



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE PROCESO.

TRABAJO ESCRITO VÍA DE EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

LESLY ALEJANDRA OLIVEROS AYALA.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado

Profesores

Presidente: Profesor Alfonso Durán Moreno.

Vocal: Profesor Héctor López Hernández.

Secretario: Profesor Jorge Cayetano María Rubio Avelino.

1er. Suplente: Profesor Marcos Enríquez Rodríguez.

2do Suplente: Profesor Jorge Rafael Martínez Peniche.

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA

Facultad de Química UNAM

ASESOR:

Mtro. Jorge Cayetano María Rubio Avelino

SUSTENTANTE:

Lesly Alejandra Oliveros Ayala.

ÍNDICE.

OBJETIVO	1
JUSTIFICACIÓN.....	1
RESUMEN GENERAL.....	2
INTRODUCCIÓN.	3
➤ ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES.....	3
➤ PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I. COMPETITIVIDAD.	6
➤ DECISIONES ESTRATÉGICAS EN ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES PARA LOGRAR COMPETITIVIDAD.	8
CAPÍTULO II. PRODUCTIVIDAD.	13
➤ VARIABLES DE LA PRODUCTIVIDAD.	17
CAPÍTULO III. CAPACIDAD.....	21
➤ ¿CÓMO DETERMINAR LA CAPACIDAD?	23
➤ DISEÑO Y CAPACIDAD EFECTIVA.....	24
➤ CAPACIDAD EFECTIVA.....	25
➤ CAPACIDAD PICO.	26
➤ FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD.	36
CAPÍTULO IV. LAYOUT.....	40
➤ TIPOS DE LAYOUT.....	44
CAPÍTULO V. ESTRATÉGIAS DE PROCESO.	56
➤ ENFOQUE EN EL PROCESO:	56

➤ ENFOQUE REPETITIVO:.....	57
➤ ENFOQUE EN EL PRODUCTO:.....	57
➤ PERSONALIZACIÓN MASIVA:.....	58

CAPÍTULO VI. LÍNEAS DE PRODUCCIÓN (ENVASADO, EMPAQUETADO Y ENSAMBLE)..... 60

➤ CUELLO DE BOTELLA:.....	60
➤ BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	61

CONCLUSIONES: 71

BIBLIOGRAFÍA: 73

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: <i>Informe Cuatrimestral de Producción</i>	13
Tabla 2: <i>Productividad Mensual Promedio</i>	14
Tabla 3: <i>Reporte Semestral de planta productora de jabón</i>	30
Tabla 4: <i>Utilización semestral de la planta productora de jabón</i>	31
Tabla 5: <i>Eficiencia semestral de la planta productora de jabón</i>	31
Tabla 6: <i>Salida esperada semestral de la planta productora de jabón</i>	31
Tabla 7: <i>Tiempos requeridos para el envasado de un refresco</i>	65

ÍNDICE DE GRÁFICAS:

Gráfica 1: <i>Productividad Mensual Promedio</i>	15
Gráfica 2: <i>Producción Mensual Planta Procesadora de Jabón</i>	32
Gráfica 3: <i>Utilización Mensual Planta Procesadora de Jabón</i>	33
Gráfica 4: <i>Eficiencia Mensual Planta Procesadora de Jabón</i>	34
Gráfica 5: <i>Producción Mensual Planta Procesadora de Jabón</i>	35

ÍNDICE DE DIAGRAMAS:

<i>Diagrama 1: Precedencia Representa la secuencia de las relaciones señaladas en la Tabla de tareas y tiempos.....</i>	66
<i>Diagrama 2: Estaciones de trabajo.....</i>	68

ÍNDICE DE ECUACIONES:

<i>Ecuación 1: Productividad.....</i>	13
<i>Ecuación 2: Utilización.</i>	25
<i>Ecuación 3: Eficiencia.....</i>	28
<i>Ecuación 4: Salida Esperada.</i>	29
<i>Ecuación 5: Tiempo Ciclo.</i>	63
<i>Ecuación 6: Número Mínimo de Estaciones.</i>	63
<i>Ecuación 7: Eficiencia.....</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Figura 1: La producción como un proceso de transformación.....</i>	5
<i>Figura 2: Diferencias entre Procesos de Manufactura y Servicios.....</i>	5
<i>Figura 3: Calidad: Elemento estratégicos en la Administración de Operaciones.</i>	9
<i>Figura 4: Elementos estratégicos en la Administración de Operaciones.</i>	12
<i>Figura 5: Línea de Envasado.</i>	19
<i>Figura 6: Productividad = Rentabilidad.....</i>	20
<i>Figura 7: Factores que afectan la capacidad.....</i>	39
<i>Figura 8: Layout de Planta de Producción.</i>	43
<i>Figura 9: Layout orientado al producto.</i>	46
<i>Figura 10: Layout Oficinas.</i>	46
<i>Figura 11: Células de trabajo.</i>	48
<i>Figura 12: Células de trabajo.</i>	49
<i>Figura 13: Células de trabajo.</i>	51
<i>Figura 14: Layout Tiendas Departamentales.....</i>	52
<i>Figura 15: Layout Almacenes.....</i>	53



OBJETIVO

Destacar la importancia de la Administración de Operaciones en los procesos productivos con la finalidad de identificar cuáles son los beneficios que aportan a la planta y conocer los elementos críticos que determinan y limitan los procesos.

JUSTIFICACIÓN

El uso de los elementos de Administración de Operaciones tiene como resultado aumentar la eficiencia y productividad en los procesos productivos aprovechando de la mejor manera los recursos con que cuentan las plantas de manufactura con el propósito de minimizar costos de operación que nos permiten incrementar utilidades y a su vez garantizar el buen servicio y la satisfacción del cliente.



RESUMEN GENERAL.

La estrategia de competencia por costo y volumen comprobó su aptitud para ganar mercados desde los inicios de la Revolución Industrial y se ha mantenido hasta nuestros días su evidente capacidad para competir con éxito.

Cuando se compite por costo y volumen es muy importante que el sistema de producción sea capaz de lograr las mayores tasas de producción con los recursos disponibles, en cuyo caso la administración de la capacidad se vuelve de particular importancia.

La capacidad de un sistema de producción es la máxima tasa de flujo que puede experimentar el sistema bajo sus condiciones de operación, por lo que, para lograr una tasa de flujo adecuada, debe entender los factores que determinan la capacidad del sistema.

La utilización de los elementos de la Administración de Operaciones como los conceptos y técnicas más importantes para analizar la capacidad de diseñar el sistema tiene como consecuencia que se utilicen sus recursos de manera adecuada y logre producir su mayor tasa de producción e incurra en costos menores lo cual incide de manera importante en la rentabilidad de la empresa, ya que la producción excesiva conduce a costos innecesarios por altos inventarios y reducciones en precio mediante promociones; mientras que por otro lado por otro lado, la producción insuficiente no permite aprovechar la demanda del producto en beneficio de la rentabilidad de la empresa.

El límite de la producción lo establece la capacidad de producción del mismo; por lo que se deben analizar los principales factores para administrar la capacidad de un sistema productivo. ¹

¹Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p



INTRODUCCIÓN.

➤ ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES.

La Administración de Operaciones se ocupa de los procesos (esas actividades fundamentales que las organizaciones utilizan para realizar el trabajo y alcanzar sus metas) para producir los bienes y servicios que la gente usa todos los días.

El término de Administración de Operaciones se refiere al diseño, dirección y control sistemático de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos. En términos generales, la Administración de Operaciones está presente en todos los departamentos de una empresa porque en ellos se llevan a cabo muchos procesos.

Cada función se especializa porque tiene sus propias áreas de conocimientos, habilidades, responsabilidades principales, procesos y dominios de decisión. Sin importar cómo se tracen las líneas, los departamentos y funciones siempre están vinculados mediante los procesos; por lo cual se necesitan establecer y mantener relaciones sólidas tanto dentro como fuera de la organización.

La coordinación entre funciones es esencial para una administración eficaz.

Para diseñar nuevos servicios o productos, ingeniería necesita considerar las compensaciones técnicas y asegurarse de que los diseños no impliquen especificaciones costosas o rebasen las capacidades.

Las operaciones desempeñan una función importante respecto de cómo hacer frente a la competencia global. La competencia extranjera y la explosión de nuevas tecnologías aumentan la conciencia de que una empresa compite no sólo con la oferta de nuevos servicios y productos, marketing creativo y destreza en las



finanzas, sino además con sus competencias únicas en operaciones y la administración responsable y eficaz de los procesos centrales.²

➤ **PROCESO DE PRODUCCIÓN.**

Con él término producción se hace referencia a cualquier proceso por medio del cual, el cliente y/o ciertos insumos (materia prima) se convierten o transforman para generar bienes o productos para el consumo de los clientes que demandan estos bienes.

Para que la empresa sea competitiva, se deberán administrar con propiedad los inventarios tanto de la materia prima como del producto final; la empresa y sus proveedores deberán tener una coordinación eficiente con el propósito de disponer de la materia prima adecuada para iniciar la producción de cada lote; y aún antes de estas actividades, debe haber una planeación adecuada de la localización de la planta, la tecnología de información y de proceso, el nivel de Automatización y la disposición de las instalaciones dentro de la planta, entre otras actividades.³

² Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor.* (Octava edición ed.). México: Pearson Educación. p.p 4-5.

³ Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio.* México: Cengage Learning. p.p

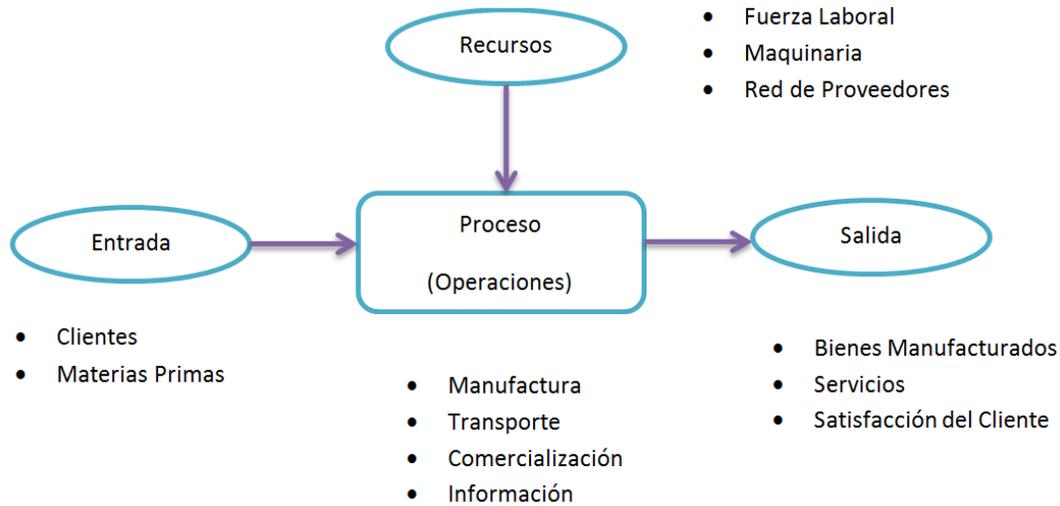


Figura 1: La producción como un proceso de transformación.

Sin embargo, también se debe indicar que la producción de un servicio tiene algunos elementos diferentes a la producción de manufacturas. A continuación se destacan algunos de los elementos más importantes.



Categorías

- Naturaleza del Material.
- Naturaleza Física de Producto.
- Contacto con el Cliente.
- Tiempo de Respuesta.
- Localización
- Tamaño de Operación.
- Inversión.
- Calidad.



Manufactura

- Producto Físico Durable.
- La Producción se puede inventariar.
- Poco contacto con el cliente.
- Mercados Regionales, Nacionales o Internacionales.
- Instalaciones Grandes.
- Intensivo en Capital
- Calidad fácil de medir



Servicio

- Producto Intangible, Perecedero.
- La producción no se puede inventariar.
- Alto contacto con el Cliente.
- Tiempo de Respuesta Corto.
- Mercados Locales
- Instalaciones Pequeñas.
- Intensivo en Trabajo.
- No es fácil medir la Calidad

Figura 2: Diferencias entre Procesos de Manufactura y Servicios.



CAPÍTULO I. COMPETITIVIDAD.

Cada una de las estrategias proporciona una oportunidad para que los administradores de operaciones logren una ventaja competitiva. La ventaja competitiva implica la creación de un sistema que tenga una ventaja singular sobre los competidores. La idea es crear valor para el cliente de una forma eficiente y sostenible. Pueden existir formas puras de estas estrategias, pero casi siempre se recurre a los administradores de operaciones para que implante la combinación de ellas. Se logra ventaja competitiva a través de:

1. **Diferenciación:** La diferenciación es una estrategia cuyo objetivo es elaborar productos y servicios considerados como únicos en la industria y dirigidos a los consumidores que son poco sensibles al precio. El enfoque conlleva a la elaboración de productos y servicios que satisfagan las necesidades de grupos de pequeños consumidores. La diferenciación debe pensarse como algo que trasciende las características físicas y los atributos del servicio para comprender todo lo relacionado con el producto o servicio que influye sobre el valor que los clientes obtienen de él. Quizás esta sea la conveniencia de una línea o producto, características de producto o de un servicio relacionado con el producto.



2. Precio: Destaca la fabricación de productos estandarizados a un costo por unidad muy bajo para consumidores sensibles al precio. El liderazgo por bajo costo implica lograr el máximo valor de acuerdo con la definición de su cliente. Una estrategia por bajo costo no implica poco valor o poca calidad.

3. Respuesta: La respuesta a menudo se piensa como respuesta flexible, pero también se refiere a respuesta confiable y rápida. Definimos respuesta como lo que incluye el conjunto completo de valores relativos al desarrollo del producto y entrega oportunos, así como a la programación confiable y desempeño flexible.

La respuesta flexible se puede pensar como la habilidad para ir a la par con los cambios que ocurren en el mercado donde las innovaciones de diseño y los volúmenes fluctúan de manera sustancial.

El segundo aspecto de la respuesta es la confiabilidad de la programación. Dicha respuesta se manifiesta en una programación confiable. Además de los resultados de su programación se comunican a los clientes y el cliente puede, a su vez, confiar en ellos. La ventaja competitiva a través del tiempo de respuesta tiene valor para el cliente final.



El tercer aspecto de la respuesta es la rapidez; compite en velocidad de diseño, producción y entrega.⁴

➤ **DECISIONES ESTRATÉGICAS EN ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES PARA LOGRAR COMPETITIVIDAD.**

La diferenciación, el bajo costo y la respuesta pueden lograrse cuando los administradores toman decisiones efectivas en las 10 áreas de la administración de operaciones. Estas decisiones en conjunto se conocen como decisiones de operaciones:

1. Diseño de bienes y Servicios: El diseño de bienes y Servicios define gran parte del proceso de transformación. Las decisiones de costos, calidad y recursos humanos suelen determinarse por las decisiones de diseño. Los diseños usualmente definen los límites inferiores del costo y los límites superiores de la calidad.
2. Calidad: Deben determinarse las expectativas del cliente sobre la calidad y establecerse las políticas y procedimientos para identificar y alcanzar esa calidad.

⁴ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 33-35.



3. Diseño de procesos y capacidad: Existen diferentes opciones de procesos para productos y servicios. Las decisiones de proceso comprometen a la administración con tecnología, calidad, uso de recursos humanos y mantenimiento específicos. Estos gastos y compromisos de capital determinarán gran parte de la estructura básica de costos de la empresa.



Figura 3: Calidad: Elemento estratégicos en la Administración de Operaciones.



4. Selección de localización: Las decisiones de ubicación para las organizaciones tanto de manufactura como de servicios pueden determinar el éxito final de la empresa. Los errores en esta coyuntura pueden minimizar otras eficiencias.

5. Diseño de Distribución de Planta: Flujos de material, necesidades de capacidad, niveles de personal, decisiones de tecnología y requerimientos de inventario influyen en la distribución de planta.

6. Recursos Humanos y Diseño de Trabajo: Las personas representan una parte integral y costosa del diseño total del sistema. Por lo tanto, deben determinarse la calidad de la vida laboral proporcionada, el talento y las destrezas requeridas y sus costos.

7. Administración de la Cadena de Suministro: Estas decisiones definen que debe hacerse y que debe comprarse. Asimismo se consideran la calidad, entrega e innovación todas por un precio satisfactorio. Es necesaria la confianza mutua entre comprador y proveedor para lograr la compra efectiva.



8. Inventario: Las decisiones de inventario sólo pueden optimizarse cuando se toman en cuenta satisfacción del cliente, proveedores, programas de producción y planeación de recursos humanos.

9. Programación: Deben desarrollarse programas de producción factibles y eficientes, asimismo deben determinarse y controlarse las demandas de recursos humanos e instalaciones.

10. Mantenimiento: Estas decisiones deben tomarse respecto a los niveles deseados de confiabilidad y estabilidad, y deben establecerse los sistemas necesarios para mantener esa confiabilidad y estabilidad.

Los administradores de operaciones implantan estas 10 decisiones identificando las tareas claves y las necesidades del personal necesarias para alcanzarlas.⁵

⁵ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 36.

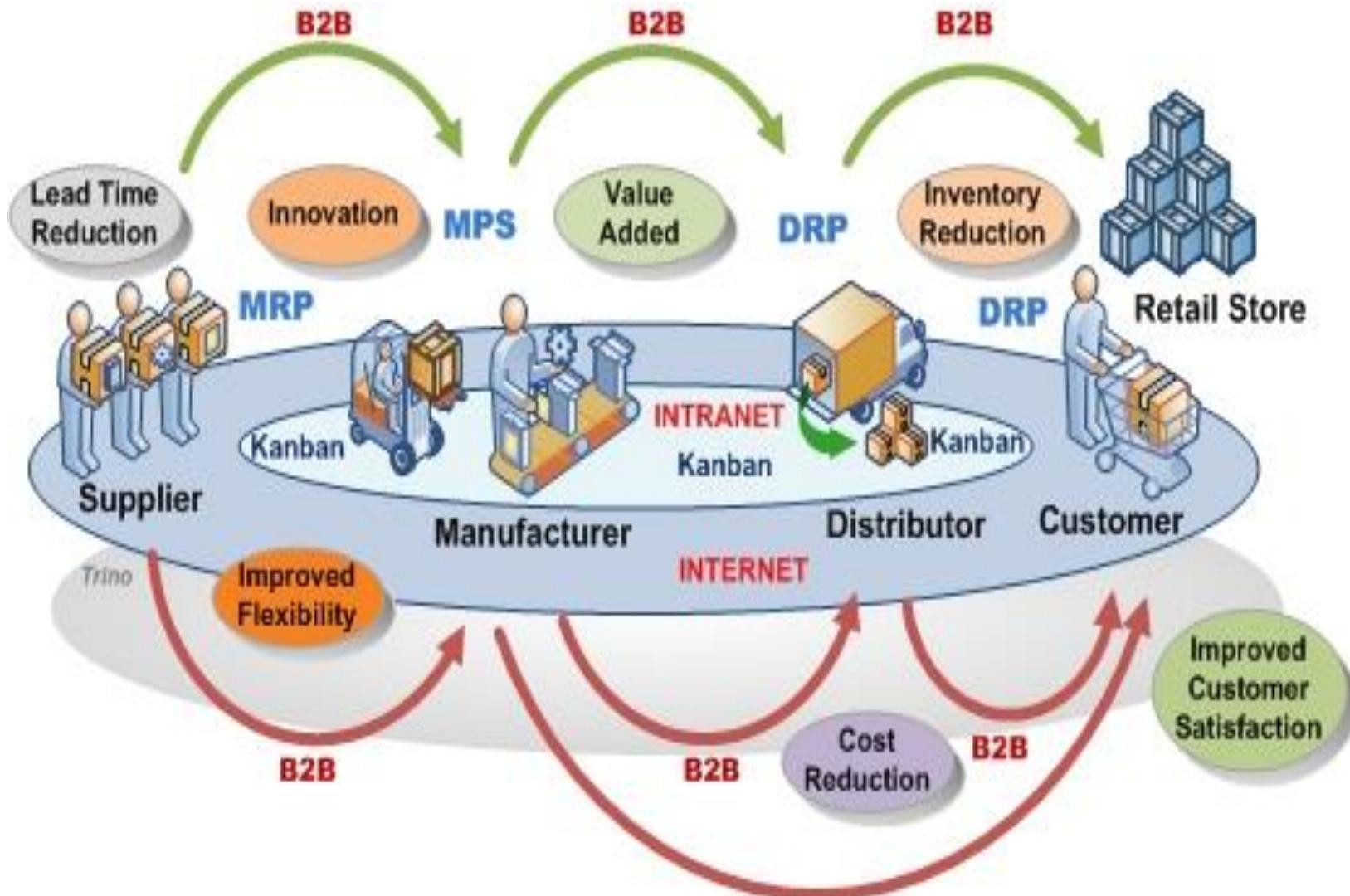


Figura 4: Elementos estratégicos en la Administración de Operaciones.



CAPÍTULO II. PRODUCTIVIDAD.

La productividad resulta ser la relación entre lo que se produce y los medios empleados para producir, la mano de obra, los materiales, la energía, entre otros. Generalmente, por esto es que se suele relacionar la productividad a la eficiencia y al tiempo, porque cuanto menor sea el tiempo que lleve el obtener el resultado deseado más productivo será el sistema.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumo empleados}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salida}}{\text{Mano de obra} + \text{Material} + \text{Energía} + \text{Capital} + \text{Otros}}$$

Ecuación 1: Productividad

Ejemplo:

Una planta presenta el siguiente informe de producción:

	ENE	FEB	MAR	ABR
Unidades producidas	2300	1800	2800	3000
Horas máquina	325	200	400	320
Número de máquinas	3	5	4	4

Tabla 1: Informe Cuatrimestral de Producción.



La productividad mensual promedio es la siguiente:

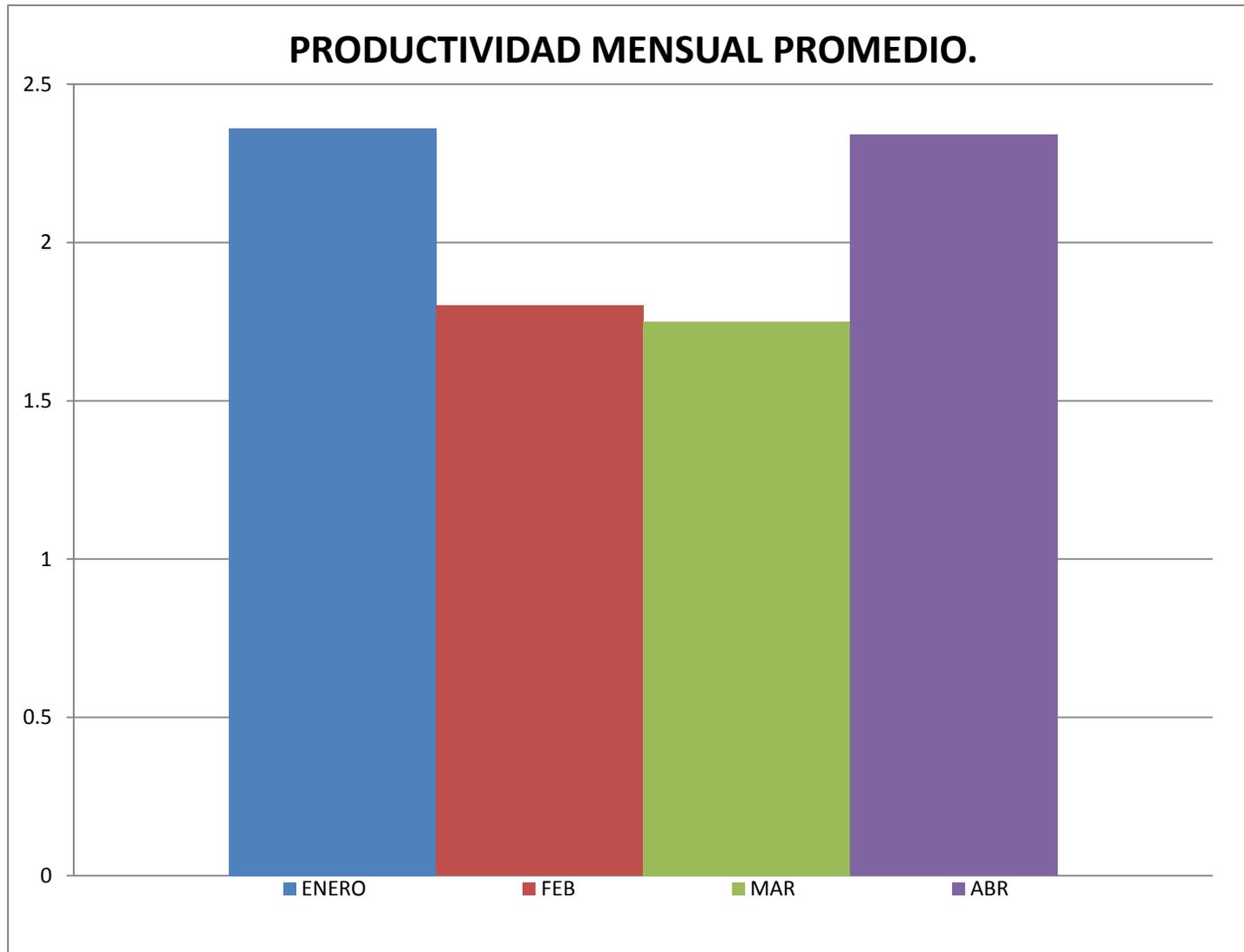
Para el mes de Enero:⁶

$$\text{Productividad} = \frac{2300 \text{ unidades}}{325 \text{ horas máquina} * 3} = 2.4 \text{ unidades/hora}$$

	ENE	FEB	MAR	ABR
Cálculo de la Productividad	$\frac{2300 \text{ unidades}}{325 * 3}$	$\frac{1800 \text{ unidades}}{200 * 5}$	$\frac{2800 \text{ unidades}}{400 * 4}$	$\frac{3000 \text{ unidades}}{320 * 4}$
Productividad Mensual Promedio	2.36 unidades/hrs	1.8 unidades/hrs	1.75 unidades/hrs	2.34 unidades/hrs

Tabla 2: *Productividad Mensual Promedio.*

⁶ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 13.



Gráfica 1: Productividad Mensual Promedio.



Mediante la productividad es que se puede evaluar la capacidad que presenta un sistema para elaborar los productos y el grado en el cual se aprovechan los recursos.

Cuanto mejor sea la productividad de una empresa, mayor rentabilidad observará la misma. De esta manera la gestión de calidad busca que una compañía logre incrementar su productividad.

Para incrementar la productividad se tratará de que la razón de salida a entrada sea lo más grande posible.

La productividad se puede comparar en dos sentidos. En primer término, una compañía se puede comparar con operaciones similares de su mismo sector o, si existen, puede utilizar datos del sector. Otro enfoque sería medir la productividad de una misma operación a lo largo del tiempo e incluso se puede medir la productividad de los trabajadores.⁷

⁷ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 16.



➤ **VARIABLES DE LA PRODUCTIVIDAD.**

Los incrementos en la productividad dependen de tres variables:

1. **Mano de Obra:** La mejora en la contribución de la mano de obra de la productividad es el resultado de una fuerza de trabajo más saludable, mejor educada y más motivada. Tres productos claves para mejorar esta productividad son:

- ✓ Educación básica apropiada para una fuerza de trabajo efectiva.
- ✓ La alimentación de la fuerza de trabajo.
- ✓ El gasto social que hace posible el trabajo, como transporte y salubridad.

Un cuarto desafío es mantener y mejorar las habilidades de la mano de obra en el marco de la rápida expansión de la tecnología y conocimiento. Quizá las mejoras puedan alcanzarse no sólo aumentando la competencia de la mano de obra, sino también a través de un quinto elemento: una mejor mano de obra con un compromiso más sólido. Las mejoras en la productividad de la mano de obra son posibles; sin embargo, en ocasiones resultan difíciles y costosas.



- 2. Capital:** La inflación y los impuestos elevan el costo de capital, haciendo que las inversiones de capital sean cada vez más costosas. Cuando ocurre un descenso en el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída de la productividad. La inversión de capital con frecuencia es necesaria, pero rara vez es un ingrediente suficiente en la batalla por incrementar la productividad.

Los trueques entre capital y mano de obra fluyen constantemente. Cuando más elevadas las tasas de interés, más proyectos que requieren capital son “eliminados” no se emprenden porque la ganancia potencial sobre la inversión para un determinado riesgo ha disminuido. Se ajustan los planes de inversión a los cambios en los costos de capital.

- 3. Administración:** Es responsable de asegurar que la mano de obra y el capital se usen de manera efectiva para aumentar la productividad. Los administradores son los responsables de más de la mitad del incremento anual de la productividad. Incluye las mejoras realizadas mediante la aplicación de la tecnología y la utilización del conocimiento.

La aplicación de la tecnología y la utilización de nuevos conocimientos precisa la capacitación y educación. La educación seguirá siendo un artículo necesario de alto costo en las industrias.



Los administradores de operaciones efectivos preparan trabajadores y construyen organizaciones que aseguran que la tecnología, educación y los conocimientos de empleen de manera efectiva.⁸



Figura 5: Línea de Envasado.

⁸ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 17.



El reto de la productividad es una tarea difícil. Una empresa no puede ser competidor de clase mundial con entradas o insumos de segunda clase. La mano de obra poco adecuada, el capital inadecuado y la tecnología obsoleta son entradas de segunda clase. La alta productividad y una salida de alta calidad requieren una entrada de alta calidad.



Figura 6: Productividad = Rentabilidad



CAPÍTULO III. CAPACIDAD.

Capacidad es la “salida” o número de unidades que puede tener, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo determinado. La capacidad afecta a una porción considerable del costo fijo. También determina si se cumplirá la demanda o si las instalaciones tendrán baja o nula actividad. Si la planta es demasiado grande, partes de ella pueden estar sin actividad y agregarán costos de producción a los clientes. Si la planta es demasiado pequeña, se perderán clientes e incluso puede perderse el mercado completo. Por lo tanto, es crucial determinar el tamaño de las instalaciones, con el objetivo de alcanzar una utilización alta y un rendimiento sobre la inversión elevado.

Horizontes de tiempo para la capacidad:

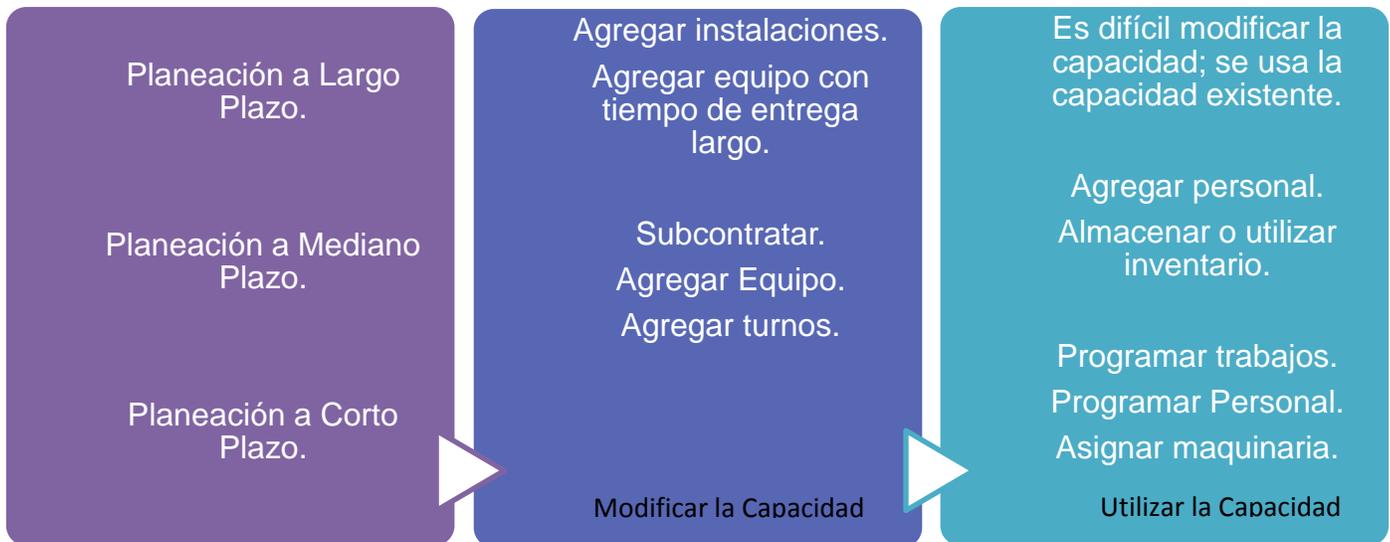
Por lo general, se considera que la planeación de la capacidad se refiere a tres periodos.

Largo Plazo -Más de un año- Cuando se requiere de mucho tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción (como edificios, equipamiento o instalaciones), entonces la planeación de la capacidad a largo plazo requiere de la participación y la autorización de la gerencia.



Mediano Plazo - Planes mensuales o trimestrales que caben dentro de los próximos 6 a 18 meses- En este caso, alternativas como la contratación, los recortes de personal, las nuevas herramientas, la adquisición de equipamiento menor y la subcontratación pueden alterar la capacidad.

Corto Plazo -Menos de un mes- Está ligado al proceso de los programas diarios o semanales e implica efectuar ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Incluye alternativas como horas extra, transferencias de personal y otras rutas para la producción.⁹



Cuadro 1: Horizontes de la Capacidad.

⁹ Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p 303.



➤ ¿CÓMO DETERMINAR LA CAPACIDAD?

Para determinar la capacidad que se requerirá, se deben abordar las demandas de líneas de productos individuales, capacidades de plantas individuales y asignación de la producción a lo largo y ancho de la red de la planta, Por lo general esto se hace con los siguientes pasos:

1. Usar técnicas de pronóstico para prever las ventas de los productos individuales dentro de cada línea de productos.
2. Calcular el equipamiento y la mano de obra que se requerirá para cumplir los pronósticos de las líneas de los productos.
3. Proyectar el equipamiento y la mano de obra que estará disponible durante el horizonte del plan.

Muchas veces, la empresa decide tener un colchón de capacidad que se mantendrá entre los requerimientos proyectados y la capacidad real. Un colchón de capacidad se refiere a la cantidad de la capacidad que excede la demanda esperada.¹⁰

¹⁰Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. p.p 128.



➤ DISEÑO Y CAPACIDAD EFECTIVA.

La capacidad de diseño es la salida teórica máxima de un sistema en un periodo determinado. En general se expresa como una tasa, por ejemplo, el número de toneladas de acero que se produce por semana, por mes o por año. Para muchas empresas, medir la capacidad resulta sencillo; es el número máximo de unidades producidas en un tiempo específico. Sin embargo, para otras compañías determinar la capacidad resultaría más difícil. La capacidad se mide en términos de camas (en un hospital), miembros activos (una iglesia) o tamaño del salón de clase (una escuela). Otras organizaciones usan el tiempo de trabajo total disponible como medida de su capacidad global.

La mayoría de las empresas operan sus instalaciones a una tasa menor que la capacidad diseñada. Lo hacen porque han encontrado que operan con mayor eficiencia cuando no tienen que agotar sus recursos hasta el límite.¹¹

¹¹ Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p 303.

Render, J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 277.



➤ **CAPACIDAD EFECTIVA.**

Es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones de operación existentes. A menudo la capacidad efectiva es menor que la capacidad de diseño debido a que las instalaciones se diseñaron para una versión anterior del producto o para una mezcla de productos diferente que la que se produce en ese momento.

Dos medidas de desempeño del sistema son particularmente útiles: la utilización y la eficiencia.

La utilización es el grado en el que el equipo, el espacio o la mano de obra se emplean actualmente.¹²

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tasa de producción Promedio}}{\text{Capacidad máxima}} \times 100\%$$

Ecuación 2: Utilización.

¹² Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p 303.

Render, J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 277.



La tasa de producción promedio y la capacidad se deben medir en los mismos términos, ya sea en tiempo, clientes, unidades o dinero. La tasa de utilización indica la necesidad de conseguir capacidad adicional o eliminar aquella que es innecesaria. La principal dificultad para quien intenta calcular la utilización consiste en definir la capacidad máxima. Dos definiciones de capacidad máxima son útiles: la capacidad pico y la capacidad máxima.¹²

➤ **CAPACIDAD PICO.**

La máxima producción que se puede lograr en un proceso o instalación, bajo condiciones ideales, se llama capacidad pico. Cuando la capacidad se mide únicamente en relación con el equipo, la medida apropiada es la capacidad nominal, es decir, una evaluación de ingeniería sobre la producción máxima anual, suponiendo una operación continua, salvo por un margen de tiempo de inactividad para realizar las tareas normales de mantenimiento y reparaciones.

La capacidad pico sólo puede sostenerse durante cortos periodos, es decir, algunas horas al día o unos cuantos días al mes. Una empresa alcanza esa capacidad utilizando métodos de producción marginales, como: cantidades excesivas de tiempo extra, turnos adicionales, reducción temporal de las actividades de mantenimiento personal complementario y subcontratación. Aun



cuando todas las opciones mencionadas ayudan a alcanzar picos temporales de producción, no es posible sostenerlas por mucho tiempo.

A los empleados no les gusta trabajar demasiadas horas extras durante periodos prolongados; además, el tiempo extra y la paga especial para los trabajadores elevan los costos y merman la calidad.¹³

Ejemplo:

Una planta procesadora de jabones de tocador produjo 148,000 jabones la semana pasada en sus instalaciones. La capacidad efectiva es de 175,000 jabones. La línea de producción opera los 7 días de la semana con tres turnos de 8 horas al día. La línea se diseñó a razón de 1,200 por hora. Determine la capacidad diseñada, la utilización y la eficiencia de esta planta cuando produce jabones de tocador.

¹³ Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p 302.



Solución:

$$\text{Capacidad diseñada} = (7 \text{ días} * 3 \text{ turnos} * 8 \text{ hrs}) * (1,200 \text{ jabones por hora})$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 201,600 \text{ jabones/semana}$$

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Resultado Real}}{\text{Capacidad Diseñada}} \times 100\%$$

$$\text{Utilización} = \frac{148,000 \text{ jabones/semana}}{201,600 \text{ jabones/semana}} \times 100\%$$

$$\text{Utilización} = 0.7341 \times 100\%$$

Utilización=73%

14

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida Real}}{\text{Capacidad Efectiva}} \times 100\%$$

Ecuación 3: Eficiencia.

$$\text{Eficiencia} = \frac{148,000 \text{ jabones/semana}}{175,000 \text{ jabones/semana}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 0.8457 \times 100\%$$

Eficiencia =85 %

¹⁴ **Eficiencia:** Revela la capacidad de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, energía y tiempo



La capacidad de diseño, eficiencia y utilización son medidas importantes para el administrador de operaciones. Pero los administradores a menudo también necesitan conocer la salida esperada de una instalación o proceso. Para hacerlo se utiliza la siguiente ecuación; que permite determinar la salida real.

$$\textit{Salida Esperada} = (\textit{Capacidad efectiva}) * (\textit{Eficiencia})$$

Ecuación 4: Salida Esperada.

Ejemplo:

La planta productora de jabón necesita incrementar la producción. Para satisfacer la demanda, el administrador de operaciones agregará una segunda línea de producción para el departamento de ventas. La capacidad efectiva de la segunda línea es igual a la primera, es decir, 175,000 jabones/semana. La primera línea opera con una eficiencia de 84.6%. Pero la salida de la segunda será menor debido a que el personal encargado será principalmente de nueva contratación; entonces, se espera que la eficiencia de la línea no pasará de 75% ¿Cuál es la salida esperada?



Solución:

$$\text{Salida Esperada} = (\text{Capacidad efectiva}) * (\text{Eficiencia})$$

$$\text{Salida Esperada} = (175,000 \text{ jabones/semana}) * (0.75)$$

$$\text{Salida Esperada} = 131,250 \text{ jabones/semana}$$

Si la salida esperada es inadecuada podría necesitarse capacidad adicional.

Ejemplo:

La planta productora presento el siguiente reporte mensual. Calcule la eficiencia y utilización por mes de dicha planta.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN
Producción	135,000	150,000	165,000	145,000	170,000	157,000
Mensual.	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes

Tabla 3: Reporte Semestral de planta productora de jabón.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN
Utilización.	67%	74%	82 %	72%	84%	78%

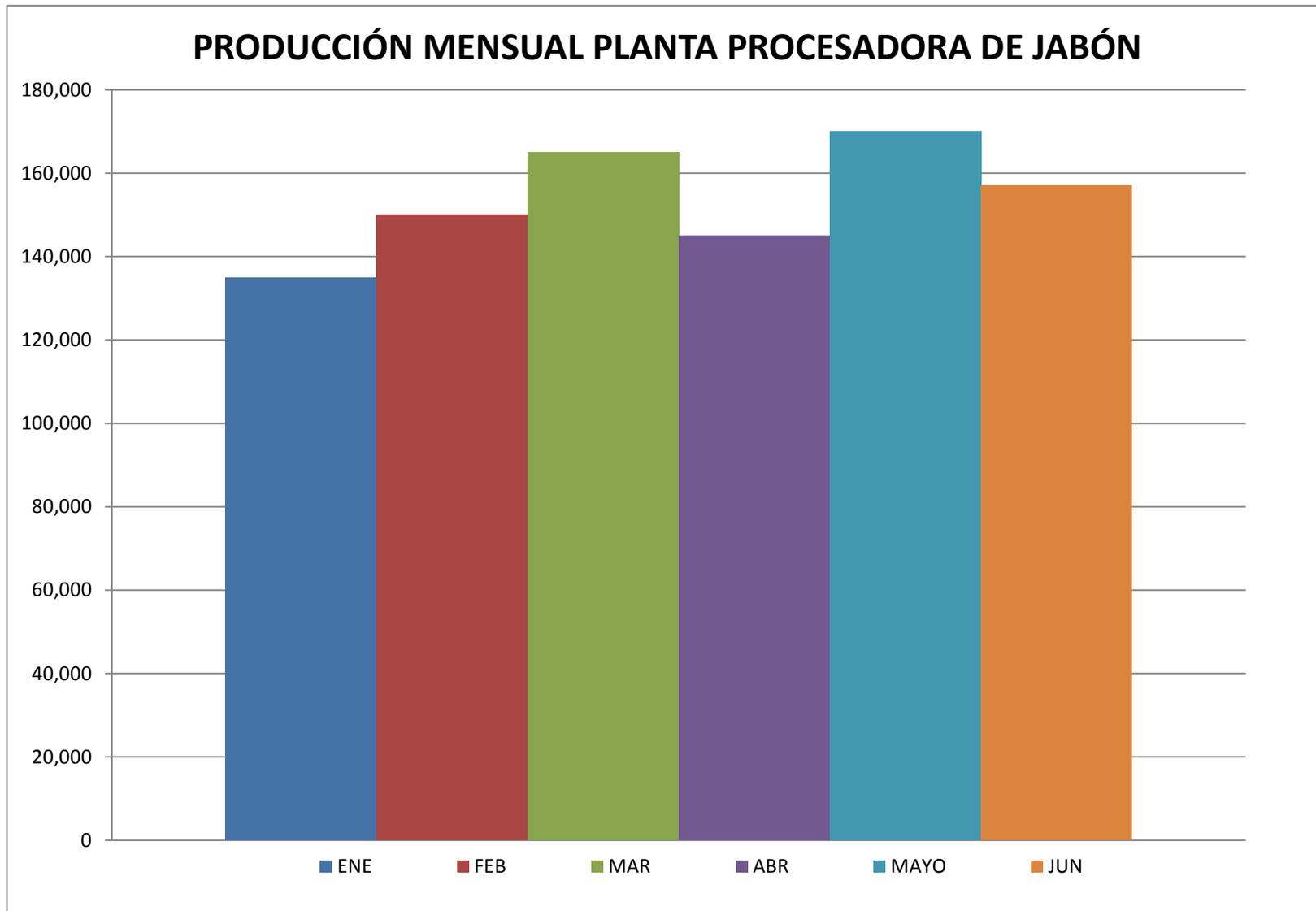
Tabla 4: Utilización semestral de la planta productora de jabón.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN
Eficiencia Mensual	77%	86%	94%	83%	97%	90%

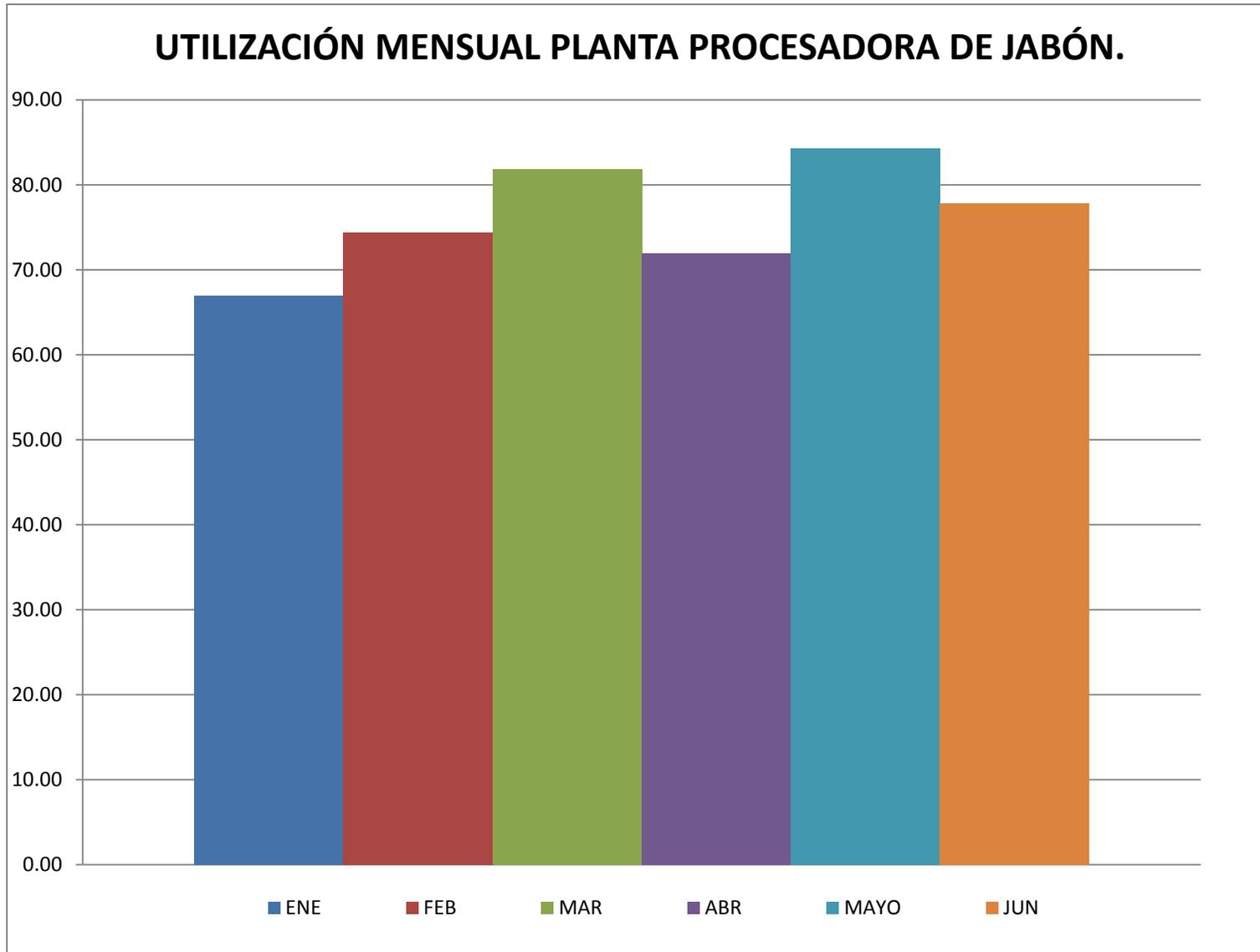
Tabla 5: Eficiencia semestral de la planta productora de jabón.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAYO	JUN
Salida esperada Mensual.	135,000	150,000	165,000	145,000	170,000	157,000
	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes	jabones/mes

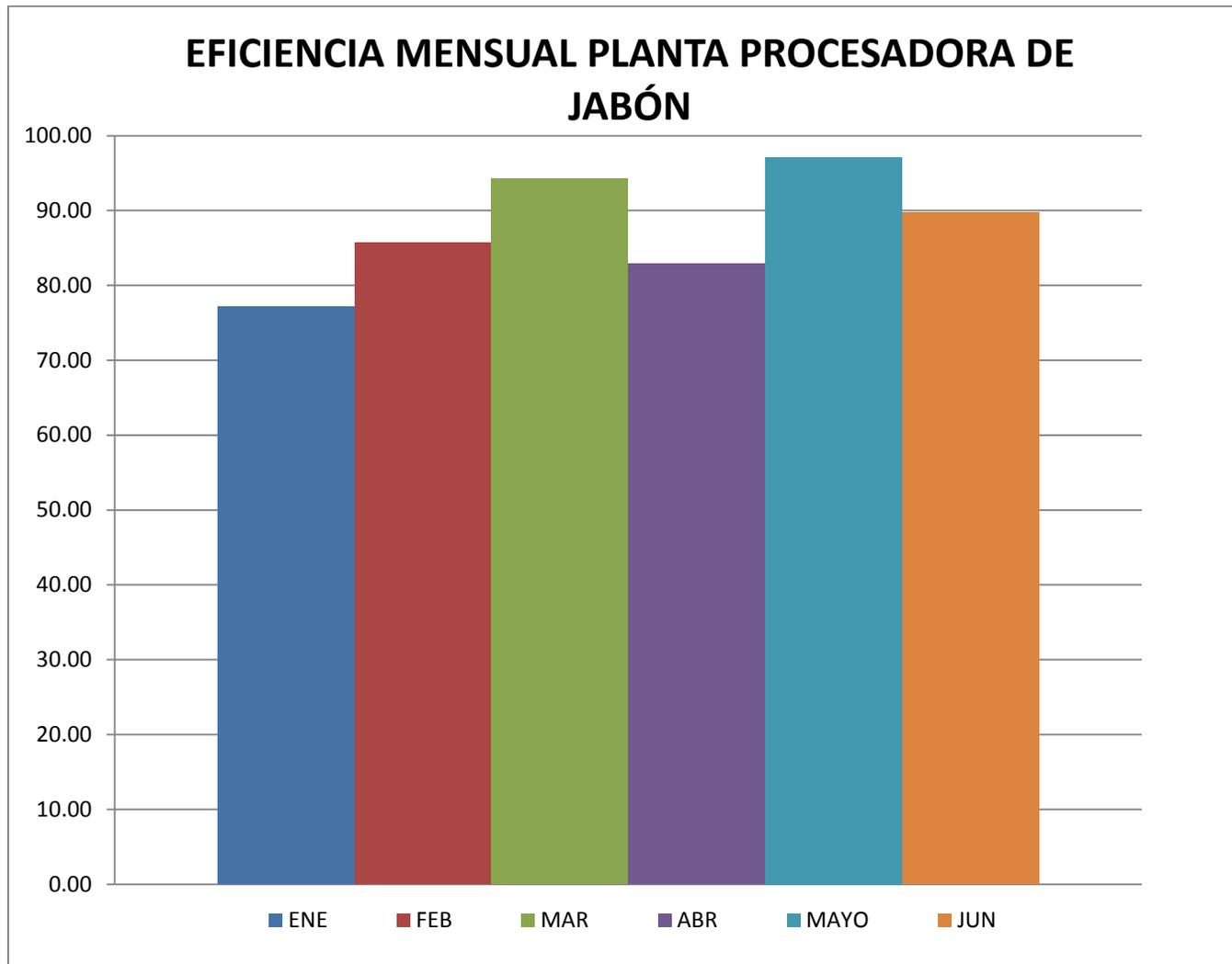
Tabla 6: Salida esperada semestral de la planta productora de jabón.



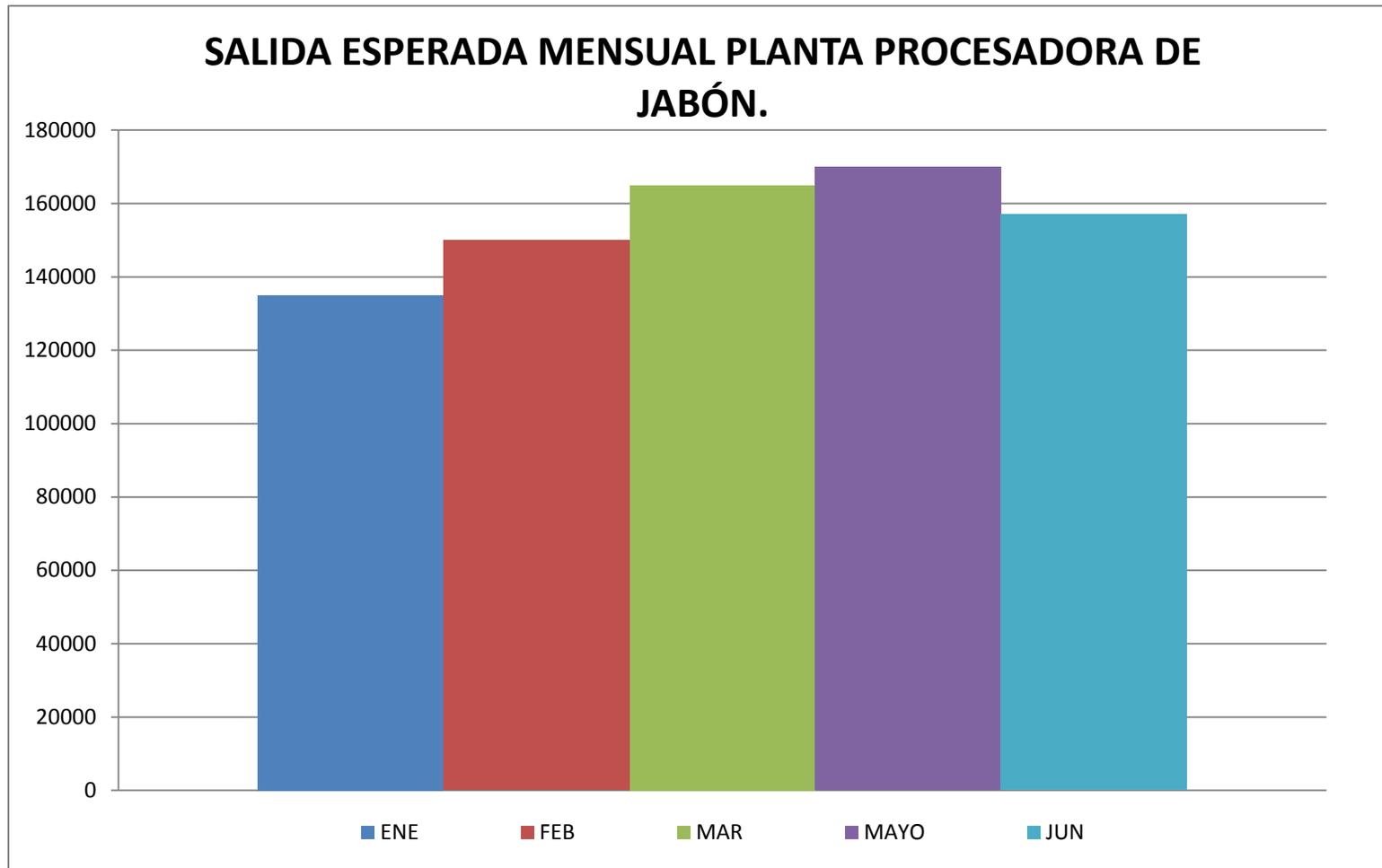
Gráfica 2: Producción Mensual Planta Procesadora de Jabón.



Gráfica 3: Utilización Mensual Planta Procesadora de Jabón.



Gráfica 4: Eficiencia Mensual Planta Procesadora de Jabón.



Gráfica 5: Producción Mensual Planta Procesadora de Jabón.



➤ FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD.

La capacidad de un sistema de producción es la máxima tasa de flujo que puede experimentar el sistema bajo sus condiciones de operación, por lo que para lograr una tasa de flujo adecuada, debe entender los factores que determinan la capacidad del sistema. Los factores más importantes son:

- ✓ **Recursos:** La calidad y cantidad de los recursos son el factor más importante para determinar la capacidad de un sistema de producción. Observe una mayor eficiencia de los recursos (en consistencia y rapidez) incrementa la capacidad de producción; así como una mayor cantidad de recursos tiene un efecto positivo. Por otro lado, la flexibilidad de los recursos también influye en la capacidad de producción, ya que a medida que un recurso ejecuta más actividades del proceso, se tiene mayor habilidad para evitar la inactividad de los recursos.

- ✓ **Red de Actividades y Buffer:** La duración de actividades, la estructura de la red de actividades e incluso los tamaños de los buffer tienen una gran influencia en la tasa de flujo (y por ello en la capacidad de la producción) del sistema. Por ejemplo, si el buffer de la actividad siguiente se encuentra lleno, la producción se bloquea, ya que no se pueden enviar unidades por



falta de espacio para espera. Más aún las decisiones óptimas sobre la capacidad e inventarios son independientes entre sí.

- ✓ **Políticas de Operación:** Diversas políticas, ya sea el orden en que se procesan varios productos en espera, la asignación de prioridades a ciertas entidades, pueden tener un alto impacto en la tasa de flujo. Por ejemplo, la regla de procesar primero las entidades que tendrán un menor tiempo de proceso, intuitivamente permite que las entidades aceleren su permanencia en la fila de espera, y puede tener efecto positivo en la tasa de flujo, por lo que la conveniencia de esta regla de oro ha sido explorada bajo condiciones muy generales.

- ✓ **Mezcla de Producción:** En muchos sistemas de producción se hace uso de los mismos recursos para producir diferentes modelos del mismo producto, o también diferentes tiempos de proceso y/o complejidades. Estas diferencias tienen por consecuencia que la mezcla de productos tenga un impacto sobre la tasa de flujo. En la práctica, sin embargo, la mezcla de producción determina la demanda de los diferentes modelos o productos, por lo que existe poca libertad para cambiar la mezcla de producción, a menos que se tomen decisiones sobre especialización de la producción en diferentes plantas productivas.



- ✓ **Organización de los recursos:** El tiempo teórico de flujo en un proceso productivo lo determinan los contenidos de trabajo de las actividades críticas del proceso. En cambio, cuando desee analizar la tasa de flujo del sistema, debe tomar en cuenta las capacidades de los recursos que ejecutan las actividades, ya que si bien es cierto que la duración de las actividades influye en la tasa de flujo, también es cierto que se puede incrementar la capacidad de producción al incrementar la cantidad de los recursos disponibles. Es por esta razón que para analizar la capacidad del sistema primero deben investigar cuál es la organización de los recursos que ejecutan las actividades necesarias.

Los recursos de un sistema de producción se organizan en grupos (o talleres funcionales) a los que se les denomina pools. En consecuencia, un pool de recursos es un conjunto de recursos que ejecutan las mismas actividades y que son intercambiables, en el sentido de que ejecutan sus actividades con el mismo nivel de eficiencia.

Cada recurso dentro de un pool es una unidad de recurso dentro del pool.

Debido a que cada unidad de recurso dentro de un pool debe ejecutar todas las actividades que le son propias, la carga de trabajo por cada entidad



atendida (a la que se denomina carga unitaria) es la suma de los contenidos de trabajo de todas las actividades que realiza cada unidad del pool de recursos.¹⁵

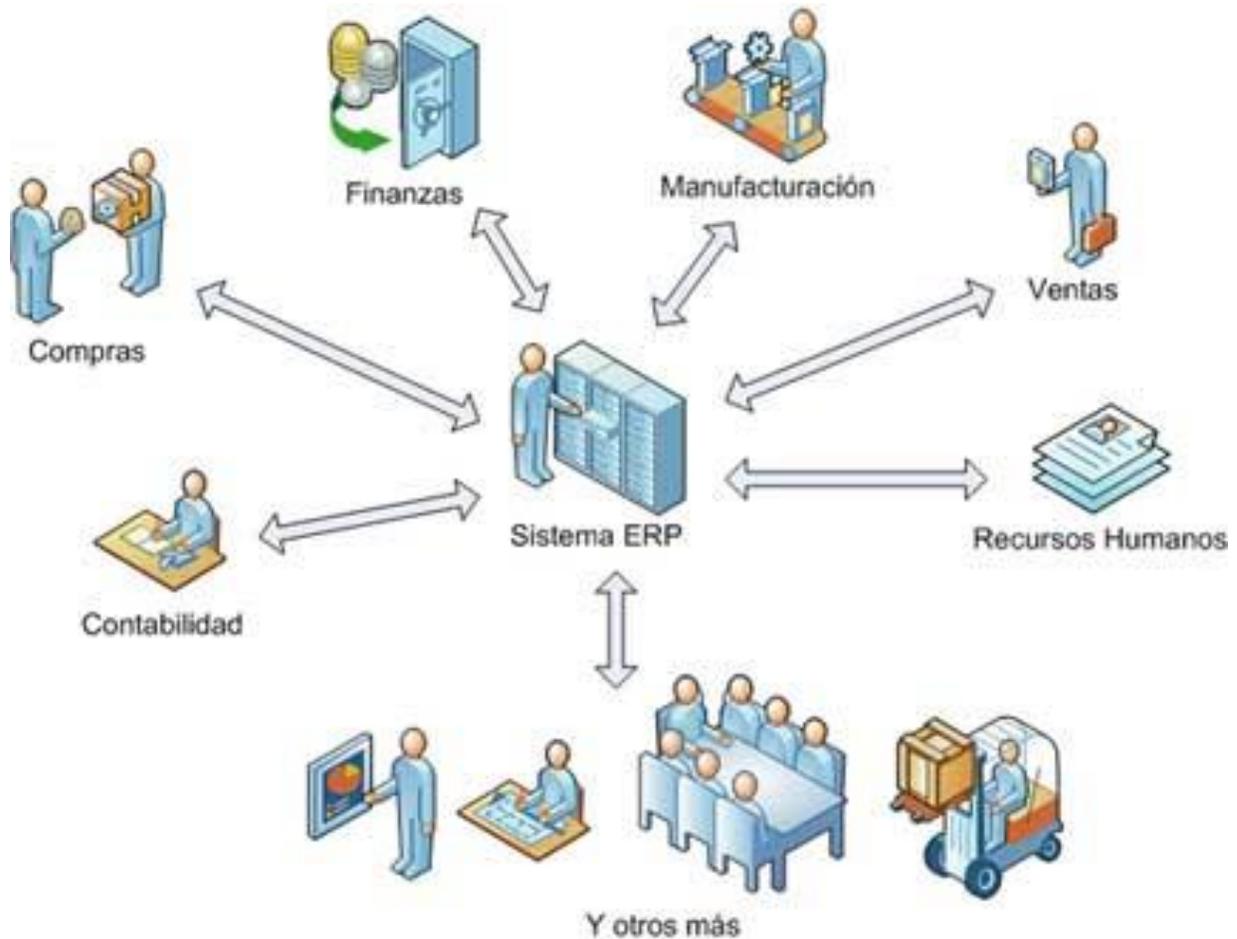


Figura 7: Factores que afectan la capacidad.

¹⁵ Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque Administrativo de Procesos de Negocio*. México: Cengage Learning. p.p 122.



CAPÍTULO IV. LAYOUT.

Distribución física de los recursos (materiales, maquinaria, herramental, equipo, humanos instalaciones, etc.) con que cuenta la empresa para optimizar los espacios disponibles.

Un *layout* especifica el orden de los procesos, de las máquinas, de los equipos asociados a ellas, y de las áreas de trabajo; y consecuentemente condiciona también el flujo de personal dentro y fuera de tales áreas.

Las opciones de distribución pueden ayudar enormemente a comunicar los planes de producción y las prioridades competitivas de una organización.

La distribución física tiene muchas implicaciones prácticas y estratégicas. Modificar la distribución puede afectar la organización y la forma como satisface sus prioridades competitivas, dando los siguientes beneficios:

- ✓ Aumentar la satisfacción de los clientes y las ventas en una tienda minorista.
- ✓ Facilitar el flujo de materiales e información.
- ✓ Acrecentar la utilización eficiente de la mano de Obra y equipo.
- ✓ Reducir los riesgos de los trabajadores.
- ✓ Mejorar la comunicación.



La distribución es una de las decisiones clave para determinar la eficiencia de las operaciones a largo plazo. La distribución tiene numerosas implicaciones estratégicas porque establece las prioridades competitivas de la organización respecto a la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo, así como la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente y la imagen. Una distribución eficiente contribuye a que la organización logre una estrategia que apoye la diferenciación, el bajo costo y la respuesta. El objetivo de esta estrategia es desarrollar una distribución económica que cumpla con los requerimientos de competitividad de la empresa.

El diseño de la distribución física debe considerar lo siguiente:

1. Mayor utilización de espacio, equipo y personas.
2. Mejorar el flujo de información, materiales y personas.
3. Mejorar la seguridad de las condiciones de trabajo.
4. Mejorar la interacción con el cliente.
5. Flexibilidad (Cualquiera que sea la distribución física actual, será necesario cambiarla).



Cada vez más es necesario que los diseños de la distribución sean dinámicos. Esto significa considerar móviles y flexibles. Los exhibidores de las tiendas necesitan ser móviles, los escritorios y separaciones de oficinas, modulares, y los anaqueles prefabricados. Con el propósito de hacer cambios rápidos y sencillos en los modelos de producto y en las tasas de producción, los administradores de operaciones deben diseñar flexibilidad en la distribución. Para ellos dar capacitación cruzada a sus trabajadores, mantenimiento al equipo, mantener las inversiones bajas, colocar las estaciones de trabajo cerca unas de otras y emplear equipo móvil.¹⁶

¹⁵ Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor*. (Octava edición ed.). México: Pearson Educación. p.p 313.

Render, J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall p.p332-334.

Daft, R. L. (s.f.). *Administración* (Sexta Edición ed.). Thomson p.p 719.

F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning p.p 269-273.

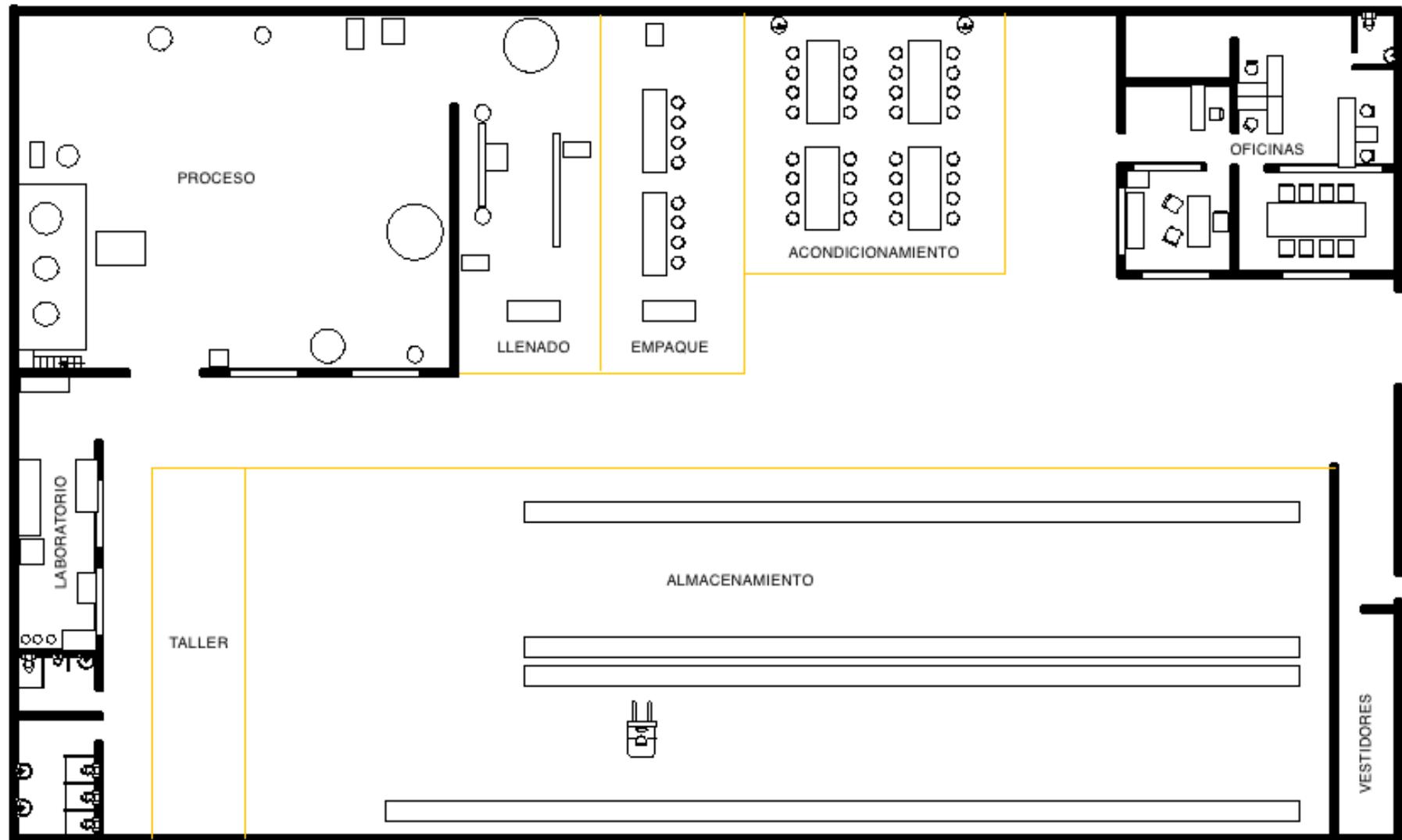


Figura 8: Layout de Planta de Producción.



➤ TIPOS DE LAYOUT.

- ✓ **Layout Orientado al Proceso:** Para producciones de bajo volumen y gran variedad.

Un *layout* orientado al proceso es la estrategia usual para productos de bajo volumen o de gran variedad, lo que puede suceder bien porque estamos fabricando productos con diferentes requerimientos o bien porque los clientes tengan diferentes necesidades.

En este entorno cada producto o lote tiene una pequeña secuencia de operaciones que es específicamente suya, y que tiene lugar moviendo el producto o lote de una sección a otra. Dicho de otro modo: no existe una sección especializada en el producto X, sino que la sección S ejecuta ciertas operaciones en los productos X que son diferentes a las que se ejecutará sobre los productos Y; por ejemplo: la sección de pintura acabará de diferente modo una lámpara que una puerta, pero no se creará una sección de “pintura de lámparas a menos que el volumen lo justifique, y en tal caso estaríamos en una producción orientada a producto no a proceso.

La ventaja del *layout* orientado al proceso es su flexibilidad en la asignación de equipo y personal; la avería de una maquinaria no supone la detención



del proceso completo gracias a que el producto puede transferirse a las máquinas de otra sección (esto es cierto aunque con limitaciones); amén de la citada ventaja de poder producir en pequeños lotes una amplia variedad de artículos en diferentes formas y tamaños.

La desventaja de este *layout* sin embargo, derivan de la utilización de maquinaria de carácter general: el movimiento a través de proceso es más lento (lo que significa decir más caro), debido a que la planificación se atomiza y a que los pequeños volúmenes implican un ajuste de las máquinas para cada nuevo cometido, así como una nueva manipulación de materiales. Estas desventajas se concentran en:

- Necesidad mayor de inventariar productos semielaborados.
- Necesidad de personal altamente cualificado (formación y experiencia).
- Necesidad de mayores inversiones cuanto mayor sean los niveles de material en proceso.



- ✓ **Layout Orientado al Producto:** Para producciones repetitivas o continuas.¹⁷



Figura 9: Layout orientado al producto.

- ✓ **Layout de Oficinas:** Distribuidas en función del movimiento de la información.



Figura 10: Layout Oficinas.

¹⁶ F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning p.p 269-273



- ✓ **Layout detallista o de servicio:** Organizado entorno al comportamiento del cliente.

- ✓ **Posiciones fijas:** En este tipo de layout el producto o proyectos permanece estático en un lugar, son los trabajadores y las máquinas las que acuden a esa única área de trabajo, Es el caso de la construcción de autopistas, barcos, puentes, edificios, etc.

Existe una triple complicación para dirigir un layout de posición fija:

- El espacio es limitado y viene impuesto por el proyecto, en consecuencia no se puede dimensionar el área de trabajo en función de las necesidades operativas.

- En las diferentes fases del proyecto de construcción se necesitan diferentes materiales, de modo que unos dejan de ser críticos y otros pasan a serlo, presionando a los primeros para que liberen el limitado espacio del que se dispone.

- El volumen necesario de materiales es variable, alterando las condiciones de abastecimiento y logística.¹⁸

¹⁷F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning. p.p 268-273.



- ✓ **Células de Trabajo:** Una célula de trabajo consiste en tomar personal y maquinaria que habitualmente se encontraría disperso por diferentes secciones, y lo reúne temporalmente para dedicarlo a realizar un único producto o productos relacionados. Se trata pues de un caso especial de “layout orientado a proceso” que se emplea donde el volumen justifique esta configuración especial de maquinaria y equipo humano. Previamente, claro está, será necesario identificar muy bien que productos tienen unas características similares de proceso a fin de construir con ellos el lote para el cual merecerá la pena crear una célula de trabajo concreta.

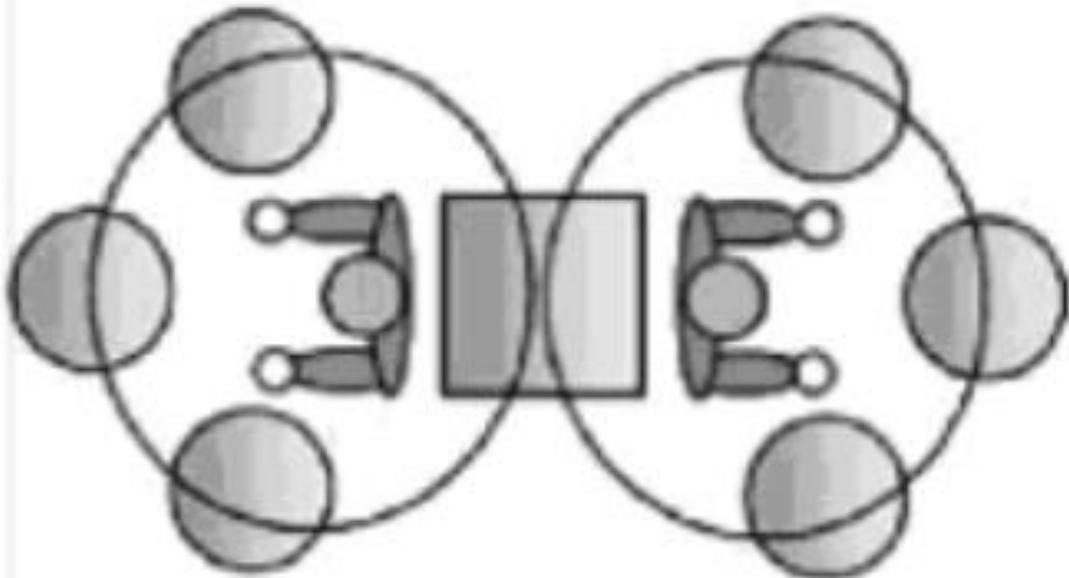


Figura 11: Células de trabajo.

F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning. p.p 272



La célula de trabajo se construye alrededor de un producto, y sus ventajas son:

- Se reducirá el inventario de productos en curso, porque se supone que la célula se ha diseñado equilibrando flujos de una máquina a otra. Se reducirá así mismo el inventario de materias primas y productos acabados porque la especificidad del lote permitirá acelerar el trabajo y por tanto igualmente el paso desde el estado inicial hasta el acabado.
- Se ahorrará espacio en la planta, porque no hará falta tanto espacio entre máquinas para colocar los productos en curso que salen de una de ellas esperando entrar en otra.
- Se reducirán los costes de mano de obra directa, resultado de la mayor velocidad de proceso.



Figura 12: Células de trabajo.

F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning p.p 272.



- Los empleados tendrán un sentimiento más participativo o al menos más responsable ya que la calidad del producto estará directamente relacionada con la célula que lo fabrico y con los empleados que la integraban.

- Mayor utilización de los equipos. Recuérdese que señalábamos como desventaja de la orientación a proceso el reajuste frecuente de maquinaria de carácter general, situación que evitaremos en la célula de trabajo. La mejor utilización conllevaría también una reducción potencial de las inversiones en maquinaria. Sin embargo, estas ventajas de utilización y ahorro han sido puestas en duda por algunos investigadores, que señalan que los ahorros dependen en último término de la capacidad de la empresa para cambiar la configuración de la celda y de los costes fijos de la maquinaria existente.

Estas son algunas de las configuraciones habituales de las células de trabajo; para toda ellas es necesario un elevado nivel de formación y flexibilidad de los empleados, personal de apoyo o empleados imaginativos que monten inicialmente las células, y códigos de tecnología de grupos o su equivalente.



Tecnología de Grupos: Un sistema que requiere que los componentes sean identificados por un sistema de codificación que especifica el tipo de proceso y los parámetros del mismo, permitiendo que los productos similares se procesen juntos.

En el layout de la izquierda cada trabajador actúa independientemente y no es posible aumentar el output sin un tercer trabajador; el de la derecha se ha efectuado una pequeña mejora; los trabajadores actuales pueden ayudarse, y además podría agregarse uno adicional.

En el layout de la izquierda el acceso de los trabajadores a la tarea se ve entorpecido por la presencia de compañeros o por atascos en su output; en la derecha el acceso es mejor, se pueden intercambiar puestos para ayudar allá dónde el proceso se esté retrasando y se ha ahorrado un trabajador.

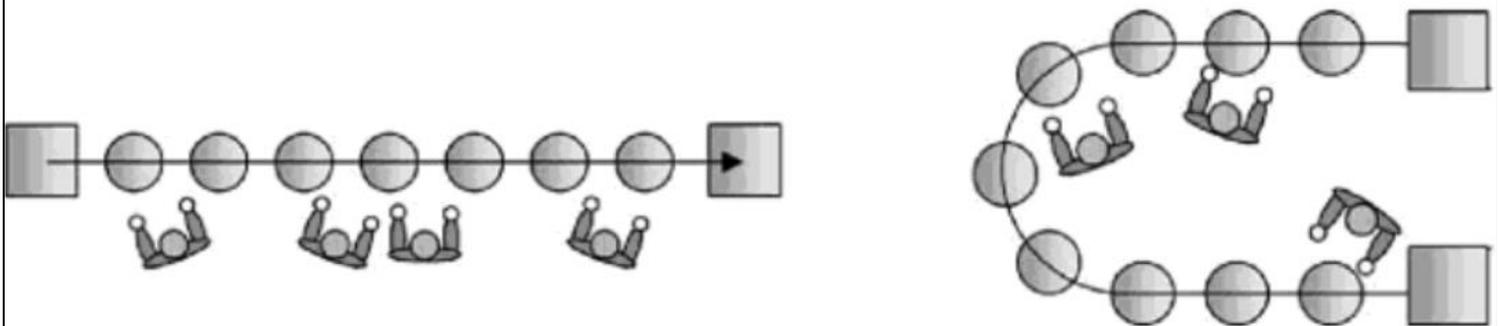


Figura 13: Células de trabajo.

F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning. p.p 272.



- ✓ **Layout de tiendas:** Asigna espacios de anaqueles y responde al comportamiento del cliente.



Figura 14: Layout Tiendas Departamentales.

- ✓ **Layout de almacenes:** Estudia los trueques entre espacio y manejo de materiales.¹⁹

¹⁹ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. p.p 221.

F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning. p.p 269-273

Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 332-334.

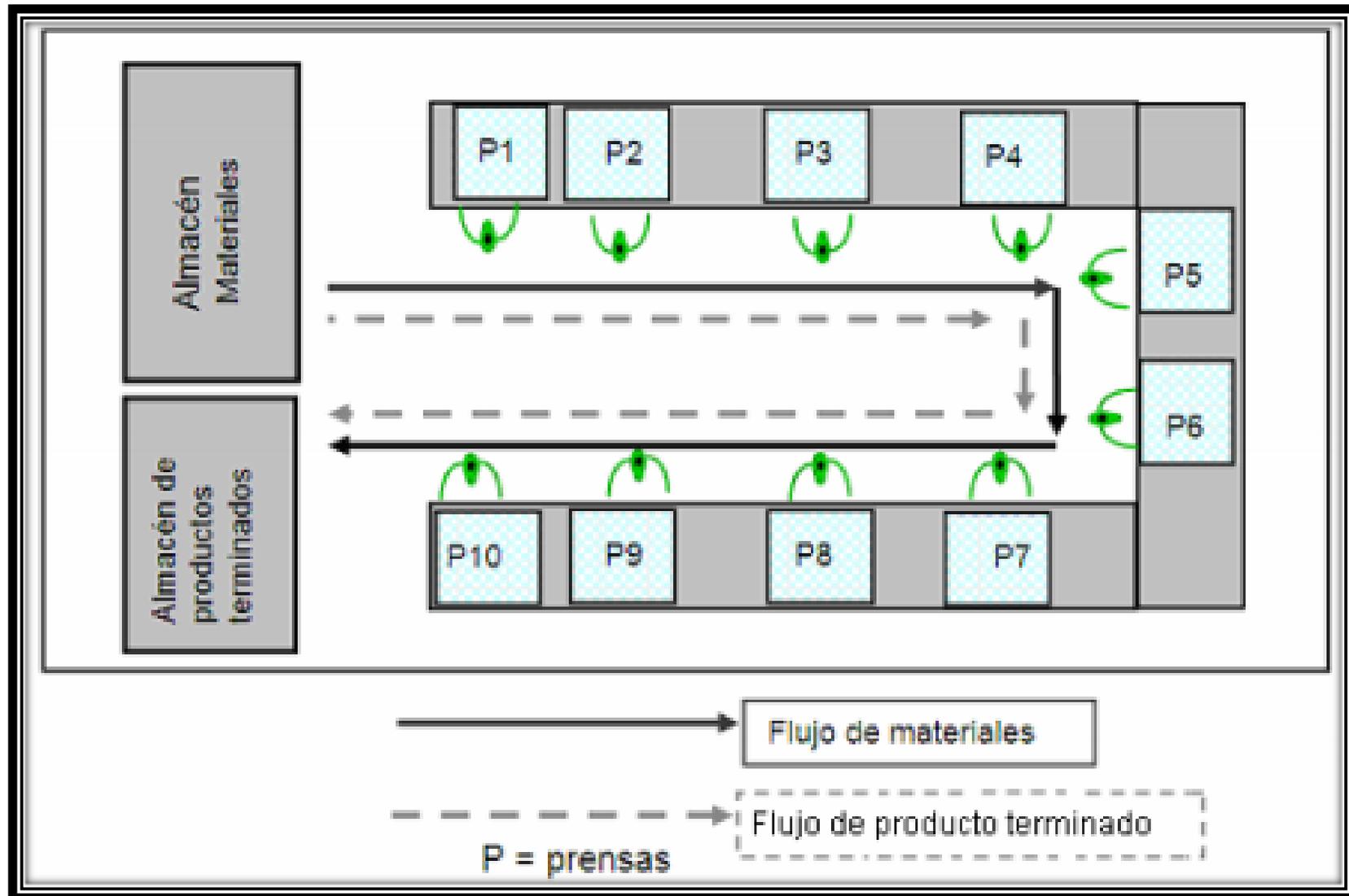


Figura 15: Layout Almacenes.



La buena distribución física requiere determinar lo siguiente:

- I. El equipo para el manejo de materiales. Los administradores deben decidir qué equipo se va a usar, incluyendo bandas, grúas, sistemas de almacenamiento y recuperación automatizados y vehículos automáticos para la entrega de almacenamiento y material.

- II. Requerimientos de la capacidad y espacio. Una vez que se conocen las necesidades del personal, maquinaria y equipo, podemos usar a la distribución física para proporcionar espacio para cada componente. En el caso del trabajo de oficina, los administradores de operaciones deben evaluar los requerimientos de espacio para cada empleado. Los administradores también deben considerar los requerimientos de seguridad.

- III. Entorno y estética: Con frecuencia la distribución física requiere de tomar decisiones de ventanas, plantas y altura de las divisiones para facilitar el flujo de aire, reducir el ruido y brindar privacidad, etc.

- IV. Flujos de información. La comunicación es importante para cualquier compañía y la distribución debe facilitarla. Este aspecto quizás exija decisiones de proximidad, lo mismo que sobre espacios abiertos, divisiones de media altura o bien oficinas privadas.



- V. Costo de moverse entre las diferentes áreas de trabajo. En ocasiones hay consideraciones específicas relacionadas con el movimiento de materiales o la importancia de que ciertas áreas estén cerca de otras.

Los requerimientos de la producción en células incluyen:

1. Identificación de familias de productos, a menudo utilizando códigos de tecnologías o de grupos equivalentes.
2. Alto nivel de capacitación y flexibilidad por parte de los empleados
3. Pruebas Poka-Joke en cada estación de la célula.

Las células de trabajo y las líneas de ensamble a veces se organizan en forma de U. Las instalaciones en forma de U tienen por lo menos 5 ventajas comparadas con las líneas rectas:

- I. Como las tareas pueden agruparse, la inspección a menudo es inmediata.
- II. Se necesitan menos trabajadores.
- III. Los trabajadores pueden abarcar más área de trabajo.
- IV. El área de trabajo puede balancearse en forma eficiente.
- V. Mejora de comunicación.²⁰

²⁰ F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning. p.p 269-273



CAPÍTULO V. ESTRATÉGIAS DE PROCESO.

Prácticamente todo bien o servicio se realiza empleando una variación de alguna de estas cuatro estrategias de proceso:

1. Enfoque en el proceso.
2. Enfoque repetitivo.
3. Enfoque en el producto
4. Personalización masiva.

➤ ENFOQUE EN EL PROCESO:

Instalación de producción que se organiza en torno a los procesos para facilitar la producción de bajo volumen y alta variedad.

Estas instalaciones tienen un enfoque en el proceso en términos del equipo, distribución física y supervisión. Proporcionan un alto grado de flexibilidad de producto, ya que los productos se mueven de manera intermitente entre los procesos. Cada proceso está diseñado para desempeñar una amplia variedad de actividades y manejar cambios frecuentes.

Estas instalaciones tienen costos variables altos y una utilización muy baja del orden del 5%.²¹

²¹Render, J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 250-253



➤ **ENFOQUE REPETITIVO:**

Proceso de producción orientado al producto que usa módulos los cuales son partes o componentes que se preparan con anterioridad a menudo en procesos continuos.

La línea de un proceso repetitivo es la línea de ensamble clásica. Se emplea de manera extensa en el ensamble de casi todos los automóviles y aparatos electrodomésticos, tiene más estructura y por tanto, menos flexibilidad que una instalación con enfoque en el proceso.

➤ **ENFOQUE EN EL PRODUCTO:**

Los procesos de alto volumen y poca variedad están enfocados en el producto. Las instalaciones se organizan en torno a los productos. También se conocen como procesos continuos, porque tienen corridas de producción grandes y continuas.

Sólo mediante la estandarización y el control de calidad efectivo las empresas han podido establecer instalaciones enfocadas en el producto.



Este tipo de enfoque es el que se utiliza en los procesos de transformación de manufactura de la industria.²²

Una instalación con enfoque en el producto genera altos volúmenes y poca variedad. La naturaleza especializada de la instalación amplía costos fijos altos, pero los costos variables facilitan la alta utilización de la instalación.

➤ **PERSONALIZACIÓN MASIVA:**

Es la producción más rápida y de bajo costo de bienes y servicios que satisface los deseos cada vez más específicos del cliente. La personalización masiva nos brinda la variedad de productos que por tradición proporcionaba la manufactura de bajo volumen (enfoque en el proceso) al costo de la producción estandarizada de alto volumen (enfoque al producto). Producir para lograr la personalización en masa es un reto que exige mejorar las capacidades de operación²³.

²²Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 250-253

²³Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 250-253



Volumen

Bajo Volumen

Procesos Repetitivos

Alto Volumen

Alta Variedad

Una o pocas unidades por corrida (permite la personalización).

Cambios en Módulo

Corridas pequeñas, módulos estandarizados.

Cambios en atributos

(Como grado, calidad, tamaño, grosor. etc.) sólo corridas

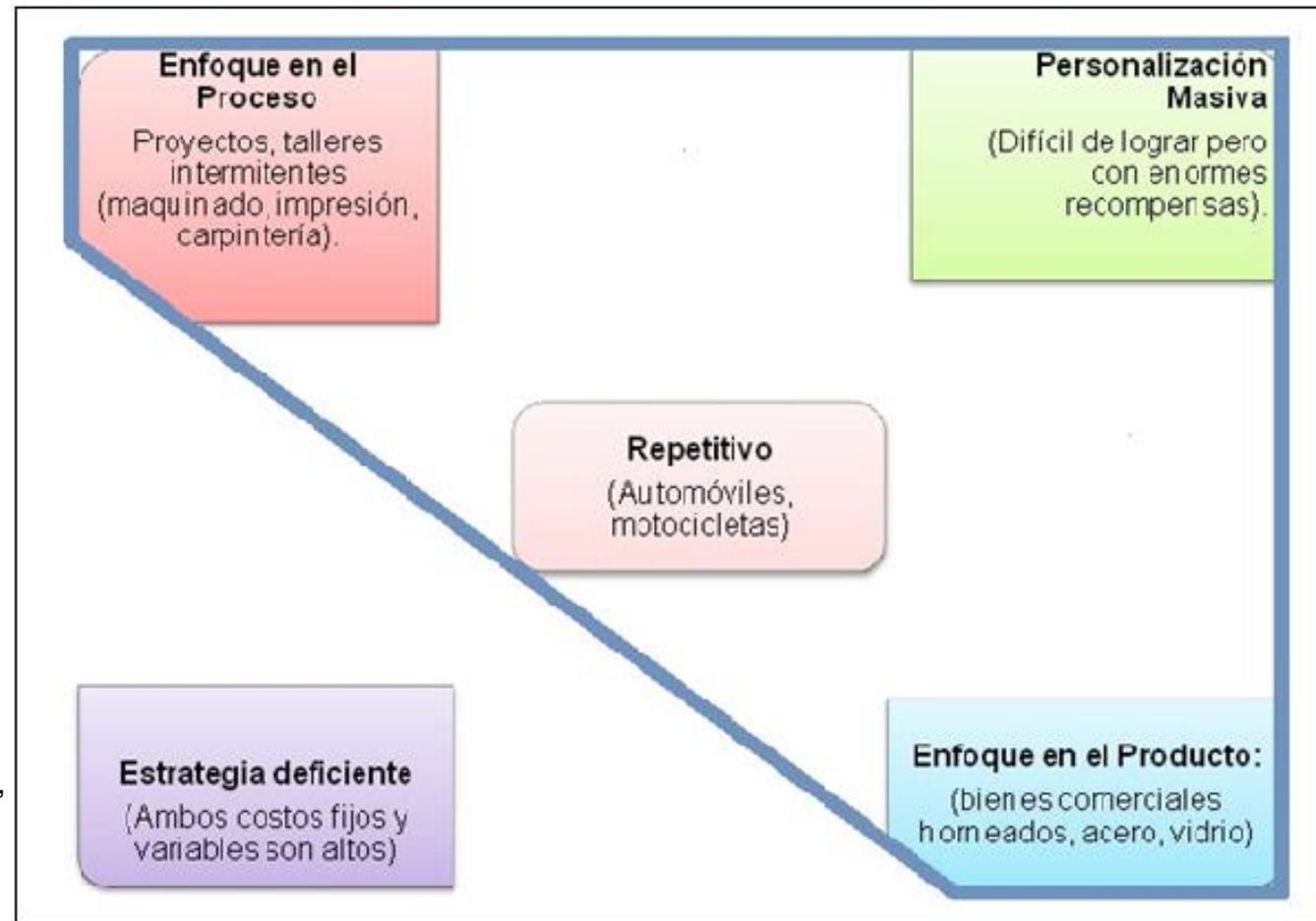


Figura 15 El proceso seleccionado debe ajustarse al volumen y variedad

Render, J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall. p.p 248



CAPÍTULO VI. LÍNEAS DE PRODUCCIÓN (ENVASADO, EMPAQUETADO Y ENSAMBLE).

El término línea de producción se refiere a un proceso progresivo que está ligado por algún tipo de aparato que maneja los materiales. El supuesto común es que los pasos siguen alguna forma de ritmo y se busca que el tiempo permitido para el procesamiento sea el mismo en todas las estaciones de trabajo con el fin de eliminar tiempos muertos. Dentro de esta definición general, existen importantes diferencias entre tipos de líneas. Algunas de ellas son los aparatos que manejan materiales (bandas o rodillos transportadores, grúa aérea), la configuración de la línea (en forma de U, recta, con ramificaciones), pasos rítmicos (mecánico, humano), la mezcla de productos (un producto o muchos), las características de la estación de trabajo (los trabajadores pueden estar sentados, de pie, caminar con la línea o transportarse al mismo tiempo que la línea) y la extensión de la línea (pocos o muchos trabajadores).²⁴

➤ CUELLO DE BOTELLA:

En los procesos de producción se denomina cuello de botella a la actividad más lenta del proceso, la cual determina la velocidad de producción.

²⁴ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. P.p 227.



El cuello de botella determina la cantidad de piezas posibles después de un determinado periodo de tiempo. Es importante identificar los cuellos de botella en los procesos de producción y sobre todo efectuar un análisis profundo en cómo aumentar la eficiencia en esta operación.²⁵

➤ **BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.**

Equilibrar la línea de producción es primordialmente cuestión de su programación, pero muchas veces tiene implicaciones para la distribución. Tal sería el caso cuando, por cuestiones de balanceo, el tamaño o número de estaciones utilizadas se tendría que modificar físicamente.

La línea de producción más común es una banda que se mueve y va pasando por una serie de estaciones de trabajo a intervalos uniformes de tiempo llamados **tiempo del ciclo de la estación de trabajo** (que también es el tiempo que transcurre entre unidades sucesivas que salen por un extremo de la línea).

²⁵ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. p.p 227.



En cada estación de trabajo, se trabaja en un producto, sea añadiéndole partes o terminando operaciones de ensamble. El trabajo desempeñado en cada estación está compuesto por muchas fracciones de trabajo, llamadas tareas, elementos y unidades de trabajo. Los análisis de tiempos y movimientos describen esas tareas.

Por lo general, se trata de grupos que no se pueden subdividir en la línea de ensamble sin pagar una sanción con movimientos extra.

Todo el trabajo que se desempeña en una estación de trabajo es equivalente a la suma de tareas asignadas a ella. El problema del balanceo de las líneas de producción consiste en asignar todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas no tenga más de lo que se puede hacer en el tiempo del ciclo de la estación de trabajo y que el tiempo no asignado (es decir, inactivo) de todas las estaciones de trabajo sea mínimo. Las relaciones entre las tareas impuestas por el diseño del producto y las tecnologías del proceso complican el problema. Esto se llama “**relación de precedencia**”, la cual especifica el orden en que se deben realizar las tareas dentro del proceso de ensamble.



Los pasos para equilibrar una línea de ensamble son muy sencillos:

1. Especifique la secuencia de relaciones de las tareas utilizando en diagrama de procedencia, el cual está compuesto por círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales y las flechas el orden en que se desempeñan.
2. Defina el tiempo del ciclo (C) que requieren las estaciones de trabajo utilizando la ecuación:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto Requerido por día (en unidades)}}$$

Ecuación 5: Tiempo Ciclo.

3. Determine el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t) que, en teoría, se requiere para cumplir el límite de tiempo del ciclo de la estación de trabajo utilizando la siguiente ecuación (se debe redondear el resultado siguiente entero más alto).

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del Ciclo (C)}}$$

Ecuación 6: Número Mínimo de Estaciones.



4. Escoja la primera regla que usará para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una segunda regla para romper empates.
5. Asigne las tareas, de una en una, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo del ciclo de la estación de trabajo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repita el proceso con la estación de trabajo 2, la estación de trabajo 3 y así sucesivamente hasta que haya asignado todas las tareas.
6. Evalúe la eficiencia del balanceo obtenido empleando la ecuación:

Eficiencia

$$= \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número Real de Estaciones de Trabajo}(N_a) * \text{Tiempo del ciclo de la estación de trabajo (C)}}$$

Ecuación 7: Eficiencia.

7. Si la Eficiencia no es satisfactoria, vuelva a equilibrar utilizando otra regla de decisión.²⁶

²⁶ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. p.p 228.



EJEMPLO:

En una planta de envasado de refresco se requieren 500 bebidas por día sabor fresa. El tiempo de producción por día es de 420 minutos, a continuación se muestra el proceso así como los tiempos requeridos para el envasado de las bebidas:

TAREA	TIEMPO DE LA TAREA (SEG)	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	TAREA QUE DEBEN PRECEDEER
A	45	Lavado Estéril del envase.	-
B	11	Preparación del Jarabe	A
C	9	Tratamiento químico de agua.	B
D	50	Filtración del agua para eliminar partículas.	-
E	15	Inspección del envase.	D
F	12	Mezclado del jarabe y agua tratada.	C
G	12	Inyección de gas Carbónico	C
H	12	Paso a la llenadora	E
I	12	Colocar tapa al envase.	E
J	8	Colocar etiqueta al envase.	F,G,H,I
K	9	Empaquetar las bebidas envasadas.	J

TOTAL = 195 segundos

Tabla 7: Tiempos requeridos para el envasado de un refresco.



SOLUCIÓN:

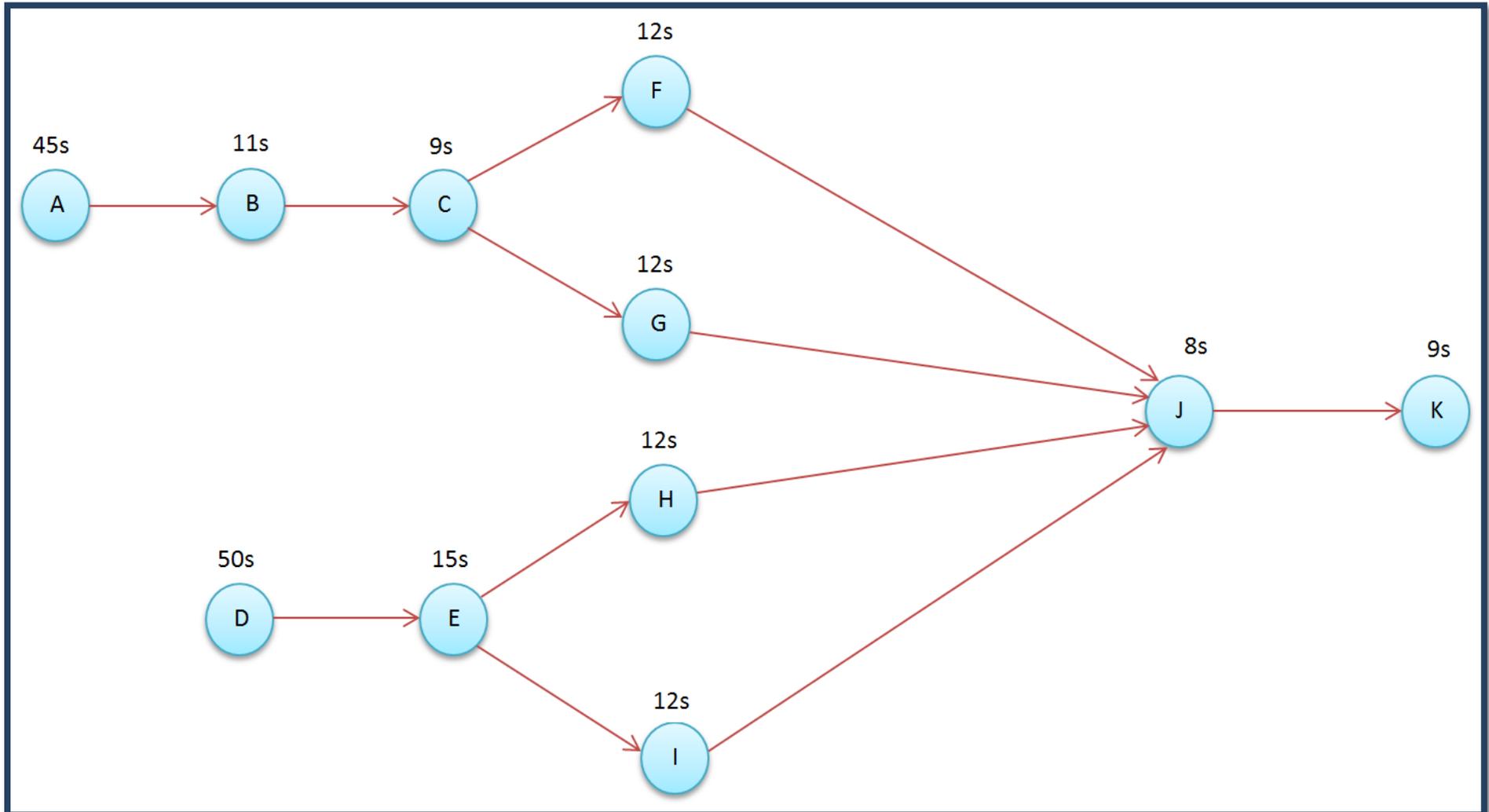


Diagrama 1: Precedencia Representa la secuencia de las relaciones señaladas en la Tabla de tareas y tiempos.



1. Calcular el tiempo ciclo de la estación de trabajo:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto Requerido por día (en unidades)}}$$

$$C = \frac{420\text{min} * \frac{60\text{s}}{1\text{min}}}{500 \text{ refrescos}} = \frac{25200 \text{ segundos}}{500 \text{ refrescos}} = 50.4 \text{ segundos/refresco}$$

$$C = 50 \text{ segundos/refresco}$$

2. Calcular el número mínimo de estaciones de trabajo que se requieren en teoría (el número real de estaciones de trabajo puede ser mayor).

$$N_t = \frac{\text{Suma de Tiempos de las Tareas}}{\text{Tiempo Ciclo}} = \frac{T}{C} = \frac{195 \text{ segundos}}{50.4 \text{ segundos}} = 3.87 = 4$$

$$N_t = 4$$



3. Definir las estaciones de trabajo.

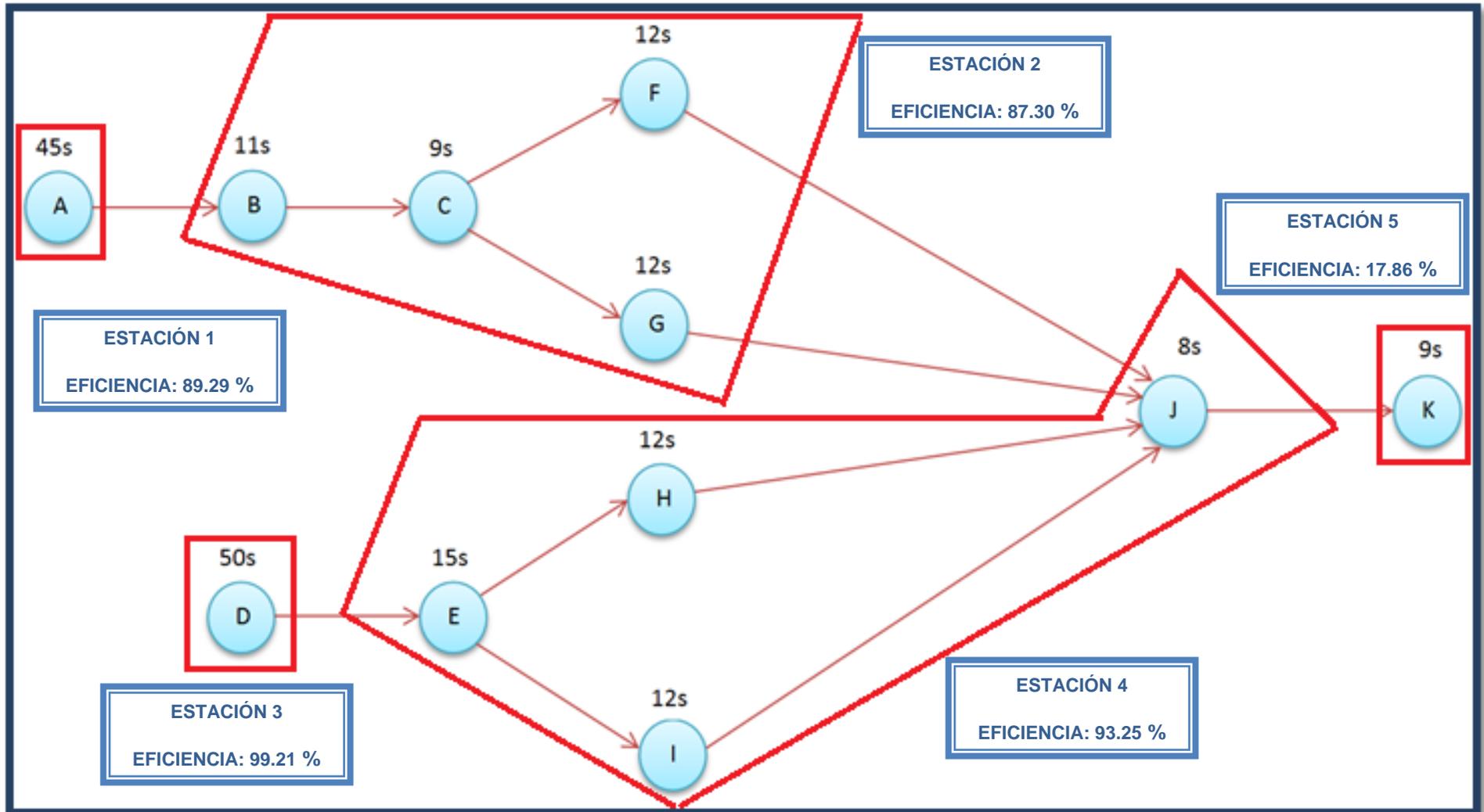


Diagrama 2: Estaciones de trabajo



4. Cálculo de la eficiencia.

Eficiencia

$$= \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número Real de Estaciones de Trabajo}(N_a) * \text{Tiempo del ciclo de la estación de trabajo (C)}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{195s}{5 * 50.4s} = 0.77$$

$$\text{Eficiencia} = 0.7738 * 100$$

Eficiencia= 77%

Muchas veces el tiempo más largo requerido para una tarea constituye el tiempo más breve del ciclo de la estación de trabajo de la línea de producción. Este tiempo de la tarea representa el límite más bajo de tiempo, a no ser que sea posible dividir la tarea entre dos o más estaciones de trabajo.

1. **Dividir la tarea.** Se puede dividir la tarea de modo que las estaciones de trabajo procesen unidades completas.
2. **Compartir la tarea.**



3. **Utilizar estaciones de trabajo paralelas.** Tal vez sea necesario asignar la tarea a dos estaciones de trabajo que operarían en paralelo.
4. **Recurrir a un espacio más capacitado.** Utilizar trabajadores más capacitados que puedan realizar la tarea en menor tiempo.
5. **Trabajar horas extras.** Recurrir a las horas extras para cumplir con la demanda de los clientes.
6. **Rediseñar:** Si es posible rediseñar el producto de modo que disminuya el tiempo requerido en la tarea.

Otras posibilidades para reducir el tiempo de la tarea son actualizar el equipamiento, un ayudante itinerante que apoye la línea, un cambio de materiales y trabajadores múltiples que operen la línea en forma de equipo y no de forma independiente.²⁷

²⁷ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill. p.p 228.



CONCLUSIONES:

La adecuada Administración de Operaciones utilizando Diseño de procesos, Determinación de Capacidad, Selección de la Localización de las Instalaciones, Diseño de distribución de la planta (*Layout*), Balanceo de líneas de producción por mencionar algunos elementos como herramientas para analizar y diseñar una planta de manufactura trae como beneficio mejorar la productividad del proceso, la adecuada utilización de sus recursos, disminuye los costos de producción y mantenimiento trae como beneficio aumentar la rentabilidad de la planta.

Un adecuado balanceo permite una mejor utilización de los recursos de mano de obra y equipo disponibles. La disposición física de los departamentos de planeación tiene particular importancia cuando se está utilizando un esquema de disposición de acuerdo con el proceso, ya que la disposición de los departamentos influye directamente en los costos por transporte y manejo de materiales.

El esquema de disposición de planta de acuerdo con el producto (llamado línea de producción) se diseña en función de la secuencia de operaciones necesarias para producir un producto específico.

Una de las razones por las que una línea de producción sea eficiente es que hace uso del principio de la división del trabajo. Es decir la manufactura de un artículo en particular no se realiza en forma de proyecto, manufacturando uno por uno y en secuencia todos los componentes del artículo y ensamblando las piezas para



obtener el producto final; si se trabajará de esta manera, la tasa de producción sería muy baja y estaría determinada por el ciclo de manufactura del producto.

En cambio, en una línea de producción, el trabajo se distribuye entre estaciones de trabajo que trabajan simultáneamente, en cada una de las cuales se realiza parte del trabajo total; de manera que la tasa de producción de la línea ya no depende del ciclo de manufactura del producto, sino del tiempo que permanece un artículo en la estación de trabajo más tardada (el llamado cuello de botella), el cual es siempre, menor que el ciclo de manufactura, ya que en cualquier estación de trabajo se realiza parte del trabajo total.

Una estación de trabajo de un sistema de producción está formada por un operador y el ambiente de trabajo que se le ha asignado (espacio y equipo) para realizar su trabajo, en una estación de trabajo se pueden ejecutar diferentes operaciones.



BIBLIOGRAFÍA:

- ❖ Champman , S. N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. Pearson Educación.
- ❖ Chase , R. B., Jacobs , F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros* (Duodécima ed.). México: Mc Graw Hill.
- ❖ Daft, R. L. (s.f.). *Administración* (Sexta Edición ed.). Thomson.
- ❖ F., M. N., & Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones Enfoque de Administración de Procesos de Negocios*. México: Cengage Learning.
- ❖ Fred R, D. (2003). *Conceptos de AdministraciónEstratégica* (Novena ed.). Pearson Prentice Hall.
- ❖ Graither, N., & Fraizer, G. (s.f.). *Administración de Producción y Operaciones*. Thomson Learning.
- ❖ Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor*. (Octava edición ed.). México: Pearson Educación.
- ❖ Meredith, J. R. (1999). *Administración de Operaciones. Un énfasis Conceptual*. Limusa Wiley.
- ❖ Render , J., & Heizer, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones* (Quinta Edición ed.). México: Pearson Prentice Hall.
- ❖ Rodríguez Valencia, J. (s.f.). *¿Cómo aplicar la Planeación Estratégica a la Pequeña y Mediana Empresa?* (Quinta ed.). Thomson.
- ❖ Romero Hernández, O., Muñoz Negrón, D., & Romero Hernández , S. (2006). *Introducción a la Ingeniería. Un Enfoque Industrial*. Thomson.
- ❖ Vértice. (s.f.). *Dirección de Operaciones y Gestión de Empresas*. Vértice.