las operaciones disponibles, elegir la operación que tenga menos operaciones subsecuentes

Tabla 7 Reglas para asignación de tareas

La anterior tabla muestra las reglas que se pueden seguir para implementar la asignación de tareas y utilizar la que mejor nos convenga.

Asignación de tareas													
Estacion	Tareas disponibles	Tiempo de tareas			Tarea seleccionada según regla 1	Tarea seleccionada según regla 2	Tarea seleccionada según regla 3	Tarea seleccionada según regla 4	Tarea seleccionada según regla 5	Tarea asignada	Tiempo tarea asignada	Tiempo disponible en la estacion	Eficiencia
1	A	0			A	--	--	--	--	A	0	0.000	100%
	B	0			B	--	--	--	--	--	--	--	
2	B	0			B	--	--	--	--	B	0	0.000	
	C	0			C	--	--	--	--	--	--	--	
3	C	0			C	--	--	--	--	C	0	0.000	
	D	0			D	--	--	--	--	D	0	0.000	
4	E	0			E	--	--	--	--	E	0	0.000	
	F,G,H,I,J	0	0	0	H	--	--	--	--	--	--	--	
5	F,G,H,I,J	0	0	0	H	--	--	--	--	H	0	0.000	
6	F,G,I,J	0	0	0	F	--	--	--	--	F	0	0.000	
7	G,I,J	0	0	0	G	--	--	--	--	G	0	0.000	
8	I,J	0	0		I	--	--	--	--	I	0	0.000	
9	J	0			J	--	--	--	--	J	0	0.000	
	K	0			K	--	--	--	--	K	--	--	
10	K	0			K	--	--	--	--	K	0	0.000	
11	L	0			L	--	--	--	--		0	0.000	
	M	0			M	--	--	--	--	M	0	0.000	
	N	0			N	--	--	--	--	N	0	0.000	
	O	0			O	--	--	--	--	O	--	--	
12	O	0			O	--	--	--	--		0	0.000	
	P	0			P	--	--	--	--	P	0	0.000	
	Q	0			Q	--	--	--	--	Q	0	0.000	
	R	0			R	--	--	--	--	R	0	0.000	
	S	0			S	--	--	--	--	S	0	0.000	

Tabla 8 Asignación de tareas para determinar número de estaciones

Para el cálculo de estaciones de la línea se realizó una tabla que permitiera la distribución de la información, de acuerdo con los cálculos se tuvo un resultado de 12 estaciones de trabajo siendo la estación 5 la que determinara la producción de la línea debido a que tiene el tiempo mayor de todas las estaciones.

7.7 Balanceo de líneas

Se realizó la agrupación de actividades u operaciones 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

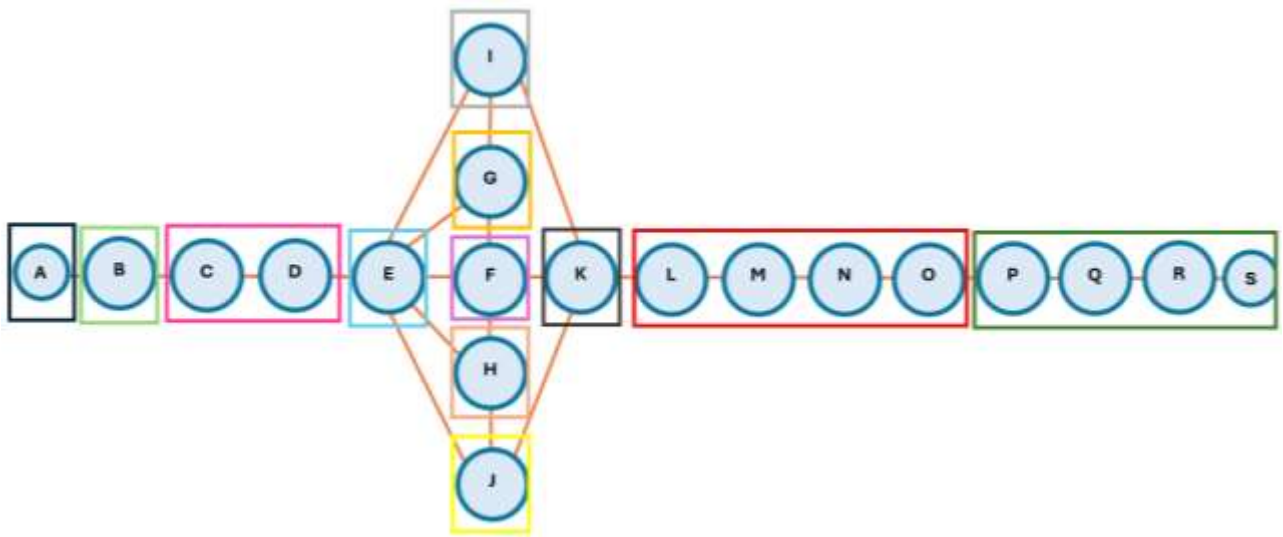


Ilustración 11 Diagrama de precedencia clasificado en estaciones de trabajo

Las estaciones están divididas de acuerdo con el tiempo máximo permitido por operación, de acuerdo a la tabla de precedencia se tiene un resultado de 12 estaciones de trabajo, que en conjunto pueden cumplir con el Tact Time, se tuvo lo siguiente:

Estación 1: A

Estación 2: B

Estación 3: C, D

Estación 4: E

Estación 5: H

Estación 6: F

Estación 7: G

Estación 8: I

Estación 9: J

Estación 10: K

Estación 11: L, M, N, O

Estación 12: P, Q, R, S

Trabajadores requeridos					
Proceso	Tiempo de ciclo/pz min	Indice de producción	Eficiencia palenada	No. Operadores	Numero de operadores redondeados
Proceso 1	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 2	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 3	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 4	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 5	0.0000	-	0%	-	2.00
Proceso 6	0.0000	-	0%	-	3.00
Proceso 7	0.0000	-	0%	-	3.00
Proceso 8	0.0000	-	0%	-	4.00
Proceso 9	0.0000	-	0%	-	2.00
Proceso 10	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 11	0.0000	-	0%	-	3.00
Proceso 12	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 13	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 14	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 15	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 16	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 17	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 18	0.0000	-	0%	-	1.00
Proceso 19	0.0000	-	0%	-	1.00
Total	0.0000	-			30.00

Tabla 9 Trabajadores requeridos para satisfacer la demanda

De acuerdo con los resultados hay actividades que pueden ser realizadas por solo un operador por lo que se distribuyó como se muestra en la tabla 8. Se tiene que la

línea necesita un total de 30 colaboradores para poder cubrir la demanda. Es importante recalcar que la línea de producción trabaja con los denominados habilitadores encargados de abastecer a cada proceso de la línea por lo que es importante sumar dichos habilitadores ya que ellos no son operadores son abastecedores y en total nos da un numero necesario de operadores de 34.

8. Resultados

De acuerdo con los resultados aplicando el balanceo de líneas se tiene que la demanda solicitada por día rebasa la capacidad que tiene la línea teniendo un -26% de efectividad para cumplir con la demanda, esto se calculó de acuerdo con el número de operadores que se tienen y la cantidad de piezas máximas que se pueden producir de acuerdo con la tarea que mayor tiempo ciclo tiene.

El número de trabajadores necesarios para poder cumplir la demanda es de 34 colaboradores considerando los 4 habilitadores teniendo un aumento del 70% en trabajadores, el número de estaciones disminuyó un 14% disminuyendo el traslado a dos operaciones, el tiempo extra en operadores era necesario diariamente para poder cumplir con los pedidos requeridos al aumentar trabajadores estos pueden satisfacer la demanda sin necesidad de tiempo extra, la disponibilidad de la máquina bajó al 90% permitiendo un mantenimiento preventivo a máquinas.

Comparación de balanceo		
Descripción	Antes	Después
Trabajadores	20	34
Número de estaciones	14	12
Tiempo extra diario en hrs	1.5	0
Disponibilidad de la maquina	98%	90%

Tabla 10 Comparación de balanceo

9. Conclusiones y recomendaciones

Las operaciones de la línea tienen mucha variación en tiempos, las operaciones intermedias tardan mucho tiempo por lo que impiden el flujo y ocasionando cuellos de botella.

La línea de producción tiene bajo recurso humano debido a que se trabaja bajo marchas forzadas para cubrir la demanda y se descuida la calidad del producto, debido a que su demanda es alta los trabajadores realizan las actividades cuidando la producción y disminuyendo la calidad lo que se busca es que ambas partes sean consideradas y se pueda cumplir con los estándares esto para reducir costos, aumentar eficiencia y eficacia de acuerdo al balanceo se logra que dichas estaciones estén balanceadas con el personal necesario y tiempo necesario para un mejor flujo.

Las operaciones de trabajo que tienen mayor tiempo ciclo se deben dividir en subestaciones para crear un flujo continuo por consecuencia aumentar la cantidad de número de operadores para poder cubrir dichas tareas que requieren mayor número de operadores debido a que la tarea tiene mayor tiempo que el Tack Time siendo este el tiempo que nos determina cuanto debe de tardar en completarse una operación para estar equilibrados con el procesó evitando así cuellos de botellas y demoras, al incrementar personal se disminuyó el porcentaje de disponibilidad de la maquina permitiendo mantenimientos preventivos antes de la mejora la disponibilidad de la maquina era del 98% por lo que en producción era muy difícil facilitar la máquina para un mantenimiento por lo que se daba mantenimiento correctivo por lo que se eficiente la línea y máquinas de producción.

10. Referencias

Canós, A. (s. f.). *Producción equilibrada. Producción uniforme* | Innovayacción.

<https://innovayaccion.com/blog/produccion-equilibrada-produccion-uniforme-2/>

Creately S. F. *Diagrama de precedencia.*

<https://creately.com/diagram/example/rbERlx7wohh/diagrama-de-precedencia>

David. (2022, marzo 11). *Takt time Vs Tiempo de ciclo. Definición y ejemplos.* Lean

Manufacturing 10. <https://leanmanufacturing10.com/takt-time-tiempo-ciclo-definicion-ejemplos#:~:text=El%20tiempo%20de%20takt%20ha>

Equipo editorial, Etecé. (2024, December 25). *Producción - Concepto, características, factores y ejemplos.* Concepto. <https://concepto.de/produccion/>

Empresa, C. T. (2023, August 31). *Perdidas por falta de balanceo | Heijunka o producción nivelada.* Ingeniería De Calidad | Mejora Y Potencia.

<https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/perdidas-por-falta-de-balanceo-heijunka.html>

ISO 9001:2015. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Joaquín D. (2015). *Las técnicas justo tiempo y repercusión en los sistemas de producción.* (PDF) [Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción \(researchgate.net\)](#)

López, B. S. (2023, 24 abril). *Balanceo de línea.* Ingeniería Industrial Online.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/#:~:text=El%20objetivo%20fundamental%20de%20un%20balanceo%20de%20%C3%ADnea,te%C3%B3rica%2C%20movimiento%20de%20recursos%20e%20incluso%20inversiones%20econ%C3%B3micas>.

Marketing. (2021, January 12). Cuello de botella en la producción: Qué es y cómo solucionarlo. EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/cuello-botella-produccion/>

Pereira, R. (2016). *Qué Son Y Cómo Calcular «El Tiempo De Ciclo» (Cycle Time) , Takt Time y Tiempo De Entrega (Lead Time)*. <https://www.gembaacademy.com/blog/es/2016/12/15/que-son-y-como-calcular-el-tiempo-de-ciclo-cycle-time-takt-time-y-tiempo-de-espera-lead-time-1>

Praxis F. Diagrama de precedencia.

<https://www.praxisframework.org/es/library/precedence-diagram>

Slimstock. (2024, marzo 12). Just In Time (JIT): qué es, para qué sirve y cómo aplicarlo. <https://www.slimstock.com/es/blog/just-in-time/>

Ultatek. (s. f.). *Cómo mejorar la eficiencia de las líneas de producción en 8 sencillos pasos*. <https://ultatek.com/como-mejorar-la-eficiencia-de-las-lineas-de-produccion-en-8-sencillos-pasos/#:~:text=La%20OEE%20es%20un%20indicador,y%20sin%20tiempos%20de%20inactividad.>

Zapata, M. Á. M., & Cano, J. G. C. (2015). Takt Time, el corazón de la producción. *Vía Innova*, 2, 60. <https://doi.org/10.23850/2422068x.390>

ISO. (2015). Plataforma de navegación en línea (OBP). Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>