

2025

MANUAL DE LABORATORIO DE ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES



Décimo Semestre

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:00	Práctica 1: Balanceo de líneas
Martes	08:00-12:00	Práctica 2: Estudio de tiempos
Miércoles	08:00-12:00	Práctica 3: Mapa de la cadena de valor
Jueves	08:00-12:00	Práctica 4: Implementación de la Norma ISO 9001:2015 en un Sistema de Gestión de Calidad
La evaluación será virtual, según programación		

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada grupo de estudiantes debe de traer el material que se le indica en la siguiente tabla.

No.	Reactivos y Material
1	Hojas en blanco Lapiceros Computadora Regla
2	Hojas en blanco Lapiceros Computadora Dos piezas de madera previamente cortadas a tamaño estándar: • Largo: 30 cm • Ancho: 10 cm • Grosor: 1.5 cm (recomendable) Taladro eléctrico o manual Brocas para madera (de 4 a 6 mm, según tornillos) Tornillos para madera (de 3 a 4 cm de largo) Arandelas (opcional, para evitar que el tornillo dañe la madera) Destornillador manual o eléctrico Lápiz o marcador para marcar puntos de perforación Regla o cinta métrica Cronómetro o dispositivo para medición de tiempos Equipo de seguridad (gafas y guantes)
3	Hojas en blanco Lapiceros Computadora Instalar diagrams.net
4	Hojas en blanco Lapiceros Computadora Copia impresa o digital de la norma ISO 9001:2015

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS

Para la realización adecuada de las prácticas deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora del inicio del laboratorio y permanecer durante la duración de este.
2. Realizar las actividades y hojas de trabajo planteadas durante la práctica.
3. Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
4. Conocer la teoría, (leer el manual antes de presentarse a cada práctica).
5. **No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio**, Si tiene llamadas laborales deberá atender las mismas únicamente en el horario de receso.
6. Si sale del salón de clases sin la autorización del docente perderá el valor de la práctica.
7. No puede atender visitas durante la realización de la práctica.
8. El horario de receso es únicamente de 15 minutos.
9. **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

Considere que se prohíbe terminantemente comer, beber y fumar. Éstos también serán motivos para ser retirado de la práctica.

Recuerde que para tener derecho al punteo y aprobar el curso deberá presentarse a las prácticas y realizar las evaluaciones en línea, las cuales estarán habilitadas del **27 de octubre 2025 a las 8:00 al 31 de octubre 2025 a las 18:00.**

INFORME DE PRÁCTICA

Las secciones de las cuales consta un informe, el punteo de cada una y el orden en el cual deben aparecer son las siguientes:

- a) Resultados
- b) Resumen de la práctica
- c) Conclusiones

Si se encuentran dos informes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

a. **Resultados:** es la sección en la que se presentan de manera clara y objetiva los datos obtenidos a partir de la práctica realizada.

b. **Resumen de la práctica:** esta sección corresponde al contenido del informe, aquello que se ha encargado realizar según las condiciones del laboratorio.

c. **Conclusiones:** constituyen la parte más importante del informe. Son las decisiones tomadas, respuestas a interrogantes o soluciones propuestas a las actividades planteadas durante la práctica.

Detalles físicos del informe

- El informe debe presentarse en hojas de papel bond **tamaño carta**.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del informe deben estar escritas a mano con letra clara y legible, a menos que se indique lo contrario.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

Importante:

Los informes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio sin excepciones. Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. Todos los trabajos y reportes se deben de entregar en la semana de laboratorio no se aceptará que se entregue una semana después

PRÁCTICA NO. 1

BALANCEO DE LINEAS

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Conocer los fundamentos de las líneas de producción.
- 1.2. Optimizar líneas de producción a través del balance de líneas.
- 1.3. Aplicar técnicas de balanceo para optimizar la eficiencia y flujo del proceso productivo.

2. Marco Teórico:

Línea de producción: es un sistema organizado de fabricación en el cual un producto se mueve a través de una serie de estaciones de trabajo específicas, cada una de las cuales realiza una parte del proceso de ensamblaje o producción. Este método se utiliza comúnmente en la manufactura en masa y tiene las siguientes características:

- **División del Trabajo:** El proceso de producción se divide en una serie de tareas más pequeñas y especializadas. Cada estación en la línea de producción se encarga de una tarea específica.
- **Secuencia de Operaciones:** Las estaciones están dispuestas en una secuencia lógica, de modo que cada paso en la línea de producción sigue al anterior de manera fluida.
- **Movilidad del Producto:** Los productos se mueven de una estación a otra, ya sea manualmente, mediante cintas transportadoras, carriles o sistemas automatizados.
- **Eficiencia:** Al dividir el trabajo en tareas específicas y repetitivas, las líneas de producción buscan maximizar la eficiencia y minimizar el tiempo de fabricación.
- **Estandarización:** La producción en masa requiere que los productos sean uniformes y cumplan con estándares de calidad específicos. Las líneas de producción ayudan a asegurar esta estandarización.

El concepto de la línea de producción fue popularizado por Henry Ford a principios del siglo XX con la fabricación del Modelo T de Ford, lo que permitió reducir drásticamente los costos y tiempos de producción y hacer que los automóviles fueran más asequibles para el público en general.

Desde el punto de vista de la ingeniería industrial, el análisis de las líneas de producción implica evaluar y optimizar varios aspectos del proceso de fabricación para maximizar la eficiencia, minimizar costos y asegurar la calidad del producto. Algunas áreas clave que se analizan:

1. **Estudio de tiempos y movimientos:** se evalúan los tiempos necesarios para realizar cada tarea y se identifican movimientos innecesarios. Este análisis ayuda a reducir el tiempo de ciclo y mejorar la eficiencia.
2. **Balanceo de la línea:** se busca distribuir las tareas de manera equitativa entre las diferentes estaciones de trabajo para evitar cuellos de botella y asegurar que ninguna estación esté sobrecargada o infrutilizada.
3. **Distribución de la planta:** se analiza la disposición física de las estaciones de trabajo para optimizar el flujo de materiales y minimizar el tiempo y esfuerzo necesarios para mover productos entre estaciones.
4. **Ergonomía:** se evalúan las condiciones de trabajo para asegurar que las tareas sean ergonómicamente adecuadas, reduciendo la fatiga y el riesgo de lesiones entre los trabajadores.
5. **Control de calidad:** se implementan y monitorean sistemas de control de calidad en diferentes puntos de la línea de producción para detectar y corregir defectos lo antes posible.
6. **Análisis de capacidad:** se determina la capacidad máxima de la línea de producción y se analiza si la capacidad actual puede satisfacer la demanda proyectada.

7. **Optimización del inventario:** se gestionan los niveles de inventario de materias primas, productos en proceso y productos terminados para minimizar costos de almacenamiento y evitar interrupciones en la producción.
8. **Implementación de tecnologías de información:** se utilizan sistemas de información y software especializado para monitorear y controlar la producción en tiempo real, mejorar la planificación y tomar decisiones informadas.
9. **Análisis de costos:** se analizan los costos asociados con la línea de producción, incluidos los costos de materiales, mano de obra, maquinaria y energía, para identificar oportunidades de reducción de costos.
10. **Métodos de manufactura esbelta (*lean manufacturing*):** se aplican principios de manufactura esbelta para eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia y crear un flujo de producción más ágil y flexible.

Estas áreas de análisis permiten a los ingenieros industriales identificar problemas, proponer soluciones y mejorar continuamente la eficiencia y efectividad de las líneas de producción.

Balanceo de línea: es un proceso fundamental en la gestión de la producción, especialmente en sistemas de fabricación en masa, que tiene como objetivo distribuir las tareas de producción de manera equitativa entre las diferentes estaciones de trabajo. Este proceso busca minimizar el tiempo ocioso, maximizar la utilización de recursos y asegurar que la producción fluya sin interrupciones ni cuellos de botella.

Objetivos del Balanceo de Línea

1. Equilibrar la carga de trabajo: Distribuir las tareas de manera que cada estación de trabajo tenga una carga de trabajo similar.
2. Minimizar el tiempo de ciclo: Reducir el tiempo que toma completar una unidad de producción.
3. Maximizar la eficiencia: Aumentar la utilización de los recursos (mano de obra y maquinaria).
4. Reducir el tiempo ocioso: Minimizar los tiempos en los que las estaciones de trabajo están inactivas.
5. Eliminar cuellos de botella: Identificar y solucionar problemas que ralentizan la producción.

Métodos de Balanceo de Línea

1. Método de la Suma de Tiempos: Asignar tareas a estaciones de trabajo hasta que se alcance el tiempo de ciclo y luego pasar a la siguiente estación.
2. Método de la Mayor Reducción Posible de Tiempo de Ciclo: Priorizar la asignación de tareas que más reduzcan el tiempo de ciclo.
3. Método de la Cadena de Precedencia: Considerar las dependencias entre tareas y asignar tareas de manera que se respeten estas relaciones.

Conceptos clave y parámetros del balanceo de líneas

- **Tiempo de ciclo (TC):** El Tiempo de Ciclo es el tiempo máximo disponible para que una estación de trabajo complete sus tareas y asegure que la producción cumpla con la demanda establecida.

$$TC = \frac{\text{Tiempo disponible por turno}}{\text{Demanda requerida por turno}}$$

Tiempo disponible por turno: suele expresarse en segundos o minutos.

Demanda requerida: número de unidades que deben producirse en ese turno.

- **Tiempo Total de Trabajo:** Este es el total del tiempo requerido para realizar todas las tareas necesarias para producir una unidad.

$$\sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 \dots \dots t_n$$

Donde cada t_i representa el tiempo individual de una tarea.

- **Número mínimo de estaciones:** Indica la cantidad mínima de estaciones que se necesitan para cumplir con el tiempo de ciclo calculado, asumiendo una distribución ideal sin tiempo ocioso.

$$N_{min} = \frac{\sum t_i}{TC}$$

Si el resultado no es un número entero, se debe redondear hacia arriba, ya que no se pueden tener estaciones fraccionales.

- **Eficiencia del Sistema:** La eficiencia mide qué porcentaje del tiempo total disponible en las estaciones está siendo utilizado para trabajo efectivo.

$$Eficiencia = \frac{\sum t_i}{N * TC} * 100$$

Donde:

- N es el número real de estaciones asignadas.
- Un valor cercano a 100% indica un balanceo muy eficiente.
- **Tiempo Ocioso por Estación:** Es el tiempo en que una estación no está realizando tareas, debido a un balanceo no perfecto.

$$Tiempo\ ocioso\ total = (N * TC) - \sum t_i$$

Relación con los Métodos de Balanceo

Los métodos de balanceo que se describen en la siguiente sección buscan asignar las tareas a las estaciones de trabajo respetando las precedencias y asegurando que el tiempo total por estación no exceda el tiempo de ciclo calculado. De esta manera, se maximiza la eficiencia y se minimizan los tiempos ociosos y los cuellos de botella en la producción.

Herramientas y Técnicas

1. Diagramas de Precedencia: Representaciones gráficas que muestran el orden y las relaciones entre tareas.
2. Software de Simulación: Utilización de programas informáticos para modelar y optimizar la línea de producción.
3. Análisis de Pareto: Identificación de tareas que tienen un mayor impacto en el balanceo de línea.

4. Medición de tiempos: Por medio de los tiempos de trabajo se pueden optimizar la cantidad de empleados en cada estación.

Beneficios del Balanceo de Línea

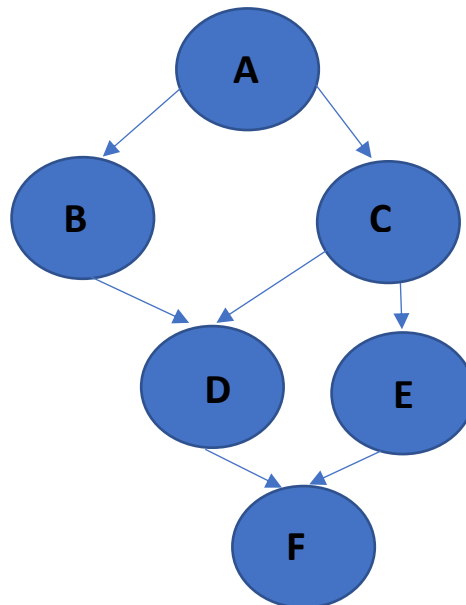
1. Aumento de la Productividad: Mejora la eficiencia operativa y la producción diaria.
2. Reducción de Costos: Minimiza el tiempo ocioso y el uso de recursos.
3. Mejora en la Calidad: Reduce la variabilidad en el proceso de producción.
4. Mayor Flexibilidad: Facilita ajustes rápidos en respuesta a cambios en la demanda o en el diseño del producto.

Ejercicio: Una empresa manufacturera ensambla un producto que requiere realizar 6 tareas con los siguientes tiempos y relaciones de precedencia:

Tarea	Tiempo (seg)	Precedencias
A	45	-
B	20	A
C	25	A
D	15	B, C
E	10	C
F	20	D, E

Resolución

Paso 1: Dibujar el Diagrama de Precedencia



Paso 2: Calcular el Tiempo de Ciclo (TC)

Para determinar el tiempo de ciclo, se parte del supuesto de un turno de trabajo de 480 minutos, equivalentes a 28,800 segundos. Se requiere producir 60 unidades durante ese turno. La fórmula utilizada es:

$$TC = \frac{\text{Tiempo disponible por turno}}{\text{Demanda requerida por turno}} = \frac{28,800}{60} =$$

Cada estación de trabajo debe completar las tareas que se le asignen en un tiempo no mayor a **480 segundos**, de modo que se garantice el cumplimiento de la demanda diaria. Este valor representa el límite de tiempo que se puede utilizar por estación sin generar cuellos de botella.

Paso 3: Cálculo del Número Mínimo de Estaciones

Se procede a calcular el número mínimo teórico de estaciones que serían necesarias para cumplir con el tiempo de ciclo establecido. Primero se obtiene la suma total de los tiempos de las tareas:

$$\sum t_i = t_1 + t_2 + t_3 \dots \dots t_n = 40 + 25 + 20 + 15 + 10 + 20 = 135 \text{ segundos}$$

Luego, se aplica la siguiente fórmula:

$$N_{min} = \frac{\sum t_i}{TC} = \frac{135}{480} = 0.28$$

El valor calculado indica que teóricamente se podría realizar todo el trabajo en menos de una estación. Sin embargo, esto no es posible debido a las restricciones de precedencia entre tareas. Por tanto, se requiere al menos **1 estación**, aunque probablemente se utilicen más al realizar el balanceo real.

Paso 4: Asignación de Tareas a Estaciones

Para la asignación de tareas, se utiliza el método de la cadena de precedencia, considerando las dependencias entre tareas y el límite de tiempo por estación (480 segundos).

Asignación propuesta:

Estación	Tareas asignadas	Tiempo total (seg)	Precedencias respetadas
1	A, B, C, D, E, F	135	✓

- El tiempo total de todas las tareas (135 segundos) está muy por debajo del tiempo de ciclo disponible (480 segundos).
- Debido a la baja carga de trabajo y la organización eficiente de precedencias, todas las tareas pueden asignarse a una sola estación sin exceder el límite de tiempo, manteniendo la secuencia lógica del proceso.
- Esto implica que el balanceo es altamente eficiente, aunque en la práctica real podría considerarse dividir tareas si existieran limitaciones físicas o de personal.

Paso 5: Llenado de la Tabla de Estaciones

Con base en la asignación realizada en el paso anterior, se procede a registrar los datos correspondientes a las estaciones en la siguiente tabla:

Estación	Tareas asignadas	Tiempo total (seg)	Tiempo ocioso (seg)
1	A, B, C, D, E, F	135	345

Cálculo del tiempo ocioso= TC- tiempo total= 480-135= 345 segundos.

Paso 6: Cálculo de la Eficiencia del Sistema

Se calcula la eficiencia del sistema utilizando la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{\sum t_i}{N * TC} * 100 = \frac{135}{1 * 480} * 100 = 28.13\%$$

- La eficiencia calculada es del 28.13%, lo cual indica que la estación está utilizando solo una parte del tiempo disponible para realizar trabajo útil.
- El 71.87% restante corresponde a tiempo ocioso, lo que sugiere que hay una sobrecapacidad ociosa en el sistema bajo estas condiciones.
- A pesar de que la línea está técnicamente balanceada (ya que todas las tareas se completan dentro del TC), se recomienda revisar si es posible reducir el tiempo de ciclo, aumentar la demanda por turno, o reasignar recursos, con el fin de mejorar la utilización y la eficiencia.

HOJA DE TRABAJO No. 1

Resolver el siguiente problema de manera ordenada y sistemática, aplicando los conocimientos adquiridos sobre **balanceo de líneas de producción**. Se deben realizar todos los cálculos necesarios y completar las tablas correspondientes en cada paso. El objetivo es diseñar una línea de producción balanceada que cumpla con las condiciones establecidas y maximice la eficiencia del sistema, respetando las precedencias de las tareas.

1. Una empresa manufacturera ensambla un producto utilizando una serie de operaciones consecutivas. Estas tareas tienen tiempos de ejecución específicos y deben respetar un orden lógico de precedencias. Se busca balancear la línea de producción para cumplir con una demanda diaria específica, utilizando el menor número de estaciones y manteniendo una eficiencia aceptable.

Tarea	Tiempo (seg)	Precedencias
A	60	-
B	40	A
C	35	A
D	30	B
E	25	B
F	20	C
G	15	D, E
H	25	F
I	30	G, H

Condiciones del sistema:

- Turno de trabajo: **480 minutos**
- Equivalente en segundos: **28,800 segundos**
- Unidades a producir por turno: **48 unidades**

Instrucciones:

- Analizar la secuencia lógica de las tareas y construir el diagrama de precedencia.
- Calcular el tiempo de ciclo requerido para cumplir con la demanda del turno.
- Determinar el número mínimo de estaciones necesarias para ejecutar las tareas sin exceder el tiempo de ciclo.
- Asignar las tareas a estaciones respetando las relaciones de precedencia y procurando mantener un tiempo total por estación cercano al tiempo de ciclo.
- Completar la tabla de asignación de estaciones.

2. Una empresa fabrica pequeños electrodomésticos, y para ello realiza una serie de operaciones que deben ejecutarse en un orden específico. Se desea balancear la línea de producción para lograr el ritmo requerido y reducir los tiempos ociosos en cada estación.

Tarea	Tiempo (seg)	Precedencias
A	45	-
B	35	A
C	30	A
D	40	B
E	25	B
F	20	C
G	30	D, E
H	15	F
I	25	G, H
J	20	I
K	30	J

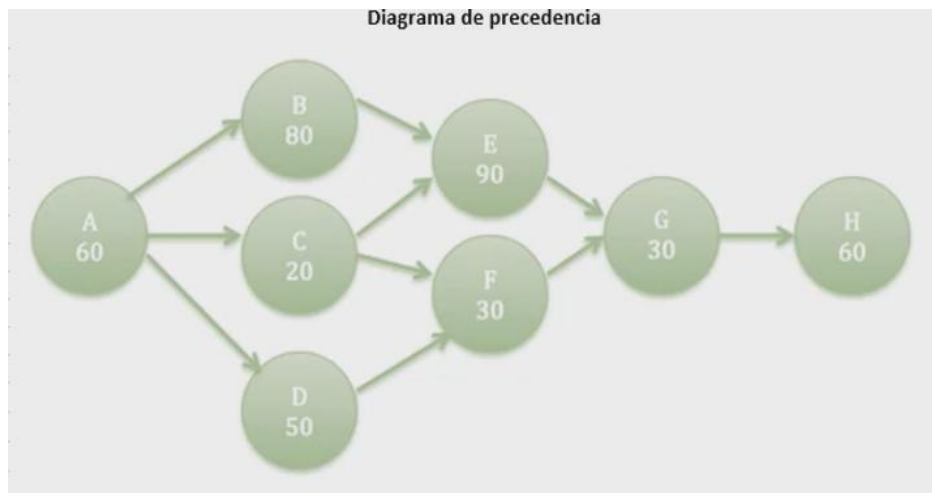
Condiciones del sistema:

- Turno de trabajo: 480 minutos
- Equivalente en segundos: 28,800 segundos
- Unidades a producir por turno: 60 unidades

3. Analizar y resolver el siguiente caso aplicando los conceptos de balanceo de línea. Utilizar el diagrama de nodos proporcionado como base para identificar tareas, tiempos y relaciones de precedencia.

Datos:

- Producción disponible: 28,800 segundos por día
- Producción requerida diaria: 240 unidades



- Determinar el tiempo de ciclo
- Calcular el número mínimo de estaciones.
- Asignar las tareas a las estaciones.
- Completar la tabla de asignación.
- Evaluar la eficiencia de la línea.

PRÁCTICA NO. 2

ESTUDIO DE TIEMPOS

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Comprender los fundamentos del estudio de tiempos como herramienta para mejorar la eficiencia operativa.
- 1.2. Aplicar técnicas de cronometraje y cálculo de tiempos estándar para optimizar procesos productivos.
- 1.3. Familiarizarse con el uso de formatos para el registro, análisis y evaluación del trabajo.

2. Marco Teórico:

Medición de tiempos en el trabajo: es una técnica utilizada en la ingeniería industrial para determinar el tiempo necesario para completar una tarea específica en un proceso de producción. Este método se basa en la observación y registro detallado de los tiempos que los trabajadores invierten en realizar diversas tareas y se utiliza para establecer estándares de tiempo, identificar ineficiencias y mejorar la productividad.

Propósitos de la medición de tiempos en el trabajo

1. Establecer estándares de tiempo: determinar tiempos estándar para completar tareas específicas, lo cual es crucial para la planificación y control de la producción.
2. Identificar ineficiencias: detectar actividades que consumen más tiempo del necesario y proponer mejoras.
3. Evaluar el desempeño: medir la eficiencia de los trabajadores y comparar su desempeño con los estándares establecidos.
4. Planificación de la producción: estimar con precisión los tiempos de producción y programar las operaciones de manera efectiva.
5. Balanceo de línea: distribuir equitativamente las tareas entre las estaciones de trabajo para evitar cuellos de botella y tiempos ociosos.

Proceso de medición de tiempos

1. Selección de la tarea: elegir la tarea o proceso a medir.
2. Definición del método: describir detalladamente el método estándar que se utilizará para realizar la tarea.
3. Entrenamiento del observador: asegurar que el observador esté capacitado para realizar mediciones precisas.
4. Registro de tiempos: utilizar cronómetros o dispositivos de medición para registrar el tiempo que toma completar la tarea en varias repeticiones.
5. Análisis de datos: calcular el tiempo promedio y ajustar para cualquier variabilidad, descanso y factores de fatiga.
6. Establecimiento de tiempos estándar: definir el tiempo estándar que se utilizará para planificar y evaluar la producción.

Técnicas de medición de tiempos

1. Cronometraje: utilización de cronómetros para medir el tiempo directamente mientras se observa la realización de la tarea.
2. Estudios de trabajo con vídeo: grabación de las tareas para un análisis posterior más detallado.

3. Muestreo de trabajo: observación y registro aleatorio de las tareas para estimar el tiempo total invertido en actividades específicas.
4. Sistemas de predeterminación de tiempos: uso de tablas y fórmulas preestablecidas para calcular tiempos estándar basados en movimientos básicos.

La medición de tiempos en el trabajo es crucial para el balanceo de líneas por las siguientes razones:

1. Precisión en la Asignación de Tareas: Con tiempos medidos con precisión, se pueden asignar tareas a las estaciones de trabajo de manera que se asegure que cada estación tenga una carga de trabajo equilibrada.
2. Identificación de Cuellos de Botella: Los tiempos medidos ayudan a identificar estaciones que están tomando más tiempo del permitido por el tiempo de ciclo, permitiendo acciones correctivas.
3. Optimización de la Capacidad: Con tiempos estándar establecidos, se puede calcular con precisión la capacidad de producción de cada estación y de la línea en su conjunto.
4. Evaluación Continua y Mejora: La medición constante de tiempos permite realizar ajustes y mejoras en el balanceo de la línea para mantener la eficiencia a medida que cambian las condiciones de producción.

Tiempo Cronometrado (min/ud): El tiempo cronometrado es el tiempo real que se mide directamente mediante un cronómetro mientras se observa la realización de una tarea específica. Este tiempo se registra en minutos por unidad y representa el tiempo que toma completar una tarea bajo condiciones específicas.

Tiempo Normal (min/ud): El tiempo normal se obtiene ajustando el tiempo cronometrado para tener en cuenta el ritmo o velocidad con la que el trabajador realiza la tarea. Este ajuste se hace para normalizar el tiempo a un ritmo estándar, lo que permite comparaciones más precisas entre diferentes trabajadores o condiciones de trabajo. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Cronometrado} \times (1 + \text{Factor de Ritmo})$$

El factor de ritmo o desempeño es un coeficiente que ajusta el tiempo cronometrado para reflejar un ritmo de trabajo considerado estándar (por ejemplo, un ritmo del 100%). En la tabla se presentan los factores del sistema Westinghouse para calificar varios aspectos que afectan el ritmo:

Tabla 11.2 Sistema Westinghouse para calificar habilidades

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.3 Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.4 Sistema Westinghouse para calificar las condiciones

+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tiempo Estándar (min/ud)

El tiempo estándar es el tiempo normal ajustado para incluir tolerancias por descanso, fatiga y demoras inevitables. Este tiempo se usa para planificar la producción y establecer objetivos de desempeño realistas. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} \times (1 + \text{Factor de Tolerancia})$$

El factor de tolerancia se agrega para considerar el tiempo necesario para descansos y otras interrupciones no productivas. Las necesidades personales incluyen las interrupciones del trabajo para mantener el bienestar general del empleado; entre los ejemplos están los viajes para beber agua e ir al sanitario. Las condiciones generales de trabajo y la clase de tarea afectan el tiempo necesario de las demoras personales. Por ejemplo, condiciones de trabajo que incluyen trabajo pesado que se realiza a altas temperaturas, como el que se lleva a cabo en el cuarto de prensas de un departamento de moldeado de hule o en un taller de forjado en caliente, donde se requerirán holguras mayores para necesidades personales que el trabajo ligero que se realiza en áreas con temperatura agradable.

No existe una base científica para asignar un porcentaje numérico; sin embargo, la verificación detallada de la producción ha demostrado que una holgura de 5% para tiempo personal, o cerca de 24 minutos en 8 horas, es adecuada para condiciones de trabajo de un taller típico. Lazarus (1968) reportó que en 235 plantas de 23 industrias la holgura personal oscila entre 4.6 y 6.5%. Por lo tanto, la cifra de 5% parece ser adecuada para la mayoría de los trabajadores.

La holgura por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía que se consume para realizar el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, bajo buenas condiciones de trabajo, sin demandas especiales sobre sus sistemas motrices o sensoriales. Entre 5% de holgura por necesidades personales y 4% de holgura por fatiga básica, la mayor parte de los operarios tienen 9% de holgura inicial constante, a la que se pueden agregar otras holguras, si es necesario.

Rendimiento (ud/hr)

El rendimiento se refiere a la cantidad de unidades producidas por hora. Es una medida de la productividad y eficiencia de un proceso de producción. Se calcula dividiendo el número de unidades producidas por el tiempo total de producción en horas:

$$\text{Rendimiento} = \text{Número de Unidades Producidas} / \text{Tiempo Total de Producción en Horas}$$

Ritmo (unidades por min)

El ritmo es una medida de la velocidad de producción, expresada en unidades producidas por minuto. Es útil para evaluar la rapidez con que se produce en un proceso y se calcula dividiendo el número de unidades producidas por el tiempo total de producción en minutos:

$$\text{Ritmo} = \text{Número de Unidades Producidas} / \text{Tiempo Total de Producción en Minutos}$$

Los tiempos cronometrado, normal y estándar, así como las métricas de rendimiento y ritmo, son fundamentales para el balanceo de líneas en la producción. Utilizarlos de manera adecuada ayuda a distribuir las tareas equitativamente, optimizar el flujo de trabajo y maximizar la eficiencia. A continuación, se describe cómo cada uno de estos tiempos y métricas puede aplicarse al balanceo de líneas:

1. Tiempo Cronometrado (min/ud)

El tiempo cronometrado proporciona una medida directa del tiempo que toma completar cada tarea. Al balancear la línea, estos tiempos sirven como base para identificar y comparar la duración de cada tarea. Se utilizan para descomponer el proceso de producción en tareas individuales con tiempos específicos e identificar tareas que pueden ser redistribuidas para equilibrar la carga de trabajo.

2. Tiempo Normal (min/ud)

El tiempo normal ajusta el tiempo cronometrado para reflejar un ritmo estándar de trabajo. Este tiempo es esencial para establecer una base uniforme para comparar tareas y estaciones de trabajo y determinar la capacidad realista de cada estación, considerando un ritmo de trabajo estándar.

3. Tiempo Estándar (min/ud)

El tiempo estándar incluye ajustes por tolerancias como descansos y demoras inevitables. Este tiempo es crucial para planificar la producción diaria, asegurando que las estaciones no estén sobrecargadas y determinar el número de estaciones necesarias para cumplir con el tiempo de ciclo requerido.

4. Rendimiento (ud/hr)

El rendimiento mide la cantidad de unidades producidas por hora y se utiliza para evaluar la eficiencia de la línea de producción y comparar con objetivos de producción y ajustar la planificación de la producción, asegurando que la capacidad cumpla con la demanda.

5. Ritmo (unidades por min)

El ritmo muestra la velocidad de producción en términos de unidades por minuto y es útil para calcular la velocidad de producción requerida para cumplir con los objetivos diarios y ajustar los tiempos de ciclo y balancear las tareas para mantener un flujo continuo de trabajo.

Ejemplo:

Un operario realiza el ensamblaje de una pieza en un proceso repetitivo. Se decide estudiar esta tarea para establecer un tiempo estándar.

Durante la observación, se cronometran 5 ciclos consecutivos, y se evalúa el ritmo del operario como un desempeño del 95% (usando el sistema Westinghouse). Se decide aplicar una tolerancia total del 10% para cubrir descansos, fatiga y demoras inevitables.

Ciclo	Tiempo observado (seg)
1	52
2	50
3	53
4	51
5	52

Paso 1: Calcular el tiempo promedio observado

Se suman los tiempos observados y se divide entre el número de ciclos:

$$TO(promedio) = \frac{52 + 50 + 53 + 51 + 52}{5} = \frac{258}{5} = 51.6 \text{ seg}$$

Paso 2: Calcular el tiempo normal

Se multiplica el tiempo observado promedio por el factor de desempeño (expresado como decimal):

$$TN = 51.6 * 0.95 = 49.02 \text{ seg}$$

Paso 3: Calcular el tiempo estándar

Se aplica la tolerancia del 10%:

$$TE = 49.02 * (1 + 0.10) = 49.02 * 1.10 = 53.92 \text{ seg}$$

El tiempo estándar calculado de **53.92 segundos** representa el tiempo estimado en el que un operario capacitado, trabajando a ritmo normal y bajo condiciones estándar, debería realizar esta tarea. Este valor puede utilizarse para:

- Establecer metas de producción
- Realizar el balanceo de estaciones
- Calcular rendimiento y eficiencia
- Comparar con otras tareas o turnos

3. Práctica:**3.1 Materiales para la práctica:**

- Dos piezas de madera previamente cortadas a tamaño estándar:

- Largo: 30 cm
- Ancho: 10 cm
- Grosor: 1.5 cm (recomendable)
- Taladro eléctrico o manual
- Brocas para madera (de 4 a 6 mm, según tornillos)
- Tornillos para madera (de 3 a 4 cm de largo)
- Arandelas (opcional, para evitar que el tornillo dañe la madera)
- Destornillador manual o eléctrico
- Lápiz o marcador para marcar puntos de perforación
- Regla o cinta métrica
- Cronómetro o dispositivo para medición de tiempos
- Equipo de seguridad (gafas y guantes)

3.2 Instrucciones para la práctica:

Actividad 1: Marcado

- Con la regla y lápiz, marcar sobre ambas piezas de madera 6 puntos de perforación distribuidos uniformemente en dos filas de 3 puntos cada una.
- Los puntos deben estar separados aproximadamente 8 cm entre sí horizontalmente y 5 cm entre filas verticalmente para permitir un ensamble estable.
- Registrar el tiempo que toma realizar el marcado.

Actividad 2: Perforación

- Con el taladro y la broca adecuada, perforar cuidadosamente los 6 puntos marcados en ambas piezas, asegurándose de que los agujeros sean rectos y limpios y coincidan entre ambas piezas.
- Medir el tiempo total que tarda en perforar los 6 agujeros desde que se comienza hasta que se termina la tarea en ambas piezas.
- Repetir el proceso al menos 3 veces para obtener un promedio.

Actividad 3: Ensamble

- Alinear ambas piezas para que los agujeros coincidan y queden listas para ser unidas.
- Introducir los tornillos en los agujeros, utilizando arandelas para proteger la madera, y atornillar con el destornillador manual o eléctrico.
- Medir el tiempo total desde el inicio hasta la finalización del atornillado de todos los tornillos.
- Realizar al menos 3 repeticiones para obtener un tiempo promedio.

Actividad 4: Registro y análisis de tiempos

- Anotar todos los tiempos obtenidos para las actividades de marcado, perforación y ensamble.
- Calcular tiempos promedio, tiempos normales y tiempos estándar aplicando los factores de ritmo y tolerancia indicados en la teoría.
- Realizar un análisis de eficiencia y posibles mejoras en el proceso.

Notas importantes:

- Usar equipo de seguridad en todo momento.
- Se recomienda realizar varias repeticiones para obtener datos confiables y consistentes.

HOJA DE TRABAJO No. 2

A continuación, se presentan una serie de casos de estudio, en cada uno de ellos realizar lo que se indica:

1. Calcular el tiempo normal y el tiempo estándar para cada tarea.
2. Calcular el número teórico de trabajadores necesarios en cada operación.

Caso 1: Ejercicio de Balanceo de Línea en la Industria de Alimentos

Imagine que trabaja como ingeniero industrial en una planta de producción de alimentos que fabrica barras de granola. El proceso de producción se divide en varias tareas específicas, cada una con su propio tiempo cronometrado. La planta trabaja en turnos de 8 horas diarias y tiene una demanda de 480 barras de granola por día.

Las tareas involucradas en la producción de barras de granola son las siguientes:

Tarea	Descripción	Tiempo Cronometrado (min/ud)
A	Mezcla de ingredientes	3.0
B	Extendido de la mezcla	2.5
C	Corte de barras	2.0
D	Horneado	3.5
E	Enfriamiento	1.5
F	Empaque	2.5

Información Adicional

- **Duración de la Jornada:** 8 horas (480 minutos).
- **Demanda Diaria:** 480 barras de granola.
- **Habilidades de los Operarios:** Los operarios tienen habilidades promedio, la mayoría tienen varios años de laborar en esta empresa.
- **Esfuerzo Realizado:** Las tareas varían en esfuerzo físico; por ejemplo, la mezcla de ingredientes y el extendido de la mezcla requieren más esfuerzo físico, mientras que el corte y empaque son menos demandantes físicamente.
- **Condiciones de Trabajo:** Las condiciones en la planta son adecuadas, pero pueden influir en la eficiencia, como la temperatura del ambiente de trabajo en la zona de horneado y enfriamiento.

Luego de haber determinado el número de trabajadores, considere el caso de que la empresa solo esté dispuesta a contratar un máximo de 10 personas para el trabajo. ¿Puede cumplirse con la demanda? De no ser así, ¿cuál es la capacidad máxima de la planta?

Caso 2: Ejercicio de Balanceo de Línea en la Industria de Cosméticos

Imagine que trabaja como ingeniero industrial en una planta de producción de cosméticos que fabrica cremas faciales. El proceso de producción se divide en varias tareas específicas, cada una con su propio tiempo cronometrado. La planta trabaja en turnos de 8 horas diarias y tiene una demanda de 800 cremas faciales por día.

Las tareas involucradas en la producción de cremas faciales son las siguientes:

Tarea	Descripción	Tiempo Cronometrado (min/ud)	Factor de Ritmo	Factor de Tolerancia
A	Mezcla de ingredientes	4.0	1.0	0.10
B	Envasado del producto	3.0	1.1	0.10
C	Colocación de tapa	2.0	0.9	0.10
D	Etiquetado del envase	1.5	1.2	0.10
E	Inspección de calidad	2.5	1.0	0.10
F	Empaque individual	3.5	1.1	0.10
G	Empaque en cajas	2.5	1.0	0.10
H	Paletización	4.0	0.9	0.10
I	Almacenamiento	3.0	1.1	0.10
J	Limpieza de equipo	5.0	1.0	0.10

Información Adicional

- **Duración de la Jornada:** 8 horas (480 minutos).
- **Demanda Diaria:** 800 cremas faciales.
- **Habilidades de los Operarios:** Los operarios tienen habilidades promedio y trabajan a diferentes ritmos, como se refleja en el factor de ritmo.
- **Esfuerzo Realizado:** Las tareas varían en esfuerzo físico; por ejemplo, la mezcla de ingredientes y la paletización requieren más esfuerzo físico, mientras que el etiquetado y la inspección son menos demandantes físicamente.
- **Condiciones de Trabajo:** Las condiciones en la planta son deficientes, por ejemplo, la temperatura del ambiente de trabajo en la zona de mezcla y envasado.

Luego de haber determinado el número de trabajadores, considere el caso de que la empresa solo esté dispuesta a contratar un máximo de 20 personas para el trabajo. ¿Puede cumplirse con la demanda? De no ser así, ¿cuál es la capacidad máxima de la planta?

Caso 3: Ejercicio de Balanceo de Línea en la Industria Farmacéutica

Imagine que trabaja como ingeniero industrial en una planta de producción de medicamentos que fabrica tabletas de paracetamol. El proceso de producción se divide en varias tareas específicas, cada una con su propio tiempo cronometrado. La planta trabaja en turnos de 8 horas diarias y tiene una demanda de 1,000 tabletas de paracetamol por día.

Las tareas involucradas en la producción de tabletas de paracetamol son las siguientes:

Tarea	Descripción	Tiempo Cronometrado (min/ud)
A	Pesaje de ingredientes	2.0
B	Mezcla de ingredientes	3.5
C	Granulación	4.0
D	Secado	2.5
E	Compresión de tabletas	3.0
F	Recubrimiento	3.5
G	Inspección visual	2.0
H	Empaque primario	2.5
I	Empaque secundario	3.0
J	Etiquetado	2.0

Información Adicional

- **Duración de la Jornada:** 8 horas (480 minutos).
- **Demanda Diaria:** 1,000 tabletas de paracetamol.
- **Habilidades de los Operarios:** Los operarios tienen habilidades sobresalientes por la elevada capacitación que han recibido.
- **Esfuerzo Realizado:** Las tareas varían en esfuerzo físico; por ejemplo, la mezcla y granulación requieren más esfuerzo físico, mientras que la inspección y etiquetado son menos demandantes físicamente.
- **Condiciones de Trabajo:** Las condiciones en la planta son excelentes.

Luego de haber determinado el número de trabajadores, considere el caso de que la empresa solo esté dispuesta a contratar 5 personas menos de las que necesita para el trabajo. ¿Puede cumplirse con la demanda? De no ser así, ¿cuál es la capacidad máxima de la planta?

PRÁCTICA NO. 3

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Conocer los fundamentos para el mapeo de la cadena de valor.
- 1.2. Construir un diagrama para representar la cadena de valor de una empresa.

2. Marco Teórico:

Mapeo de la cadena de valor: el Value Stream Mapping (VSM), o Mapeo de la Cadena de Valor, es una herramienta fundamental en la metodología *Lean* que se utiliza para analizar y diseñar el flujo de materiales y la información necesaria para llevar un producto o servicio desde su inicio hasta el cliente final. Este enfoque permite visualizar todos los pasos involucrados en un proceso y destacar tanto las actividades que añaden valor como las que no.

Objetivos del Value Stream Mapping:

- Visualizar el flujo de trabajo completo: desde el suministro de materias primas hasta la entrega del producto o servicio final al cliente.
- Identificar y eliminar desperdicios: al resaltar actividades que no añaden valor.
- Mejorar la eficiencia y efectividad: optimizando el flujo de trabajo para reducir tiempos y costos.
- Comunicación y colaboración: facilitando el entendimiento compartido del proceso entre todos los miembros del equipo y partes interesadas.

Metodología para realizar el VSM: Construir un mapeo de la cadena de valor es un proceso detallado y metódico que involucra varias etapas clave para capturar y analizar el flujo de materiales e información en una organización. El objetivo es visualizar el proceso completo, identificar desperdicios y diseñar un flujo de trabajo más eficiente. Aquí se describe cómo se realiza paso a paso.

Primero, se debe seleccionar la familia de productos o servicios que se va a mapear. Esto implica escoger aquellos productos o servicios que comparten un flujo de valor similar y representan una parte significativa del negocio. Es fundamental involucrar a un equipo multidisciplinario que incluya personas de diferentes áreas de la organización para tener una visión completa del proceso.

Con el equipo listo, se define el alcance del mapa. Es crucial decidir desde dónde hasta dónde se va a mapear el proceso, lo que puede abarcar desde los proveedores hasta los clientes finales. Esto ayuda a delimitar el trabajo y a enfocarse en la cadena de valor relevante.

El siguiente paso es la recopilación de información. Aquí, se observa y documenta el flujo actual de materiales e información. Esto puede incluir la recolección de datos sobre tiempos de ciclo, tiempos de espera, niveles de inventario, frecuencia de entrega, entre otros. La observación directa en el lugar donde ocurre el trabajo es esencial para obtener datos precisos y actualizados.

Una vez recopilada la información, se procede a dibujar el mapa del estado actual. Este mapa es una representación visual del proceso tal como está actualmente. Se utilizan símbolos estandarizados para

representar diferentes elementos del flujo de valor. Por ejemplo, los rectángulos se usan para los procesos, los triángulos para los inventarios y las flechas para los flujos de materiales e información. Este mapa permite ver cómo fluyen los materiales y la información a lo largo del proceso, así como identificar dónde se encuentran los inventarios y los tiempos de espera.

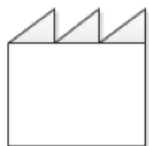
Con el mapa del estado actual en mano, se realiza un análisis exhaustivo para identificar desperdicios y oportunidades de mejora. Los desperdicios pueden incluir actividades que no añaden valor, como exceso de producción, esperas, transportes innecesarios, procesos innecesarios, inventarios, movimientos y defectos. Este análisis es crucial para entender dónde se puede mejorar el proceso.

Después del análisis, se diseña el mapa del estado futuro. Este mapa es una representación del flujo de valor ideal, donde se han minimizado los desperdicios y mejorado la eficiencia. Se visualiza cómo debería fluir el proceso una vez implementadas las mejoras. El diseño del estado futuro debe ser realista y alcanzable, teniendo en cuenta las limitaciones y capacidades actuales de la organización.

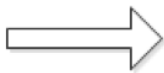
Finalmente, se desarrolla un plan de implementación. Este plan detalla las acciones específicas necesarias para transformar el estado actual en el estado futuro. Incluye la asignación de responsabilidades, la definición de plazos y la medición del progreso. Es fundamental que el plan sea claro y que todos los involucrados entiendan sus roles y responsabilidades en el proceso de mejora.

La construcción de un mapeo de la cadena de valor es un esfuerzo colaborativo que requiere tiempo, precisión y un enfoque sistemático. Es una herramienta poderosa que permite a las organizaciones visualizar su flujo de trabajo, identificar y eliminar desperdicios, y mejorar la eficiencia y efectividad de sus procesos. Al seguir estos pasos detalladamente, las organizaciones pueden transformar sus operaciones y aumentar su competitividad en el mercado.

Símbolos del VSM: a continuación se presentan los símbolos utilizados en el mapeo de la cadena de valor.



Fuentes externas: Este símbolo representa clientes y proveedores.



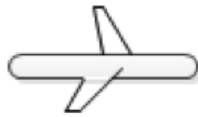
Flecha de traslado: Este símbolo representa el traslado de materias primas y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.



Transporte mediante camión de carga.



Transporte mediante tren.



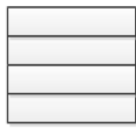
Transporte mediante avión.



Operación del proceso.



Información: Pronóstico, plan de producción, programación.



Casillero de datos con indicadores del proceso.



Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema push.



Flecha de arrastre para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema pull.



Flecha para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante una secuencia: «primeras entradas, primeras salidas»



Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.



Información transmitida de forma manual.



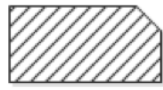
Información transmitida de forma electrónica.



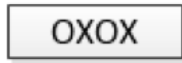
Relámpago Kaizen: Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocado en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.



Kanban de producción.



Kanban de transporte.

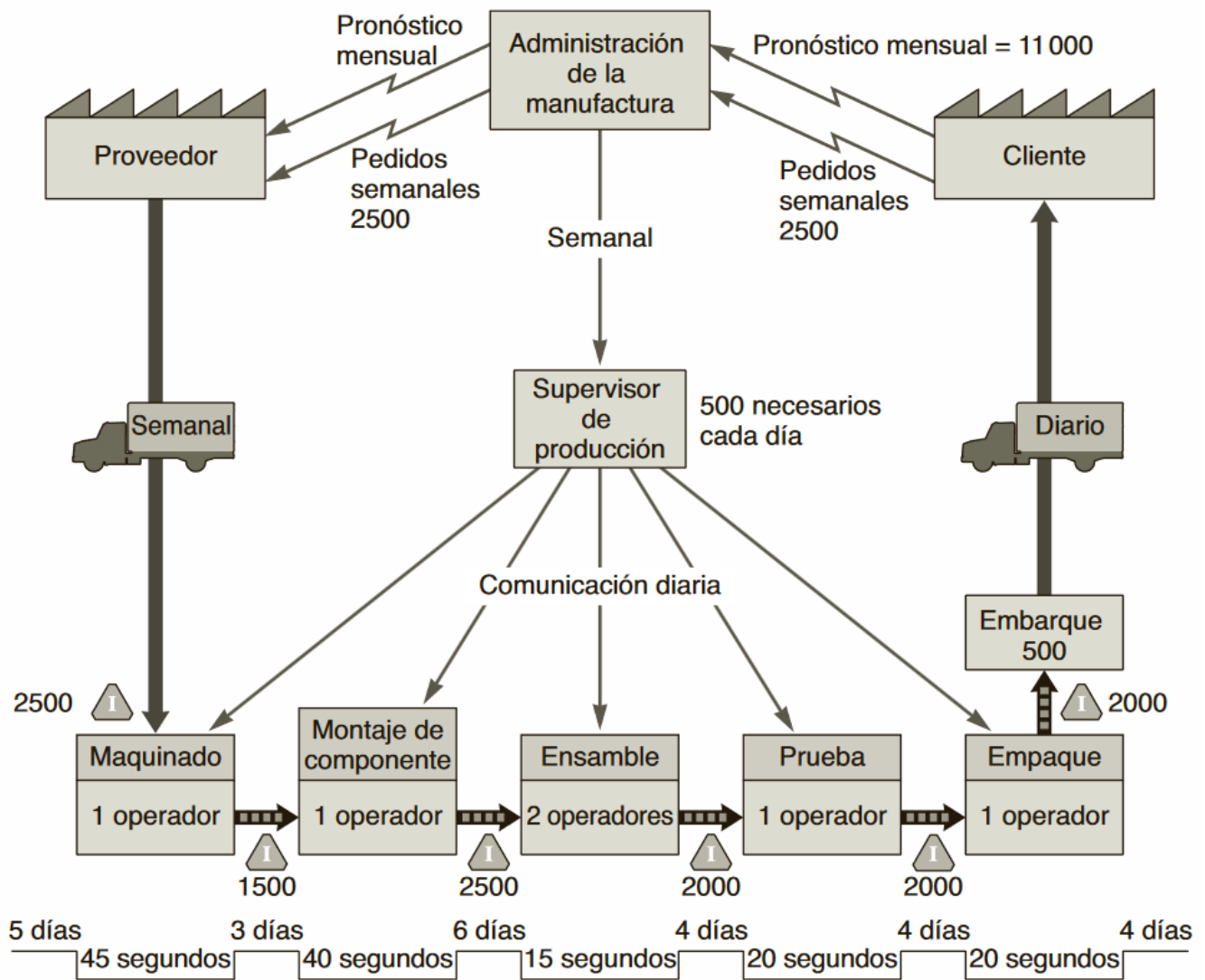


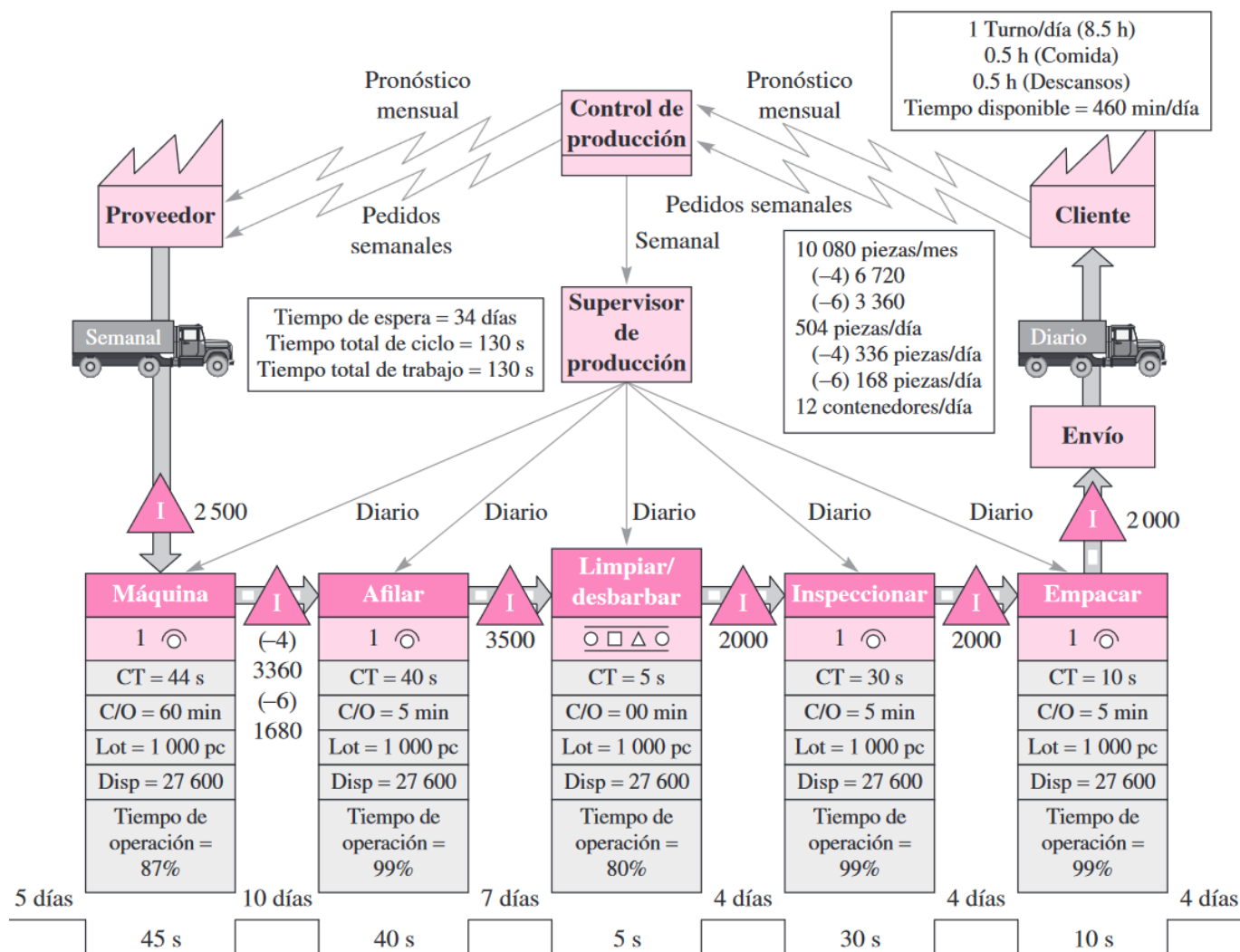
Nivelación de la carga: Herramienta que se emplea para interceptar lotes de Kanbans y nivelar el volumen de la producción.



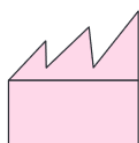
Línea de tiempo: Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.

Ejemplo de un mapa de cadena de valor:

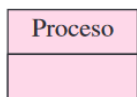




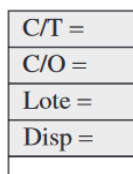
Símbolos de proceso



Cliente/proveedor



Proceso



Caja de datos



Celda de trabajo



Operador

Símbolos de material



Inventario



Envíos



Punto de
almacenaje
kanban



Retiro de
material

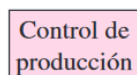


Existencia de
seguridad

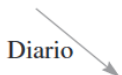


Envío externo

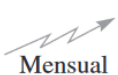
Símbolos de información



Punto central
de control



Info manual

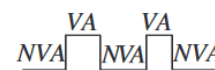


Info electrónica

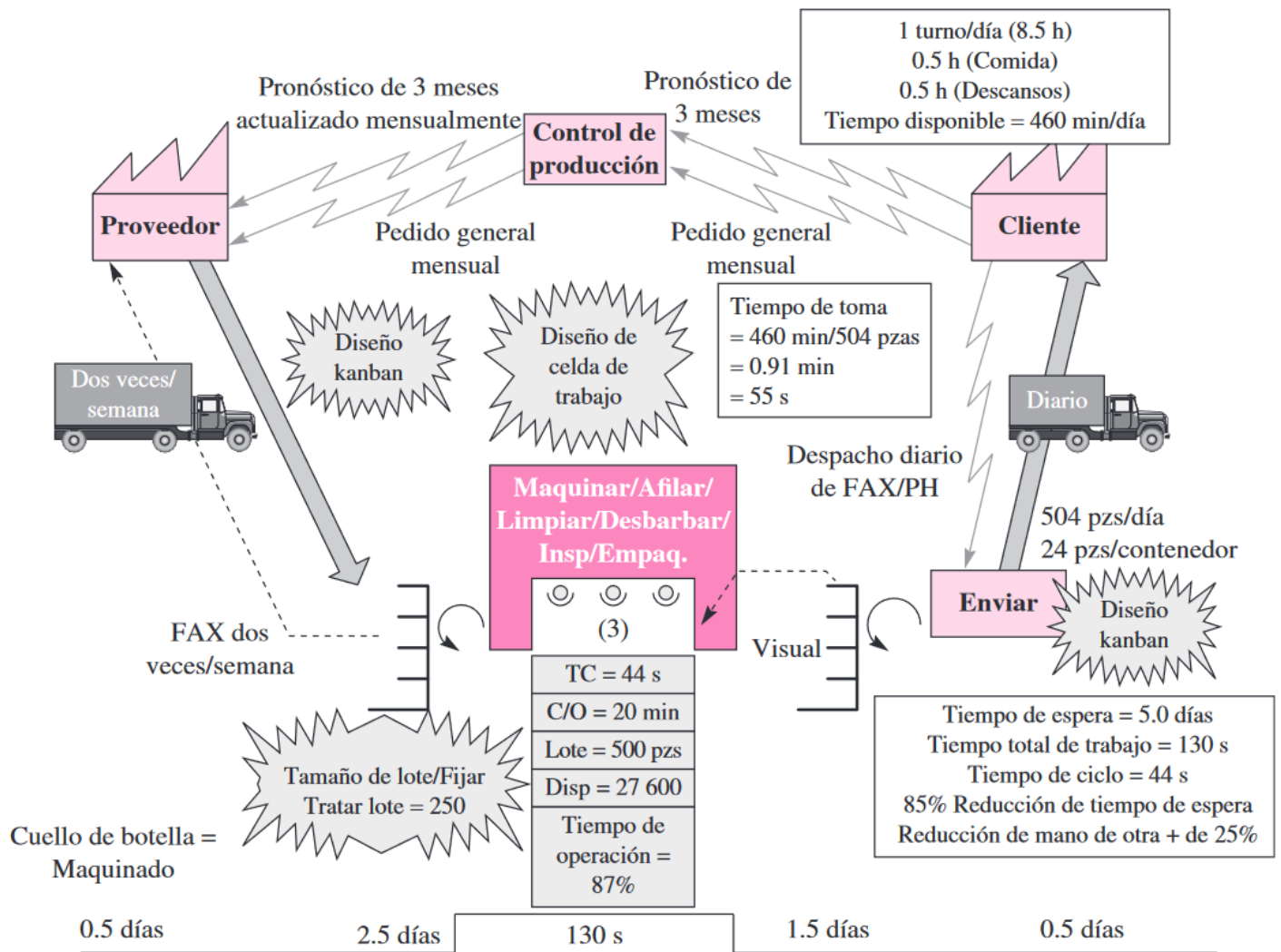
Símbolos generales

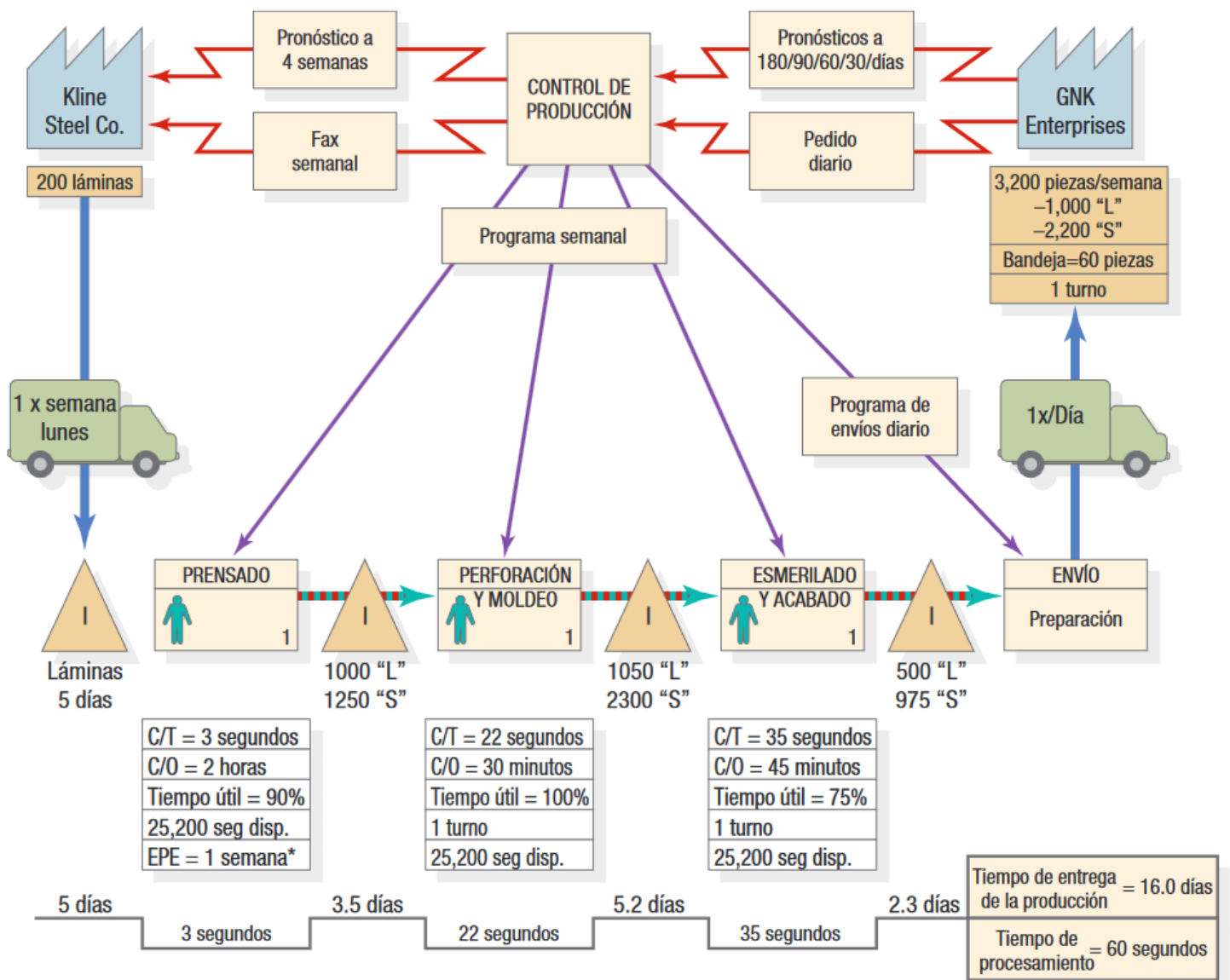


Explosión kaizen



Tiempo de valor agregado,
sin valor agregado





El mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping, VSM) es una herramienta versátil y poderosa que puede ser utilizada en diversas industrias para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y optimizar procesos. A continuación, se detallan algunas maneras en que el VSM puede ser aplicado en distintas industrias.

Industria Manufacturera: En la industria manufacturera, el VSM se utiliza para mapear el flujo de materiales desde los proveedores hasta los productos terminados. Al identificar y eliminar desperdicios como exceso de inventario, tiempos de espera y defectos, las empresas pueden mejorar la eficiencia de producción, reducir costos y mejorar la calidad del producto final. Ejemplo: Producción de Automóviles: En una planta de producción de automóviles, el VSM puede ayudar a identificar cuellos de botella en la línea de ensamblaje, optimizar el flujo de materiales y reducir el tiempo de ciclo. Al visualizar el proceso completo, desde la llegada de piezas hasta el ensamblaje final, los ingenieros pueden implementar cambios que mejoren la fluidez del proceso y minimicen el tiempo de inactividad.

Industria de Servicios: En la industria de servicios, el VSM se utiliza para mapear los procesos de entrega de servicios desde la solicitud del cliente hasta la entrega final. Esto puede incluir procesos administrativos, de

atención al cliente y de prestación de servicios. Ejemplo: Atención Médica: En un hospital, el VSM puede mapear el flujo de pacientes desde la admisión hasta el alta. Al identificar desperdicios como tiempos de espera excesivos, redundancias en el procesamiento de información y movimientos innecesarios de los pacientes, los administradores pueden diseñar un flujo de trabajo más eficiente que reduzca el tiempo de espera de los pacientes y mejore la calidad del servicio.

Industria de la Logística: En la industria de la logística, el VSM se utiliza para optimizar el flujo de materiales y productos desde el proveedor hasta el cliente final. Esto incluye la gestión de inventarios, el transporte y la distribución. Ejemplo: Cadena de Suministro: En una cadena de suministro, el VSM puede ayudar a identificar puntos de ineficiencia en el transporte y almacenamiento de bienes. Al mapear el flujo de productos desde el proveedor hasta el minorista, las empresas pueden identificar áreas donde se pueden reducir los tiempos de entrega, minimizar los niveles de inventario y mejorar la coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro.

Industria de la Tecnología de la Información: En la industria de la tecnología de la información, el VSM se utiliza para mapear el desarrollo de software y la entrega de servicios de TI. Esto incluye la planificación, el desarrollo, la prueba y la implementación de software. Ejemplo: Desarrollo de Software: En un equipo de desarrollo de software, el VSM puede ayudar a identificar desperdicios en el proceso de desarrollo, como retrasos en la aprobación de requisitos, ineficiencias en la codificación y pruebas y tiempos de espera para la implementación. Al optimizar estos procesos, los equipos pueden reducir el tiempo de desarrollo, mejorar la calidad del software y entregar productos más rápidamente.

Industria Alimentaria: En la industria alimentaria, el VSM se utiliza para optimizar el flujo de productos desde la producción hasta la entrega al cliente final. Esto incluye la gestión de materias primas, la producción, el empaquetado y la distribución. Ejemplo: Producción de Alimentos Procesados: En una planta de producción de alimentos procesados, el VSM puede mapear el flujo de materias primas desde el proveedor hasta el producto terminado. Al identificar desperdicios como tiempos de espera en el procesamiento, excesos de inventario de materias primas y productos terminados, y defectos en el empaquetado, las empresas pueden mejorar la eficiencia de producción, reducir costos y garantizar la calidad y frescura de los productos.

Educación: En el sector educativo, el VSM puede ser utilizado para mapear y mejorar procesos administrativos y académicos, como la inscripción de estudiantes, la planificación de cursos y la entrega de materiales educativos. Ejemplo: Universidad: En una universidad, el VSM puede mapear el proceso de inscripción de estudiantes desde la solicitud hasta la matrícula. Al identificar desperdicios como tiempos de espera en la aprobación de solicitudes, redundancias en la verificación de documentos y ineficiencias en la asignación de cursos, los administradores pueden diseñar un proceso más eficiente que mejore la experiencia de los estudiantes y reduzca el tiempo necesario para completar la inscripción.

Beneficios Generales del VSM en la Industria:

- **Identificación de Desperdicios:** Ayuda a identificar actividades que no añaden valor, permitiendo a las organizaciones eliminar o reducir desperdicios.
- **Mejora de la Eficiencia:** Optimiza el flujo de trabajo, reduciendo tiempos de ciclo y mejorando la productividad.
- **Reducción de Costos:** Al eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia, las organizaciones pueden reducir costos operativos.

- **Mejora de la Calidad:** Permite identificar y corregir defectos en el proceso, mejorando la calidad del producto o servicio final.
- **Aumento de la Satisfacción del Cliente:** Un flujo de trabajo más eficiente y de mayor calidad resulta en una mejor experiencia para el cliente.

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta esencial en diversas industrias para analizar y mejorar procesos. Su capacidad para visualizar el flujo de trabajo, identificar desperdicios y diseñar un flujo más eficiente permite a las organizaciones mejorar la eficiencia, reducir costos, aumentar la calidad y mejorar la satisfacción del cliente.

HOJA DE TRABAJO No. 3

A continuación, se presenta la información de varias empresas, con estos datos realice lo siguiente:

- Dibujar del mapa del estado actual
- Análisis del mapa del estado actual: Identifica las áreas donde hay inventarios elevados, tiempos de espera, o cualquier otro tipo de desperdicio.
- Se deben proponer mejoras para reducir o eliminar desperdicios identificados.
- Dibujar un nuevo mapa que represente estos cambios y muestre un flujo de producción más eficiente.

Caso 1. La empresa manufacturera Metalmecánica Global produce varios componentes para la industria aeroespacial. En este ejercicio, nos centraremos en una familia específica de productos: un sub-ensamble de soporte estructural de aluminio en dos variantes: tipo A y tipo B. Estos componentes son enviados al cliente final para el ensamblaje de aviones.

Procesos de Producción

Para esta familia de productos, la fabricación implica una serie de procesos: corte, mecanizado, inspección, ensamblaje y empaquetado. Los componentes son luego almacenados y enviados a la planta de ensamblaje de aviones en una base diaria. El flujo de trabajo sigue el orden siguiente, y cada pieza pasa por todos los procesos:

1. Corte:

- Máquina de corte láser automatizada.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 2 segundos (30 piezas por minuto).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 30 minutos.
- Tiempo de ocupación: 90%.
- Inventario observado:
 - 3000 piezas de tipo A cortadas.
 - 1500 piezas de tipo B cortadas.

2. Mecanizado:

- Máquina de fresado CNC.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 45 segundos.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 15 minutos.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario observado:
 - 1200 piezas de tipo A mecanizadas.
 - 700 piezas de tipo B mecanizadas.

3. Inspección:

- Inspección manual con dos operarios.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 30 segundos.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 5 minutos.

- Tiempo de ocupación: 85%.
- Inventario observado:
 - 1000 piezas de tipo A inspeccionadas.
 - 600 piezas de tipo B inspeccionadas.

4. Ensamblaje:

- Proceso manual con tres operarios.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 55 segundos.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 100%.
- Inventario observado:
 - 800 piezas de tipo A ensambladas.
 - 400 piezas de tipo B ensambladas.

5. Empaquetado:

- Proceso manual con dos operarios.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 25 segundos.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 90%.
- Inventario de productos terminados observado:
 - 700 piezas de tipo A empaquetadas.
 - 350 piezas de tipo B empaquetadas.

Departamento de Despachos: El departamento de despachos retira los productos terminados, los almacena y los prepara para el envío diario al cliente.

Requerimientos del Cliente:

- 16000 piezas por mes.
- 10000 piezas de tipo A por mes.
- 6000 piezas de tipo B por mes.
- Un envío diario a la planta de ensamblaje por camión.
- Empaques con 25 soportes por caja y hasta 8 cajas por paleta.

Tiempo de Trabajo:

- 22 días laborales por mes.
- 2 turnos de operación en todos los departamentos de producción.
- 8 horas por turno, con horas extras si es necesario.
- 2 descansos de 15 minutos por turno.

Caso 2. La empresa de alimentos Delicias Gourmet produce varios tipos de galletas artesanales. En este ejercicio, nos centraremos en una familia específica de productos: galletas de chocolate en dos variedades: clásica y con nueces. Estos productos son enviados al cliente final para su distribución en tiendas.

Procesos de Producción

Para esta familia de productos, la fabricación implica una serie de procesos: mezcla de ingredientes, horneado, enfriado, empaquetado y almacenamiento. Los productos son luego almacenados y enviados a los distribuidores en una base diaria. El flujo de trabajo sigue el orden siguiente, y cada pieza pasa por todos los procesos:

1. Mezcla de Ingredientes:

- Mezcladora industrial automática.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 5 minutos por lote (20 kg de masa).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 15 minutos.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario observado:
 - 500 kg de masa para galletas clásicas.
 - 300 kg de masa para galletas con nueces.

2. Horneado:

- Horno de cinta transportadora.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 10 minutos por lote (20 kg de galletas).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 30 minutos.
- Tiempo de ocupación: 90%.
- Inventario observado:
 - 200 kg de galletas clásicas horneadas.
 - 150 kg de galletas con nueces horneadas.

3. Enfriado:

- Enfriador de aire forzado.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 15 minutos por lote (20 kg de galletas).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 85%.
- Inventario observado:
 - 150 kg de galletas clásicas enfriadas.
 - 120 kg de galletas con nueces enfriadas.

4. Empaquetado:

- Línea de empaquetado manual con cuatro operarios.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 20 minutos por lote (20 kg de galletas).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario observado:
 - 100 kg de galletas clásicas empaquetadas.
 - 80 kg de galletas con nueces empaquetadas.

5. Almacenamiento:

- Almacén climatizado.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 5 minutos por lote (20 kg de galletas).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 100%.
- Inventario de productos terminados observado:

- 90 kg de galletas clásicas almacenadas.
- 70 kg de galletas con nueces almacenadas.

Departamento de Despachos: El departamento de despachos retira los productos terminados, los almacena y los prepara para el envío diario a los distribuidores.

Requerimientos del Cliente:

- 22000 kg de galletas por mes.
- 14000 kg de galletas clásicas por mes.
- 8000 kg de galletas con nueces por mes.
- Un envío diario a los distribuidores.
- Empaques con 1 kg de galletas por caja y hasta 20 cajas por paleta.

Tiempo de Trabajo:

- 20 días laborales por mes.
- 2 turnos de operación en todos los departamentos de producción.
- 8 horas por turno, con horas extras si es necesario.
- 2 descansos de 15 minutos por turno.

Caso 3. La empresa cosmética Belleza Radiante produce varios productos de cuidado personal. En este ejercicio, nos centraremos en una familia específica de productos: cremas faciales en dos variedades: hidratante y anti-envejecimiento. Estos productos son enviados al cliente final para su distribución en tiendas y spas.

Procesos de Producción

Para esta familia de productos, la fabricación implica una serie de procesos: mezcla de ingredientes, emulsionado, envasado, etiquetado y empaquetado. Los productos son luego almacenados y enviados a los distribuidores en una base diaria. El flujo de trabajo sigue el orden siguiente, y cada pieza pasa por todos los procesos:

1. Mezcla de Ingredientes:

- Mezcladora industrial automática.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 15 minutos por lote (100 kg de mezcla).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 45 minutos.
- Tiempo de ocupación: 90%.
- Inventario observado:
 - 2000 kg de mezcla para crema hidratante.
 - 1200 kg de mezcla para crema anti-envejecimiento.

2. Emulsionado:

- Emulsionador a alta velocidad.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 20 minutos por lote (100 kg de mezcla).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 30 minutos.
- Tiempo de ocupación: 85%.
- Inventario observado:

- 1800 kg de crema hidratante emulsionada.
- 1000 kg de crema anti-envejecimiento emulsionada.

3. Envasado:

- Línea de envasado automática.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 10 minutos por lote (1000 unidades).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 20 minutos.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario observado:
 - 15000 unidades de crema hidratante envasadas.
 - 9000 unidades de crema anti-envejecimiento envasadas.

4. Etiquetado:

- Máquina etiquetadora automática.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 8 minutos por lote (1000 unidades).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): 10 minutos.
- Tiempo de ocupación: 100%.
- Inventario observado:
 - 14000 unidades de crema hidratante etiquetadas.
 - 8500 unidades de crema anti-envejecimiento etiquetadas.

5. Empaquetado:

- Línea de empaquetado manual con tres operarios.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 12 minutos por lote (1000 unidades).
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario de productos terminados observado:
 - 13000 unidades de crema hidratante empaquetadas.
 - 8000 unidades de crema anti-envejecimiento empaquetadas.

Departamento de Despachos: El departamento de despachos retira los productos terminados, los almacena y los prepara para el envío diario a los distribuidores.

Requerimientos del Cliente:

- 60000 unidades de cremas por mes.
- 40000 unidades de crema hidratante por mes.
- 20000 unidades de crema anti-envejecimiento por mes.
- Un envío diario a los distribuidores.
- Empaques con 50 cremas por caja y hasta 20 cajas por paleta.

Tiempo de Trabajo:

- 20 días laborales por mes.
- 2 turnos de operación en todos los departamentos de producción.
- 8 horas por turno, con horas extras si es necesario.
- 2 descansos de 15 minutos por turno.

Caso 4. La empresa de servicios TecnoSoluciones ofrece servicios de reparación y mantenimiento de equipos de cómputo. En este ejercicio, nos centraremos en el proceso de reparación de laptops para clientes corporativos. Este servicio incluye diagnóstico, reparación, pruebas y entrega de las laptops reparadas.

Procesos de Servicio

Para este servicio, el flujo de trabajo sigue una serie de procesos: recepción de equipos, diagnóstico, reparación, pruebas de funcionamiento y entrega. Cada equipo pasa por todos los procesos en el siguiente orden:

1. Recepción de Equipos:

- Recepción y registro de equipos defectuosos.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 10 minutos por equipo.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 95%.
- Inventario observado:
 - 30 laptops recibidas y registradas.

2. Diagnóstico:

- Técnicos especializados en diagnóstico.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 30 minutos por equipo.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 90%.
- Inventario observado:
 - 20 laptops en diagnóstico.

3. Reparación:

- Técnicos especializados en reparación.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 1 hora por equipo.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 85%.
- Inventario observado:
 - 15 laptops en reparación.

4. Pruebas de Funcionamiento:

- Técnicos de pruebas.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 45 minutos por equipo.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 80%.
- Inventario observado:
 - 10 laptops en pruebas.

5. Entrega:

- Embalaje y entrega al cliente.
- Tiempo de Ciclo (T/C): 20 minutos por equipo.
- Tiempo de Cambio de modelo (T/M): Ninguno.
- Tiempo de ocupación: 100%.
- Inventario de productos terminados observado:
 - 8 laptops listas para entrega.

Departamento de Atención al Cliente: El departamento de atención al cliente coordina con los clientes para recoger los equipos reparados y proporcionar actualizaciones sobre el estado de la reparación.

Requerimientos del Cliente:

- 400 laptops reparadas por mes.
- Un promedio de 20 laptops por día hábil.
- Un servicio con tiempo de respuesta máximo de 5 días hábiles.
- Entrega diaria a los clientes.

Tiempo de Trabajo:

- 20 días laborales por mes.
- 1 turno de operación en todos los departamentos de servicio.
- 8 horas por turno, con horas extras si es necesario.
- 2 descansos de 15 minutos por turno.

PRÁCTICA NO. 4

IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 9001:2015 EN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

1. Propósito de la práctica:

- 1.1. Familiarizarse con los requisitos principales de la norma ISO 9001:2015.
- 1.2. Analizar la aplicación práctica de un sistema de gestión de calidad en una organización.

2. Marco Teórico:

Introducción a la Norma ISO 9001:2015

La Norma ISO 9001:2015 es un estándar internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) efectivo. Su objetivo principal es garantizar que las organizaciones puedan proporcionar productos y servicios que satisfagan consistentemente las necesidades y expectativas de sus clientes, así como cumplir con los requisitos legales y reglamentarios aplicables. La implementación de esta norma promueve la mejora continua, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

La ISO 9001:2015 está basada en una estructura de alto nivel que facilita su integración con otras normas de gestión. Entre sus principios fundamentales se encuentran el enfoque al cliente, el liderazgo, la participación del personal, el enfoque basado en procesos, la mejora continua y la toma de decisiones basada en evidencia.



Diferencias entre ISO 9000 e ISO 9001

Dentro de la familia de normas ISO 9000, las normas ISO 9000 e ISO 9001 cumplen funciones distintas pero complementarias:

ISO 9000: Fundamentos y Vocabulario

- Proporciona los conceptos básicos, principios y términos usados en los Sistemas de Gestión de Calidad.
- No establece requisitos para ser cumplidos ni es certificable.
- Sirve como guía para entender y aplicar correctamente los sistemas de gestión de calidad.

ISO 9001: Requisitos para Sistemas de Gestión de Calidad

- Establece los requisitos específicos que una organización debe cumplir para implementar un Sistema de Gestión de Calidad efectivo.
- Es certificable y es la base para auditorías y evaluaciones de calidad.
- Orienta a las organizaciones para asegurar la satisfacción del cliente y la mejora continua.

Característica	ISO 9000	ISO 9001
Tipo de norma	Fundamentos y vocabulario	Requisitos para sistemas de calidad
Objetivo	Definir términos y principios	Establecer requisitos obligatorios
Contenido	Guía conceptual	Especificaciones técnicas
Certificable	No	Sí
Uso principal	Capacitación, interpretación	Implementación y certificación
Aplicación en la organización	Ayuda a entender el SGC	Base para implementar y mejorar el SGC

Evolución y Relevancia

Desde su primera versión en 1987, la ISO 9001 ha sido revisada periódicamente para adaptarse a los cambios en el entorno empresarial y tecnológico. La versión 2015 introdujo una estructura de alto nivel (HLS), lo que permite la integración con otros sistemas de gestión (ambiental, seguridad, energía, etc.) y pone un énfasis mayor en la gestión del riesgo, el liderazgo y el contexto organizacional.

Estructura y Cláusulas Fundamentales

La norma se organiza en diez cláusulas principales, de las cuales siete contienen requisitos obligatorios que las organizaciones deben cumplir para lograr la certificación:

1. Contexto de la organización

Identificación y análisis de factores internos y externos que afectan la capacidad para alcanzar los resultados previstos. Implica entender las necesidades y expectativas de las partes interesadas relevantes.

2. Liderazgo

La alta dirección debe demostrar compromiso, establecer políticas claras y asignar responsabilidades para asegurar que el SGC sea efectivo y se enfoque en la mejora continua y la satisfacción del cliente.

3. Planificación

Se requiere identificar riesgos y oportunidades que puedan afectar la conformidad del producto y el logro de los objetivos de calidad, además de definir objetivos medibles y planes para alcanzarlos.

4. Soporte

Gestión adecuada de recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo, competencia, comunicación y control de la información documentada.

5. Operación

Planificación y control operacional de los procesos para asegurar que los productos y servicios cumplen los requisitos establecidos, incluyendo el control de cambios y la gestión de proveedores.

6. Evaluación del desempeño

Medición, análisis, seguimiento y evaluación del desempeño del SGC mediante auditorías internas, encuestas de satisfacción y análisis de datos.

7. Mejora

Implementación de acciones correctivas y preventivas para mejorar continuamente la eficacia del sistema y responder a desviaciones o no conformidades.

Principios Fundamentales de Gestión de Calidad

La ISO 9001:2015 se basa en siete principios que guían la gestión efectiva de la calidad:

- Enfoque al cliente: Comprender y satisfacer las necesidades y expectativas actuales y futuras de los clientes.
- Liderazgo: Establecer dirección y propósito claros para la organización.
- Participación del personal: Involucrar y capacitar a las personas para maximizar su contribución.
- Enfoque basado en procesos: Gestionar actividades como procesos interrelacionados para mejorar la eficiencia.
- Mejora continua: Buscar oportunidades para aumentar el desempeño y la calidad.
- Toma de decisiones basada en la evidencia: Utilizar datos y análisis para fundamentar decisiones.
- Gestión de las relaciones: Mantener relaciones beneficiosas con proveedores y partes interesadas.

Beneficios Tangibles e Intangibles de la Implementación

La adopción de un SGC conforme a ISO 9001:2015 aporta múltiples beneficios a las organizaciones:

- Mejora en la satisfacción del cliente mediante productos y servicios de calidad consistente.
- Aumento de la eficiencia operativa al optimizar procesos y reducir desperdicios y errores.
- Facilita el cumplimiento legal y regulatorio, disminuyendo riesgos legales y sanciones.
- Mejora la imagen y competitividad en el mercado, generando confianza entre clientes y socios.
- Promueve la cultura de mejora continua, motivando la innovación y adaptación al cambio.
- Reduce costos operativos a través del control y optimización de recursos.

Aplicación Práctica y Auditorías

La implementación de ISO 9001:2015 requiere:

- Definir y documentar procesos clave.
- Capacitar al personal para asegurar competencia y compromiso.
- Realizar auditorías internas periódicas para verificar conformidad y oportunidades de mejora.
- Establecer mecanismos para la gestión de no conformidades y acciones correctivas.

Este enfoque sistemático asegura que la calidad sea un elemento central en la operación diaria y en la toma de decisiones estratégicas.

HOJA DE TRABAJO 4

Ejercicio Práctico: Comprensión y Aplicación de las Normas ISO 9000 e ISO 9001

1. Se dividirá a los participantes en dos grupos.
2. El primer grupo representará a los responsables de implementar un sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001.
3. El segundo grupo asumirá el rol de auditores encargados de evaluar la conformidad del sistema implementado.
4. Se proporcionará un caso hipotético de una empresa dedicada a la fabricación de productos, en el que será necesario diseñar un plan de calidad. Este plan deberá considerar los requisitos establecidos en la norma ISO 9001.
5. El grupo encargado de implementación desarrollará un esquema básico que contemple los procesos clave, procedimientos y controles necesarios para cumplir con la norma.
6. El grupo de auditores analizará el plan presentado, verificando su alineación con los requisitos de ISO 9001 y utilizando los conceptos y definiciones establecidos en la norma ISO 9000 como referencia para la evaluación.
7. Posteriormente, se realizará una discusión grupal para compartir observaciones sobre la función de cada norma, destacando la importancia de ISO 9000 como guía conceptual y de ISO 9001 como estándar de requisitos para la certificación.
8. Finalmente, se realizará una actividad de clasificación, en la cual los participantes identificarán distintos documentos y actividades, asignándolos a la norma ISO correspondiente, reforzando así la comprensión de sus diferencias y complementación.

Preguntas sobre la norma ISO 9001:2015

1. ¿Cuál es el propósito principal de la norma ISO 9001:2015 en una organización?
2. ¿Qué beneficios puede obtener una empresa al implementar un Sistema de Gestión de Calidad basado en ISO 9001?
3. ¿Cuáles son los principios de gestión de calidad que soportan la norma ISO 9001?
4. ¿Qué rol juega la alta dirección en el éxito del Sistema de Gestión de Calidad?

5. ¿Cómo influye el enfoque basado en procesos en la mejora continua dentro de una organización?
6. ¿Qué importancia tiene la gestión del riesgo en ISO 9001:2015?
7. ¿Cuáles son los requisitos clave relacionados con la satisfacción del cliente en la norma?
8. ¿Qué tipos de documentación son obligatorios y cuáles son recomendados en ISO 9001?

GLOSARIO

1. **Administración de operaciones:** Gestión de los recursos y procesos necesarios para producir bienes y servicios.
2. **Análisis de valor:** Evaluación para mejorar el valor de un producto en relación con su costo.
3. **Automatización:** Uso de tecnología para realizar procesos sin intervención humana.
4. **Decisiones operativas:** Elecciones estratégicas, tácticas y operativas que afectan la eficiencia de la producción.
5. **Desarrollo de nuevos productos (DNP):** Proceso de creación e introducción de productos innovadores.
6. **Diagrama de flujo:** Representación visual de un proceso.
7. **Diseño modular:** Creación de productos con componentes intercambiables.
8. **Enlace estratégico:** Alineación entre la estrategia operativa y la estrategia corporativa.
9. **Estrategia de operaciones:** Plan a largo plazo que guía las decisiones operativas para cumplir objetivos organizacionales.
10. **Flujo de información:** Movimiento de datos necesarios para operar el sistema.
11. **Flujo de materiales:** Movimiento físico de insumos y productos dentro de la planta.
12. **Flujo de productos:** Movimiento de materiales o información en el sistema productivo.
13. **Garantías del servicio:** Promesas explícitas sobre el cumplimiento del servicio.
14. **Matriz de servicio:** Herramienta para clasificar servicios según contacto con el cliente y nivel de personalización.
15. **Paquete servicio-producto:** Combinación de bienes y servicios que entrega valor.
16. **Personalización en masa:** Producción eficiente de productos personalizados.
17. **Reingeniería:** Rediseño radical de procesos para mejorar rendimiento.
18. **Servicio:** Actividad intangible que satisface necesidades del cliente.
19. **Sistema de operaciones:** Conjunto de procesos interrelacionados para transformar insumos en productos.
20. **Temas contemporáneos:** Tendencias actuales como sostenibilidad, digitalización y cadenas de suministro resilientes.
21. **Toma de decisiones interfuncional:** Coordinación entre áreas como finanzas, marketing y producción.
22. **Ventaja competitiva:** Posición superior frente a competidores mediante eficiencia, calidad o innovación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Besterfield, D. H. (2009). *Control de Calidad 8ED*.
2. Mayoral, M. A. M., & Socuéllamos, J. M. (2022). *Lean seis Sigma para la mejora de Procesos*. Universidad Miguel Hernández.
3. Pulido, H. G., & De La Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis Sigma*.
4. Santos, I. S. L., & De Obesso Arias, M. M. (2020). *Gestión de la calidad*. ESIC.
5. Chapman, S. (2006). *Planificación Y Control De La Producción* (1.a ed.). Pearson Educación.
6. Chase, R., & Jacobs, R. (2022). *Administración De Operaciones* (13.^a ed.). McGraw Hill Education.
7. Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones* (5.^a ed.). Alianza Editorial.
8. Render, B., & Heizer, J. (2013). *Principios De Administración De Operaciones - 9ª Edición* (9.^a ed.). Pearson Educación.
9. Shroeder, R. (2022). *Administración De Operaciones* (5.a ed.). MCGRAW HILL EDUCATION.
10. Urbina, G. B., Valderrama, M. C., Vázquez, I. M. A. C., Cruz, G. B., Matus, J. C. G., Espejel, A. A. P., González, A. E. R., & González, A. E. R. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial* (2.^a ed.). Grupo Editorial Patria.