



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MODELADO DE PROCESOS Y SU IMPORTANCIA EN EL DISEÑO, PLANEACIÓN Y MEJORA DE SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

PRESENTA:  
**ING: PABLO MOLINA SÁNCHEZ**

TUTOR PRINCIPAL  
**M.I. ARTURO FUENTES ZENÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. SEPTIEMBRE 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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:**

Presidente: Dr. Suárez Rocha Javier

Secretario: Dr. Rivera Colmenero José Antonio

1 er. Vocal: M.I. Fuentes Zenón Arturo

2 do. Vocal: M.I. García Santamaría González Gilberto

3 er. Vocal: M.I. Camacho Ramírez De Arellano Jessika Jacqueline

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, UNAM.

**TUTOR DE TESIS:**

NOMBRE

**M.I. Arturo Fuentes Zenón**

-----  
**FIRMA**

The background of the image is a repeating pattern of stylized teal leaves. Each leaf is composed of several small, elongated, pointed leaflets attached to a central stem. The leaves are rendered in two styles: some are solid teal, while others are outlined in black. The pattern is scattered across the white background, creating a fresh and natural aesthetic.

“Cuando estés contento con ser simplemente tú mismo  
y no te compares o compitas, todo el mundo te  
respetará”

- R.G.Risch

# Agradecimientos personales

- Te agradezco primeramente a ti **Altísimo Señor Dios** por todo lo que me has dado día tras día ya que sin ti no estaría aquí.
- **A mis padres** quienes siempre de una manera u otra han estado para impulsarme.
- **A mis hermanas** por su ayuda y en especial a mi hermana **Angélica**; por cumplir ese rol que no te correspondía ya que sin ti no estaría aquí, gracias por siempre dar el ejemplo y marcar el camino.
- No quiero perder la oportunidad para agradecer a todos **mis compañeros y amigos**; quienes fueron con sus actos desde que yo ingresé a esta universidad quienes me motivaron e impulsaron a siempre seguir adelante. Gracias a **ti Alejandro, Diego y Alfredo** quienes siempre han sido los héroes que me han motivado a seguir, algunas veces como héroes otras veces como villanos de una historia que me gusta recordar.
- Gracias a **mis amigos de maestría** quienes me hicieron ver que volver al estudio puede ser divertido, gracias a todos ustedes personas externas, pero pilares en mi vida por ayudarme.

# Agradecimientos institucionales

*“Día a día luchamos por pertenecer a algo, sin aceptar que fluimos hacia el infinito, sin embargo; podemos dejar una huella y ser héroes para quienes siguen nuestros caminos”.*

Primeramente, pido una disculpa a quienes se tomen el tiempo de leer esta parte de mi investigación por lo larga que podría ser.

Agradezco **a mi universidad** la Universidad Nacional Autónoma de México y **mi facultad** la Facultad de Ingeniería, por todo lo que me ha dado; que ha sido más que una carrera y conocimiento. Una oportunidad de vida, grandes compañeros, amigos y experiencias inolvidables.

Gracias por todo el conocimiento que me ha brindado, las armas y herramientas que me proporcionaron, gracias a **Becas de Posgrado UNAM** por la ayuda, ya que fueron de gran importancia e impacto en este gran proceso de maestría.

**Al Maestro Arturo Fuentes Zenón;** por creer en mí, brindarme su ayuda, guiarme y apoyarme para poder lograr esta gran meta en mi vida. Le pido al altísimo que siempre lo colme de paciencia, sabiduría y salud para que siempre siga adelante encaminando a más estudiantes soñadores como yo.

**A cada uno de mis profesores** por sus conocimientos, tiempo, experiencias, por contribuir a ser la persona y profesional que soy.

# Índice general

- **Listado de Figuras**.....XI
- **Contenido**.....XV
- **Abstract**.....XVI
- **Resumen**.....XVII
- **Prólogo**.....XVIII
  - Antecedentes generales.....XIX
  - Problemática.....XX
  - Propósito general.....XX
  - Objetivo.....XXII
  
- **CAPÍTULO 1. Conceptos básicos**.....1
  - 1.1. Proceso.....2
  - 1.2. Tipos de procesos.....3
  - 1.3. Ejemplos de tipos de procesos: Proceso general de reparación de un vehículo.....4
  - 1.4. Mapa de proceso.....5
  - 1.5. Métricas básicas del desempeño de un proceso.....6

• <b>CAPÍTULO 2. <u>Métodos de mapeo en el estudio del trabajo</u></b> .....	8
2.1. <u>Tipos de métodos de mapeo en el estudio del trabajo</u> .....	9
2.2. <u>Enfoques de aplicación del análisis de diagramas</u> .....	10
2.3. <u>Simbología básica de mapas de proceso</u> .....	11
2.4. <u>Simbología</u> .....	12
2.5. <u>Cursograma sinóptico</u> .....	13
2.6. <u>Cursograma sinóptico ejemplo</u> .....	14
2.7. <u>Cursograma analítico</u> .....	15
2.8. <u>Pasos recomendados para realizar un cursograma analítico</u> .....	16
2.9. <u>Ejemplo de cursograma analítico (aplicado a materiales)</u> .....	17
2.10. <u>Ejemplo de cursograma analítico (aplicado a operador)</u> .....	18
2.11. <u>Ejemplo de cursograma analítico (aplicado a equipo)</u> .....	19
2.12. <u>Diagrama bimanual</u> .....	20
2.13. <u>Ejemplo de diagrama bimanual (aplicado a troquelado)</u> .....	21
2.14. <u>Cursograma funcional (administrativo)</u> .....	22
2.15. <u>Ejemplo de cursograma funcional (proceso de recepción para la reparación de un vehículo)</u> .....	23
2.16. <u>Diagrama de actividades múltiples</u> .....	24
2.17. <u>Ejemplo de actividades múltiples (operador a cargo de dos tornos automáticos)</u> .....	25
2.18. <u>Diagrama de recorrido</u> .....	26
2.19. <u>Ejemplo de diagrama de recorrido (taller mecánico)</u> .....	28
2.20. <u>Diagrama de hilos o espagueti</u> .....	29
2.21. <u>Ejemplo diagrama de hilos (proceso de recepción y reparación de un vehículo)</u> .....	30
2.22. <u>Diagrama de ensamble</u> .....	32
2.23. <u>Ejemplo de diagrama de ensamble (fabricación de un motor eléctrico)</u> .....	34

• <b>CAPÍTULO 3. <u>Otros métodos de mapeo</u></b> .....	35
3.1. <u>SIPOC : “supplier, input, process, output, customer”</u> .....	36
3.2. <u>Ejemplo de SIPOC (imprensa)</u> .....	37
3.3. <u>Diagrama de flujo (flujograma)</u> .....	38
3.4. <u>Ejemplo de diagrama de flujo (enfoque a operador)</u> .....	40
3.5. <u>Ejemplo de diagrama de flujo , proceso de aceptación y reparación de un vehículo (enfoque a materiales)</u> .....	41
3.6. <u>Ejemplo de diagrama de flujo de ensamble de un robot de juguete (enfoque a equipo)</u> .....	42
3.7. <u>IDEFT “Integration Definition Funtional Modeling (diagrama de relación de proceso y de flujo)</u> .....	43
3.8. <u>Ejemplo de IDEFT (Construcción de un barco)</u> .....	45
3.9. <u>Gráfica de función de tiempo</u> .....	47
3.10. <u>VSM (Value Stream Mapping) o gráfica de flujo de valor</u> .....	48
3.11. <u>Diagrama de GANTT</u> .....	49
3.12. <u>TBPM (Time Based Process Map) o mapa de proceso basado en el tiempo</u> .....	50
3.13. <u>Otros tipos de diagramas de flujo</u> .....	51
3.14. <u>Ejemplo diagrama de flujo cajas negras (tragamonedas)</u> .....	52
3.15. <u>Diagrama de flujo con enfoque a procesos de manufactura repetitiva (proceso de producción); diagrama de flujo del proceso de producción en la planta Standard Register ubicada en Kirksville, Missouri</u> .....	53
3.16. <u>Diagrama de flujo del proceso de producción en la planta de ensamble de Harley-Davison localizada en Yory, Pensilvania</u> .....	54
3.17. <u>Diagrama de flujo del proceso de producción de acero en la planta de Nucor localizada en Crawfords ville, Indiana. Ejemplo de diagrama de flujo enfoque al producto, proceso continuo con pocas entradas y varias salidas (proceso de producción de acero)</u> .....	55
3.18. <u>Diagrama de flujo del proceso de operación de la herramienta AMEF</u> .....	56

---

- **CAPÍTULO 4. Procedimiento para el mapeo de procesos**.....59
  - 4.1. ¿Por qué y cómo hacer un mapa de proceso?.....60
  - 4.2. Algunas ventajas del uso de diagramas de procesos.....61
  - 4.3. Algunos usos de los mapas de procesos.....62
  - 4.4. ¿Qué procedimiento seguir?.....63
  - 4.5. Cuadro comparativo de los diagramas de flujo.....64
  - 4.6. Procedimiento de mapeo propuesto.....66
  - 4.7. Módulo general de mapeo propuesto.....67

---

- **CAPÍTULO 5. Uso del mapeo para el análisis y mejora de procesos** .....70
  - 5.1. Tipos de actividades, trabajo que agrega y no agrega valor.....72
  - 5.2. Diagrama de distribución de tiempos consumidos en la elaboración de producto o servicio.....73
  - 5.3. Malas prácticas u operaciones de manufactura poco eficiente.....74
  - 5.4. Estudio del trabajo .....75
  - 5.5. Ventajas del estudio de trabajo.....76
  - 5.6. Procedimiento para el estudio del trabajo.....77
  - 5.7. Síntesis de alcance del cursograma analítico, cursograma funcional y diagrama bimanual.....78

---

- **CAPÍTULO 6. Uso del mapeo en el diseño de sistemas productivos**.....79
  - 6.1. Diseño de instalaciones.....80
  - 6.2. División del diseño de instalaciones.....81
  - 6.3. Objetivo del diseño de instalaciones.....82
  - 6.4. Disposición de plantas.....83
  - 6.5. Distribución orientada al proceso, también conocida como taller de empleos o distribución funcional.....84
  - 6.6. Algunas ventajas y desventajas de la distribución basada en procesos.....85
  - 6.7. Pasos para la implementación de la distribución de la planta con base en Fred E. Meyer y Matthew P. Stephens en su obra diseño de instalación de manufactura y manejo de materiales.....86

---

- **CAPÍTULO 7. Manejo de materiales**.....89
  - 7.1. El rol de manejo de materiales dentro del diseño de instalaciones.....91
  - 7.2. Algunos alcances del manejo de materiales.....92
  - 7.3. Objetivo del manejo de materiales.....93
  - 7.4. Implementación de los mapas de procesos en el manejo de materiales.....94
  - 7.5. Metodología propuesta de la implementación de los mapas de procesos en el manejo de materiales.....95
  - 7.6. Algunos métodos para disminuir los costos por manejo de materiales.....96
  - 7.7. Los veinte principios del manejo de materiales.....97

---

---

- **CAPÍTULO 8. Uso del mapeo en la planeación de la producción.....99**
  - 8.1. Planificación y programación agregadas.....101
  - 8.2. Proceso de la planificación agregada.....102
  - 8.3. Objetivo de la planificación agregada.....103
  - 8.4. Estrategias de la planificación agregada.....104
  - 8.5. Opciones de capacidad.....105
  - 8.6. Planeación agregada en servicios.....106
  - 8.7. Plan maestro de la producción.....107
  - 8.8. Proceso de planificación.....108
  - 8.9. ¿Qué es el plan maestro de producción?.....109
  - 8.10. ¿En qué consiste la planeación?.....110
  - 8.11. Algunas ventajas del plan maestro de producción.....111
  - 8.12. Programación hacia adelante (forward) y hacia atrás (backward).....112
  - 8.13. Programación forward (programación hacia adelante).....113
  - 8.14. Programación backward (programación hacia atrás).....114
  - 8.15. Jalar (pull) y empujar (push).....115

---

- **CAPÍTULO 9. Propuesta de metodología del proceso de planificación de la producción**.....117
  - 9.1. Demanda.....118
  - 9.2. Mapeo de proceso..... 119
  - 9.3. Algunas características de los diagramas para su selección.....120
  - 9.4. Asignar tiempos.....121
  - 9.5. Representar el inicio y fin de la producción desde distintas unidades y lotes.....122
  - 9.6. Hacer el despliegue considerando los productos que se van hacer y cumplir con las metas y sin violar restricciones (verificación de factores como sistemas de planificación y control de la producción los cuales deben cumplir con varios objetivos).....123
  - 9.7. Integración en un Gantt.....125

---

- **Conclusiones**.....126

---

- **Bibliografía**.....129

# Listado de Figuras

- [Figura 1.1 Explicación de un proceso](#)
  - [Figura 1.2 Características de los tipos de procesos](#)
  - [Figura 1.3 Ejemplo de tipos de proceso: proceso general de reparación de un vehículo](#)
  - [Figura 1.4 Simbología básica de un mapa de proceso](#)
  - [Figura 1.5 Métricas básicas del desempeño de un proceso](#)
- 
- [Figura 2.1 Imagen ilustrativa de un proceso](#)
  - [Figura 2.2 Tipos de mapas de procesos](#)
  - [Figura 2.3 Características de la simbología de un mapa de proceso](#)
  - [Figura 2.4 Imagen ilustrativa de un cursograma sinóptico](#)
  - [Figura 2.5 Ejemplo de un cursograma sinóptico](#)
  - [Figura 2.6 Ejemplo de formato de un cursograma analítico](#)
  - [Figura 2.7 Ejemplo de un cursograma analítico \(aplicado a materiales\)](#)
  - [Figura 2.8 Ejemplo de un cursograma analítico \(aplicado a operador\)](#)
  - [Figura 2.9 Ejemplo de un cursograma analítico \(aplicado a equipo\)](#)
  - [Figura 2.10 Ejemplo de diagrama bimanual \(aplicado a un proceso de troquelado\)](#)
  - [Figura 2.11 Ejemplo de cursograma funcional \(proceso de recepción para reparación de un vehículo\)](#)
  - [Figura 2.12 Ejemplo de diagrama de actividades múltiples \(proceso de torneado\)](#)
  - [Figura 2.13 Ejemplo de diagrama de recorrido \(de un taller mecánico\)](#)
  - [Figura 2.14 Ejemplo de un diagrama de hilos \(proceso de recepción y reparación de vehículos\)](#)
  - [Figura 2.15 Simbología de los diagramas de ensamble](#)
  - [Figura 2.16 Ejemplo de diagrama de ensamble \(fabricación de un motor eléctrico\)](#)

- 
- [Figura 3.1 Composición de un SIPOC](#)
  - [Figura 3.2 Ejemplo de un SIPOC \(aplicado a una imprenta\)](#)
  - [Figura 3.3 Simbología de los diagramas de flujo](#)
  - [Figura 3.4 Ejemplo de un diagrama de flujo \(enfoque a operador\)](#)
  - [Figura 3.5 Ejemplo de un diagrama de flujo \(enfoque a materiales\)](#)
  - [Figura 3.6 Ejemplo de un diagrama de flujo \(enfoque a equipo\)](#)
  - [Figura 3.7 Estructura general de un diagrama IDEFT](#)
  - [Figura 3.8 Simbología de diagrama IDEFT, entradas, salidas, control y mecanismo](#)
  - [Figura 3.9 Simbología de diagrama IDEFT, combinación de entradas y salidas](#)
  - [Figura 3.10 Ejemplo de diagrama IDEFO](#)
  - [Figura 3.11 Ejemplo de diagrama IDEFT A0](#)
  - [Figura 3.12 Ejemplo de diagrama IDEFT A3](#)
  - [Figura 3.13 Ejemplo de gráfica de función de tiempo](#)
  - [Figura 3.14 Ejemplo de aplicación de un VSM](#)
  - [Figura 3.15 Ejemplo de un diagrama de GANTT](#)
  - [Figura 3.16 Ejemplo de un diagrama TBPM](#)
  - [Figura 3.17 Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un tragamonedas](#)
  - [Figura 3.18 Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de producción](#)
  - [Figura 3.19 Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de ensamble](#)
  - [Figura 3.20 Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de producción de acero](#)
  - [Figura 3.21 Diagrama de flujo del proceso de operación de la herramienta AMEF](#)
  - [Figura 3.22 Diagrama del enlace del modo de falla a la causa y el efecto](#)
  - [Figura 3.23 Diagrama de dirección del estudio de mecanismo de producción de una crisis](#)

- 
- [Figura 4.1 Cuadro comparativo de diagramas de flujo](#)
  - [Figura 4.2 Cuadro de metodología propuesta para el proceso de mapeo](#)
- 

- [Figura 5.1 Diagrama de distribución de tiempos consumidos en la elaboración de un producto o servicio](#)
- 

- [Figura 6.1 División del diseño de instalaciones](#)
  - [Figura 6.2 Tipos de distribución de planta](#)
  - [Figura 6.3 Pasos para la implementación de la distribución de la planta](#)
  - [Figura 6.4 Pasos para la implementación de la distribución de la planta](#)
- 

- [Figura 7.1 Algunos alcances del manejo de materiales](#)
  - [Figura 7.2 Objetivo del manejo de materiales](#)
  - [Figura 7.3 Algunas características del cursograma analítico, diagrama de recorrido y diagrama de hilos](#)
  - [Figura 7.4 Los veinte principios del manejo de materiales](#)
- 

- [Figura 8.1 División de la planeación de la producción](#)
- [Figura 8.2 Tareas y responsabilidades de planeación](#)
- [Figura 8.3 Los cuatro pasos de la planeación agregada](#)
- [Figura 8.4 Estrategias de planificación agregada](#)
- [Figura 8.5 Algunos métodos de planificación agregada](#)
- [Figura 8.6 Opciones de capacidad](#)
- [Figura 8.7 Proceso de planificación](#)
- [Figura 8.8 Ejemplo de programación hacia adelante](#)
- [Figura 8.9 Ejemplo de programación hacia atrás](#)
- [Figura 8.10 Ejemplo gráfico del modo pull](#)
- [Figura 8.11 Ejemplo gráfico del modo push](#)

- 
- Figura 9.1 Plan maestro de la Producción
  - Figura 9.2 Metodología propuesta para el proceso de mapeo
  - Figura 9.3 Cuadro comparativo de diagramas de flujo
  - Figura 9.4 Ejemplo de líneas de trabajo con vehículos
  - Figura 9.5 Ejemplo de diagrama de Gantt orientado al control de carga

# Contenido

**CAPÍTULO 1. Conceptos básicos.**

**CAPÍTULO 2. Métodos de mapeo en el estudio del trabajo.**

**CAPÍTULO 3. Otros métodos de mapeo .**

**CAPÍTULO 4. Procedimiento para el mapeo de procesos.**

**CAPÍTULO 5. Uso del mapeo para el análisis y mejora de procesos .**

**CAPÍTULO 6. Uso del mapeo en el diseño de sistemas Productivos.**

**CAPÍTULO 7. Manejo de materiales.**

**CAPÍTULO 8. Uso del mapeo en la planeación de la producción.**

**CAPÍTULO 9. Propuesta de metodología del proceso de planificación de la producción.**



# Abstract



We have gathered the main characteristics, also the way to apply them; functions about process map knowledges, although we have enough knowledge about how to mapping and some precedents, we still have misunderstanding without talking about the knowledges is too spray almost impossible to find in some file, also all the time the information it is just approachable with people about this field.

We have begun from two main ideas; everything we make it is either personal or in a professional way made it, and by that way it is like a process, that is why we need a method. For the other hand, is absolutely necessary to have this knowledge in a personal way to complete this document of the investigation.

Some of the main challenges we have found to make this document are: be able to synthesize the information (which is on everywhere). Can be capable to get into in a simple and easy way for an accessible understanding. Also, the different proposal to apply in different fields like: design of production systems, material handling and production planning.

Finally, we highlight the characterization of the main methods of mapping in one document, also the examples apply to some processes and some proposal methodologies .



## Key words

Processes, mapping.



# Resumen



En el presente trabajo se han reunido las principales características, funciones y aplicaciones de los métodos de mapeo más conocidos, a pesar de contar con información acerca de cómo mapear y aplicaciones. La información se encuentra muy dispersa, al grado de que es casi imposible de encontrar de manera conjunta en un solo material, además de ser en su mayoría entendida por conocedores del tema dejando de lado a personas ajenas al área.

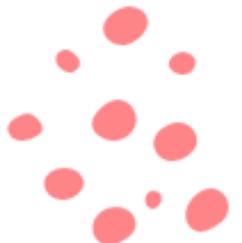
Se ha partido de dos ideas fundamentales; todo lo realizado de manera personal y profesional puede efectuarse como un proceso, es por ello por lo que conviene contar con un método. Por otra parte, ante la obligación de contar con este conocimiento de manera personal nace la necesidad de realizar este trabajo de investigación.

Algunos de los principales retos encontrados para realizar este trabajo han sido: poder sintetizar la información; ya que se encuentra dispersa, poder plasmarla de manera simple y sintetizada para su mejor entendimiento, así como integrar las propuestas aplicadas en diferentes áreas específicas como son: el análisis y mejora de procesos, diseño de sistemas productivos, manejo de materiales y planeación de la producción.

Finalmente, se resalta la caracterización de los principales métodos de mapeo en un solo material, así como su ejemplificación aplicada a algunos procesos y algunas metodologías propuestas.

- **Palabras clave**

Procesos, mapeo.



# Prólogo

Hoy en día, como es sabido, la humanidad se encuentra pasando por una constante competencia, ya sea por la escasez de recursos naturales, comida y lugares en dónde vivir por nombrar algunos ejemplos, partiendo desde lo más sencillo a lo más complejo.

Hablando del mundo laboral y académico, ya que no están exentos; cuando un Ingeniero o cualquier recién graduado o sin experiencia sale de la universidad se encuentra con la irrefutable realidad de la competitividad, más cuando se trata de encontrar el lugar ideal de trabajo y desempeño.

En el caso concreto de las ingenierías ocurre algo muy similar, cada vez se tiene que ser más competitivo con una polivalencia que permita alcanzar las metas personales establecidas.

## Antecedentes generales

---



- Como ingeniero mecánico, me he percatado a lo largo de mi desempeño laboral y educativo, que es necesario adquirir continuamente nuevas herramientas para poder abordar ciertas problemáticas, por ejemplo: las enfocadas al estudio de los llamados métodos y sobre esa base el análisis de tiempos y movimientos, el área de interés personal. Por lo general nuestra visión como ingenieros mecánicos no nos permite dar la solución óptima para un cliente o problemática, debido a la falta de concomimiento del área industrial.

José, P. (2010). Ilustración de búsqueda.  
[Ilustración]. Recuperado de: (:  
<https://asesoriatesis1960.blogspot.com/2010/12/antecedentes-de-la-investigacion.html>)

# Problemática

El ingeniero mecánico está capacitado para responder a varias problemáticas en diferentes áreas como son: manufactura, materiales, mecánica de fluidos, termodinámica, por nombrar algunos ejemplos. Es por ello por lo que se encuentra involucrado en diferentes industrias, es aquí donde surge la necesidad de ser capaz de dar una solución integral según sea requerido.

Sin embargo, muchas de las veces que se cuenta con el conocimiento para abordar dichos problemas en las diferentes áreas, surge la primer problemática la cual suele ser abordada sin conocimiento, este es el cómo.

Por lo tanto, es necesario estructurar los conocimientos y trazar una ruta de aplicación, ya que existen una serie de factores y entes internos y externos que modifican nuestra solución cuando se aplican a un proceso.

Para poder considerar todos los factores que están involucrados de manera ordenada, secuencial y con un fin definido, es necesario aplicar conocimientos como los mapas de procesos los cuales nos ayudan a planificar.

No obstante, a pesar de que ya se tienen identificadas algunas de las herramientas más usuales aplicadas a ingeniería, no se dispone de un documento dedicado únicamente a esta problemática, el cual reúna en un solo trabajo dichas herramientas así como ejemplos que permitan su rápida consulta.

Ya que existe una gran variedad de mapas, así como diferentes enfoques, nace la principal necesidad de crear una solución que simplifique esta herramienta y esté al alcance de todos aquellos que así lo requieran.

## Propósito general

- Realizar una revisión documental para identificar los mapas más comunes, características y aplicaciones.
- Realizar una colección sintetizada de los tipos de mapeos de procesos, esto es: clasificación, caracterización, modo de aplicación, ejemplos, ventajas y desventajas.



Sistematic. (2016). Ilustración de pensamiento. [Ilustración]. Recuperado de: [\(https://www.sistemic.es/noticias/problematika-inicial-para-entender-e-implantar-la-filosofia-lean-en-nuestras-empresas/\)](https://www.sistemic.es/noticias/problematika-inicial-para-entender-e-implantar-la-filosofia-lean-en-nuestras-empresas/)

**Lo mencionado anteriormente se puede resumir de la siguiente forma:  
¿Como ingeniero mecánico por qué conviene aprender a mapear procesos?**

Por lo general las soluciones son realizadas con base en las especificaciones proporcionadas por el cliente, área o encargado, sin saber qué es lo que pasa alrededor y sin tomar en cuenta otras variables.

Es por ello por lo que conviene no tener un pensamiento unidireccional y en cambio contar con un pensamiento holístico, estar preparado para abordar posibles riesgos, oportunidades y capacitados para afrontar factores externos e internos.

En resumen, saber de procesos es conveniente por que nos ayuda a generar una solución a una problemática especifica dependiendo de cada caso, la cual involucra factores diversos necesarios dando como resultado una solución integral.

Ventajas:

- Disminuir costos.
- Disminuir riesgos.
- Menor personal.
- Mejorar productividad.
- Aumentar polivalencia.
- Competitividad.
- Entre otros.



Sistematic. (2016). Ilustración de pensamiento. [Ilustración]. Recuperado de: <https://www.sistemic.es/noticias/problematika-inicial-para-entender-e-implantar-la-filosofia-lean-en-nuestras-empresas/>

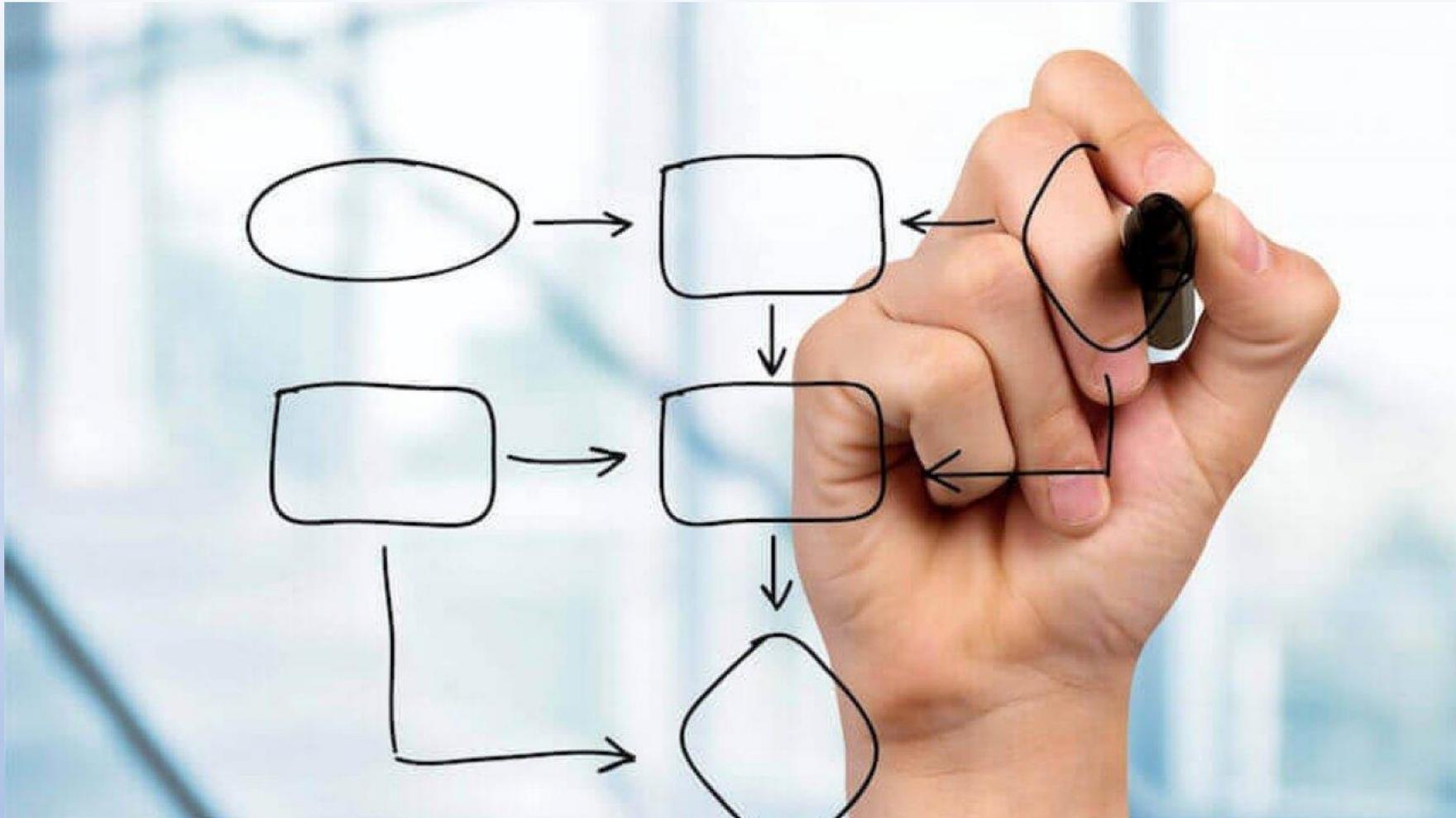
# Objetivo

Desarrollar un trabajo en el cual pueda converger toda la información que sea necesaria para poder entender de manera puntual los fundamentos básicos, como son los componentes de un mapa de proceso; que a su vez posteriormente permitirán identificar cada uno de los principales métodos de mapeo, comparando sus características lo cual ayude al aplicante a realizar una mejor selección dependiendo de sus necesidades.

- Desarrollar una colección de los principales métodos de mapeo.
- Caracterización de los métodos de mapeo más usados.
- Ejemplificar y mostrar algunos usos para su mejor comparación.
- Identificar algunas áreas de interés de los procesos de mapeo.



Cognodata. (2016). Ilustración de objetivos. [Ilustración].  
Recuperado de:  
(<https://www.cognodata.com/blog/definir-objetivos-negocio/>)

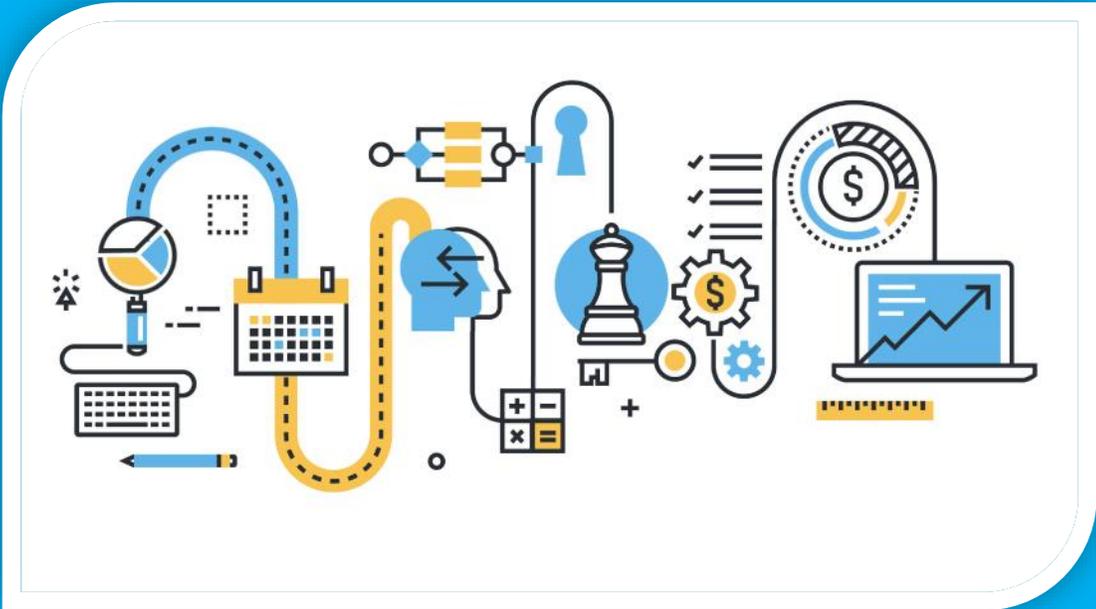


# 1. Conceptos básicos

# 1.1. Proceso

Con base en los argumentos que podemos encontrar en las obras de varios autores como son: Ingeniería industrial. *Métodos y tiempos con manufactura ágil*, Amparo Escalante. José F. e *Introducción a la ingeniería industrial*, Gabriel Baca U. Margarita Cruz V. he podido formular mi definición de proceso la cual se muestra a continuación:

Un proceso es un conjunto de actividades ordenadas y planificadas con el objetivo de generar un producto o servicio, en el cual están involucrados diferentes factores como son: mano de obra, maquinaria, insumos y especificaciones. Obteniendo como resultado un producto final con valor agregado, el cual es mayor a las entradas en función de las necesidades del cliente o normativas.



Workflow. (2018). Ilustración de flujo de trabajo. [Figura]. Recuperado de: (<https://www.cognodata.com/blog/definir-objetivos-negocio/>)

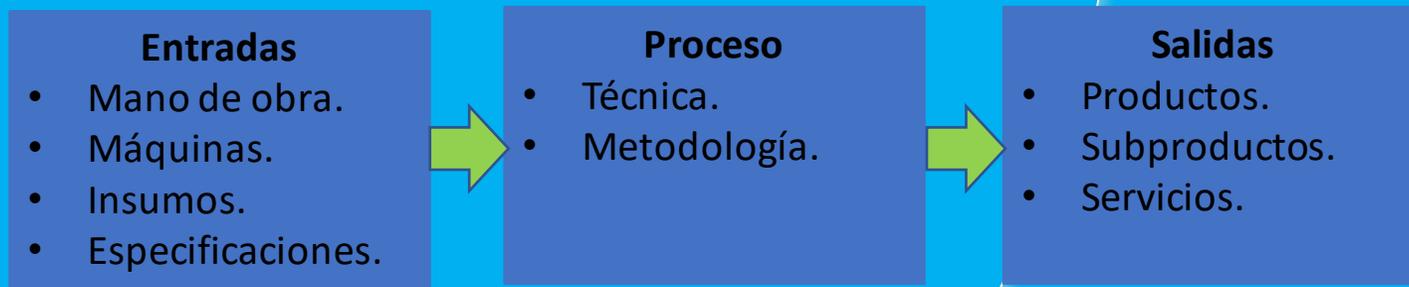


Figura 1.1 Explicación de un proceso. Elaboración propia

## 1.2. Tipos de procesos

- **Procesos clave**

Los procesos clave los podemos definir como aquellos que impactan de manera directa el producto o servicio y le dan un valor agregado el cual puede ser percibido por el cliente, los procesos clave son modificados por las necesidades del cliente y a su vez son aquellos que conllevan mayores recursos.

- **Procesos estratégicos**

Los procesos estratégicos son aquellos que se llevan a cabo por la alta dirección en donde se definen la operación y la forma de aplicar el valor agregado al producto o servicio, la organización es la encargada de tomar esta serie de decisiones.

- **Procesos de apoyo o soporte**

Finalmente, los procesos de apoyo o soporte son aquellos que sirven de sustento a los procesos clave y estratégicos, con el fin de lograr los objetivos deseados para el cliente

### Procesos Clave

- Específicos del cliente y/o producto o servicio.
- Procesos orientados al cliente.
- De impacto directo al producto percibido por el cliente.

### Procesos estratégicos

- De la organización para cumplir con la estrategia.
- El cliente no puede percibir.
- No agrega valor directo.
- Comunicaciones internas, marketing y diseño.

### Procesos de apoyo o soporte

- Sustento a procesos clave y estratégicos.
- No aportan valor directo.
- Compras, auditorías internas e informática.

**Figura 1.2** Características de los tipos de procesos. Elaboración propia.

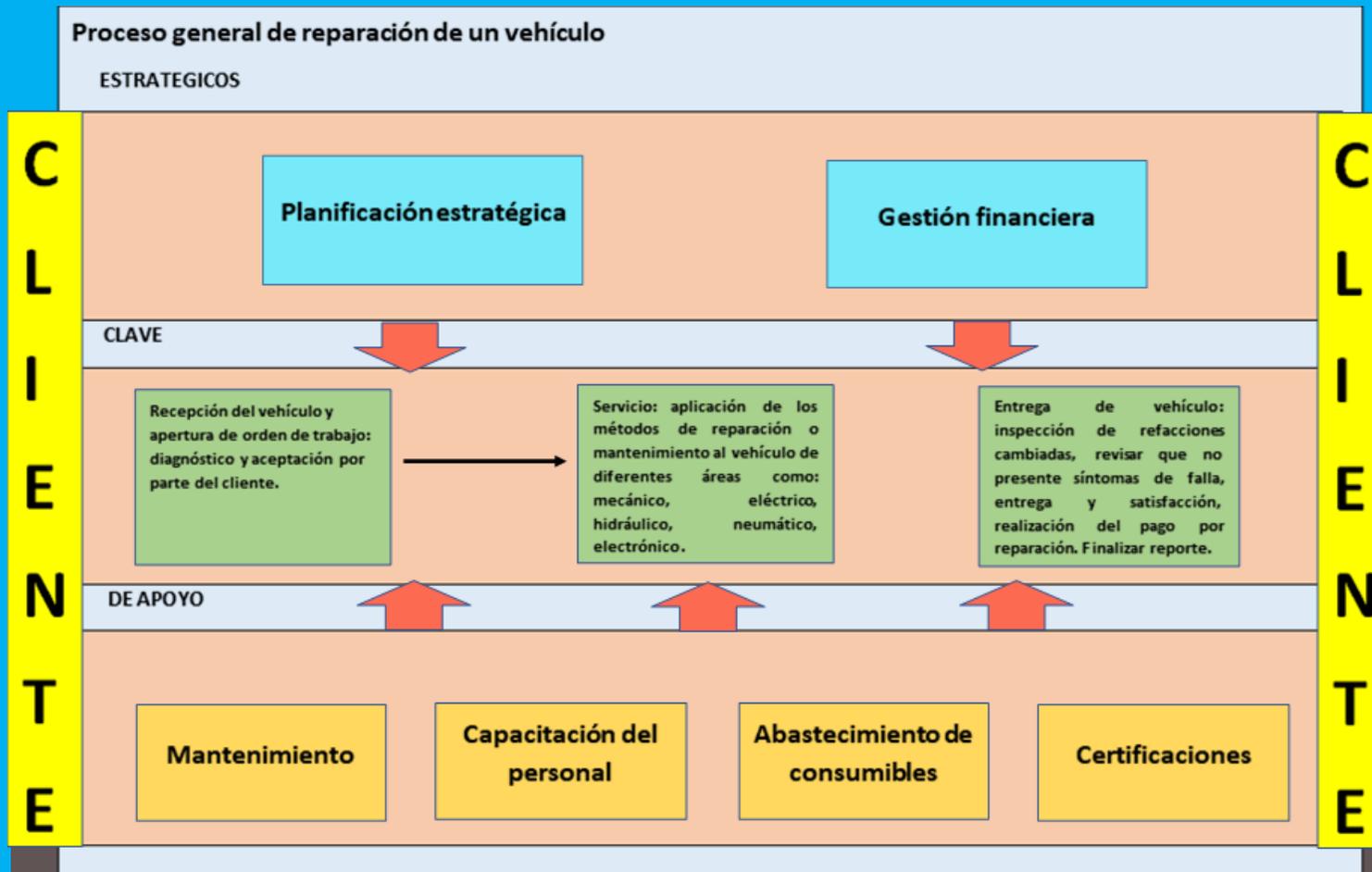


Figura 1.3 Ejemplo de los tipos de procesos: Proceso general de reparación de un vehículo. Elaboración propia

## 1.3. Ejemplo de tipos de proceso: Proceso general de reparación de un vehículo

En el presente ejemplo se muestra la interacción de procesos de la reparación de un vehículo, desde su llegada a un taller mecánico, hasta la salida.

De manera general se muestran los tipos de procesos como:

- **Estratégico:** Los llevados a cabo por la alta dirección por ejemplo: planificación estratégica y gestión financiera.
- **Clave:** Los que impactan de manera directa al servicio como son: recepción del vehículo, reparación, etc.
- **De apoyo:** Son aquellos que nos permiten alcanzar el objetivo con el cliente como son: mantenimiento, capacitación, etc.

## 1.4. Mapa de proceso

### Características

- Gráfico.
- Simplificado.
- Fácil.
- Secuencial.
- Comprensible.

Para poder presentar mi propia definición de un mapa de proceso he tomado como base varios autores, en los cuales destaca principalmente *Introducción a la ingeniería industrial*, Gabriel Baca U. Margarita Cruz V. Marco A. Cristóbal V. Gabriel Baca C. *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro*. Richard B. Chase F. Robert Jacobs Nicholas J. Aquilano.

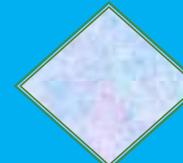
- Un mapa de procesos lo podemos concebir como una representación gráfica simplificada de los procesos con símbolos estandarizados para poder observar, entender, modificar, sintetizar y mejorar un proceso.
- Un mapa de procesos nos proporciona una fácil comprensión de los trabajos, métodos y prácticas de la elaboración de un producto o servicio, con el objetivo de poder realizar posibles cambios de mejora en la secuencia, así como un rápido acoplamiento de gente externa a un proceso de ser necesario.
- Como veremos más adelante en los siguientes capítulos, no existe una forma única de realizar los mapas, sin embargo, siempre se busca que sean realizados de la manera más sencilla, clara y comprensible, lo que permite su división en procesos principales y secundarios.



**Ovalo:** nos indica el inicio o el final de un proceso.



**Cuadrado:** nos indica la operación, acción, paso, tarea o actividad.



**Diamante:** nos indica decisión.



**Cuadro cortado:** nos indica información o documento impreso.



**Triángulo invertido:** Almacenamiento programado.

**Figura 1.4** Simbología básica de un Mapa de Proceso. Elaboración propia

## 1.5. Métricas básicas del desempeño de un proceso

Una vez que ha quedado claro que el fin de un proceso es generar un producto o servicio, nace la necesidad de poder cuantificarlos ya que los procesos están en constante cambio para mejorar sus desempeños, es por ello importante medirlos para así ser mejorados bajo una métrica establecida que a su vez permita un control.

### Tiempo

Unidad de tiempo consumida en un proceso para realizar un producto o servicio.



### Cantidad

Volumen de unidades de entrada en consumo de materia prima y de salida en productos o servicios terminados o semi terminados.



### Calidad

Características cualitativas o cuantitativas que posee el producto, con base al cliente o especificaciones técnicas externas.



### Unidad monetaria

Unidad monetaria consumida en función del tiempo, cantidad y calidad requeridas en la producción de un producto o servicio.

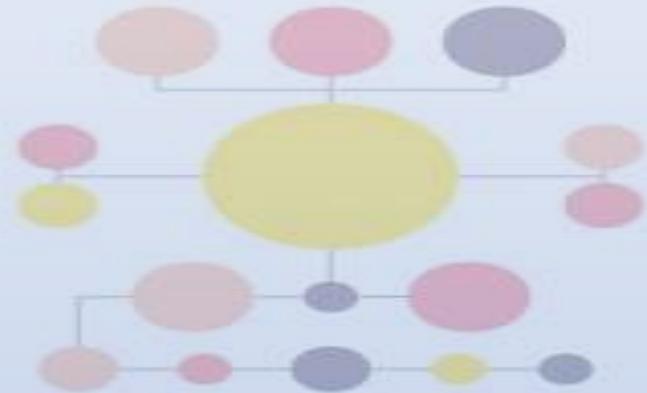


**Figura 1.5** Métricas básicas del desempeño de un proceso.  
Elaboración propia

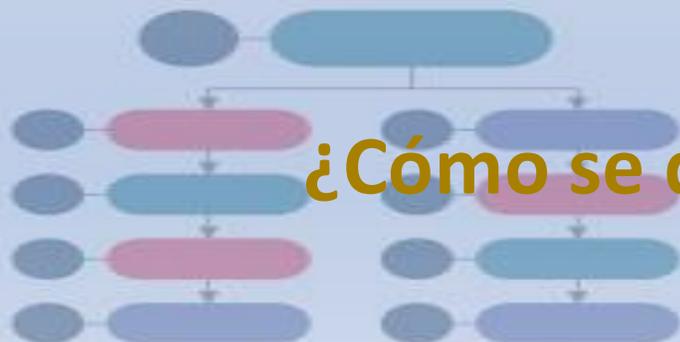
# ¿Qué camino tomar?



## ¿Cuántos tipos de mapas existen?



## ¿cómo se inician?



## ¿Cómo se dividen?

## ¿Cómo se aplican los mapeos?



## ¿Qué significan los símbolos?

## ¿Cuáles son las aplicaciones de los mapas de procesos?



Freepik. (2021). Ilustración de flujo de búsqueda. [Figura]. Recuperado de: [https://www.freepik.es/vector-premium/esquemas-diagrama-flujo-diagramas-jerarquia-elementos-diagrama-flujo-trabajo\\_5497827.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/esquemas-diagrama-flujo-diagramas-jerarquia-elementos-diagrama-flujo-trabajo_5497827.htm)



# 2. Métodos de mapeo en el estudio del trabajo

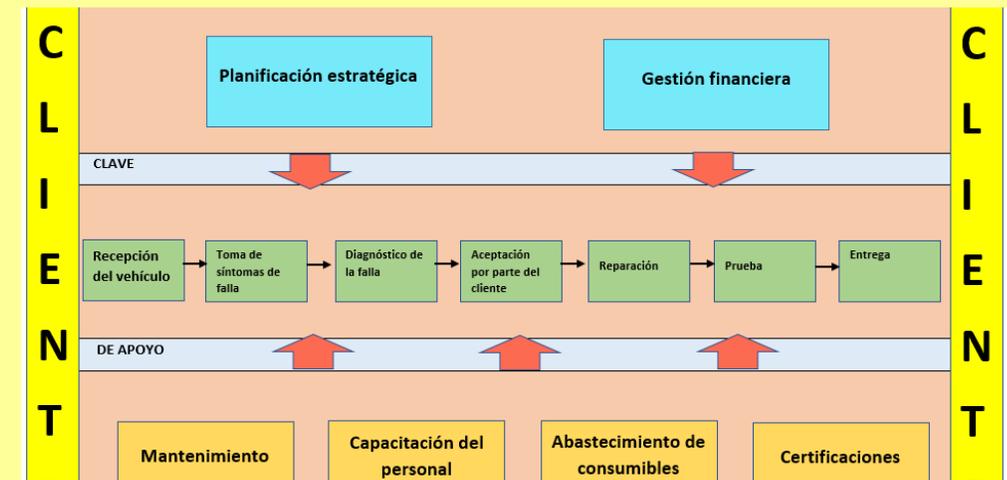


Figura 2.1 Imagen ilustrativa de un proceso. Elaboración propia

Freepik. (2021). Ilustración de cronometro. [Figura]. Recuperado de: ([https://www.freepik.es/vector-premium/mano-sosteniendo-cronometro-rojo\\_6306243.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/mano-sosteniendo-cronometro-rojo_6306243.htm))

## 2.1. Tipos de métodos de mapeo en el estudio del trabajo

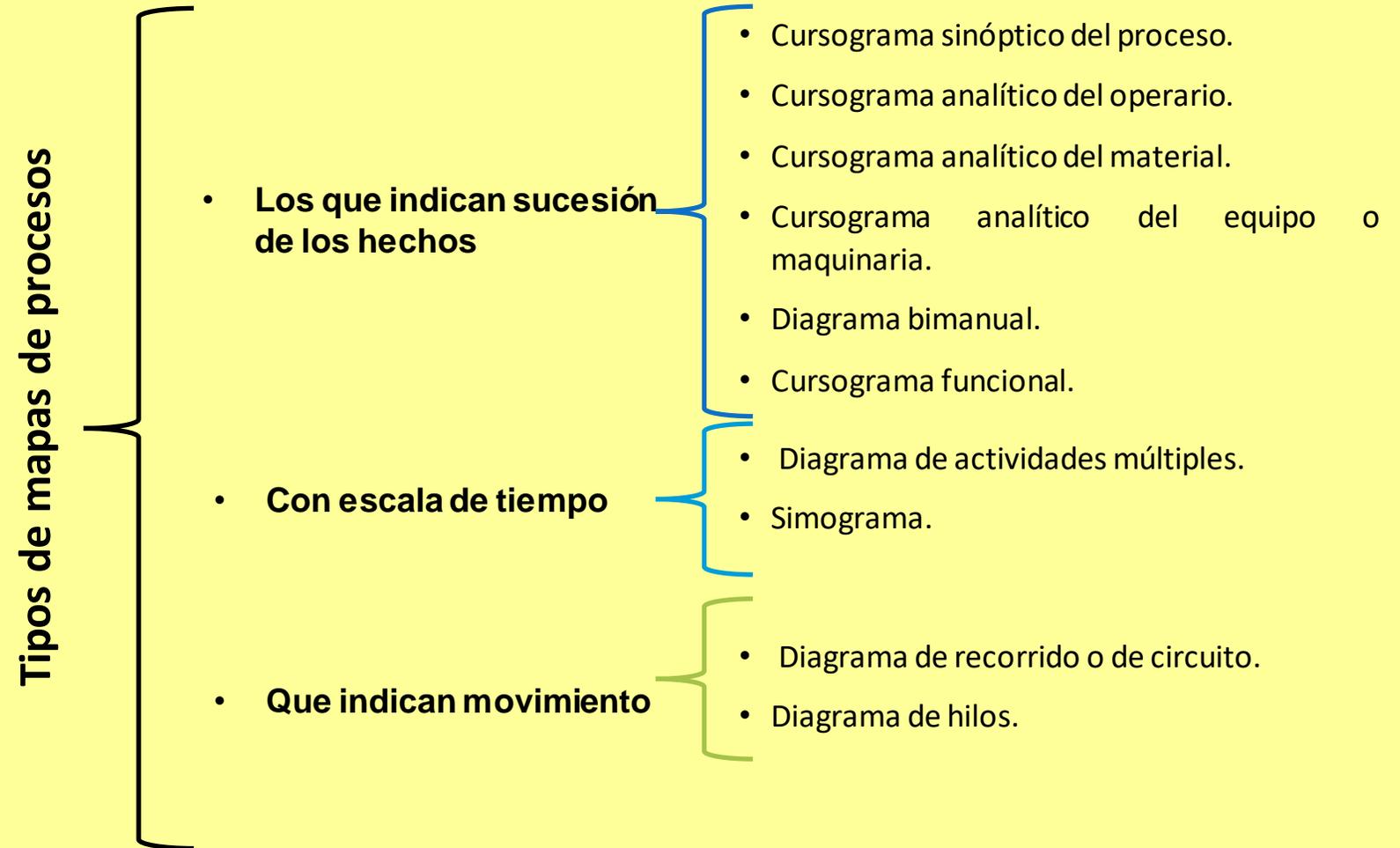


Figura 2.2 *Tipos de mapas de procesos*. Elaboración propia con base en Ingeniería industrial, Métodos y tiempos con manufactura ágil, Escalante Lago. González Zúñiga. Introducción a la ingeniería industrial. Gabriel Baca U. Margarita Cruz V. Ingeniería industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. Benjamín W. Niebel Andris, F. Ingeniería de métodos. Texto universitario. César Armando D. Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos. Camilo Janania A.

## 2.2. Enfoques de aplicación del análisis de diagramas

- Existen varios métodos de análisis de procesos como son el cursograma de procesos y diagrama de hilos por nombrar algunos ejemplos. Sin embargo, es importante identificar que estos métodos de análisis pueden tener diferentes enfoques y objetivos.
- Cuando hablamos de enfoques nos referimos al punto de vista desde el cual se hará el análisis ya que el análisis puede ser enfocado al producto, proceso u operario.
- Para poder definir el enfoque del análisis me he basado principalmente en la *obra Manual de tiempos y movimientos, ingeniería de métodos*. Camilo Janania Abraham.

**Personal u operarios:** son todos aquellos que nos muestran información de cómo una persona realiza una actividad. (Desde el punto de vista de un operario), en el cual podemos identificar los movimientos del personal como son:

- Encargado de maquinaria.
- Encargado de mantenimiento.
- Encargado de materias primas.
- Encargado de productos.
- Operarios en general.

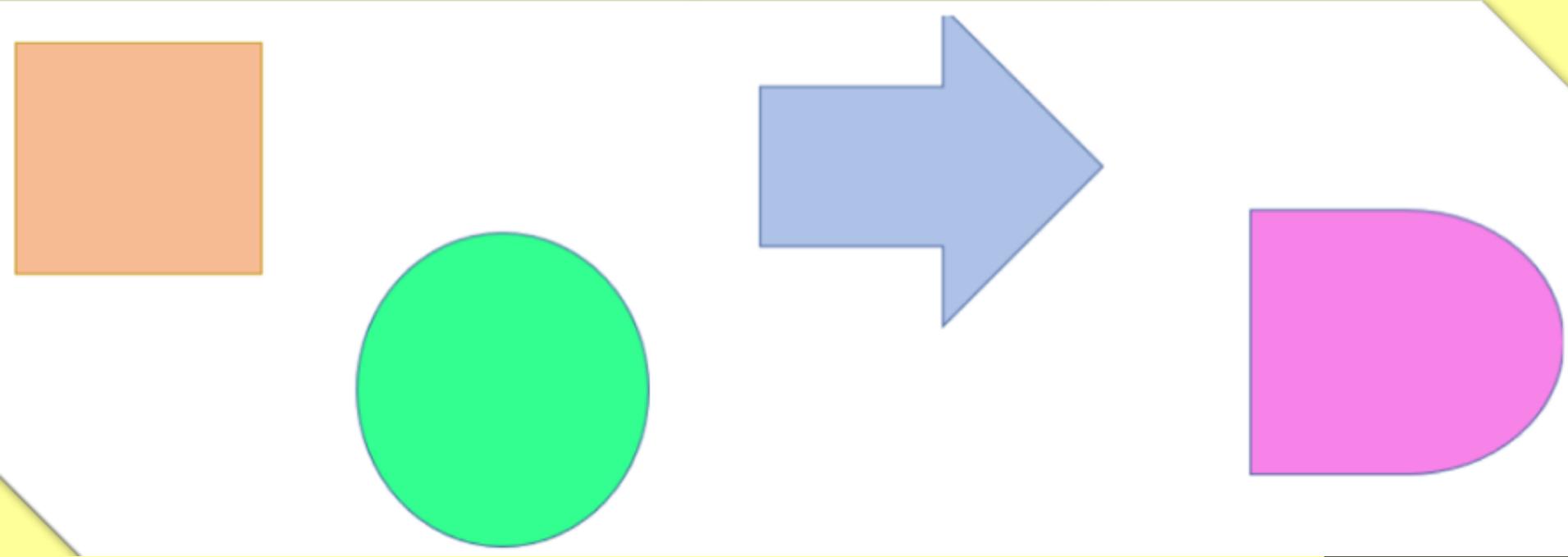
**Proceso o producto:** son aquellos que nos muestran las etapas de cada uno de los procesos como son: tareas y actividades realizadas a una materia prima en proceso de producción (desde el punto de vista del producto o servicio que se está elaborando), algunos ejemplos son:

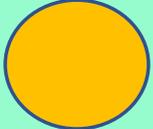
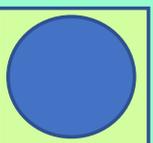
- Mezclar.
- Secar.
- Tornear.
- Pintar.
- Taladras.
- Esmerilar.



Mercado libre. (2021). Ilustración de troqueladora. [Figura]. Recuperado de: ([https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-739977051-troqueladora-mecanica-nueva-meister-80-ton-iva-\\_JM?matt\\_tool=12205968&matt\\_word=&gclid=Cj0KCOjwupD4BRD4ARIsABJMmZ90au2EUvumk1iR0nFs6DuJ443OJlLovhfcXnEcXAePN3Kml5AyPzMaAt6lEALw\\_wcB](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-739977051-troqueladora-mecanica-nueva-meister-80-ton-iva-_JM?matt_tool=12205968&matt_word=&gclid=Cj0KCOjwupD4BRD4ARIsABJMmZ90au2EUvumk1iR0nFs6DuJ443OJlLovhfcXnEcXAePN3Kml5AyPzMaAt6lEALw_wcB))

## 2.3. Simbología básica de mapas de proceso



Nombre	Símbolo	Operación	Ejemplos
Operación		Etapas más importantes de un método, proceso o procedimiento, todos aquellos cambios intencionales en una o más características.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Clavar</li> <li>❖ Mecanografiar</li> <li>❖ Pintar</li> <li>❖ Coser</li> <li>❖ Cortar</li> <li>❖ Limpiar</li> <li>❖ Lijas</li> <li>❖ Taladrar</li> <li>❖ Llenar</li> </ul>
Inspección		Solo se comprueba si una operación se ejecuta de manera correcta, se determina la calidad con un examen global	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Dureza</li> <li>❖ Ductilidad</li> <li>❖ Acabado</li> <li>❖ flujo</li> </ul>
Transporte		Traslado programado que agrega valor al producto o servicio, mover algo de un lugar a otro, cambio de localización, distancias mayores a un metro mediante maquinaria o de manera manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Insumos</li> <li>❖ Cualquier insumo utilizado en un producto o servicio</li> <li>❖ Trasladar material de un área a otra</li> </ul>
Demora		Movimiento o espera no programada, no agrega valor al producto o servicio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Espera de alguna materia prima</li> <li>❖ Espera de alguna maquinaria</li> </ul>
Almacenaje		Lugar específico asignado para contener, salvaguardar la materia prima o producto terminado, no se puede tener acceso a este si no es con una notificación oficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Área de almacenaje para distribución.</li> <li>❖ Área de cuarentena</li> <li>❖ Materias primas</li> </ul>
Actividad combinada		Mediante la combinación de símbolos podemos indicar actividades realizadas de manera simultánea por el mismo operario en un área determinada, pueden combinarse de manera indefinida en este caso (inspección y operación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Revisar y medir una camisa para motor</li> </ul>

## 2.4. Simbología

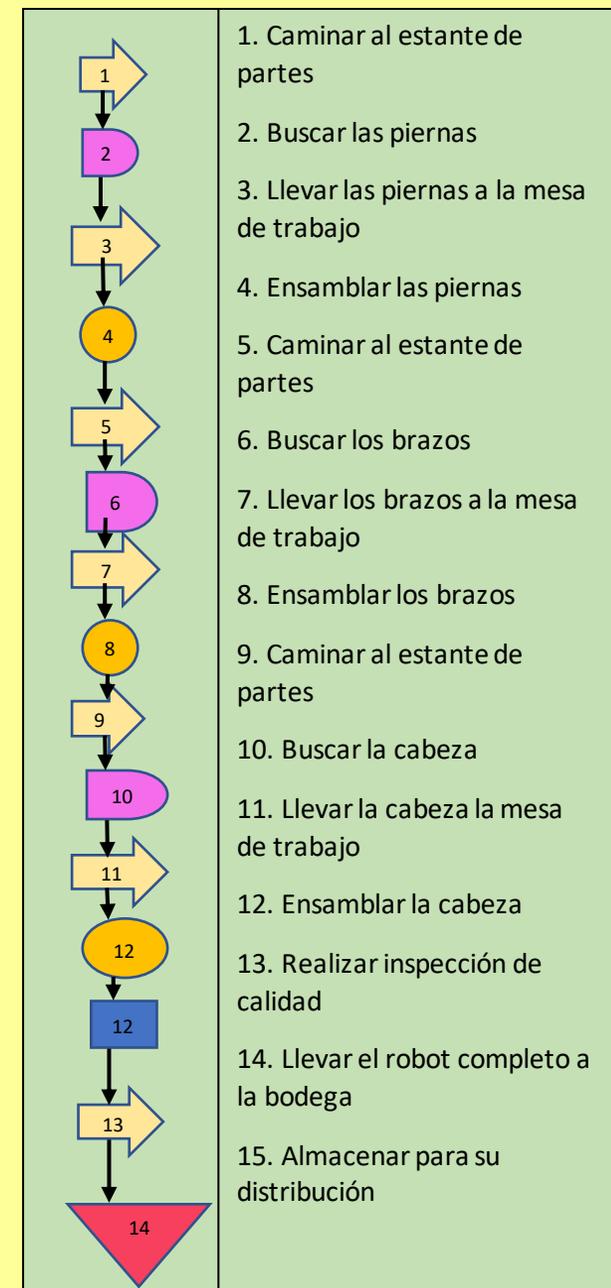
**Figura 2.3** Características de la simbología de un mapa de proceso. Elaboración propia

## 2.5. Cursograma sinóptico

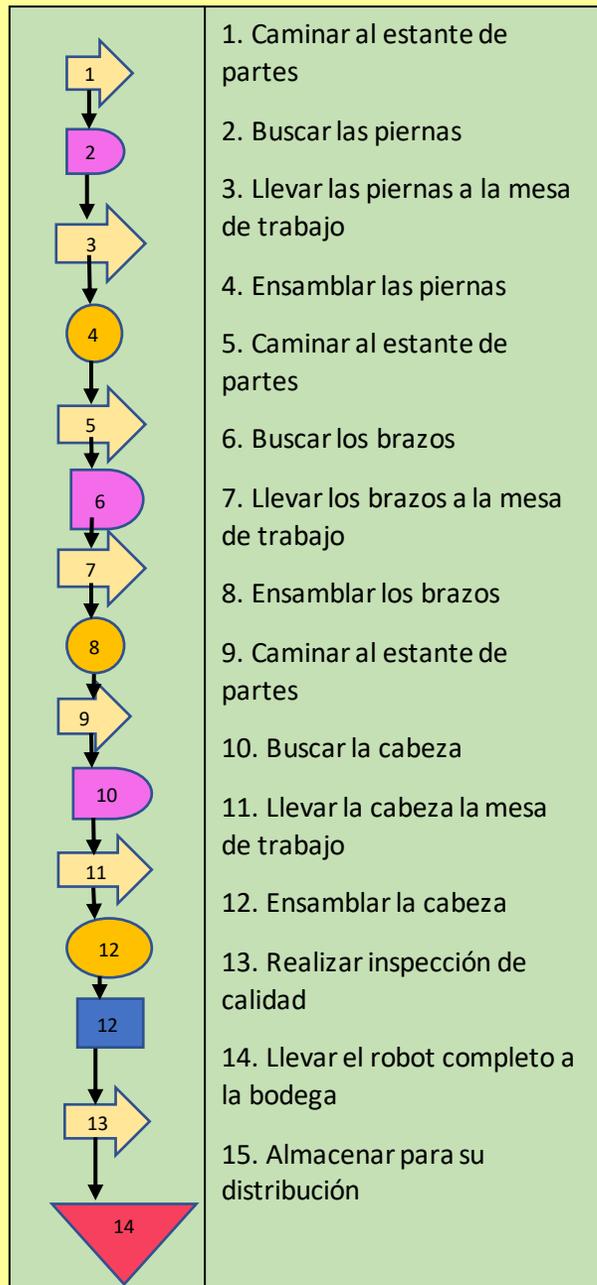
El cursograma sinóptico es aquel que nos permite visualizar cada uno de los pasos de un proceso de manera ordenada y sucesiva, este mapa a pesar de que nos muestra cada uno de los pasos es de poco detalle ya que solo nos da una vista general sin datos duros como son: tiempos, movimientos, desplazamientos, etc. Nos permite ver de manera superficial los pasos involucrados en un proceso específico así como una pequeña descripción.

### Pasos recomendados para su elaboración

1. Definir y delimitar el proceso a analizar: entradas y salidas.
2. Se parte de la observación del proceso a analizar tantas veces como sea necesario.
3. Documentar cada uno de los pasos ya sea de manera escrita, grabada u otra.
4. Se puede ser asesorado por los operarios del proceso, ya que ellos son quienes controlan mejor las tareas debido a su experiencia en su área de trabajo.
5. Describir el proceso utilizando la simbología establecida.

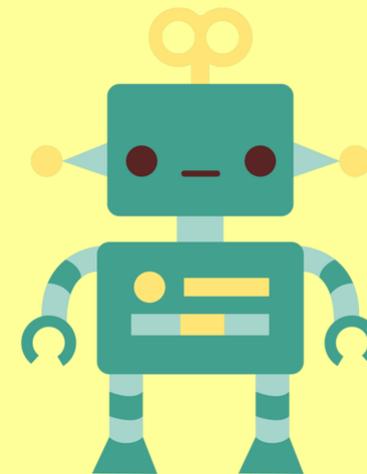


**Figura 2.4** Imagen ilustrativa de un cursograma sinóptico.  
Elaboración propia



## 2.6. Cursograma sinóptico ejemplo

- Cursograma sinóptico en el cual se muestra el proceso de ensamble de un robot de juguete.



**Figura 2.5** Ejemplo de un cursograma sinóptico. Elaboración propia

## 2.7. Cursograma analítico

- Un cursograma analítico es aquel que nos permite observar las operaciones de un taller o máquina de manera secuencial así como las inspecciones de un determinado proceso, el cual parte de un inicio con la materia prima hasta un final con un producto o servicio terminado.
- Se realiza con el objetivo de identificar varios parámetros como son: tiempos, materias primas, distancias entre otros.
- Cuenta con más detalles que el diagrama de flujo de proceso y nos ayuda a registrar los costos ocultos que no producen, como son: distancias recorridas innecesarias, retrasos y almacenamientos no programados. Y al final toda esta información nos ayuda a reducir costos tras realizar su análisis.



Aprende feliz. (2020). Ilustración de dibujo de apoyo para pintar. [Figura]. Recuperado de: (<https://www.aprendefeliz.com/dibuja-vehiculos-uniendo-los-puntos-numericos/dibuja-vehiculos-uniendo-los-puntos-numericos-dibuja-una-espectacular-escavadora-facilmente/>)

## 2.8. Pasos recomendados para realizar un cursograma analítico

1. Observar el proceso de manera detallada al menos dos veces, hoy en día ya puede ser grabado o filmado mediante dispositivos móviles.
2. Se identifican cada uno de los eventos desde el inicio hasta el final.
3. Se registran con una descripción breve para posteriormente ser analizadas en la tabla.
4. Se registran tiempos y distancias en cada actividad.
5. Se vacían en la tabla identificando cada actividad con su símbolo.
6. Se une cada símbolo de manera continua mediante una línea.
7. Se realiza un estudio, por ejemplo, de distancia recorrida o tiempo de desperdicio en demora.

Diagrama de flujo de proceso				
Empresa:		Resumen		
Actividad:	Actividades	Número de eventos	Tiempo	Distancia
Fecha de elaboración:		Operación		
Área:	Operador:	Transporte		
Tipo de método:		Retraso		
Comentarios:		Inspección		
		Almacenamiento		
		Total		
#	Actividad	Flujo	Minutos	

Figura 2.6 Ejemplo de formato de un cursograma. Elaboración propia

Cursograma analítico										
Empresa: Taller Mecánico				Resumen: Proceso General de reparación			Material ●	Equipo ■	Operador	
Actividad: Reparación de un vehículo		Actividades	Número de eventos	Tiempo (minutos)	Distancia					
Fecha de elaboración: 6/07/2020		Operación	4	140	4					
Área:	Operador: matutino	Transporte	2	10	14					
Tipo de método: Actual		Retraso	1	5	0					
Comentarios: Realizar mejoras		Inspección	2	40	0					
		Almacenamiento	1	120	7					
		<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>315</b>	<b>25</b>					
#	Actividad	Flujo	distancia (metros)	Minutos	●	■	→	◐	▼	◻
1	El vehículo arriba al taller mecánico	→	7	5						
2	El vehículo es inspeccionado por el técnico	■	0	25						
3	El auto recibe un diagnóstico	◐	0	5						
4	Desensamble	●	2	30						
5	Cambio de piezas y refacciones	●	0	60						
6	Ensamble normal de inicio	●	2	30						
7	Inspección	■	0	15						
8	Prueba de manejo	●	300	20						
9	Almacenaje del vehículo	▼	7	120						
10	Entrega al propietario	→	7	5						

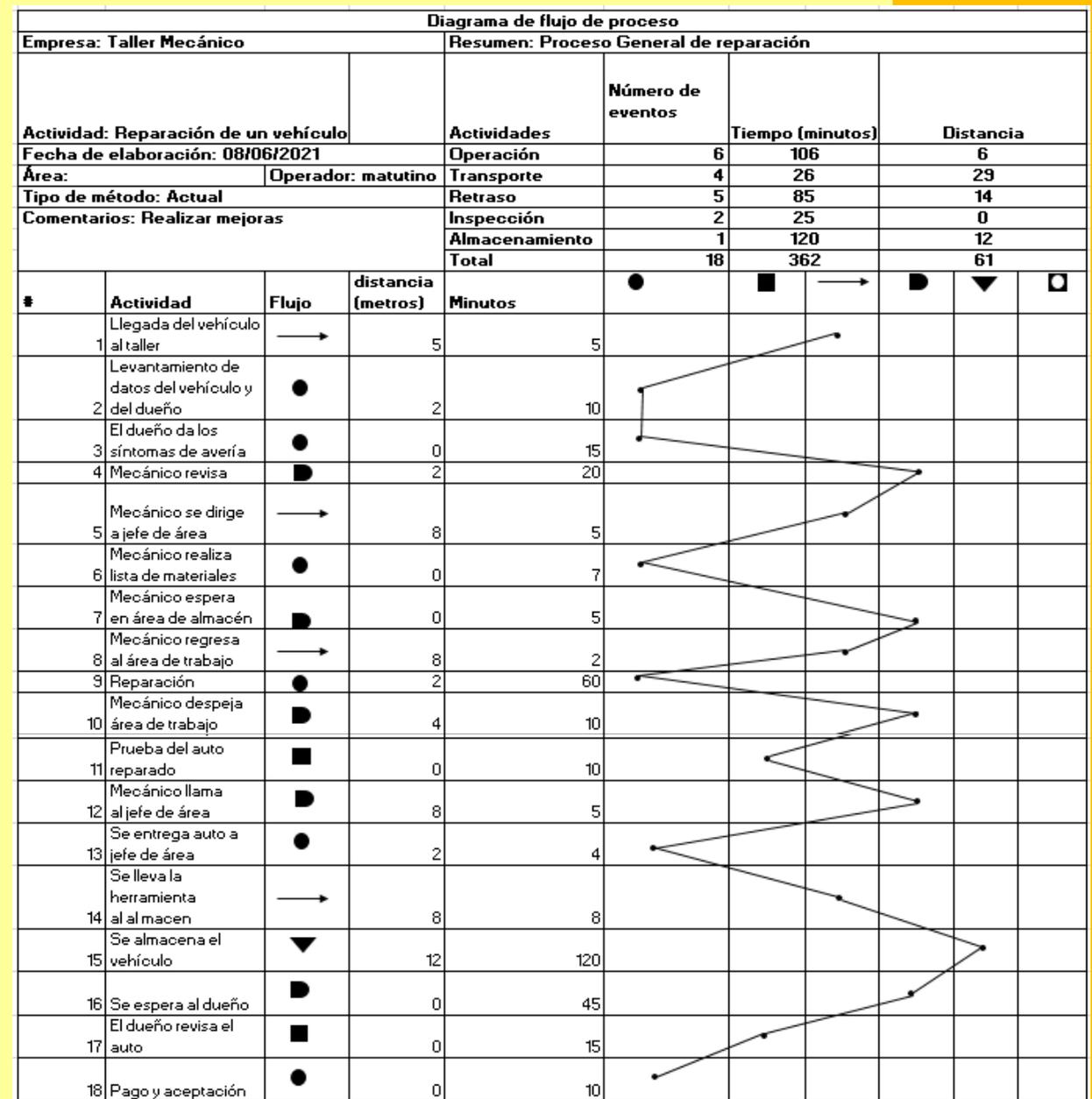
## 2.9. Ejemplo de cursograma analítico (aplicado a materiales)

Ejemplo: Proceso general de reparación de un vehículo

Figura 2.7 Ejemplo de un cursograma analítico (aplicado a materiales). Elaboración propia

## 2.10. Ejemplo: Cursograma analítico (aplicado a operador)

- Proceso de reparación de un vehículo en un taller mecánico desde su recepción hasta la entrega al cliente.



**Figura 2.8** Ejemplo de un cursograma analítico (aplicado a operador). Elaboración propia

Cursograma analítico										
Empresa: Taller Mecánico			Resumen: Proceso General de reparación				Material	Equipo ●	Operador	
Actividad: ensamble de robot de juguete		Actividades	Número de eventos	Tiempo (minutos)	Distancia					
Fecha de elaboración: 6/07/2020		Operación	6	40	8					
Área: Operador: matutino		Transporte	7	15	18					
Tipo de método: Actual		Retraso	0	0	0					
Comentarios: Realizar mejoras		Inspección	1	7	2					
		Almacenamiento	1	8	15					
		<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>70</b>	<b>43</b>					
#	Actividad	Flujo	distancia (metros)	Tiempo (Minutos)	●	■	→	◐	▼	□
1	Torso recibe piernas	→	3	1						
2	Taladro hidráulico ajusta		0	3	●					
3	Torso recibe brazos	→	3	1						
4	Taladro hidráulico ajusta brazos	●	0	3	●					
5	Torso recibe cabeza	→	3	1						
6	Taladro hidráulico ajusta la cabeza	●	0	5	●					
7	Robot completo pasa por banda	→	2	2						
8	Pintado automático	●	2	7	●					
9	Recorrido por banda	→	2	4						
10	Máquina de secado	●	3	15	●					
11	Recorrido por banda	→	2	3						
12	Máquina de embalaje	●	3	7	●					
13	Recorrido por banda	→	3	3						
14	Inspección laser	■	2	7		■				
15	Cajas de almacenaje	▼	15	8					▼	□

## 2.11. Ejemplo de cursograma analítico (aplicado a equipo)

Ejemplo: ensamble de un robot de juguete

Figura 2.9 Ejemplo de un cursograma analítico (aplicado a equipo).  
Elaboración propia



## 2.12. Diagrama bimanual

El diagrama bimanual es aquel que nos permite identificar así como seccionar cada una de las actividades realizadas por las extremidades de un operario, las actividades son identificadas en una tarea en específica en un ciclo completo.

El reconocimiento de las tareas realizadas por el operario permite identificar y documentar las tareas que pueden ser repetitivas, así como tiempos muertos que no agregan valor.

### Pasos recomendados

1. Identificar el ciclo a analizar, así como las tareas que están involucradas.
2. Definir inicio y fin del ciclo, así como entradas y salidas.
3. Observar cada una de las operaciones realizadas por el operario en un ciclo completo, tanto de la mano derecha como de la mano izquierda
4. Documentar de manera escrita, visual u otra con una descripción breve.
5. Se registra el número de operaciones por cada brazo.
6. Se vacían los datos en la tabla de análisis con cada actividad correspondiente.
7. Se unen los puntos de cada actividad con una línea recta.
8. Se realiza el estudio de movimientos.

## 2.13. Ejemplo de diagrama bimanual, (aplicado a un proceso de troquelado)

DIAGRAMA BIMANUAL										
DIAGRAMA NO.				HOJA NO:				DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO		
DIBUJO Y PIEZA:										
OPERACIÓN: Operación de troquelado flex										
LUGAR:										
OPERARIO:										
COMPUESTO POR:				FECHA:						
NO	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA.	●	D	→	▼	●	D	→	▼	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA.
1	Jala material									Espera
2	Posiciona material en lugar indicado									Posiciona material en lugar indicado
3	Presiona botón de arranque izquierdo									Presiona botón de arranque derecho
4	Quita el dedo del botón izquierdo									Quita el dedo del botón derecho
5	Sujeta sobrante									Espera
6	Pasa el sobrante al contenedor									Espera
7	Espera									Pieza cortada se pone en contenedor
METODO	RESUMEN									
	ACTUAL					PROPUESTO				
	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
OPERACIONES	3	1	2	2						
INSPECCIONES	0	0	1	1						
ESPERAS	2	4	1	3						
TRANSPORTES	1	1	1	1						
SOSTENIMIENTO	1	1	1	1						
TOTALES	7	7	6	9						

Figura 2.10 Ejemplo de diagrama bimanual (aplicado a un proceso de troquelado).  
Elaboración propia

## 2.14. Cursograma funcional (administrativo)

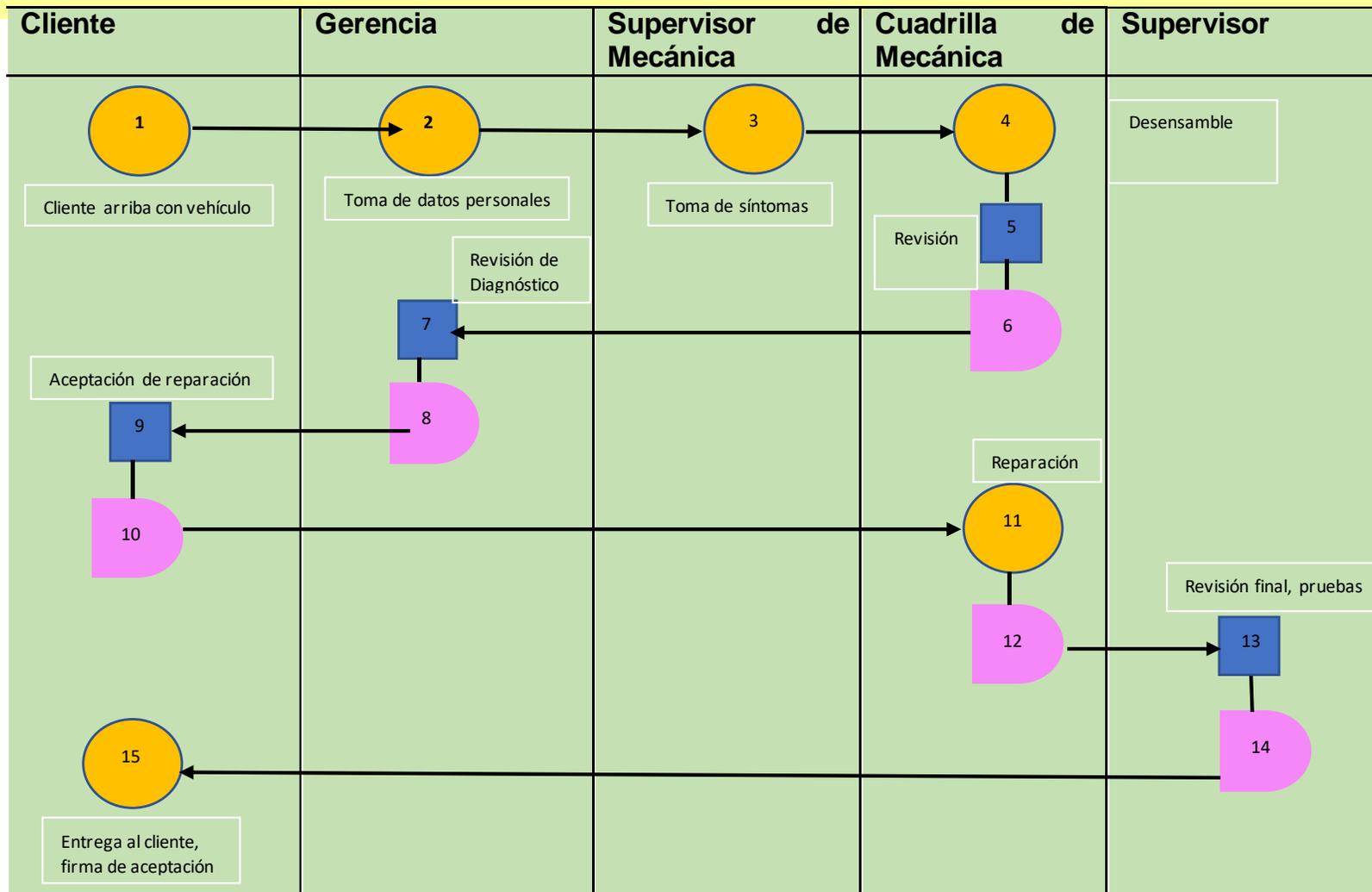


El cursograma funcional o administrativo como también se le conoce es el diagrama que nos proporciona una vista general de cada una de las funciones por área o división de trabajo, con el cual se puede ver el flujo de un proceso de inicio a fin así como la interacción que tienen las áreas entre ellas a lo largo del proceso.

### Pasos recomendados

1. Identificar el proceso a analizar como: entradas, salidas, áreas y actores involucrados.
2. Observar el proceso las veces que sean necesarias.
3. Documentar cada uno de los movimientos por actor y área.
4. Se recomienda entrevistar a cada uno de los operarios por área o lugar de trabajo, ya que ellos son quienes conocen mejor las actividades que desempeñan.
5. Vaciar la información en la tabla por área, utilizando la simbología y agregando una descripción de cada movimiento.
6. El flujo debe ser de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.
7. Debe ser lo más claro y simple posible evitando cruces de líneas.

123RF. (2020). Ilustración de reas de ciencias signos establecidos en las ramas. [Figura]. Recuperado de:([https://es.123rf.com/photo\\_32944679\\_reas-de-ciencias-signos-establecidos-en-las-ramas-de-los-%C3%A1rboles-ilustraci%C3%B3n-infograf%C3%ADa-serie.html](https://es.123rf.com/photo_32944679_reas-de-ciencias-signos-establecidos-en-las-ramas-de-los-%C3%A1rboles-ilustraci%C3%B3n-infograf%C3%ADa-serie.html))



## 2.15. Ejemplo: cursograma funcional (proceso de recepción para reparación de un vehículo)

**Figura 2.11** Ejemplo de cursograma funcional (proceso de recepción para reparación de un vehículo).  
Elaboración propia

## 2.16. Diagrama de actividades múltiples

---

El diagrama de actividades múltiples es aquel que nos permite visualizar la interacción entre el operario y la o las máquinas que estén a su cargo en una tarea o proceso en específico y en un tiempo determinado. Así mismo, nos proporciona información del tiempo que toma realizar las diferentes tareas, por ejemplo: conocer cuál es el tiempo de operación y de ocio de la o las máquinas y el operador.

### Pasos recomendados

1. Identificar el proceso, operario y máquinas a analizar.
2. Identificar y delimitar entradas y salidas de cada máquina.
3. Observar el proceso más de una vez y las veces que sean necesarias.
4. Documentar cada uno de los pasos.
5. Tomar los tiempos de operación del operario por cada máquina.
6. Tomar los tiempos de operación de las máquinas.
7. Tomar los tiempos muertos de cada máquina.
8. Tomar los tiempos de ocio del operario.
9. Vaciar los datos en la tabla poniendo cada actividad con una descripción.
10. Realizar de manera gráfica con corchetes cada actividad, la cual involucra los tiempos para su rápida identificación.
11. Realizar el análisis de los tiempos al final.

## 2.17. Ejemplo de diagrama de actividades múltiples (operador a cargo de dos tornos automáticos)

- Ejemplo: Operador a cargo de dos tornos automáticos.

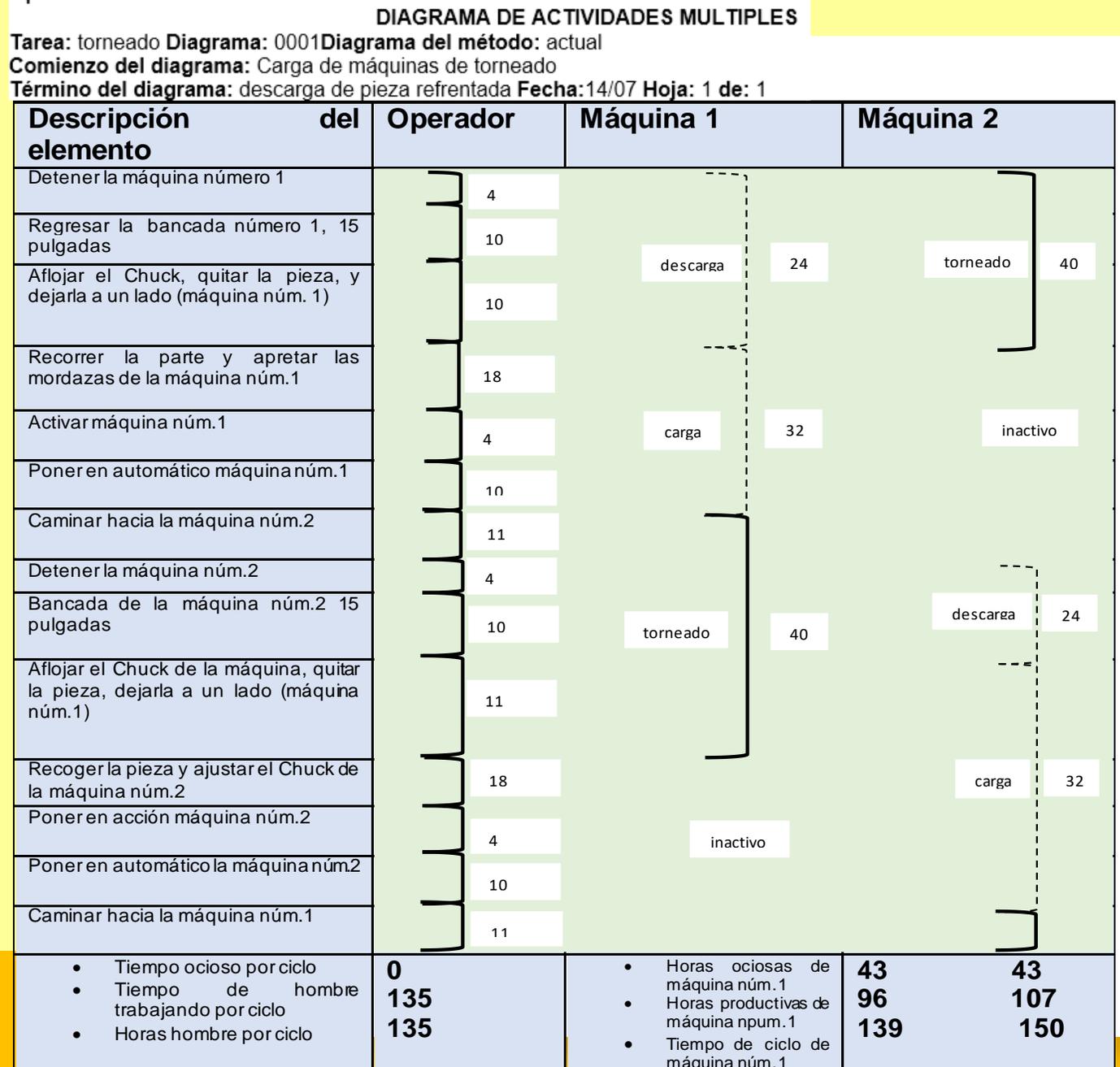


Figura 2.12 Ejemplo de diagrama de actividades múltiples (proceso de torneado). Elaboración propia

## 2.18. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido lo podemos definir como una representación gráfica a escala de la distribución de la planta o una área específica, en cuya representación se trazan las líneas de flujo de materia prima, equipo u operadores de alguna actividad o proceso.

Puede ser usado por ejemplo como complemento del cursograma analítico apoyándose de su principal ventaja que es el reconocimiento de manera visual del posicionamiento de máquinas, herramientas y distribución de espacios.

Su principal función es de apoyo en un cambio de distribución de planta o manejo de materiales.



Freepik. (2020). Ilustración de walking by gps. [Figura]. Recuperado de:([https://www.freepik.es/vector-gratis/recorrido-turistico-visita-historica-logro-hitos-avance-elemento-diseno-decorativo-progreso-hoja-ruta-navegacion-gps-pin-ubicacion\\_10780033.htm](https://www.freepik.es/vector-gratis/recorrido-turistico-visita-historica-logro-hitos-avance-elemento-diseno-decorativo-progreso-hoja-ruta-navegacion-gps-pin-ubicacion_10780033.htm))

# Elaboración recomendada

1. Realizar un plano a escala de la planta o una área en específico la cual puede contener dimensiones para una mayor robustez, este plano debe contar con el área de interés de la actividad a analizar.
2. Situar los puntos clave en donde se realizan las actividades del proceso a analizar y marcarlos con la ayuda de los símbolos básicos establecidos.
3. Marcar la trayectoria, la cual debe coincidir con la ruta del proceso en análisis mediante flechas orientadas en dirección del flujo de trabajo, la trayectoria también puede basarse en su respectivo cronograma realizado previamente.
4. Realizar las mediciones de los movimientos y anotarlos.

## 2.19. Ejemplo de diagrama de recorrido (taller mecánico)

- Un técnico mecánico se encuentra en la bodega de herramientas seleccionando un par de cilindros para realizar un cambio de cilindros a un motor (3 metros), una vez que encuentra un par con las dimensiones y especificaciones correctas se dirige hacia el área de máquinas y herramientas lugar que se encuentra situado a (5 metros) donde se realiza un bruñido, posteriormente se traslada hacia el área de reparación del vehículo situado a (7 metros) lugar donde se realiza su instalación, y finalmente, después de su colocación son supervisadas para asegurar que todo fue correctamente instalado.

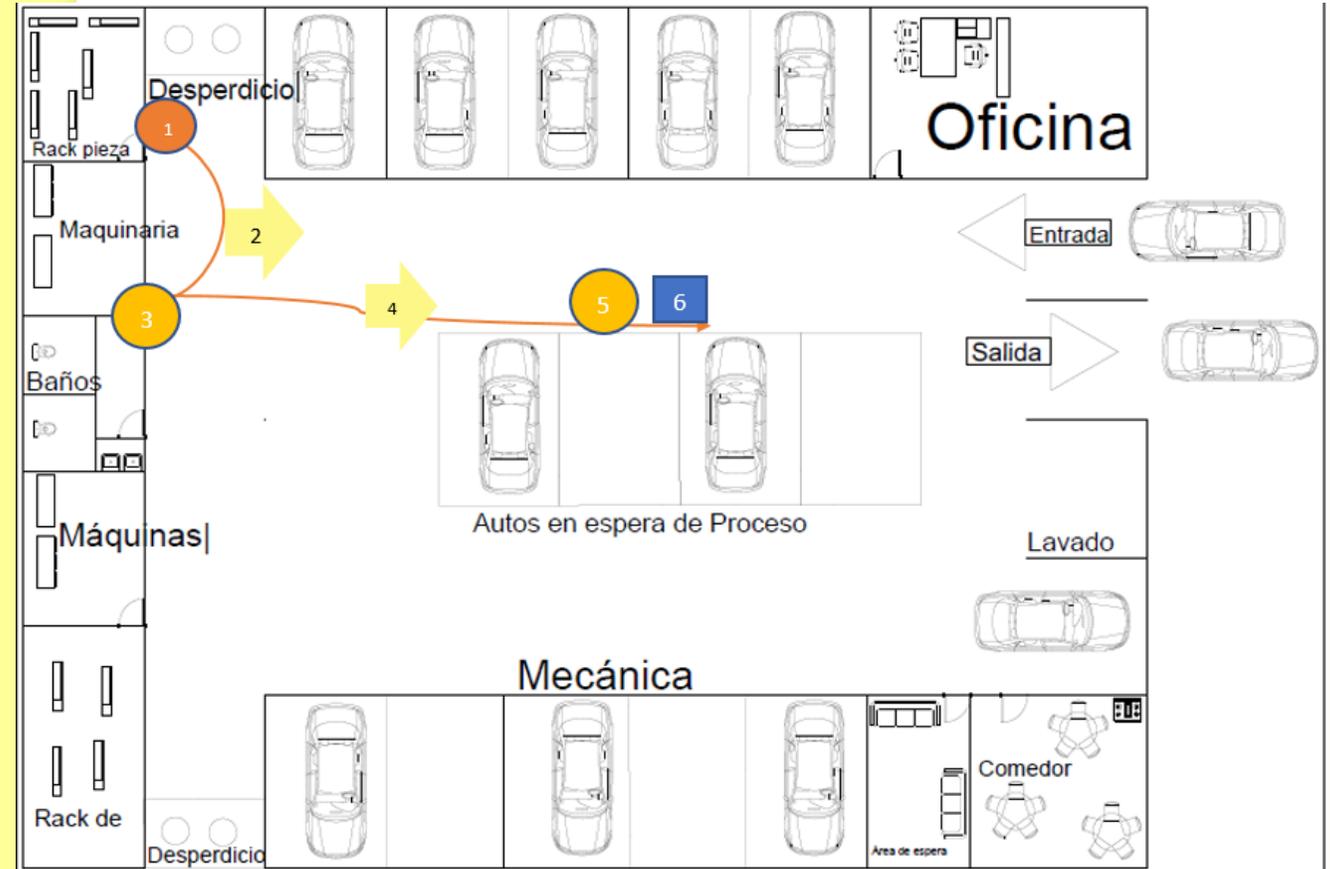


Figura 2.13 Ejemplo de diagrama de recorrido (de un taller mecánico). Elaboración propia

## 2.20. Diagrama de hilos o de espagueti

El diagrama de hilos o también conocido como diagrama de espagueti es una representación gráfica a escala de la distribución de la planta en donde se puede observar los recorridos realizados por los operarios, trabajadores y maquinaria. Esto se realiza con la finalidad de observar desperdicios en tiempos por distancias recorridas innecesarias, por ejemplo: entre estaciones de trabajo y desperdicios por cruces de las rutas del flujo de los operarios, entre otros.

### • Pasos recomendados para su elaboración

1. Realizar un croquis a escala de preferencia con medidas reales así como cada una de las áreas, máquinas y todo lo involucrado a la distribución de la planta o área de análisis.
2. Delimitar el proceso de análisis lo que incluye entradas, salidas así como las máquinas y áreas.
3. Observar el desplazamiento del operario al realizar cada una de sus operaciones.
4. Documentar de manera gráfica cada uno de los movimientos sobre el croquis realizando con una línea continua la cual cruzara por cada una de las áreas, así como el desplazamiento del operario y asignando un número sucesivo por cada actividad.



## 2.21. Ejemplo de diagrama de hilos (proceso de recepción y reparación de vehículos)

- Se desea realizar el diagrama de hilos o de espagueti del proceso de recepción y reparación de un vehículo, desde su entrada al taller mecánico hasta su entrega con el cliente.

### 1. Recepción del vehículo (Gerencia)

- El vehículo llega al taller y es entregado por el dueño.
- Se toman los datos del dueño y del vehículo.
- Se revisan posibles golpes, imperfecciones en pintura, chasis y se registra para poder corroborarlo por el dueño y evitar problemas a la hora de la entrega.

### 2. Toma de datos y síntomas. (Supervisor de Mecánica)

- Se pide que el dueño realice una descripción de los síntomas presentados por el vehículo.
- Se registran todos los síntomas en la bitácora.

### 3. Revisión (Cuadrilla de Mecánica)

- Se realiza la revisión, con base en los síntomas.
- Se anotan observaciones encontradas en la revisión en la bitácora.

### 4. Entrega de diagnóstico y costos (Gerencia)

- Se da un diagnóstico con base en lo registrado al previo análisis.
- Se genera el proceso de costos por reparación.
- Se anota el procedimiento de falla.
- Se anota las refacciones necesarias.
- Se da un tiempo de reparación y entrega

### 5. Aceptación del proceso de reparación. (Cuadrilla de mecánica)

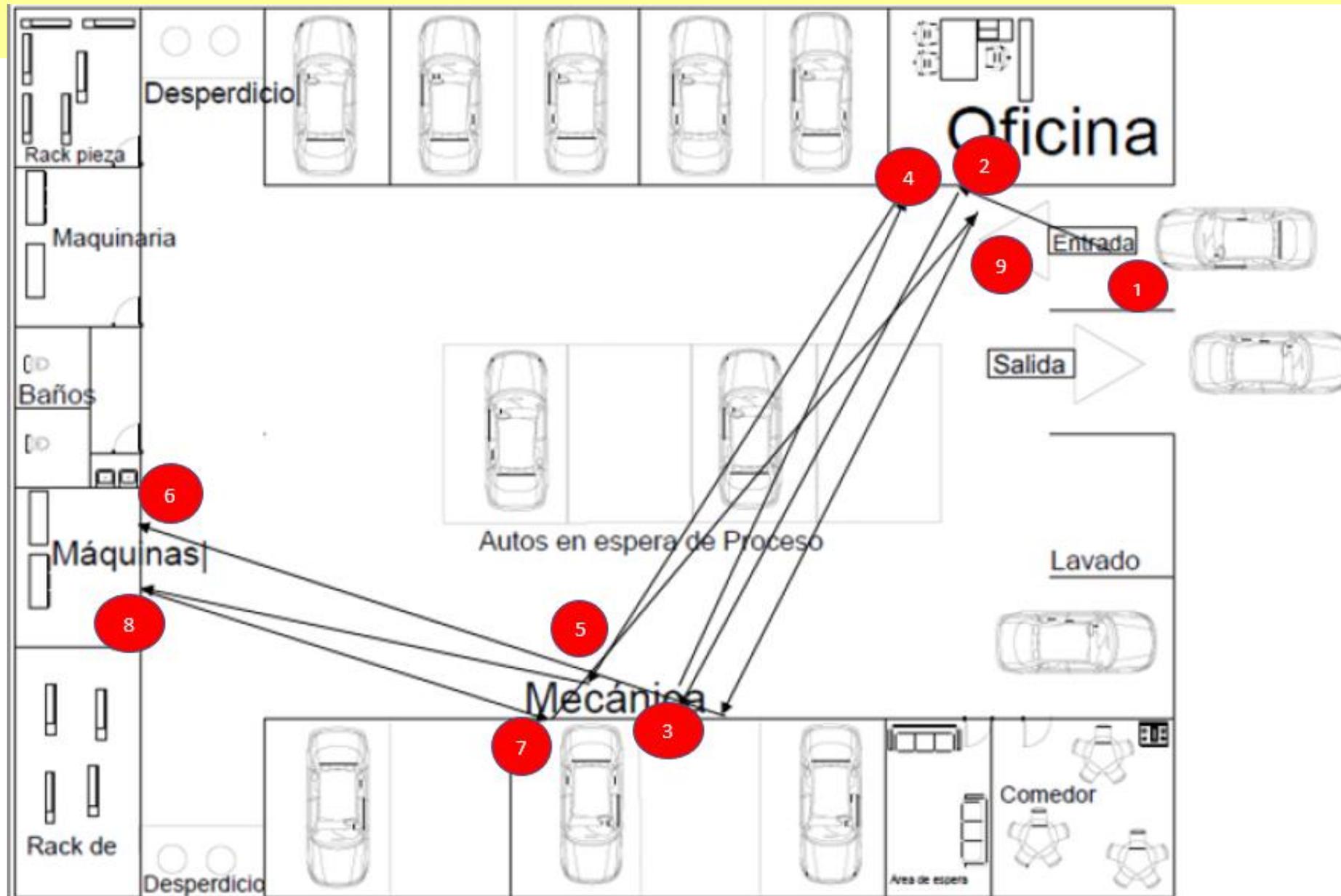
- Sí el cliente está de acuerdo con el proceso a seguir.
- Sí el cliente está de acuerdo con los costos.
- Sí el cliente está de acuerdo con las refacciones se procede a realizar la reparación.

### 6. Prueba (Supervisor)

- Una vez concluida la reparación se realizan las pruebas, las cuales pueden ser dentro del taller o en campo para asegurar que el vehículo está en buen estado.

### 7. Entrega y conformidad. (Cliente)

- Se hace la entrega del vehículo en la fecha acordada en el contrato, y se expide una garantía conforme a la falla y proceso de reparación.



**Figura 2.14** Ejemplo de un diagrama de hilos (proceso de recepción y reparación de vehículos). Elaboración propia

## 2.22. Diagrama de ensamble

El diagrama de ensamble es aquel que nos muestra de manera cronológica todas las operaciones así como su secuencia de adición conforme el avance del proceso de fabricación de un producto o servicio.

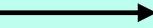
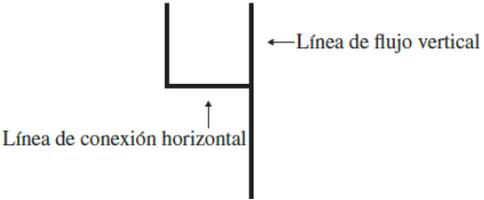
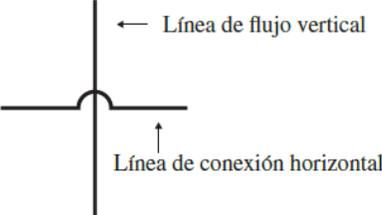
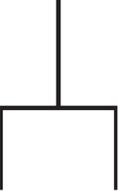
Nos proporciona información principal como son: Inspección, márgenes de tiempos, materiales implementados y operaciones. Partiendo desde un inicio con la entrada de materia prima y finalizando con el producto terminado.

Se pueden encontrar algunos datos adicionales que enriquecen este diagrama como son: número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre del elaborador, entre otros.

### • Diagrama de ensamble pasos recomendados

1. Identifica el proceso a analizar.
2. Delimitar las entradas y salida de cada operación, así como del ensamble final.
3. Observar todos los procesos más de una vez, tantas veces como sean necesarias.
4. Documentar de manera escrita o gráfica.
5. Realizar el diagrama utilizando la nomenclatura establecida.
6. Numerar cada una de las actividades de manera sucesiva, así como una descripción.



SIMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Operación:</b> cualquier materia prima es transformada de manera planificada.
	<b>Inspección:</b> se evalúan las características en función de normas externas previamente establecidas.
	<b>Flujo:</b> flujo del proceso
	<b>Materiales:</b> alimentan las líneas de flujo <b>Entradas:</b> entrada o ensamble de material por la izquierda de la línea vertical. <b>Salidas:</b> salidas o desensamble por la izquierda de la línea vertical.
	<b>Unión:</b> ejemplo de una entrada o ensamble de material.
	<b>Sin unión:</b> cruce de flujo de proceso y material sin interacción mutua.
	<b>Rutas alternas:</b> ruta alterna a la salida de un flujo de proceso.
	<b>Retrabajo:</b> retraso en la línea de proceso.

# Simbología

Figura 2.15 Simbología de los diagramas de ensamble  
 Fuente: Elaboración propia

## 2.23. Ejemplo de diagrama de ensamble (fabricación de un motor eléctrico)

Ejemplo: fabricación de un motor eléctrico (del material)

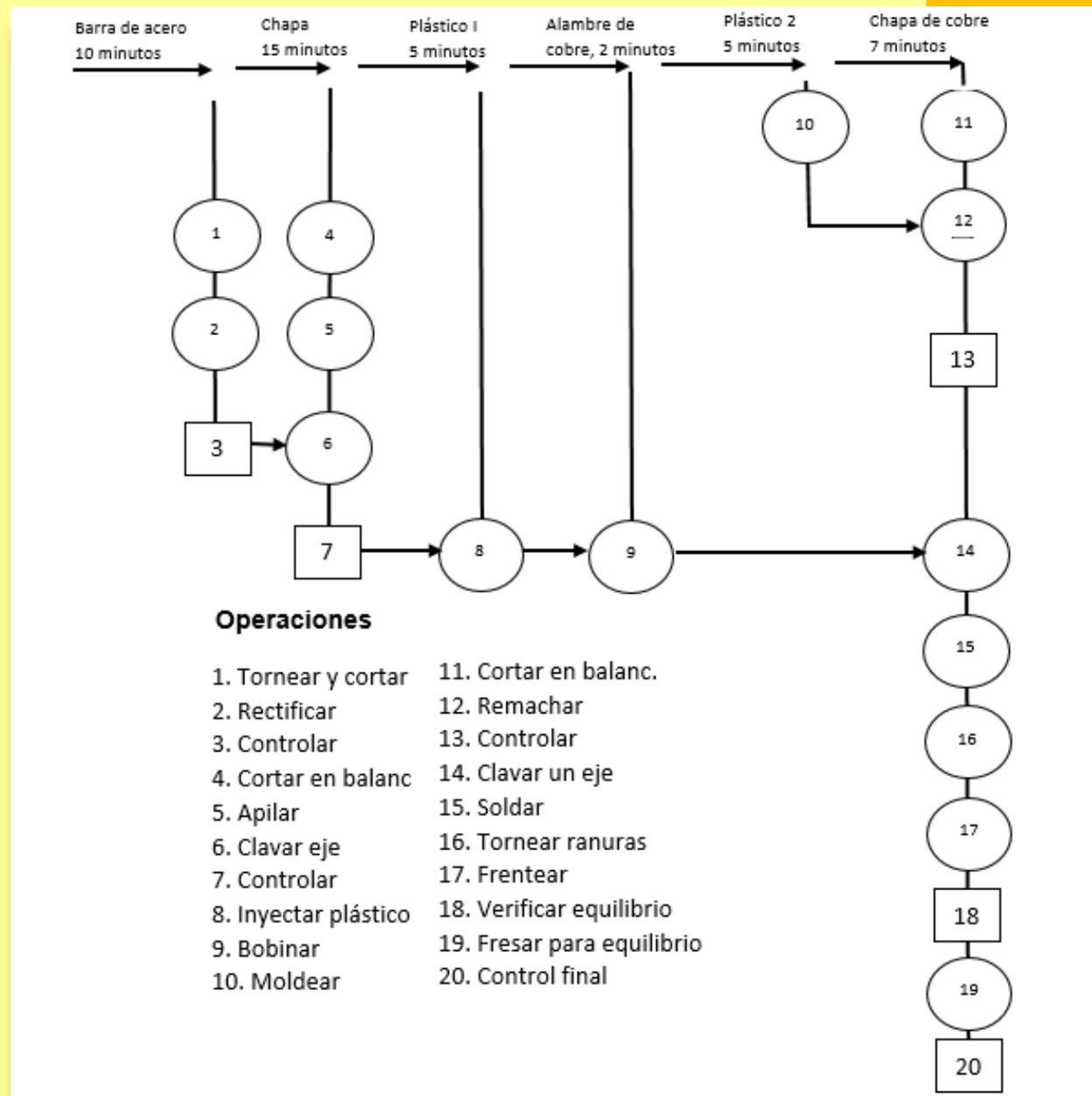
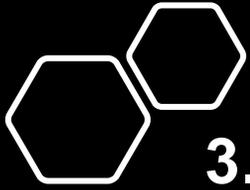


Figura 2.16 Ejemplo de diagrama de ensamble (fabricación de un motor eléctrico). Elaboración propia

# 3. Otros métodos de mapeo



Freepik. (2020). Ilustración de toma de decisiones. [Figura].  
Recuperado de: (<https://unidavigo.es/tomar-decisiones/>)



### 3.1. SIPOC: “supplier, input, process, output, customer”

4	5	1	2	3
S	I	P	O	C
Supplier (proveedor)	Input (Entradas)	Process (Proceso)	Output (Salida)	Customer (Clientes)
Todos aquellos proveedores críticos que nos proporcionan los insumos para los productos o servicios.	Todos los insumos, materiales, maquinaria, recursos, datos, que son necesarios para realizar un proceso	Todas las actividades que utilizan las entradas para producir una salida; producto o servicio que tiene un valor para el cliente	Producto o servicios que puede percibir el cliente, los cuales son resultado del proceso y su fin es satisfacer las necesidades del cliente	Cualquiera que recibe output o salidas, puede ser interno o externo.

Figura 3.1 Composición de un SIPOC. Elaboración propia

- El SIPOC es un mapa de proceso de alto nivel el cual nos ayuda a identificar las fronteras de inicio a fin de un proceso para elaborar un producto o servicio, puede ser usado como primera herramienta en la mejora.

#### Nos proporciona información como son:

- Principales tareas y actividades.
- Los límites del proceso.
- Las variables de los procesos de salida.
- Las variables de los procesos de entrada.
- Quien recibe las salida o cliente.
- Qué es lo que quiere o necesita el cliente.

- Las variables de los procesos de entrada.
- Quiénes son los proveedores de los procesos de entrada.
- Los requerimientos de los procesos de entrada.
- Identificar e integrar el proceso a analizar.
- Identificar el alcance y delimitar las fronteras de inicio a fin.

## 3.2. Ejemplo de SIPOC (impresión)



**Figura 3.2** Ejemplo de un SIPOC (aplicado a una imprenta). Elaboración propia

## Pasos generales para la fabricación de un SIPOC

1. Identificar las fronteras del PROCESO de inicio a fin.
2. Realizar una lista de SALIDA del proceso, como son: salidas físicas, mediciones o características.
3. Realizar una lista de los CLIENTES del proceso, los cuales pueden ser internos o externos, directo o indirectos.
4. Realizar una lista de PROVEEDORES quienes nos facilitaran las entradas necesarias.
5. Enlistar todas las ENTRADAS necesarias para realizar los procesos.

### 3.3. Diagrama de flujo (flujograma)

- El diagrama de flujo o también conocido como flujograma es la representación gráfica secuencial de cada uno de los pasos que integran un proceso o flujo de trabajo, el cual puede involucrar: acciones, operaciones o tareas de inicio a fin con el objetivo de crear un producto o servicio que satisface la necesidad de un cliente.
- Mientras más información se incorpore al diagrama mediante los símbolos que son los que representan lo que ocurre en el proceso más fácil será de identificar los puntos críticos del proceso que agregan y no agregan valor, así como movimientos que son redundantes, demoras, entre otros.
- Generalmente los diagramas nos ayudan a saber las consecuencias de posibles cambios físicos en el proceso antes de ser implementados como son: realizar entrenamientos o visualizar las interacciones entre las tareas.
- Al igual que otras herramientas como el cursograma analítico el diagrama de flujo puede tener varios enfoques de análisis tales como: material, operador o equipo.
- A continuación se muestran tres ejemplos típicos de un diagrama de flujo o flujograma con enfoque a material, operador y equipo. Más adelante se abordan otros ejemplos de diagramas de flujo.

## Pasos recomendados:

- Identificar el proceso a diagramar, de ser posible observar directamente el proceso las veces que sean necesarias.
- Definir límites del proceso.
- Identificar los procesos y aspectos como: entradas, salidas, decisiones, bucles, interacciones y actores principales que afectan de manera directa.
- Incorporar la información en el diagrama haciendo uso de la simbología.

- Mantener los símbolos equidistantes, llevar un flujo de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.
- Evitar hacer cruces de líneas, de ser necesario usar conectores.
- Debe ser lo más claro y simple posible.

## Simbología

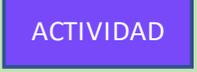
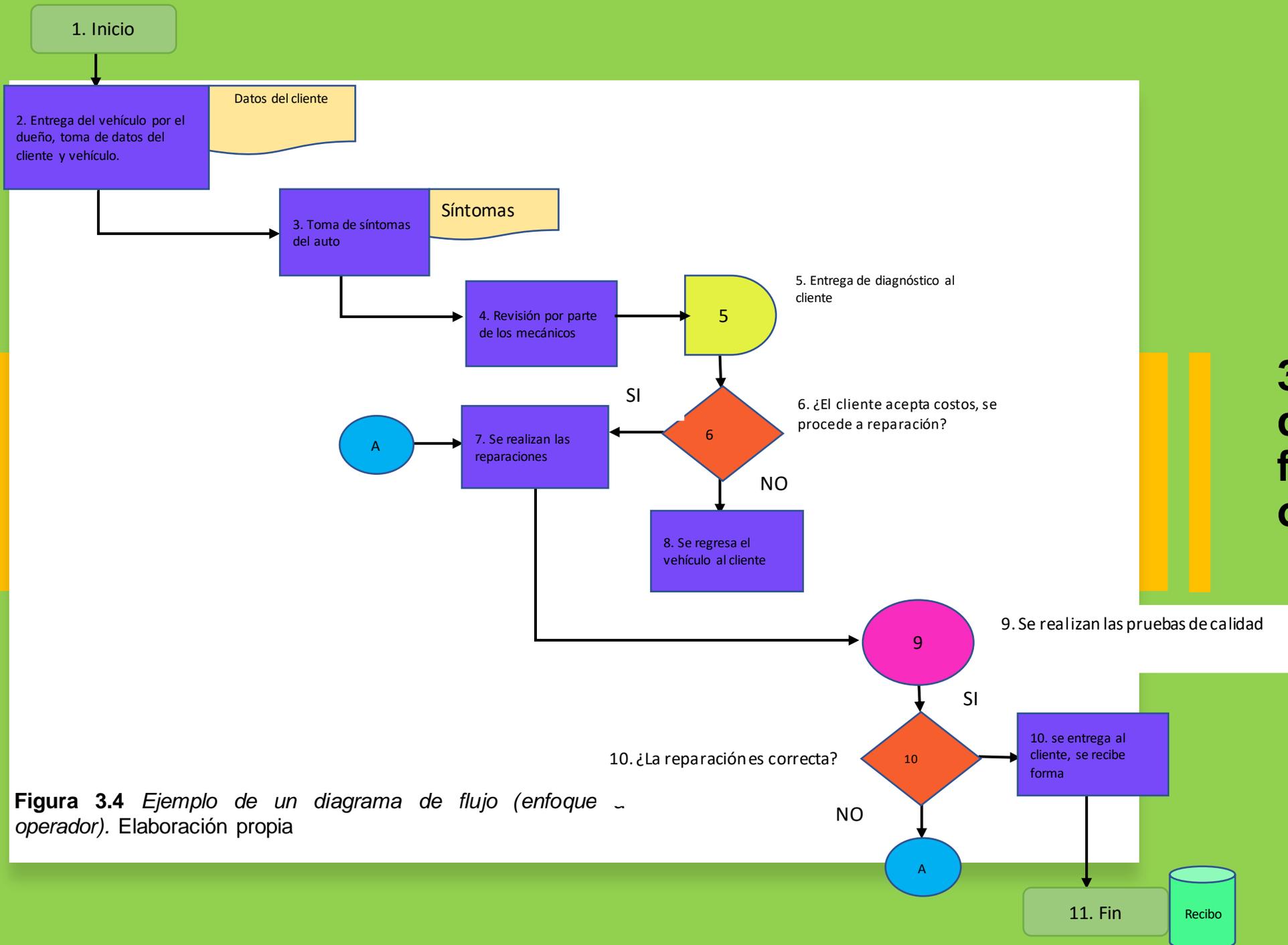
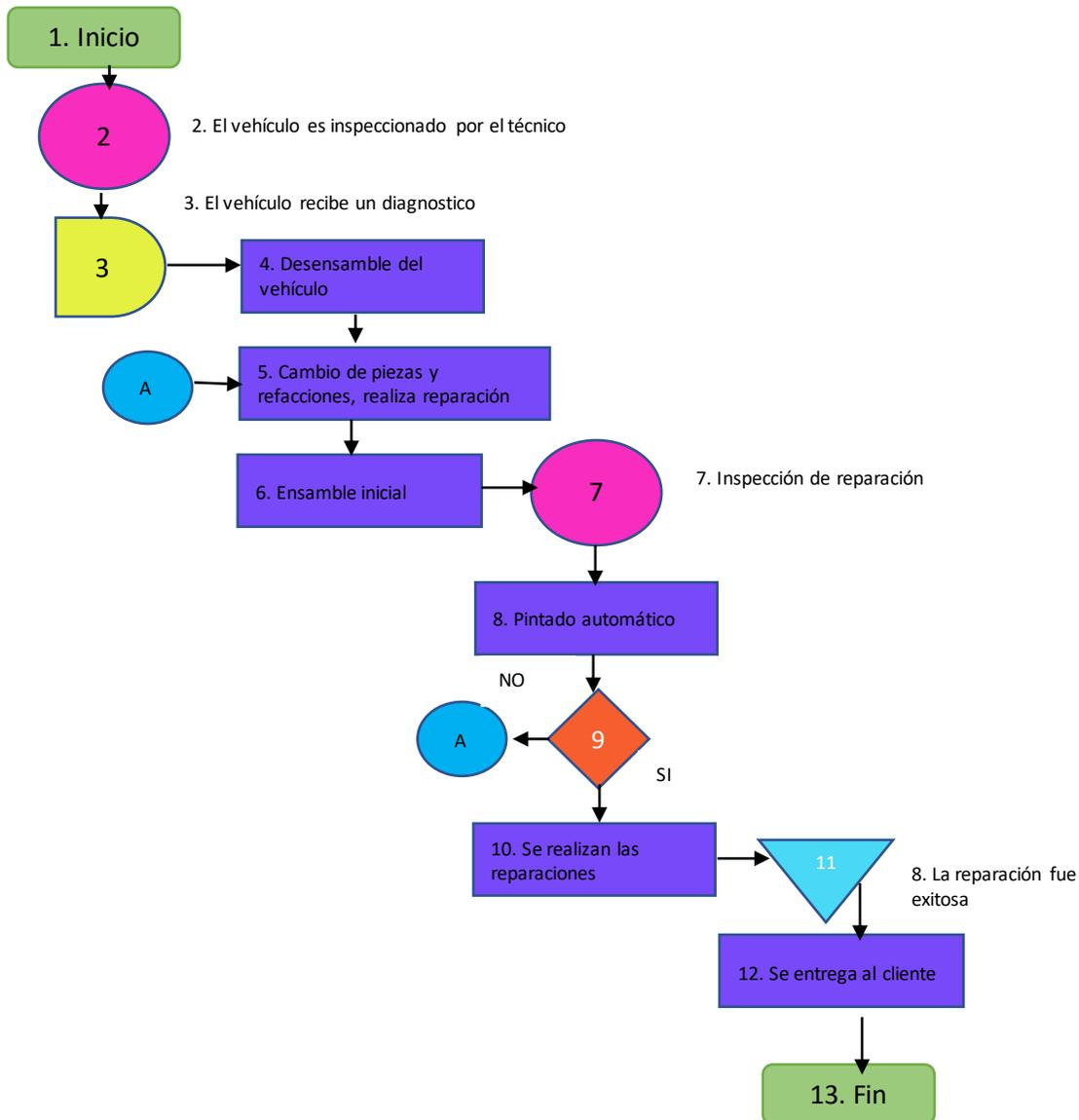
SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	<b>Inicio/ Fin</b>	Indica el Inicio o Fin del proceso
	<b>Operación</b>	Indica una actividad o tarea realizada en el proceso lo que equivale a realizar un cambio en la materia prima o insumo
	<b>Movimiento</b>	Indica un transporte o desplazamiento en la materia prima o insumo
	<b>Inspección</b>	Detención o paro programado para evaluar la calidad de una materia prima o insumo
	<b>Demora</b>	Paro no programado que no ayuda al flujo del proceso.
	<b>Almacenamiento</b>	Resguardar producto terminado o en proceso en una área específica, las cuales necesitan de una autorización formal para su movimiento.
	<b>Decisión</b>	Punto crucial de decisión del flujo del proceso
	<b>Documento</b>	Indica que el resultado o salida de alguna actividad está siendo documentado
	<b>Base de datos</b>	Indica que el resultado o salida de un proceso está siendo almacenado
	<b>Conector</b>	Indica la salida y continuación del flujo del proceso, que evita el entre cruce de líneas de movimiento

Figura 3.3 Simbología de los diagramas de flujo. Elaboración propia



### 3.4. Ejemplo de diagrama de flujo (enfoque a operador)

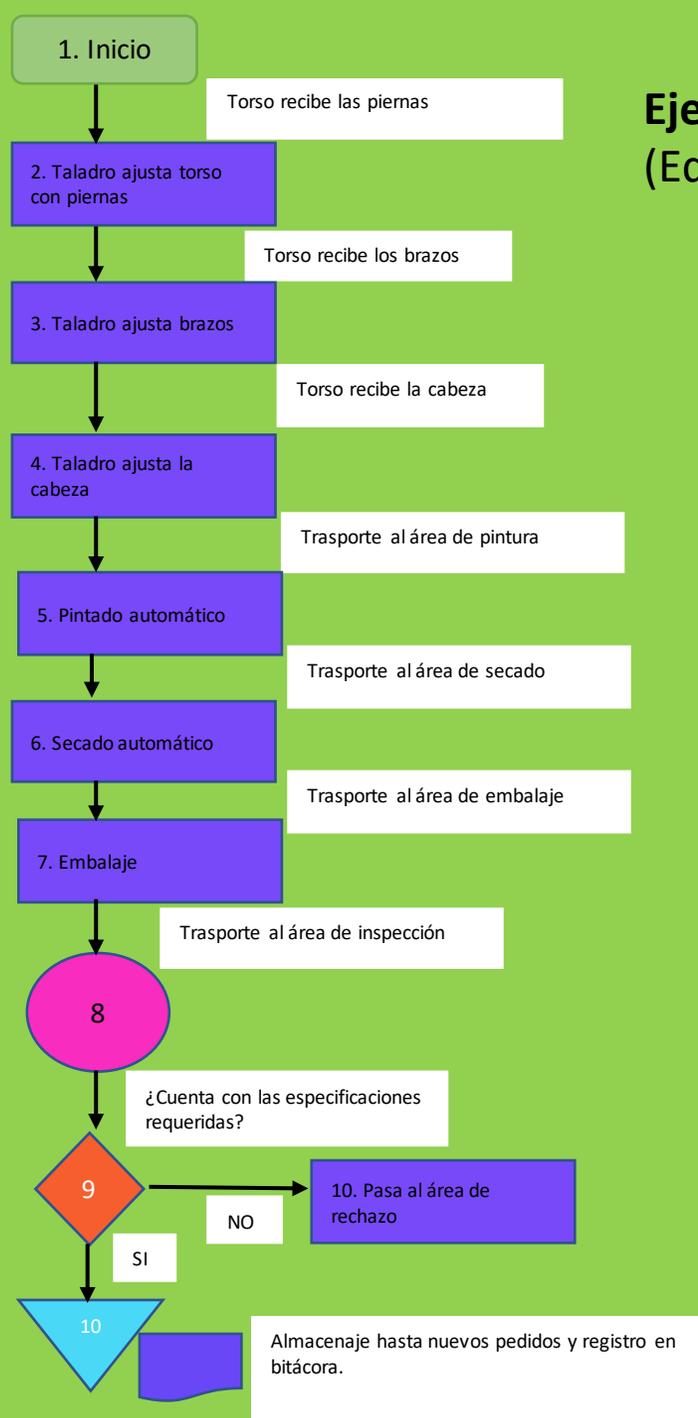
Figura 3.4 Ejemplo de un diagrama de flujo (enfoque a operador). Elaboración propia



### 3.5. Ejemplo de diagrama de flujo, proceso de aceptación y reparación de un vehículo (enfoque a material)

Figura 3.5 Ejemplo de un diagrama de flujo (enfoque a materiales). Elaboración propia.

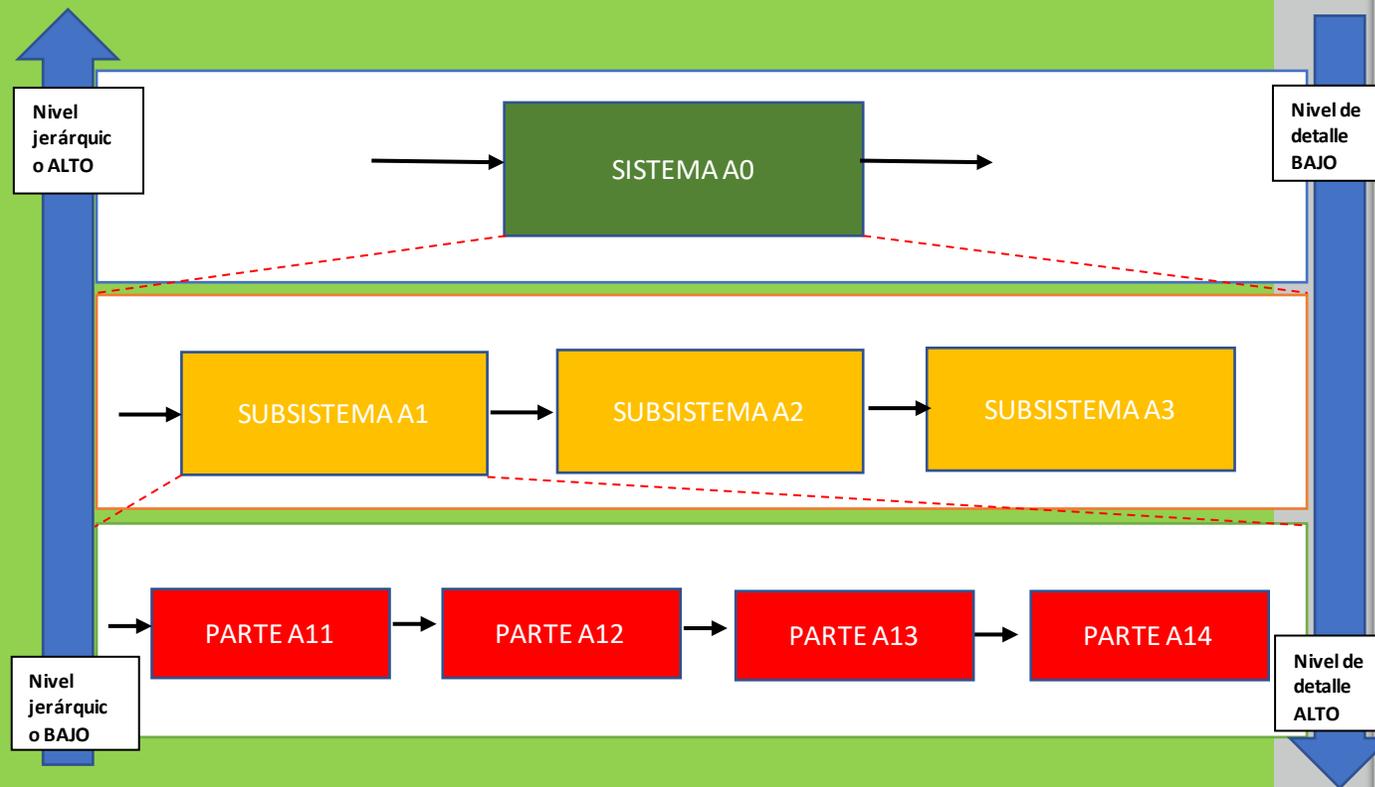
### 3.6. Ejemplo de diagrama de flujo de ensamble de un robot de juguete (enfoque a equipo)



**Ejemplo:** ensamble de un robot de juguete (Equipo)

Figura 3.6 Ejemplo de un diagrama de flujo (enfoque a equipo). Elaboración propia

## 3.7. IDEFT, integration definition functional modeling (diagrama de relación de procesos y de flujo)



El IDEFT es un diagrama modular que nos muestra una visión global de las interacciones y vínculos que existen entre los actores principales cuya característica es que tiene un desglose en dos direcciones; jerárquicamente y por grado de detalle.

El IDEFT está basado en el modelado de funciones, actividades, información, datos, procesos y objetos. Los cuales nos proporcionan una perspectiva del sistema funcional analizado, facilitando la comunicación entre las diferentes áreas o participantes del proceso.

Las cajas se enumeran de acuerdo con el nivel jerárquico descrito, las cuales tienen un orden descendente en jerarquía y ascendente en cuanto al grado de detalle.

### Tipos

- IDEF0: Modelamiento funcional o de actividades.
- IDEF1: Modelamiento Información.
- IDEF1x : Modelamiento de datos.
- IDEF02: Captura la dinámica de procesos.
- IDEF3: Captura de descripción de procesos.
- IDEF4: Diseño orientado a objetos.
- IDEF5: Captura la antología.

### Árbol de jerarquía

- A-0= Diagrama de Contexto.
- A0=Diagrama de Nivel cero, procesos numerados con un simple dígito 1-6.
- Descomposición jerárquica (A2, A2.2, A2.2.1).

Figura 3.7 Estructura general de un diagrama IDEFT.  
Elaboración propia

# Simbología

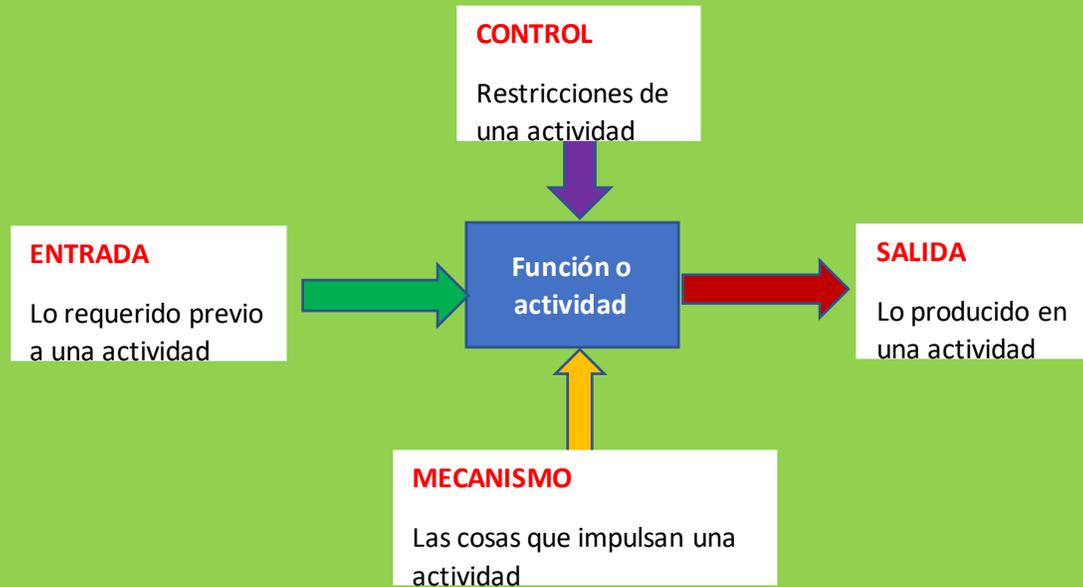


Figura 3.8 Simbología de diagrama IDEFT, entradas, salidas, control y mecanismo. Elaboración propia.

## Combinaciones

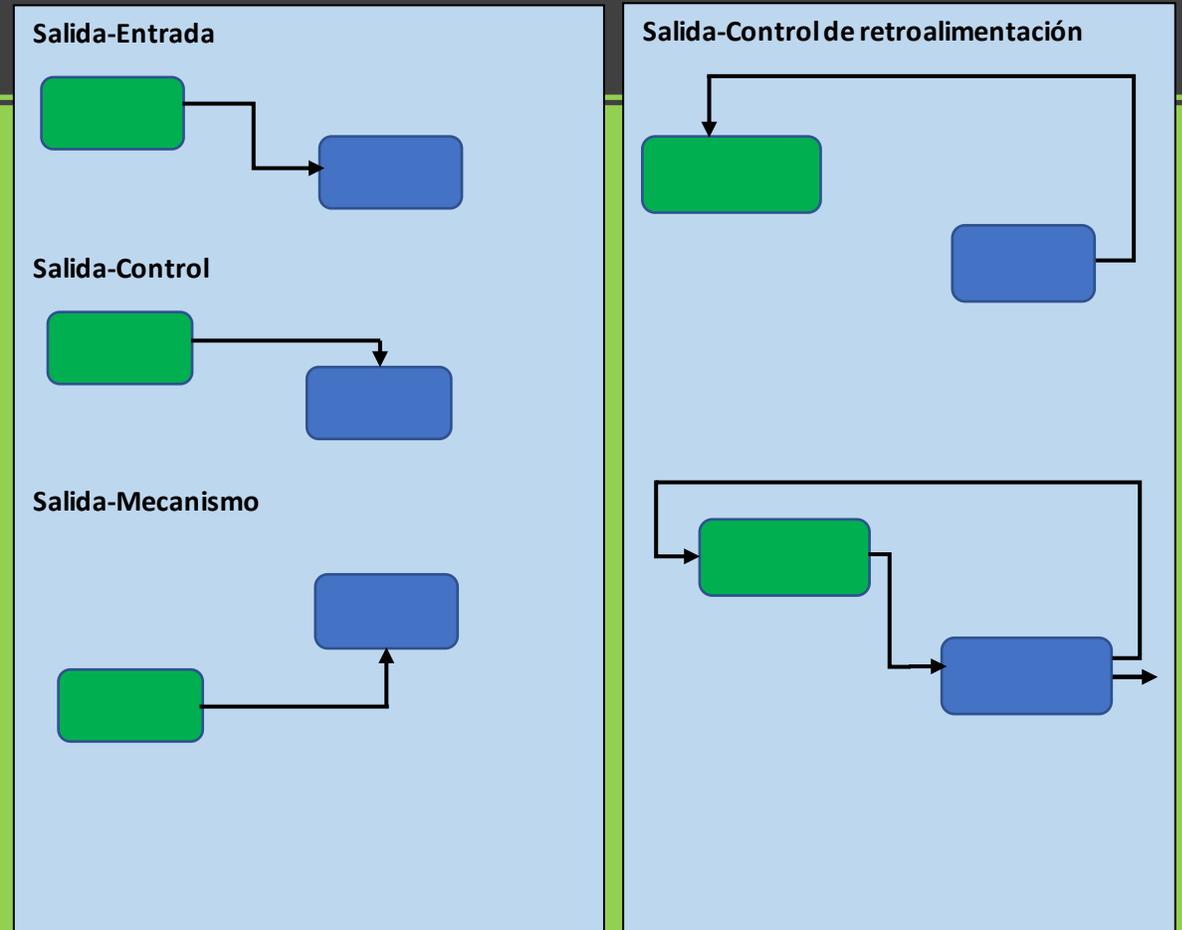


Figura 3.9 Simbología de diagrama IDEFT, combinación de entradas y salidas. Elaboración propia.

## 3.8. Ejemplo de IDEFT (construcción de un barco)

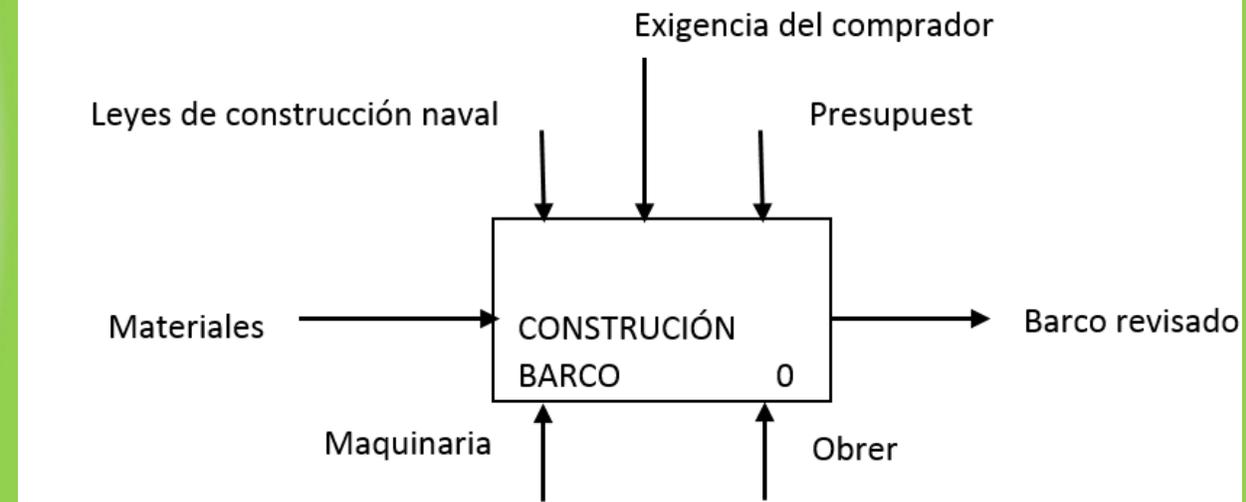
Se ha encargado modelar el proceso de construcción de un barco con las técnicas IDEFO. Al construir el barco, el proceso de construcción se organiza en las siguientes tareas:

- Hacer diseño.
- Tramitar permisos.
- Implantar diseño: Hacer el casco, hacer dependencias interiores, equipar barco e inspeccionar.

**Debe considerar entre otros:**

- Requerimientos del cliente.
- Leyes de construcción.
- Presupuestos.

**Diagrama Genérico A-0: Construir barco**



**Figura 3.10** Ejemplo de diagrama IDEFO. Tomada de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Diseño de modelos y Procesos de Negocios con Ti, Carlos Reveco D.

# Diagrama A0: construir el barco y diagrama A3: implementación de diseño

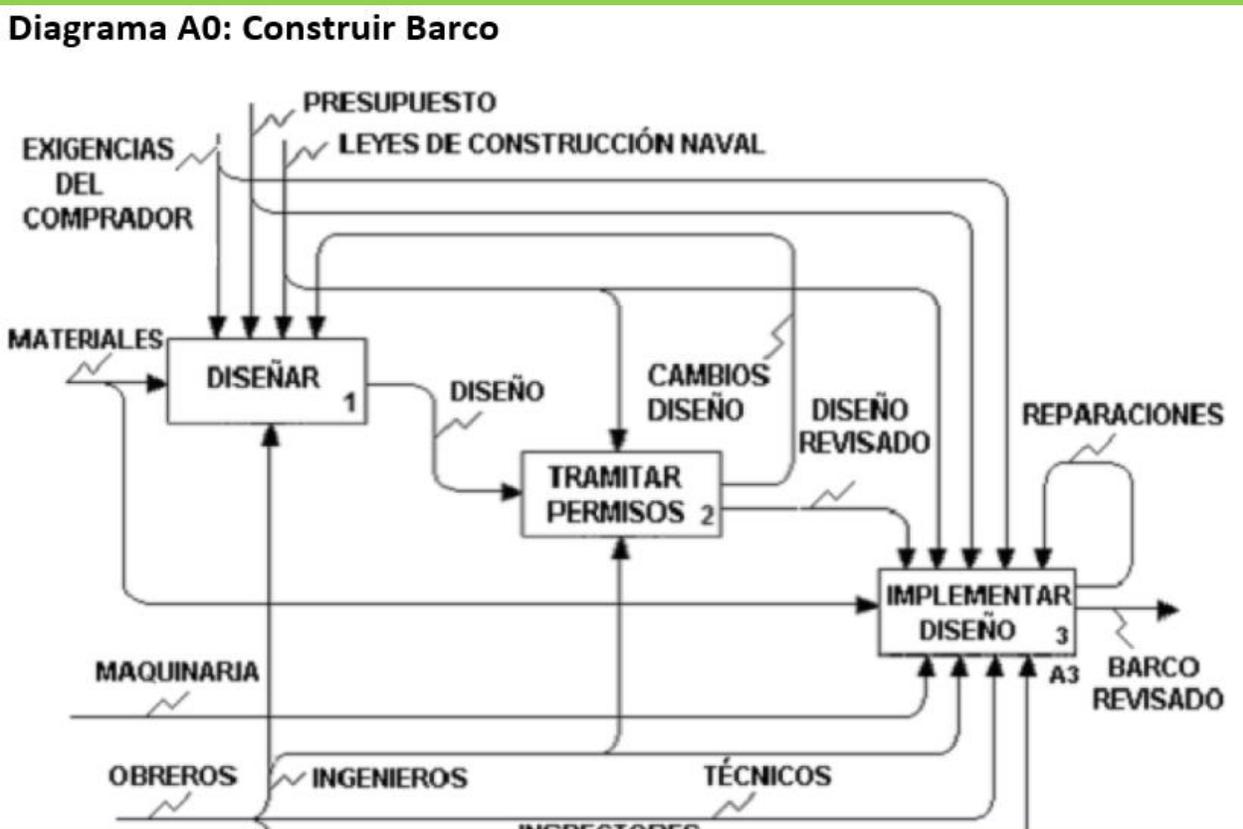


Figura 3.11 Ejemplo de diagrama IDEFT A0. Tomada de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Diseño de modelos y Procesos de Negocios con Ti, Carlos Reveco D.

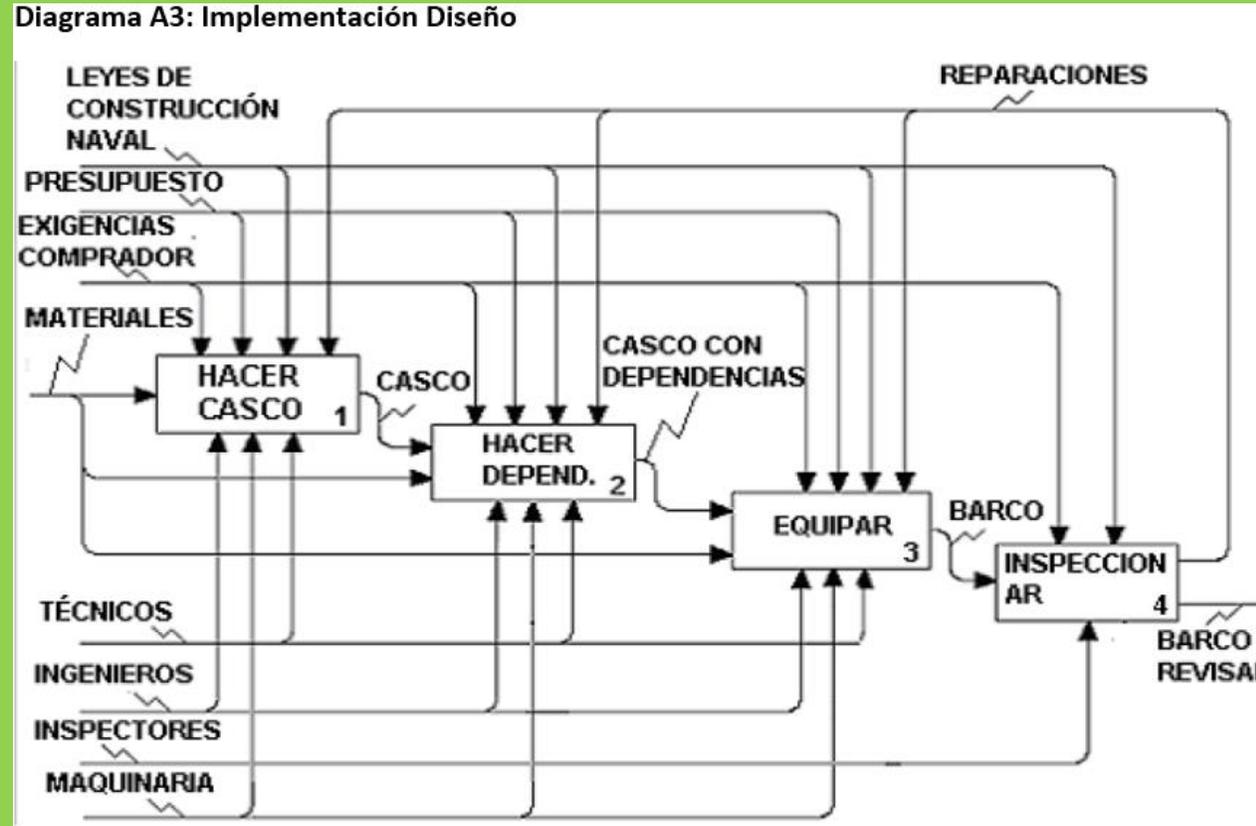


Figura 3.12 Ejemplo de diagrama IDEFT A3. Tomada de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Diseño de modelos y Procesos de Negocios con Ti, Carlos Reveco D.

## 3.9. Gráfica de función de tiempo

La gráfica de función de tiempo es otro tipo de diagrama de flujo con pequeños pero significantes cambios, en este diagrama se agregan los tiempos por cada tarea en la parte inferior de la gráfica, con el cual podemos identificar el tiempo total, así como de cada una de las tareas. También se agregan carriles para dividir las funciones y poder rápidamente diferenciar cada función de manera gráfica.

Estos agregados nos permiten realizar un rápido análisis de tiempos y movimientos entre las áreas, lo que contribuye a realizar los cambios necesarios para su posible modificación.

- Mapeo del proceso para un producto que requiere operaciones de impresión extrusión en American National Can Company.

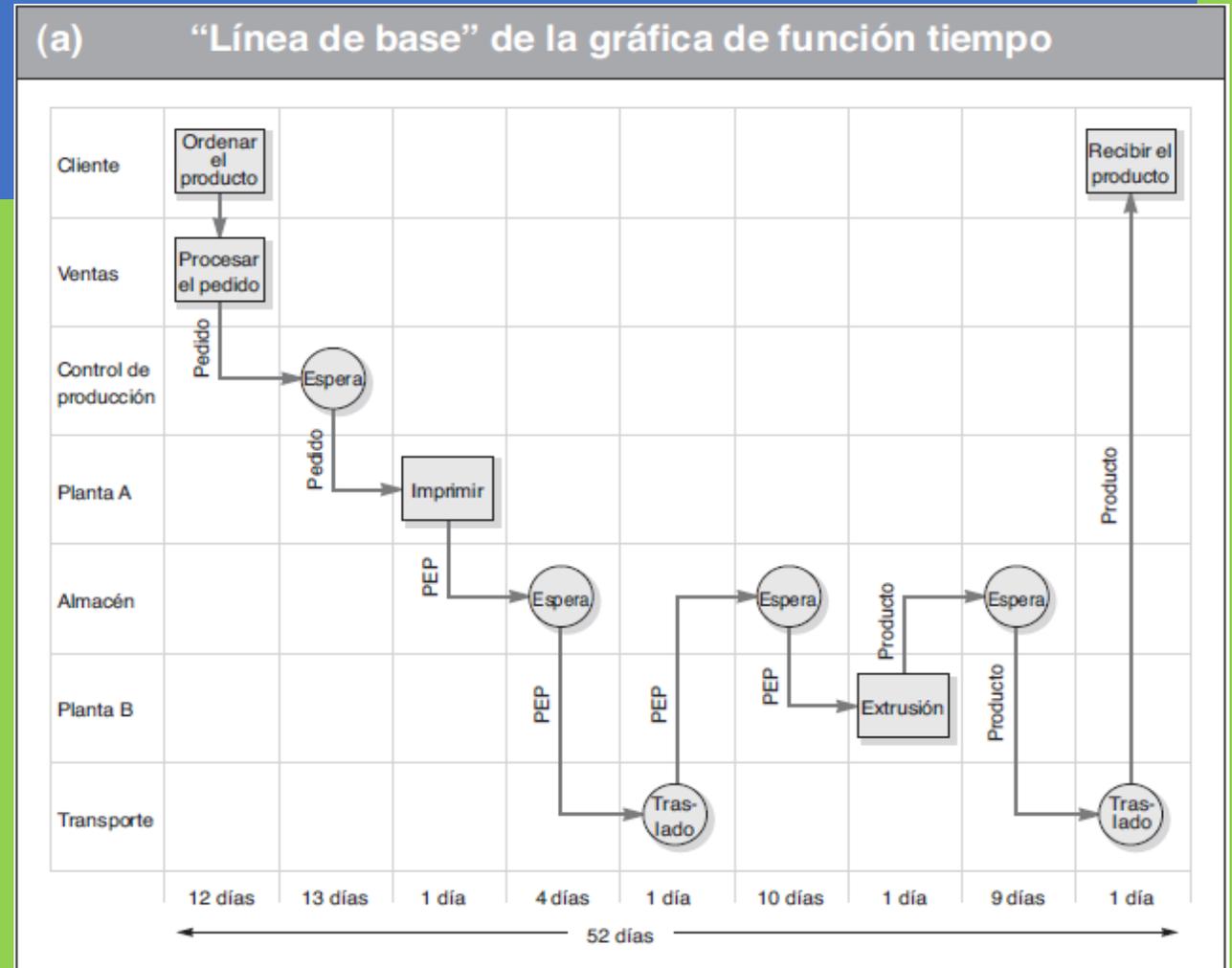


Figura 3.13 Ejemplo de gráfica de función de tiempo. Tomada de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano

### 3.10. VSM (Value Stream Mapping) o gráfica del flujo de valor

El VSM es una variación de la gráfica de función de tiempos con la diferencia de que en el VSM se puede visualizar la interacción de los puntos que agregan valor y los que son desperdicios a lo largo del proceso, por otra parte nos muestra una amplia visión entre la cadena de suministro, el cliente y proveedores.

Teniendo la desventaja de que cada operación se observa como caja negra, pero que a su vez nos proporciona datos duros como son: número de pedidos, tiempos de tareas que agregan valor y desperdicios.

Es importante identificar que este tipo de diagrama a pesar de sonar y verse muy ambicioso en cuanto a los datos que nos puede proporcionar puede volverse tan extenso como uno lo imagine, complicando su lectura y posiblemente desvirtuando el principal objetivo de los diagramas, el cual consiste básicamente en facilidad de fabricación y rápida consulta.

Ejemplo, pedido realizado a motorola.

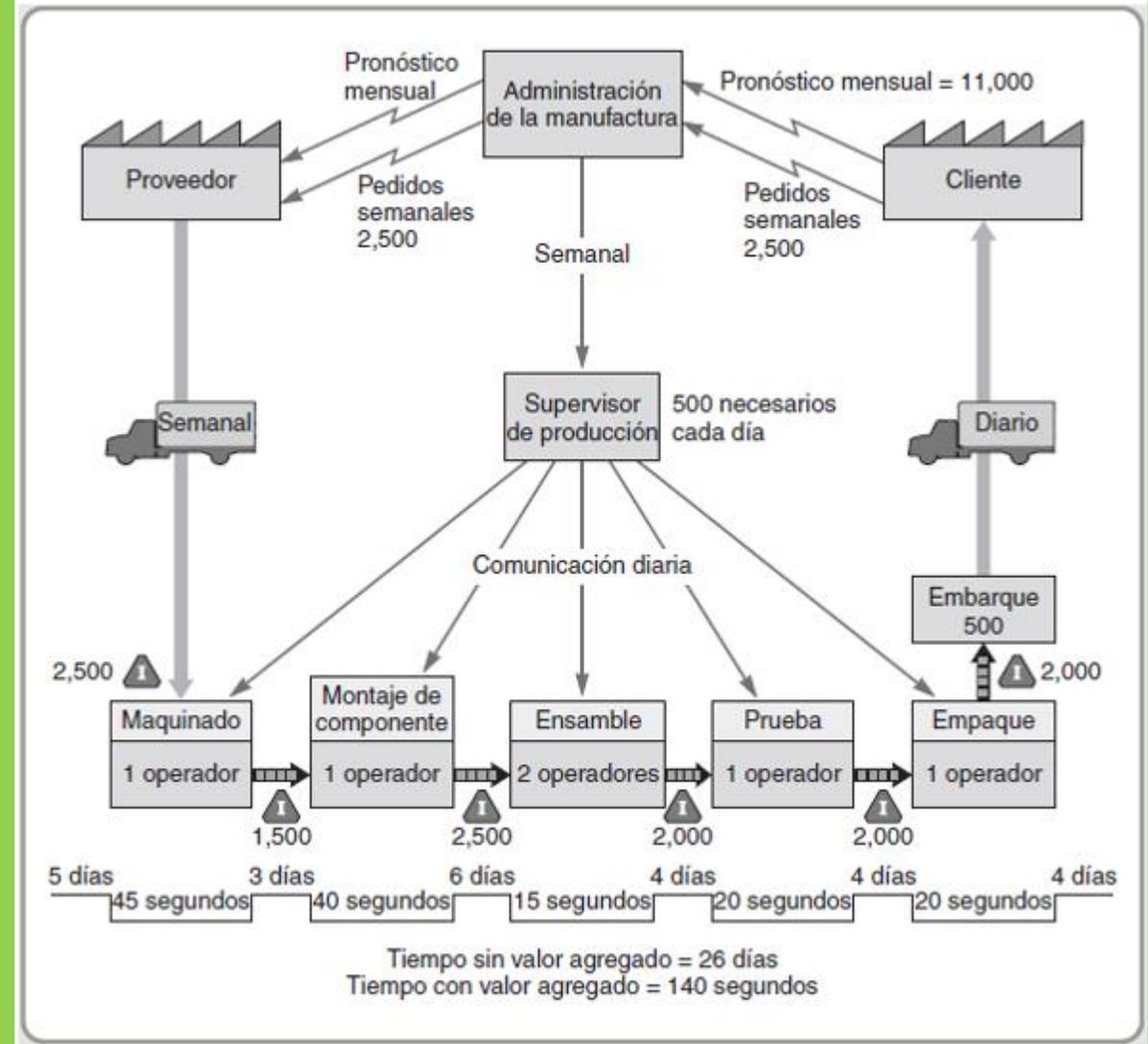


Figura 3.14 Ejemplo de aplicación de un VSM. Tomada de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano.



### 3.12. TBPM Time Based Process Map (Mapa de Proceso Basado en el tiempo)

El TBPM es un tipo de diagrama de proceso que como se puede observar tiene como base la estructura de Diagrama de Gantt con ciertos cambios y características aplicadas al análisis y mapeo de procesos, nos muestra de manera simple el estado actual de las actividades de cierto proceso, también nos permite ver de manera gráfica mediante sus barras horizontales el tiempo perdido en actividades con mayor tiempo de desperdicio o actividades que menos agregan valor.

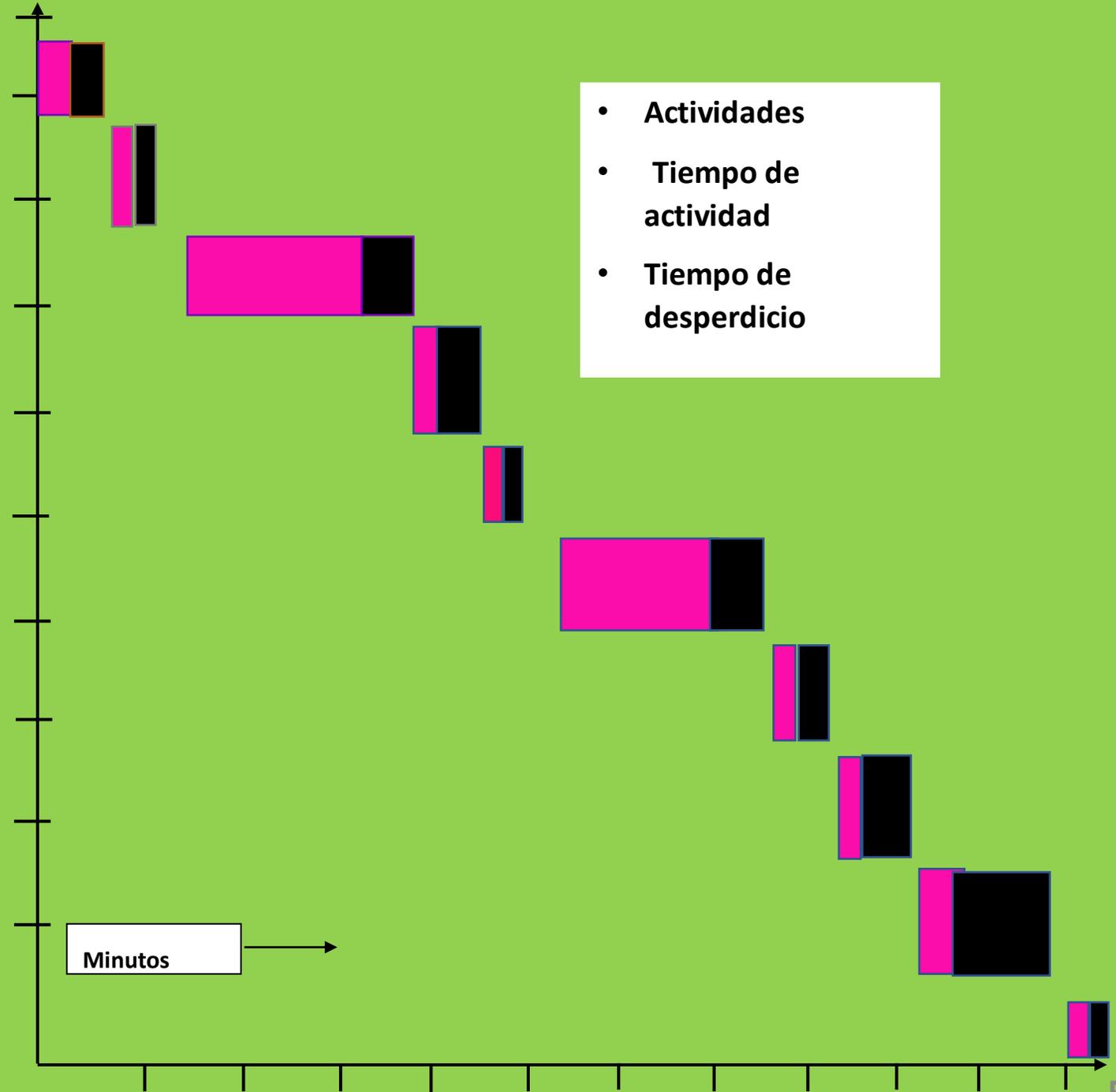


Figura 3.16 Ejemplo de un diagrama TBPM. Elaboración propia

## 3.13. Otros tipos de diagramas de flujo

Como se pudo observar en los ejemplos anteriores se mostraron algunos de los diagramas de flujo más populares y típicos usados en algunas áreas de ingeniería. Sin embargo, existen diferentes formas y representaciones de los diagramas de flujo los cuales puede cambiar de forma y aplicación pero siempre con el mismo fin; esto debido a los diferentes autores y propuestas que se han generado a través del tiempo.

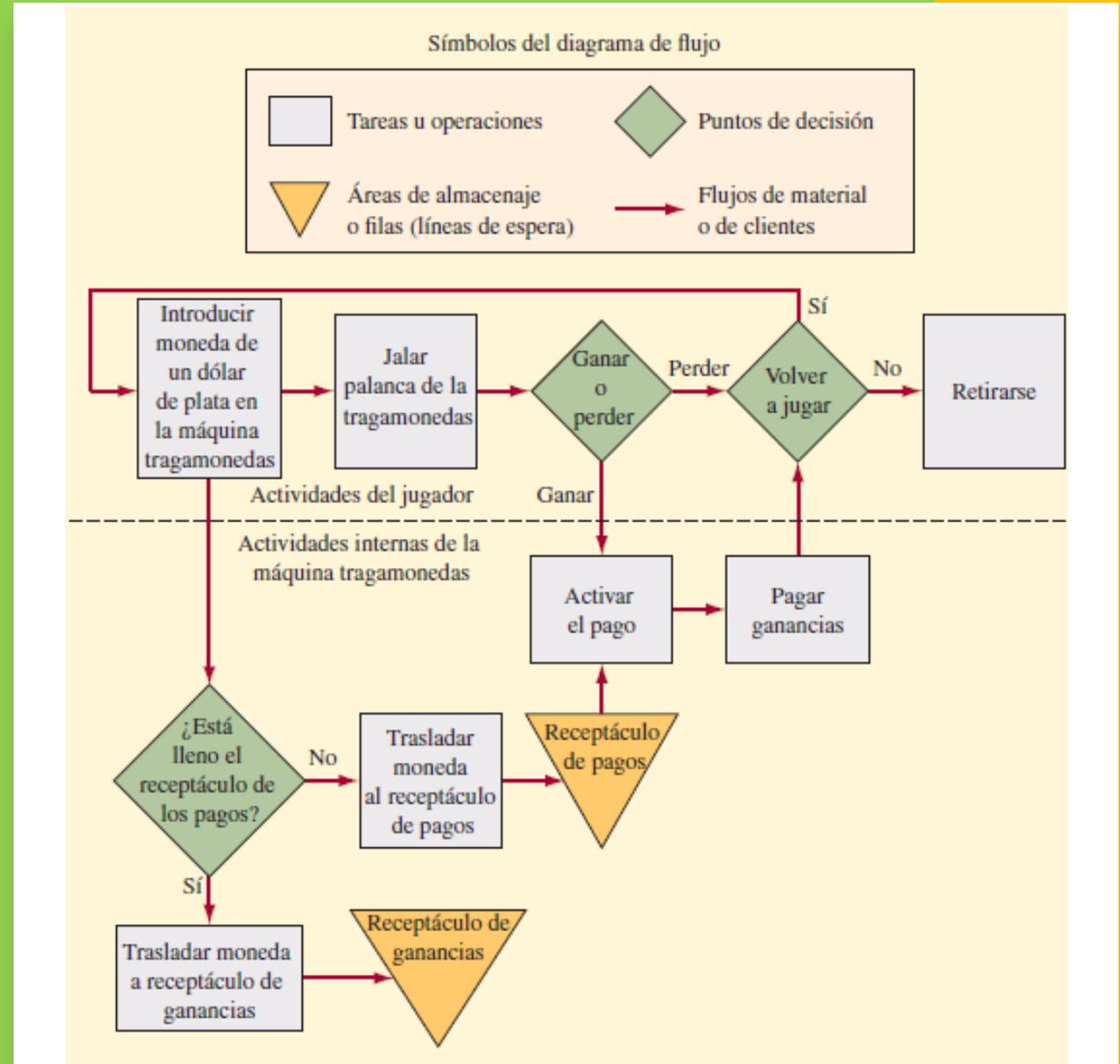
- Algunos ejemplos de los más usados se muestran a continuación:

*Fuente: Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano*

### 3.14. Ejemplo de diagrama de flujo de cajas negras (tragamonedas)

- División del proceso en tareas en el cual las tareas son tomadas como cajas negras, ya que en este diagrama el análisis de interés son las ganancias generadas por la máquina. Si el análisis fuese diferente, por ejemplo: si quisiéramos saber cómo trabaja la máquina tragamonedas tendríamos que desarrollar más las tareas y no tratarlas como cajas negras.
- Se puede observar la aplicación de Símbolos similares a los previamente expuestos en capítulos anteriores.

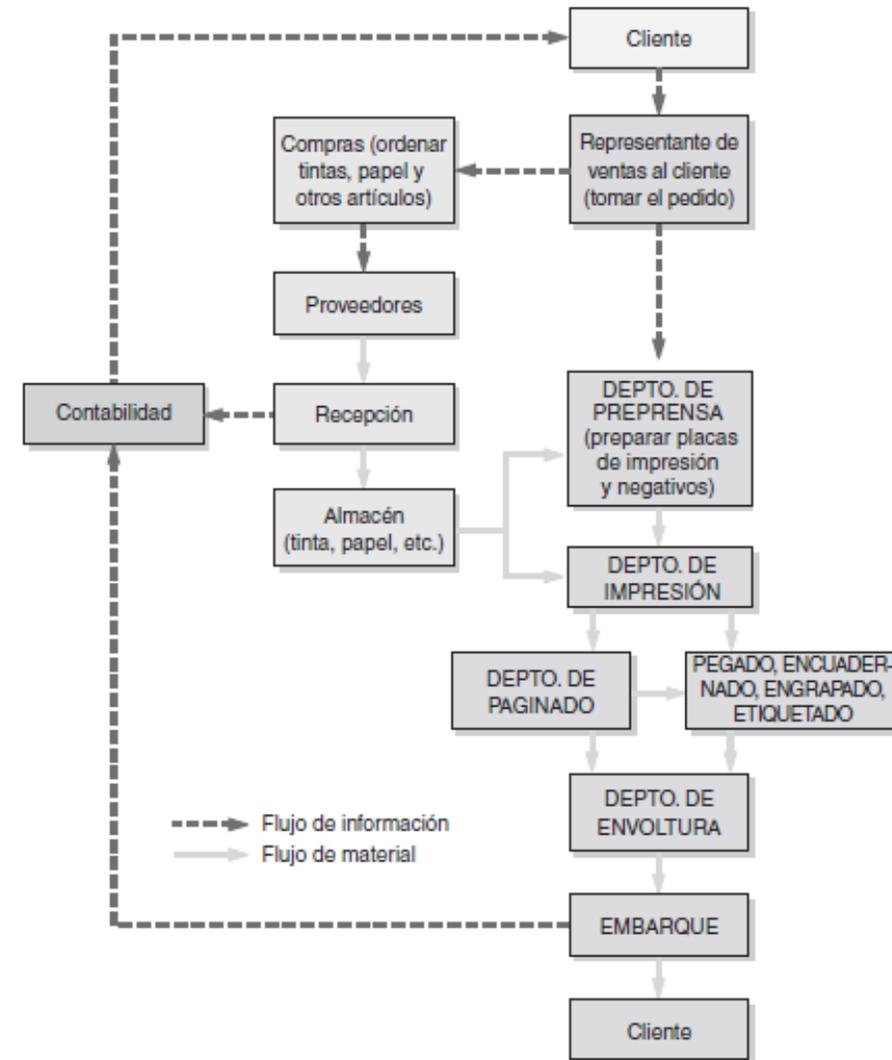
**Figura 3.17** Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un tragamonedas. Tomado de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano



### 3.15. Diagrama de flujo con enfoque a procesos de manufactura repetitiva (Proceso de producción); diagrama de flujo del proceso de producción en la planta Standard Register ubicada en Kirksville, Missouri.

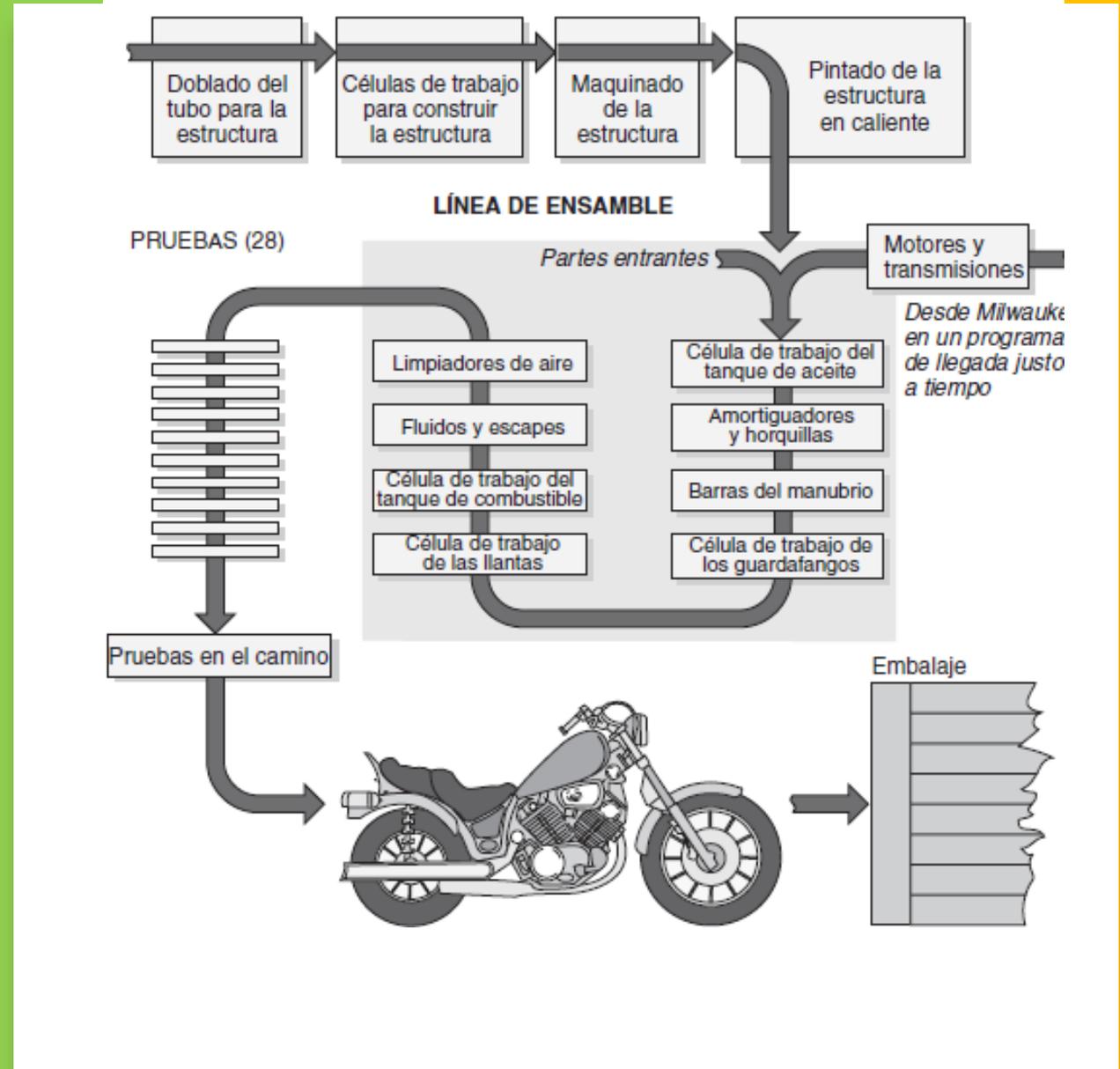
- Es un diagrama de flujo con enfoque a proceso intermitente con muchas entradas.
- Se ha fabricado un diagrama de flujo de todo el proceso de producción, desde la toma de pedido hasta el embarque.
- Como se puede observar en este diagrama de flujo no se utilizan simbologías conocidas, se limitan a realizar todo en rectángulos con la única diferenciación de las líneas de movimiento. Diferenciando una línea punteada como flujo de información, una línea continua de flujo de material y finalmente no se sigue estrictamente un orden descendente o de derecha a izquierda.

**Figura 3.18** Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de producción. Tomado de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chanse, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano



### 3.16. Diagrama de flujo del proceso de producción en la planta de ensamble de Harley-Davidson localizada en York, Pensilvania

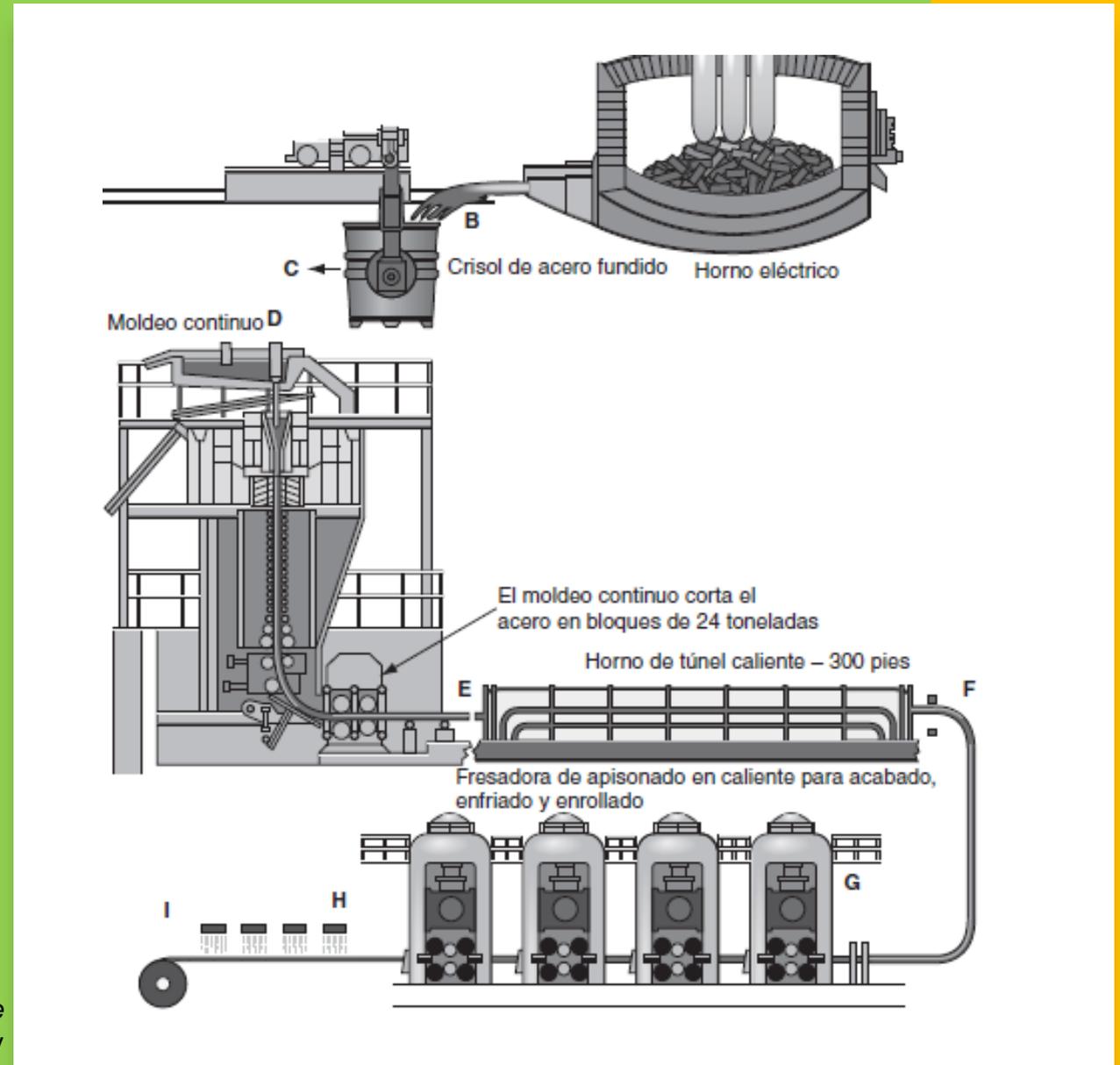
- Este tipo de diagrama de flujo cuenta con un enfoque a procesos de manufactura repetitiva debido a que forman parte o son componentes de un producto mayor, los cuales son previamente preparados para un proceso continuo.
- Se cuenta con un diagrama con células de trabajo para surtir módulos, los módulos se integran a las líneas de ensamble para dar un abanico de posibilidades de productos.
- Como se puede observar en este diagrama no se usan simbologías específicas ya establecidas, todo se realiza mediante rectángulos y el flujo a pesar de que tiene orden y es asimétrico no presenta la característica de ser ascendente ni de izquierda a derecha. Este diagrama está apoyado de dibujos los cuales nos muestran de manera clara a que se refiere el paso que continua.



**Figura 3.19** Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de ensamble. Tomado de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chanse, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano

### 3.17. Diagrama de flujo del proceso de producción de acero en la planta de Nucor localizada en Crawfords ville, Indiana. Ejemplo de Diagrama de Flujo con enfoque al producto, es un proceso continuo con pocas entradas y varias salidas (proceso de producción de acero)

- El proceso continuo se caracteriza por ser de altos volúmenes y poca variedad con corridas de producción muy grandes y continuas.
- Podemos observar un diagrama con enfoque al producto el cual es un proceso continuo con pocas entradas y con varias salidas.
- En este diagrama se muestra el flujo del proceso, se puede observar que no contiene ningún tipo de simbología, es un diagrama más esquemático en donde se muestran parte de las máquinas de forma simplificada y con menos detalle, también nos muestra el camino del proceso con pequeñas descripciones de las operaciones realizadas en cada máquina.



**Figura 3.20** Ejemplo de un diagrama de flujo aplicado a un proceso de producción de acero. Tomado de Administración de operaciones, Producción y cadena de suministros, Richard B. Chanse, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano.

## 3.18. Diagrama de flujo del proceso de operación de la herramienta AMEF

Finalmente, como se ha podido observar todos los diagramas abordados en los capítulos anteriores al igual que otras herramientas siguen un orden, una metodología de pasos secuenciales que por sí mismos son un proceso.

En general se parte a grandes rasgos de los siguientes pasos:

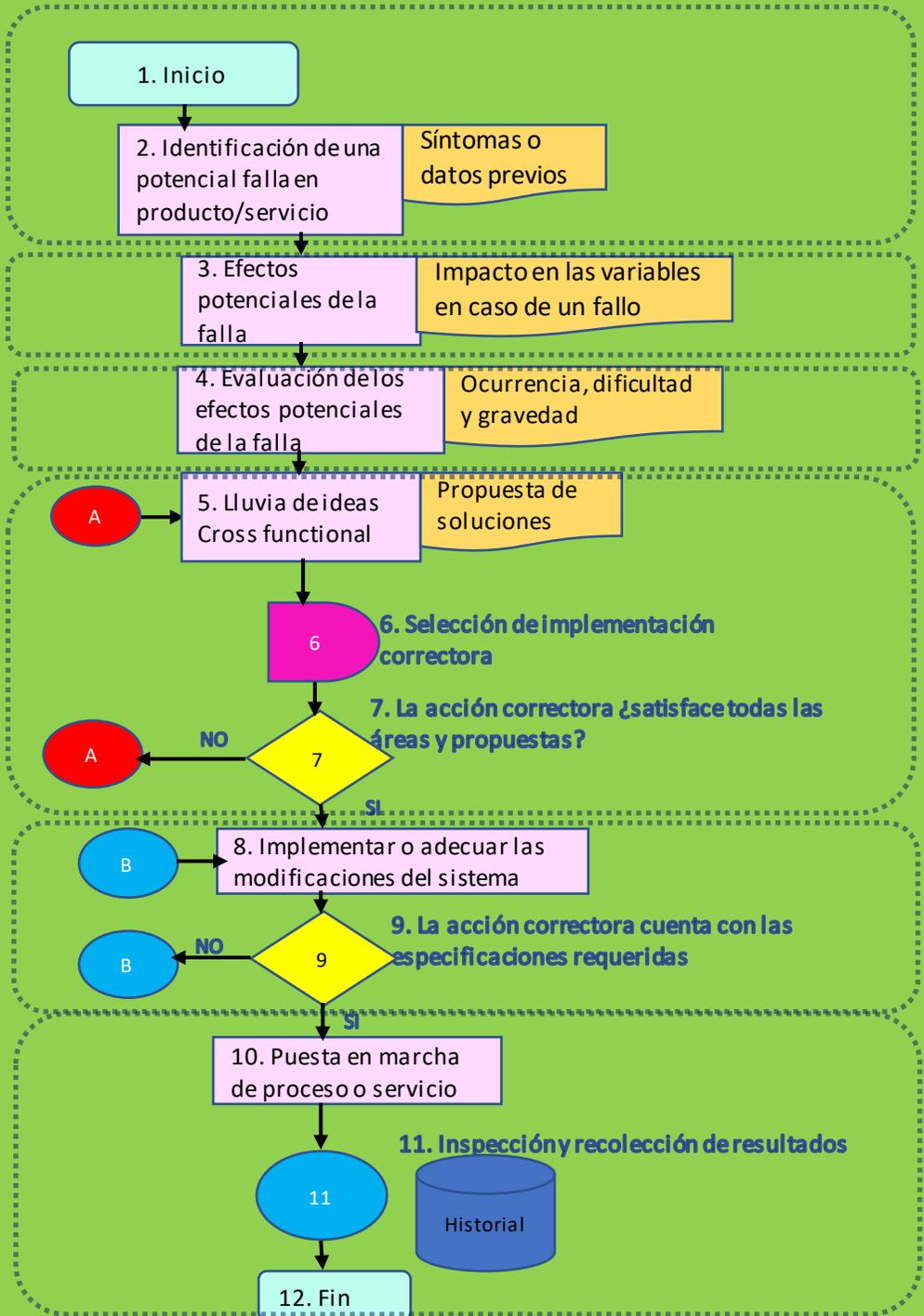
- Observar
- Identificar
- Diagnosticar
- Propuesta de solución
- Puesta en marcha
- Seguimiento

Es así como con base en lo anterior podemos analizar algunas metodologías y verlas de manera indirecta como procesos: “Conjunto de actividades ordenadas y planificadas con el fin de generar un producto o servicio”, definición creada y presentada en el Capítulo 1. Tal es el caso de AMEF (análisis de modo de efecto de falla) el cual es una herramienta analizada a continuación.

A manera de ejemplo y de ejercicio con el cual se pretende demostrar que podemos descomponer las herramientas en procesos y de incentivar que el lector comience a generar la costumbre ya sea de manera profesional o personal de identificar los procesos, se realiza un diagrama de flujo aplicado a la metodología AMEF.

Sin entrar en detalles el AMEF es una metodología analítica que nos sirve para evaluar, analizar y detectar posibles problemas potenciales ya sea en productos (manufactura) o servicios (procesos administrativos u otros). Este análisis se lleva a cabo por un equipo de trabajo de especialistas de cada área mejor conocido como cross-functional los cuales deben contar con gran experiencia o expertiz en diferentes áreas.

Modo de falla	Subproceso a fallar	Características a fallar	Causas				Efectos	Área responsable	Acción correctiva			Resultado
			Defecto	Defecto	Defecto	Defecto			Inicio	Fin	Estado	
Modo de falla de operación	Subproceso de entrega de agua	Alta de calidad de agua	No	Si	Si	Si	Alta de calidad de agua	Operación	Si	Si	Si	Alta de calidad de agua
Modo de falla de operación	Subproceso de entrega de agua	Baja de calidad de agua	No	Si	Si	Si	Baja de calidad de agua	Operación	Si	Si	Si	Baja de calidad de agua
Modo de falla de operación	Subproceso de entrega de agua	Alta de costo de agua	No	Si	Si	Si	Alta de costo de agua	Operación	Si	Si	Si	Alta de costo de agua
Modo de falla de operación	Subproceso de entrega de agua	Baja de costo de agua	No	Si	Si	Si	Baja de costo de agua	Operación	Si	Si	Si	Baja de costo de agua



**Paso clave del proceso:** definimos cuál es el producto o servicio de análisis.

Modo de falla potencial ¿de qué manera puede fallar?

**Efectos de falla potenciales:** ¿Cuál es el impacto de los pasos clave cuando hay un fallo interno o externos?

**Condiciones existentes:** controles actuales, detectabilidad, ocurrencia y gravedad. Creación del NPR.

**Acciones recomendadas.**

**Selección de responsables:** o área responsable, implementación de acción correctora y fecha de compromiso.

**Resultados:** documentación, creación de historial para mejoras futuras.

Para más información acerca del AMEF se recomienda visitar FMEA. (2008). *Potential Failure Mode and Effects Analysis, Reference Manual*. Fourth Edition. Ford Motor Company, General Motors Corporation. Documento que ha servido de base para la construcción del diagrama de flujo.

**Figura 3.21** Diagrama de flujo del proceso de operación de la herramienta AMEF. Elaboración propia con base en Potential Mode and Effects Analysis, Reference Manual. Fourth Edition. Ford Motor Company, General Motors Corporation.

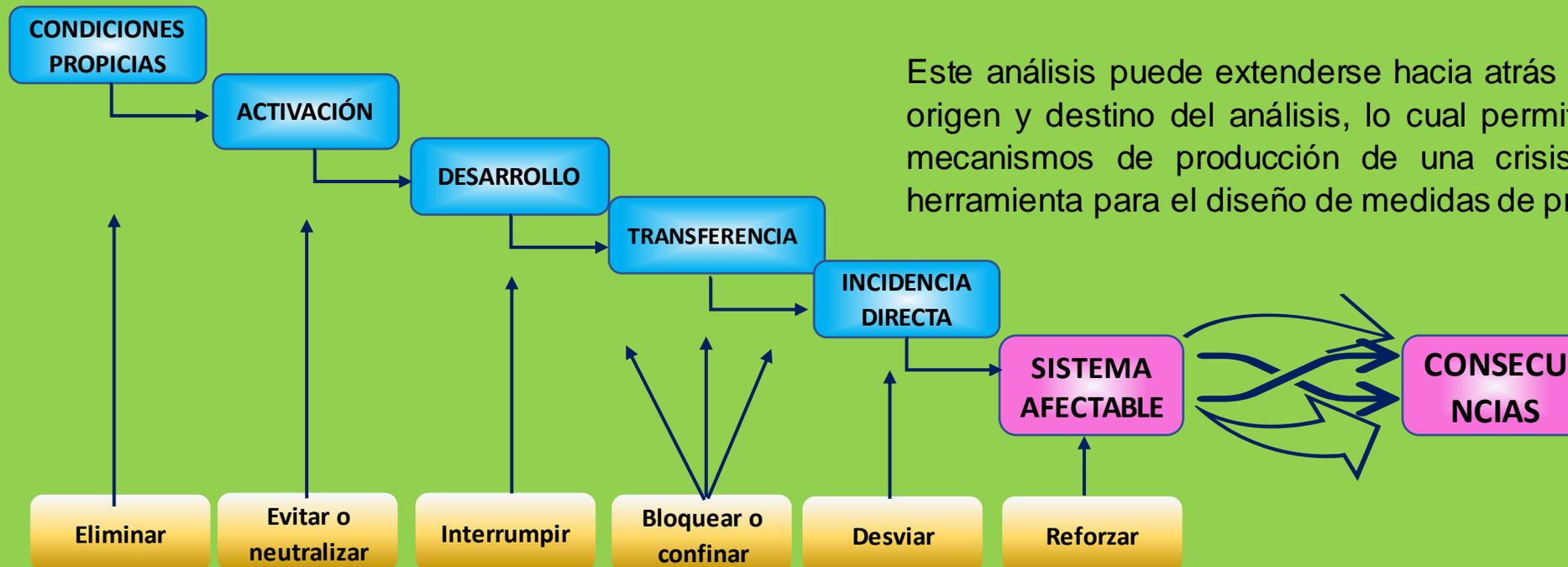
Además de la metodología del método de análisis el objeto mismo sujeto al análisis también puede ser visto como un proceso, como se muestra en la figura siguiente.

### Enlace del modo de falla a la causa y el efecto



En específico con el AMEF se representa lo que puede ser designado como un “proceso de tipo casual.”

**Figura 3.22** Diagrama del enlace del modo de falla a la causa y el efecto. Tomada del sitio web <https://innovando.net/que-es-un-fmea/>



Este análisis puede extenderse hacia atrás y hacia adelante dependiendo del origen y destino del análisis, lo cual permite estudiar las fuentes o posibles mecanismos de producción de una crisis, lo que constituye una valiosa herramienta para el diseño de medidas de prevención.

**Figura 3.23** Diagrama de dirección del estudio de mecanismo de producción de una crisis. Tomada de Análisis de contingencias. Apuntes del Maestro en Ingeniería Arturo Fuentes Zenón.

## 4. Procedimiento para el mapeo de procesos



Freepik. (2020). Ilustración de fondo colorido haciendo puzzle juntos. [Figura]. Recuperado de: ([Imagen recuperada de: https://www.freepik.es/vector-gratis/fondo-colorido-gente-haciendo-puzzle-juntos\\_4078892.htm](https://www.freepik.es/vector-gratis/fondo-colorido-gente-haciendo-puzzle-juntos_4078892.htm))



## 4.1. ¿Por qué y cómo hacer un mapa de proceso?

A lo largo de la historia la competitividad siempre ha sido un factor importante para mejorar los productos y servicios, los grandes productores han aplicado varias herramientas con el objetivo de ser competitivos y poder llegar a más clientes siendo así los requerimientos del cliente un factor importante. Sin embargo, el ahorro de los recursos: producir más con menos recursos y en menor tiempo, también es otro factor muy importante por considerar.

Es por ello por lo que es fundamental tener lo más controlado posible nuestros procesos, ya que, lo que es medible es controlable y lo que es controlable se puede mejorar.

Bajo las dos premisas anteriores resulta importante resaltar por que se deben alinear, entender y realizar los mapeos de procesos ya que un proceso siempre será susceptible a cambios y mejoras.

## 4.2. Algunas ventajas del uso de diagramas de procesos

Nos proporcionan un lenguaje gráfico simple y común para las diferentes partes que están interactuando, homogeneizando el entendimiento del proceso.

Nos ayudan a realizar un análisis el cual puede ser tan detallado como se requiera dependiendo del nivel jerárquico a quien va dirigido, o de la información que se quiera proporcionar.

Nos ayuda a generar una base para el cambio de procedimientos o la creación de nuevos procesos dependiendo de la situación, así como una lista de actividades analizadas, definición de secuencias de las tareas o actividades, responsables de cada actividad, puntos de control donde se identifican los progresos y se puede verificar si se está en el camino correcto.

- Minimiza la probabilidad de errores al estandarizar la comunicación.
- Nos brinda la secuencia de las actividades disminuyendo errores.
- Nos define las entradas y salidas del proceso de manera clara.
- Nos permite realizar análisis de tiempo y movimientos, entre otros.





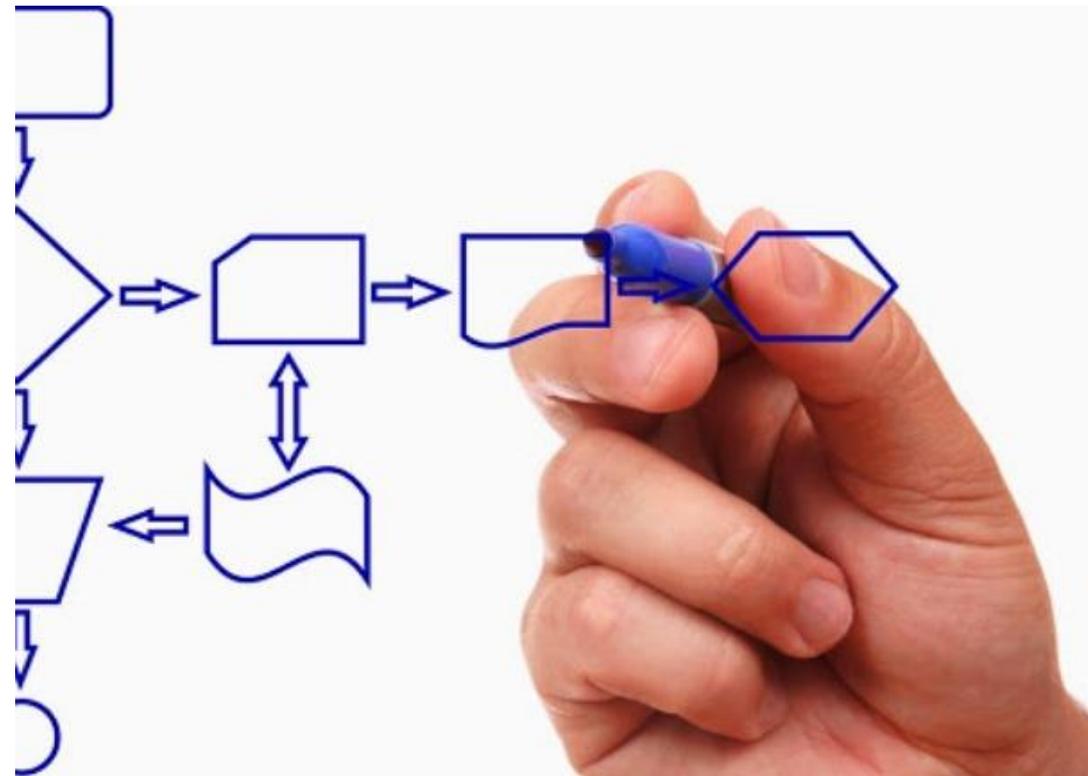
## 4.3. Algunos usos de los mapeos de procesos

- Aumento en la eficiencia de los procesos, disminución de desperdicios y aumento de actividades que agregan valor.
- Mejora en la calidad con base en la voz del cliente y normativas externas.
- Análisis del proceso ya sea por ejemplo en: método, tareas, máquinas, herramientas y materia prima para hacer más eficiente el proceso.
- Planear, hacer, medir y controlar los procesos para sus posibles mejoras e identificación de fallas.
- Desarrollo de nuevos procesos.
- Definir e identificar los procesos actuales así como planeación y desarrollo de nuevos procesos.

## 4.4. ¿Qué procedimiento sugerir?

Como se vio en los temas y capítulos anteriores existen varias herramientas de mapeo de procesos siendo unas más detalladas que otras, con enfoques diferentes como: datos duros, interacciones entre áreas, interacciones entre equipos de trabajo, relaciones entre máquina y operario, así como distribuciones de planta o área de trabajo, entre otras.

Se abordaron los procesos de mapeo más usados y conocidos, sin embargo, no se debe perder de vista que existen otros métodos de mapeo no tan usuales o muy específicos de un área o problemática usados en el medio, por ende, se quedan muchas veces solo en la práctica sin documentar.



## 4.5. Cuadro comparativo de los diagramas de flujo

Se realizó un cuadro comparativo el cual se muestra a continuación caracterizando los principales diagramas vistos anteriormente en el capítulo 2, con el fin de establecer algunos parámetros para su comparación y su posible uso dependiendo de las necesidades del lector las cuales pueden ser datos de entrada y de salida con los que se cuenten.

### **PARAMETROS:**

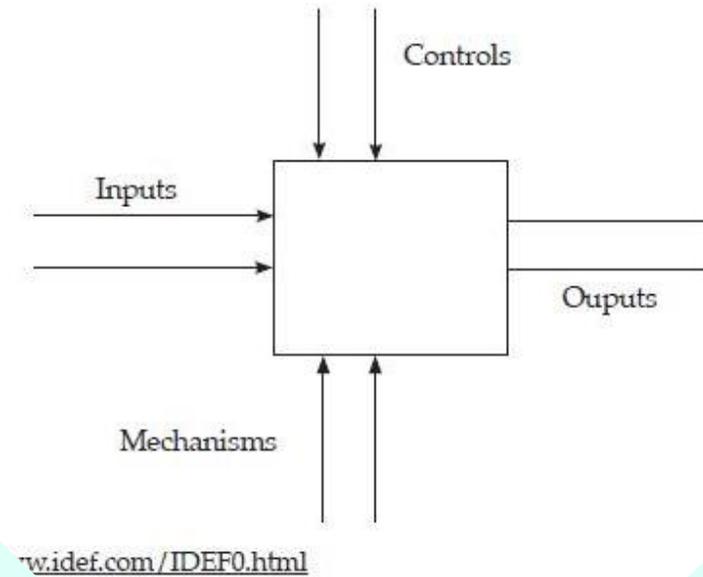
- Propósito.
- Nivel de detalle.
- Enfoque.
- Nivel de manejo de datos cuantitativos.

DIAGRAMA	Propósito	Nivel de detalle	Enfoque: Material, Operador, Equipo	Nivel de manejo de datos
<b>Cursograma Sinóptico</b>	Nos muestra los pasos secuenciales de un proceso con una pequeña descripción de manera general.	Bajo	O	Bajo
<b>Cursograma Analítico</b>	Nos muestra las operaciones, inspecciones de inicio a fin. Identifica tiempos, materias, distancias, movimientos, etc.	Medio	M, O, E	Alto
<b>Diagrama bimanual</b>	Muestra las actividades de las extremidades de un operador en una actividad, Identifica tiempos muertos y actividades repetitivas.	Alto	O	Alto
<b>Cursograma Funcional (administrativo)</b>	Muestra interacción entre áreas, así como flujo del proceso.	Bajo	O	Bajo
<b>Diagrama de Actividades Múltiples</b>	Nos permite observar interacción entre operario y varias máquinas posibles a su cargo, proporcionando tiempos muertos, carga, descarga y ocio.	Alto	O, E	Alto
<b>Diagrama de recorrido</b>	Muestra gráficamente el flujo de materia prima, equipo u operario mediante un Layout.	Bajo	M, O, E	Bajo
<b>Diagrama de hilos o espagueti</b>	Nos proporciona de manera gráfica el movimiento de un material, equipo u operario con el fin de observar los pasos repetitivos mediante un layout.	Bajo	M, O, E	Medio
<b>Diagrama de ensamble</b>	Nos proporciona de manera cronológica la adición de todas las operaciones de un proceso, resumiendo inspecciones, tiempos y materia prima hasta el producto terminado.	Medio	M	Medio
<b>SIPOC</b>	Nos permite identificar entradas, salida y procesos, así como los principales actores que interactúan en una tarea definida.	Alto	M, O, E	Medio
<b>Diagrama de Flujo</b>	Nos muestra los pasos secuenciales de un proceso, proporcionando información sobre: inspecciones, tareas, reprocesos, toma de decisiones y retrasos. Todo esto mediante símbolos, ayudando a la toma de decisiones en posibles diseños.	Medio	M, O, E	Medio
<b>IDEFT</b>	Nos muestra una visión global de todas las interacciones con diferentes grados de detalle y jerarquía que están alrededor de un proceso.	Medio	M, O, E	Medio
<b>Gráfica de función de tiempo</b>	Nos proporciona las interacciones entre áreas, con pasos definidos y ordenados cronológicamente de inicio a fin agregando los tiempos por tarea; permitiendo realizar análisis de tiempos.	Bajo	O	Medio
<b>VSM</b>	Nos muestra un panorama general de las interacciones entre cadena de suministro, cliente y proveedor. Proporcionando tiempos de proceso, ya sea desperdicios o de valor agregado, datos del pedido y las comunicaciones que se llevan a cabo.	Alto	M, O	Medio
<b>Diagrama de GANTT</b>	Nos da las actividades de manera cronológica de un proceso, detallando el tiempo que tarda cada tarea mediante franjas.	Bajo	O	Bajo
<b>TBPM</b>	Similar a diagrama de Gantt nos muestra las tareas de manera cronológica; adicionando los tiempos que agregan valor y desperdicio en cada actividad, permitiendo realizar análisis de tiempos.	Bajo	O	Medio

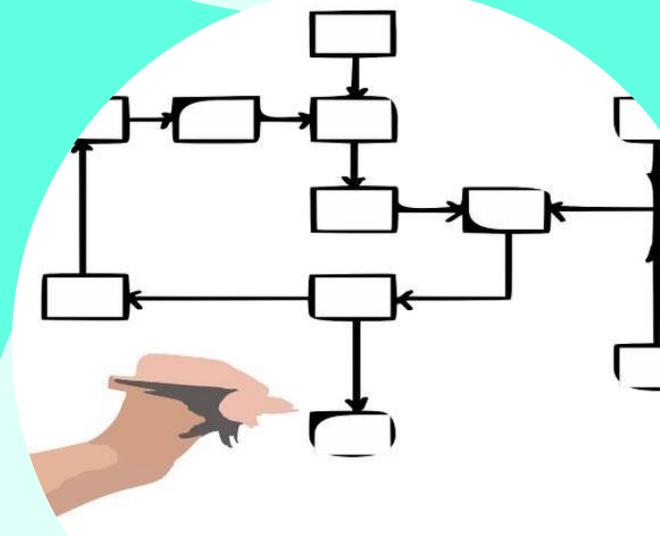
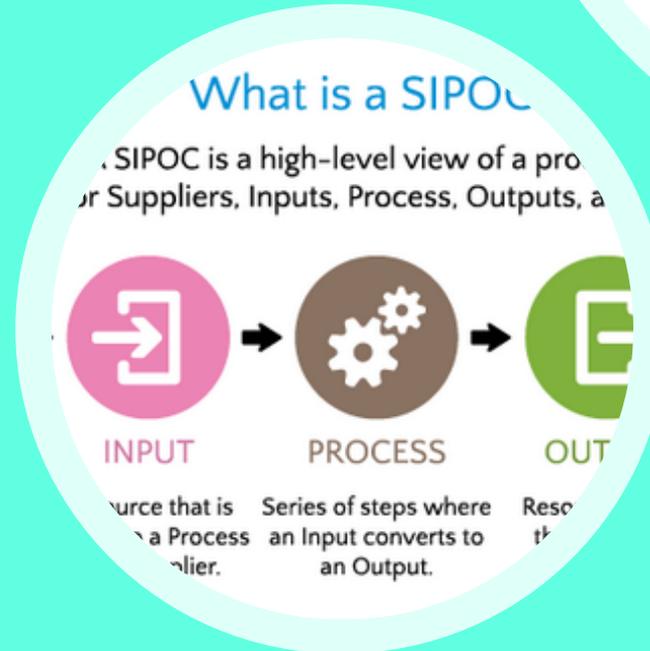
**Figura 4.1** Cuadro comparativo de diagramas de flujo. Elaboración propia

## 4.6. Procedimiento de mapeo propuesto

- El mapeo propuesto surge con base al **IDEFT** en el cual se ha realizado una desagregación en tres módulos.
- El **primer módulo** es el macroproceso en donde encontraremos por ejemplo: las áreas externas que rodean el proceso de análisis.
- En el **segundo módulo** se define el **SIPOC** en el cual se hace una desagregación más a detalle.
- Y finalmente, en el **tercer módulo** tenemos el **diagrama de flujo** el cual será el que cambiará dependiendo de las necesidades, problemática o experiencia del aplicante. Ya que podrá seleccionar alguno de los vistos en el capítulo 2. Métodos de mapeo en el estudio del trabajo según sea requerido.

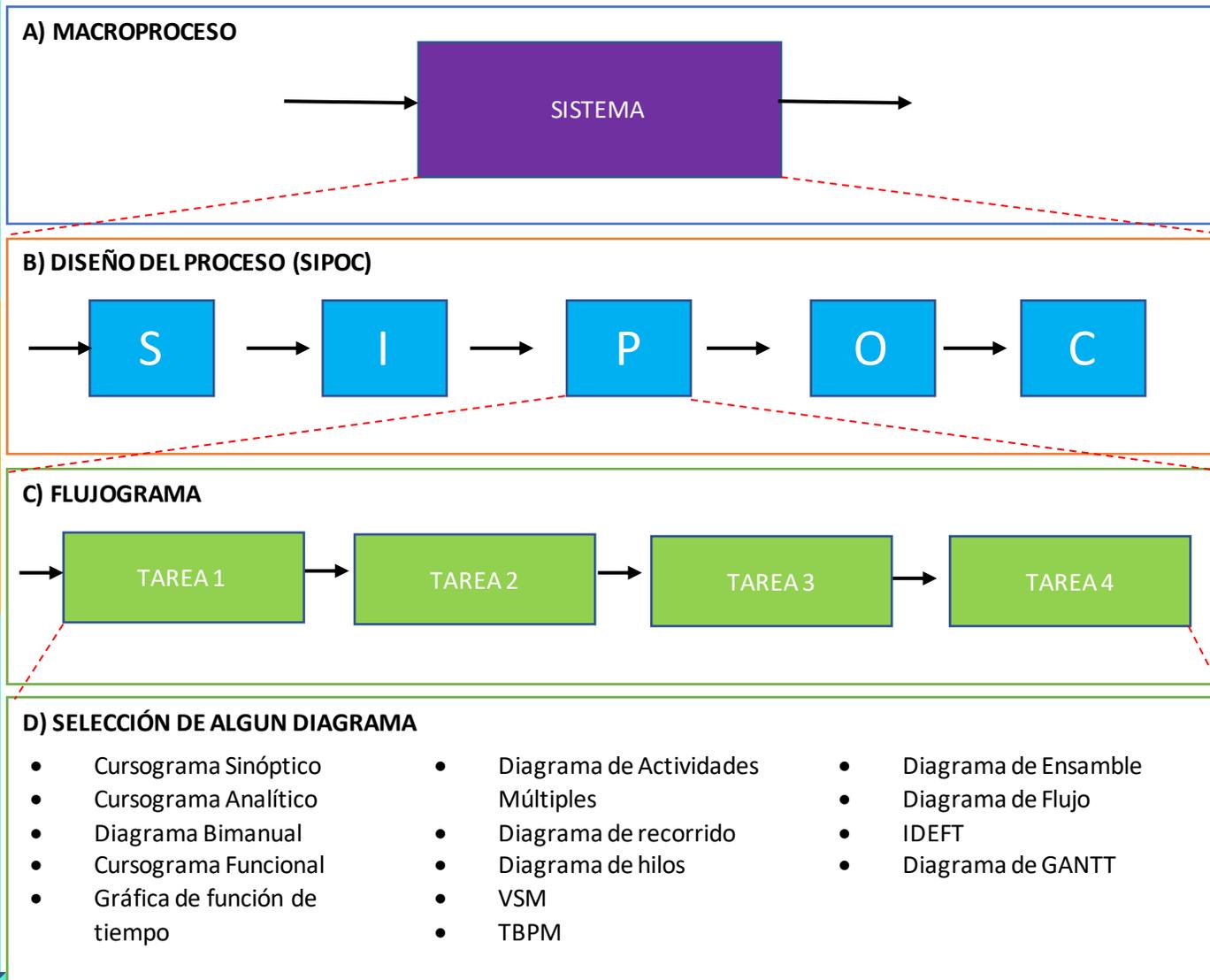


Gráfica de "Cajas y Flechas"



## 4.7. Modulo general de mapeo propuesto

A continuación se plantean una serie de pasos a seguir con la finalidad de hacer más fácil el proceso.



**A. Macroproceso:** en este módulo se puede observar la relación que existe con los clientes y proveedores, es de poco detalle y nos proporciona los procesos dentro o entre las funciones, como son: ventas, manufactura, ingeniería, distribución, etc.

**B. Diseño del proceso:** en esta etapa haremos uso del diagrama de **SIPOC** donde se mostrarán los pasos así como entradas y salidas del proceso en cuestión, este punto cuenta con un nivel de detalle medio mostrando las interacciones entre el personal interdisciplinario del proceso y actores externos.

**C. Flujoograma:** el flujoograma será aplicado directamente en la etapa de PROCESO del **SIPOC**.

**D.** Finalmente, se muestran algunos de los diagramas estudiados en el capítulo 2 y el capítulo 3 que pueden ser utilizados dependiendo de las necesidades del aplicante o problemática a enfrentar.

Figura 4.2 Cuadro de metodología propuesta para el proceso de mapeo. Elaboración propia

Por último, en el **módulo D** se selecciona el diagrama según las necesidades e información con las que se cuenten.

Al final se obtendrá un diagrama de tres módulos: macroproceso, diseño del proceso y flujograma con la intención de robustecer lo más posible nuestro análisis.

## D) Selección de algún diagrama

- Cursograma sinóptico.
- Cursograma analítico
- Diagrama bimanual.
- Cursograma funcional.
- Gráfica de función de tiempo.

- Diagrama de actividades múltiples.
- Diagrama de recorridos.
- Diagrama de hilos.
- VSM.
- TBPM

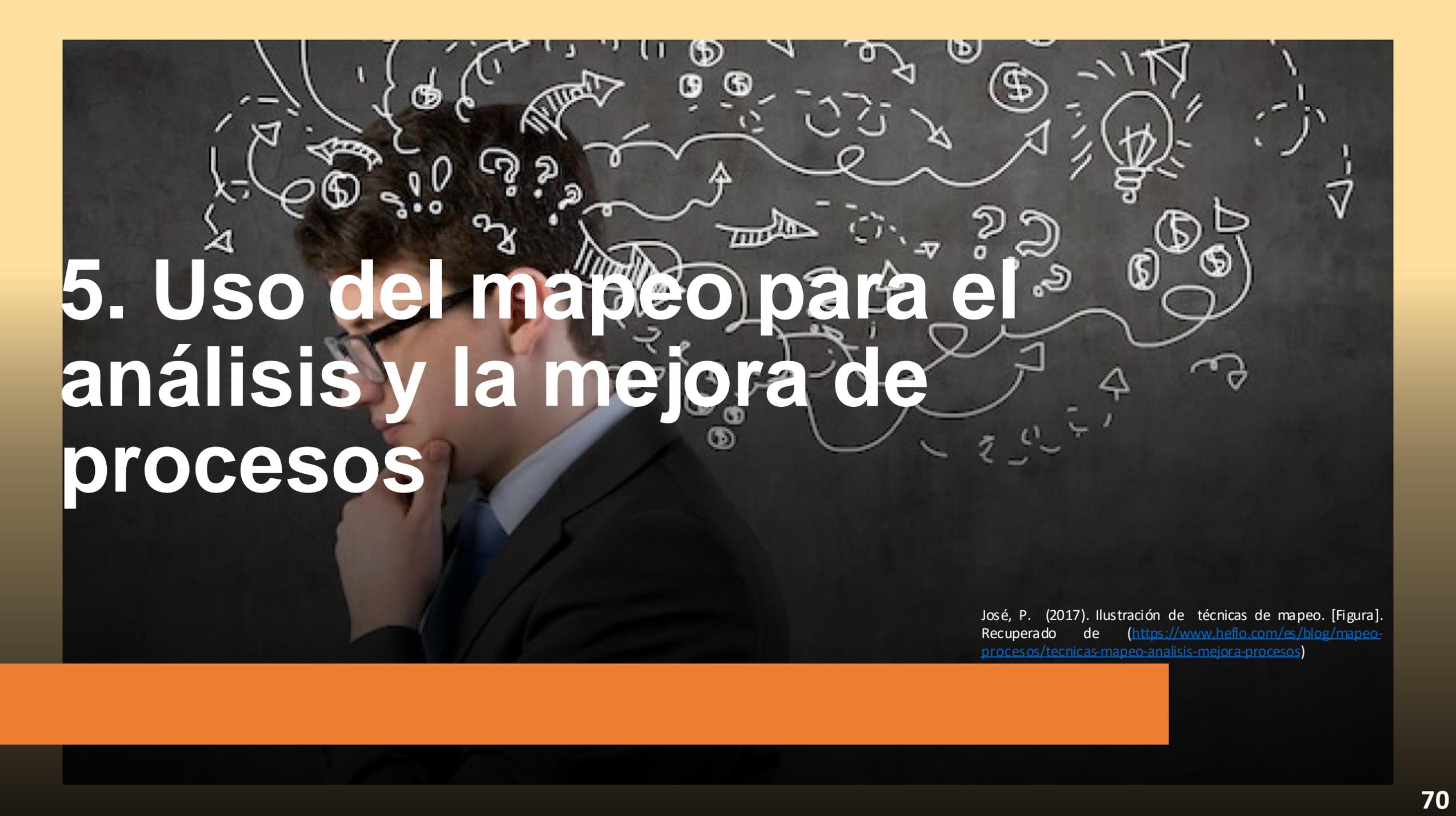
- Diagrama de ensamble.
- Diagrama de flujo.
- IDEFT.
- Diagrama de GANTT.

En conclusión, se identificó que no existe un sistema único para realizar un mapeo de proceso ya que existen varios factores externos como son:

- Área de aplicación
- Información de entrada y salida
- Experiencia
- Imaginación y creatividad
- Tiempo, entre otros.

en donde un posible factor de relevancia es la información, o sistema de información el cual está en función del tiempo con el cual se alimentaría nuestro sistema de análisis y generaría la trazabilidad necesaria. Este tema no se aborda en el presente trabajo, sin embargo, algunas aplicaciones se verán más adelante en los siguientes capítulos.





# 5. Uso del mapeo para el análisis y la mejora de procesos

José, P. (2017). Ilustración de técnicas de mapeo. [Figura]. Recuperado de (<https://www.heflo.com/es/blog/mapeo-procesos/tecnicas-mapeo-analisis-mejora-procesos>)



---

El estudio del trabajo nos ayuda a examinar la manera actual en como se realizan las tareas o actividades de un proceso en específico permitiéndonos identificar movimientos repetitivos, con el cual a través de este estudio se pueden realizar algunas modificaciones simplificando el método actual de alguna actividad.

Las modificaciones realizadas nos ayudan a reducir trabajos innecesarios y disminuir recursos los cuales pueden ser: económicos, de personal y de tiempo. Por otra parte, también permiten estandarizar los pasos, tiempos y disminuir errores; todo lo anterior con el fin de aumentar de manera significativa la productividad la cual siempre estará sujeta a cambios y mejoras continuas.

Por ende, resulta de gran importancia administrar los tiempos consumidos en la elaboración de un producto o servicio, el cual se resume de la manera siguiente:

## 5.1. Tipos de actividades: trabajo que agrega y no agrega valor



- Es de suma importancia saber que en general los mapas de proceso se realizan con el fin de identificar los tipos de actividades. Ya que existen dos tipos los cuales están divididos en: actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor. Por lo tanto, los mapas de procesos tienen el objetivo de realizar mejoras y disminuir al máximo posible las actividades que no agregan valor.
- **Actividad que agrega valor (trabajo):** son todas aquellas actividades programadas en las que se realiza algo, donde dichas actividades ayudan al flujo del proceso a avanzar, en otras palabras son las actividades que agregan valor de manera directa ya sea a un producto, tarea o servicio.
- **Actividad que no agrega valor (desperdicio):** son todas aquellas actividades que no agregan valor y que por lo tanto pueden consumir recursos, pero no ayudan a avanzar al producto, tarea o servicio.

## 5.2. Diagrama de distribución de tiempos consumidos en la elaboración de un producto o servicio

El tiempo está distribuido en trabajo que agrega y no agrega valor.

El trabajo puede estar realizado por una máquina conocido como horas de trabajo máquina, y el trabajo realizado por un operario conocido como horas de trabajo hombre. Ambos pueden contener trabajo que agrega y no agrega valor.

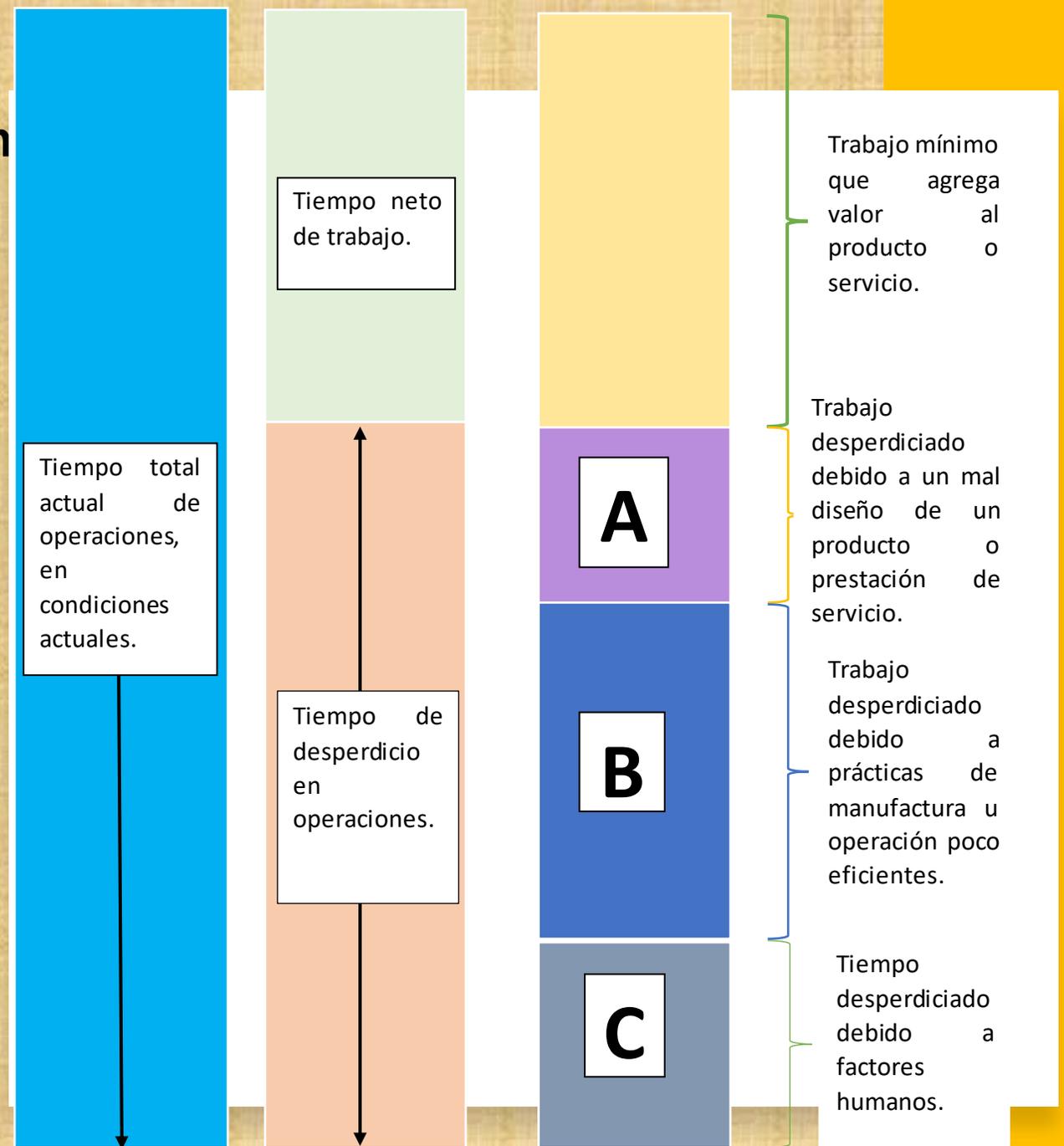
Con base en la obra *Introducción al estudio del trabajo*, George Kanaway. Podemos definir los principales factores de desperdicio del trabajo.

Básicamente el trabajo está desperdiciado por tres factores:

- A) Mal diseño de un producto o servicio.**
- B) Malas prácticas u operaciones de manufactura poco eficientes.**
- C) A causa de factores humanos.**

Los tres factores son importantes y trabajan de manera conjunta y siempre están sujetos a una mejora continua, **sin embargo, en este trabajo se aborda el factor “B) Malas prácticas u operaciones de manufactura poco eficientes”**.

**Figura 5.1** Diagrama de distribución de tiempos consumidos en la elaboración de un producto o servicio. Adaptada de *Introducción al estudio del trabajo*, George Kanaway, cuarta edición.



## 5.3. Malas prácticas u operaciones de manufactura poco eficientes

En esta área nos encontramos principalmente enfocados en la forma en cómo se hacen las cosas y sus métodos de trabajo; los cuales son poco eficientes que a su vez causan trabajos innecesarios o repetitivos, ya sea de material, personal o maquinaria. Este tipo de trabajos poco eficientes causan un incremento en el tiempo y por ende aumentan los costos y disminuye la productividad, los cuales los podemos clasificar como se muestra a continuación:

### 1. Mala distribución y poco aprovechamiento de espacios de trabajo.

Se deben evitar aglomeraciones ya que debe existir una buena distribución de las áreas de trabajo en el área total de la empresa, dicha actividad nos ayuda a evitar recorridos largos e innecesarios de materiales o de operarios, así como cruces que podrían causar accidentes o cuellos de botella en el flujo del proceso.

### 2. Inadecuada manipulación de materia prima o materiales.

Esta práctica se presenta en la fabricación de un producto o al proveer un servicio ya que siempre existe un flujo de materia prima ya sea terminada, semiterminada, materiales generales e información. En este punto es vital contar con las herramientas o técnicas adecuadas para la manipulación de todos estos elementos evitando así consumir tiempo o trabajo que no agregan valor.

### 3. Tiempo desperdiciado en cambios de lotes.

Una mala planeación puede causar que se generen tiempos de ocio ya sea de la maquinaria o de los operarios debido a cambios de lotes, maquinaria, materia prima, herramental, mantenimiento, entre otras. Es fundamental tener una planeación correcta y se pueden realizar trabajos en paralelos planificados lo que ayuda a disminuir tiempos.

### 4. Métodos de trabajo poco eficaces.

Los métodos de trabajo siempre están sujetos a una mejora continua, se recomienda realizar cambios siempre tratando que las operaciones sean lo más simple posibles. Se puede ayudar del operario ya que ellos son quienes conocen mejor la actividad y pueden brindar ideas.

### 5. Mal control de inventario, materias primas o elementos necesarios.

Llevar un mal inventario de las materias primas en almacén o en proceso puede conllevar a que se tengan periodos de desabasto en las líneas de trabajo, causando paros no planeados para su resurtido.

### 6. Poca o nula planeación de mantenimiento.

Uno de los factores más importantes en la producción es la planeación y ejecución de los tipos de mantenimiento como son: predictivo, preventivo o correctivo. Siendo el más importante el mantenimiento predictivo, ya que este tipo de mantenimiento nos ayuda a evitar paros de emergencia no planeados que afectan de manera directa a la producción.



## 5.4. Estudio del trabajo

Se ha identificado que existen fuentes de desperdicios que tienen que ver con los tiempos y con una mala implementación de procesos, estos desperdicios pueden ser detectados mediante el mapeo de procesos en un estudio de trabajo.

El estudio de trabajo es una actividad sistemática y cíclica de análisis, donde se recaba información y datos duros que sirven de evidencia para poder implementar cambios que generalmente no involucran grandes inversiones de capital, son implementadas en las operaciones de un proceso con el fin de disminuir desperdicios. Esta actividad es realizada por mandos intermedios de la organización enfocada en dos áreas.

**El estudio del método: cómo se hacen las cosas.**

**Medición del trabajo: tiempo consumido en realizar una tarea.**

El encargado del estudio de trabajo debe contar con varias características técnicas y profesionales que le permitan valorar e implementar cambios en los procesos. Estará en contacto con varias jerarquías de la organización desde los altos mandos, hasta los operarios en planta, por ello debe cumplir con algunas cualidades como son:

- Técnica analítica.
- Negociación.
- Liderazgo.

## 5.5. Ventajas del estudio del trabajo:

- A. Aumento de productividad con poca inversión.
- B. Análisis sistemático, por ende, poca o nula fuga de información.
- C. Nos ayuda a establecer normativas bases en la producción.
- D. Disminuye riesgos de operación por malas prácticas.
- E. Aplicable a industrias de productos o servicios.
- F. Funciona como radiografía de todas las áreas poniendo al descubierto malas prácticas sin importar la jerarquía.



Conoce tu empresa. (2018). Ilustración de conoce tu empresa. [Figura]. Recuperado de <https://blog.conducetuempresa.com/2011/06/que-es-el-estudio-del-trabajo.html>

## 5.6. Procedimiento para el estudio del trabajo

Con base en las obras *Introducción a la ingeniería industrial*. Gabriel Baca U. Margarita Cruz V. Marco A. Cristóbal V. así como *Ingeniería de Métodos*. César Armando Díaz Valladares se propone un procedimiento para el estudio de trabajo.

Estos pasos pueden ser aplicados al estudio del método o a la medición del trabajo. En la industria de productos o servicios y siempre está sujeto a una mejora continua.

Pasos	Nombre	Descripción
1	Seleccionar	Identificar y seleccionar el proceso a estudiar.
2	Registrar	Documentar la información necesaria del proceso.
3	Examinar	Cuestionar de manera objetiva cada actividad, poniendo en tela de juicio si es correcta o no, identificar si está en el lugar adecuado o si es realizada de manera correcta, entre otras.
4	Establecer	Implementar los nuevos métodos, después del análisis tomando en cuenta los diferentes puntos de vista ya sea de los altos mandos y principalmente de los operarios. Se toman en cuenta factores como son: costos, facilidad, tiempo, entre otros.
5	Evaluar	Realizar comparaciones de los tiempos y trabajos obtenidos después de la implementación, contra los anteriores parámetros establecidos o necesarios.
6	Definir	Exponer de manera documentada o práctica el nuevo método a todos los involucrados para su conocimiento.
7	Implantar	Poner en marcha los nuevos métodos de manera paulatina con su debida capacitación y tiempo de aprendizaje.
8	Controlar	Realizar un monitoreo de los datos obtenidos con el nuevo método y los datos meta para observar posibles desviaciones y tomar acciones necesarias.

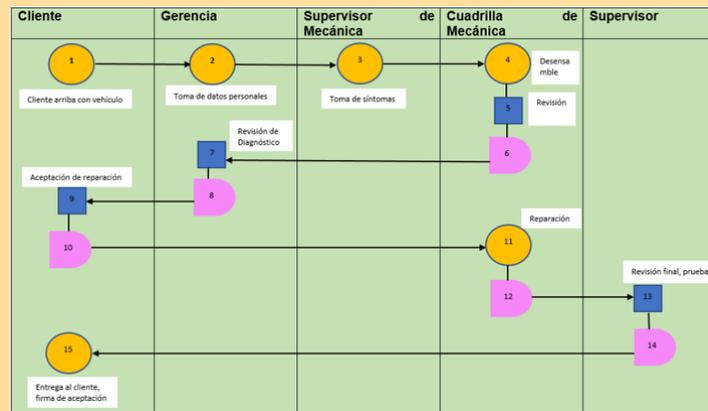
Cursograma analítico				Material		Equipo		Operador	
Empresa: Taller Mecánico		Resumen Proceso General de reparación							
Actividad	Número de eventos	Tiempo (minutos)	Distancia						
Actividad: Reparación de un vehículo	4	140	4						
Fecha de elaboración: 6/07/2020	Operación	2	10	14					
Área:	Transporte	1	5	0					
Tipo de método: Actual	Retraso	2	40	0					
Comentarios: Realizar mejoras	Inspección	1	120	7					
	Almacenamiento								
	Total	10	315	25					

#	Actividad	Flujo	distancia (metros)	Minutos
1	El vehículo arriba al taller mecánico	→	7	5
2	El vehículo es inspeccionado por el técnico	■	0	25
3	El auto recibe un diagnóstico	●	0	5
4	Desensamble	●	2	30
5	Cambio de piezas y refacciones	●	0	60
6	Ensamble normal de inicio	●	2	30
7	Inspección	■	0	15
8	Prueba de manejo	●	300	20
9	Almacenaje del vehículo	▼	7	120
10	Entrega al propietario	→	7	5

## Cursograma Analítico del material

Nos muestra los pasos secuenciales de un proceso así como una descripción. Los datos recabados nos permiten realizar un análisis de tiempos y movimientos identificando aquellos que no agregan valor.



## Cursograma Funcional

Nos permite ver el flujo del proceso y las interacciones que tienen las diferentes áreas u operadores en la realización de una actividad de inicio a fin.

DIAGRAMA NO.		DIAGRAMA BIMANUAL		DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO						
DIBUJO Y PIEZA:		HOJA NO:		LUGAR:						
OPERACIÓN: Operación de troquelado flex		FECHA:		OPERARIO:						
LUGAR:				COMPUESTO POR:						
OPERARIO:										
NO DERECHA	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA	●	▶	→	▼	●	▶	→	▼	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
1	Toma material									Espera
2	Posiciona material en lugar indicado									Posiciona material en lugar indicado
3	Presiona botón de arranque izquierdo									Presiona botón de arranque derecho
4	Quita el dedo del botón izquierdo									Quita el dedo del botón derecho
5	Sujeta sobrante									Espera
6	Pasa el sobrante al contenedor									Espera
7	Espera									Pieza cortada se pone en contenedor

METODO	RESUMEN			
	ACTUAL		PROPUESTO	
	IZQ	DER	IZQ	DER
OPERACIONES	3	1		
INSPECCIONES	0	0		
ESPERAS	2	4		
TRANSPORTES	1	1		
SOSTENIMIENTO	1	1		
TOTALES	7	7		

## Diagrama Bimanual

Nos proporciona la visión de cada uno de los movimientos en una tarea específica de la interacción hombre y máquina; la cual nos permite identificar movimientos que no agregan valor al proceso y que suelen ser repetitivos.

# 5.7. Síntesis de alcance del cursograma analítico, cursograma funcional y diagrama bimanual

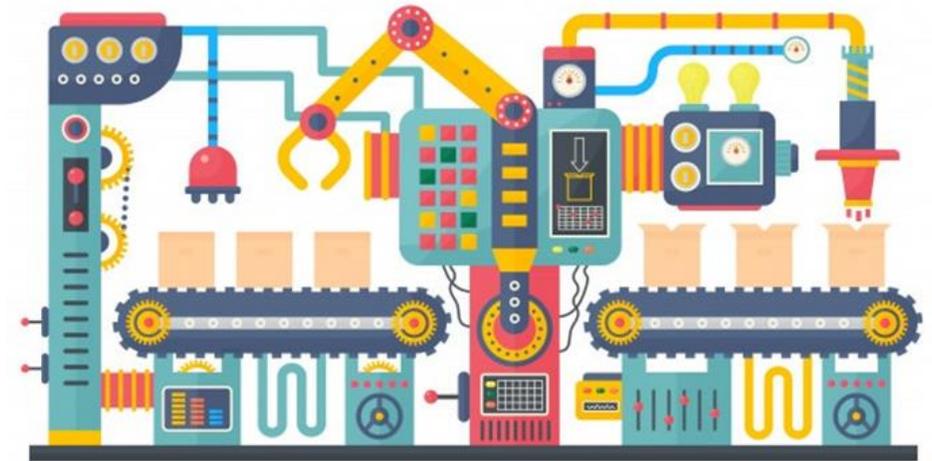


## 6. Uso del mapeo en el diseño de sistemas productivos

Juan, C. (2020). Ilustración de consejos para reducir el tiempo de la cadena logística. [Figura]. Recuperado de (<https://www.datadec.es/blog/6-consejos-reducir-tiempo-de-cadena-logistica>)

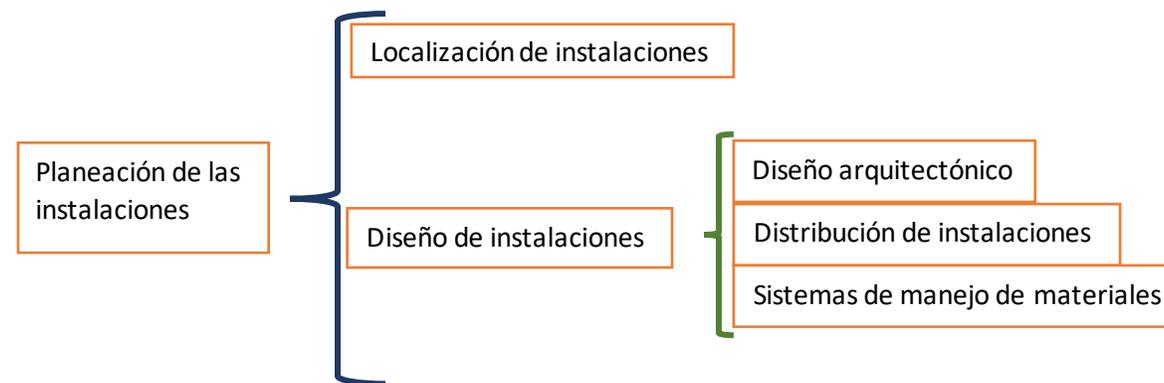
## 6.1. Diseño de Instalaciones

- El diseño de instalaciones o la distribución de planta como también se le suele conocer en general se refiere a cómo será organizada o distribuida físicamente la planta, todo esto con el fin de hacer más eficientes todos los componentes involucrados como son: recursos materiales, de personal, equipo, tiempo, entre otros.
- Existen varios métodos para la distribución de una planta, por ejemplo: numéricos, analíticos, asistidos por computadora y los que tienen que ver con bases prácticas. En este capítulo se presentan varios pasos con el fin de evitar posibles fallos exponiendo algunas recomendaciones.



## 6.2. División del Diseño de Instalaciones

Con base en el autor Benjamín W. NIEBEL, Andris Freivalds en Métodos, estándares y diseño del trabajo, sabemos que el diseño de sistemas productivos o también conocido como diseño de instalaciones lo podemos dividir esencialmente en dos partes: localización de instalaciones; la cual tiene que ver con el exterior, dónde será localizada la planta. Por otra parte, tenemos las que tienen que ver con la distribución de la instalación y manejo de materiales. El diseño de instalaciones involucra varias áreas como son la ubicación de la planta donde las decisiones son tomadas por los niveles jerárquicos más altos de la empresa, tema de análisis que no se abordará en el presente trabajo.



**Figura 6.1** División del diseño de instalaciones, Elaboración propia.



## 6.3. Objetivo del diseño de instalaciones

---

- Es importante no olvidar que el diseño de instalaciones incluye desde la ubicación de la planta, diseño de las áreas, manejo de materiales, operarios, inventarios, programación, enrutamiento, entre otros. Por lo tanto, una escueta distribución de la planta es equivalente a tener altos costos por sobre manipular las materias primas, inclusive un incremento en los costos por accidentes a largo plazo.
- Existen varias formas de distribución de planta, estas dependerán de varios factores como son: la tecnología, herramientas, tipo de industria o mercado, tipos de materia prima, estructuración del proceso, normativas o posibles expansiones futuras.

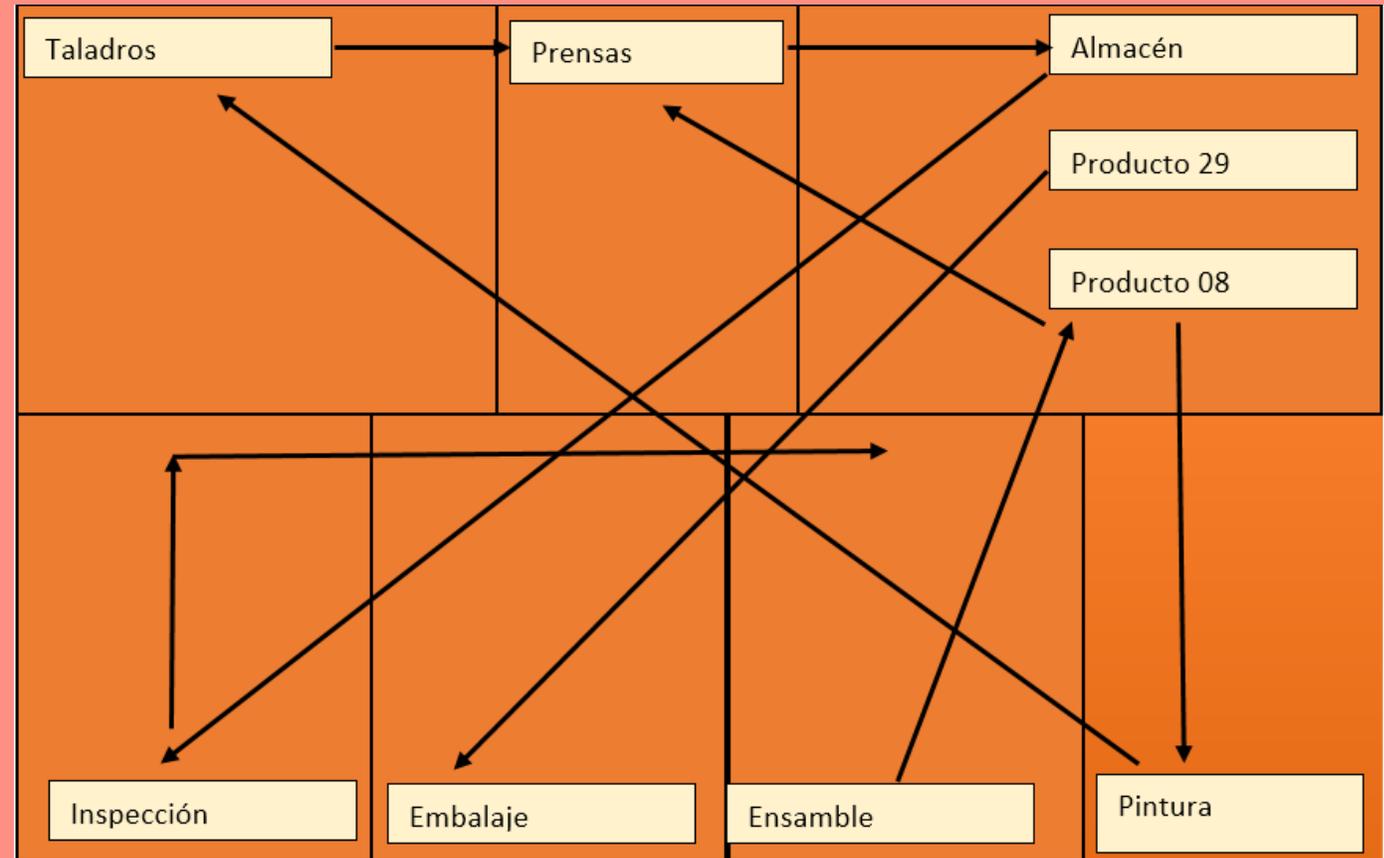
Primeum. (2020). Ilustración de cómo diseñar un plan de incentivos por objetivos que sea eficaz. [Figura]. Recuperado de (<https://www.primeum.com/es/blog/como-disenar-plan-incentivos-por-objetivos-eficaz>)

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ORIENTADA AL PRODUCTO	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA POR COMPONENTE FIJO O ESTÁTICO	DISTRIBUCIÓN ORIENTADA AL PROCESO	DISTRIBUCIÓN CELULAR	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA COMBINADA
Esta distribución es utilizada generalmente cuando se fabrican productos estandarizados a grandes volúmenes, los productos fabricados requieren las mismas secuencias de operación de inicio a fin.	Ese tipo de distribución se implementa cuando el producto tiene dimensiones muy grandes, por ende, el producto no se puede desplazar causando que el desplazamiento sea llevado a cabo por la maquinaria y operarios.	Este tipo de distribución es conveniente aplicar para realizar operaciones intermitentes; cuando se tiene un flujo de trabajo no normalizado en todas las unidades de producción. Los centros o departamentos de trabajo en la planta están distribuidos por funciones.	Algunas veces los productos fabricados no están estandarizados y los volúmenes son relativamente pequeños, se fabrican productos poco diversos con volúmenes medianos, debido a esto no se pueden utilizar la distribución por proceso o por producto, en estos casos se utiliza una agrupación por familias las cuales tienen pasos semejantes tanto en sus procesos como en secuencias. Al conjunto de procesos que realiza un grupo específico de productos se les conoce como células, las células abarcan características de distribución por producto y proceso equilibrando las ventajas de ambas partes.	Normalmente no existen plantas con una sola distribución, se hace uso de las diferentes formas según convenga.

**Figura 6.2** *Tipos de distribución de planta.* Adaptada de INGENIERIA DE METODOS, UNIVERSIDAD CONTINENTAL e Introducción a la Ingeniería Industrial, Gabriel Baca U., Margarita Cruz V. Segunda edición, Grupo editorial Patria.

## 6.4. Disposición de plantas

**6.5. Distribución orientada al proceso, también conocida como taller de empleos o distribución funcional**



## 6.6. Algunas ventajas y desventajas de la distribución de planta basada en procesos



Con base en las obras, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Fred E. Meyers. Matthew P. Stephens. *Ingeniería industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Benjamín W. Niebel Andris Freivalds. *Ingeniería de Métodos*. César Armando Díaz Valladares, se han sintetizado algunas de las principales ventajas y desventajas de la distribución de planta basada en procesos.

### Algunas Ventajas de la distribución de planta basada en procesos son:

- Menor inversión en maquinaria: debido a que no hay duplicidad de máquinas y que solo se cuenta con las necesarias para cumplir con los pedidos máximos.
- Nulo tiempo de ocio de las máquinas: debido a la no duplicidad las máquinas se encuentran trabajando el mayor tiempo posible.
- Gran flexibilidad para realizar trabajos: se pueden asignar tareas a cualquier máquina disponible debido a su adaptabilidad.
- Operarios mucho más ágiles: esto es posible debido a que saben el funcionamiento de todas las máquinas y pueden intercambiar roles de ser necesario.
- Costos de fabricación bajos: se tienen costos de fabricación unitarios bajos en una producción a mediana capacidad, debido a una fabricación moderna.
- Mínimos paros no programados: Una descompostura en una máquina no interrumpe o para el proceso de producción debido a que no es un proceso en serie.

### Algunas desventajas de la distribución de planta basada en procesos:

- Gran dificultad para fijar rutas.
- Costos elevados causados por manipulación y transporte de materiales debido a la separación entre operaciones.
- Se necesita atención detallada para coordinar las labores.
- Tiempos mayores de fabricación debido al movimiento y transporte de materias primas y en proceso a las áreas de trabajo.
- Acumulación de trabajo o cuellos de botella debido a la entrega anticipada de trabajo, inspecciones y cambio de trabajadores en las áreas.
- Necesidad de una mayor área de trabajo para poder realizar inspecciones.
- Necesidad de entrenamiento múltiple a los operarios debido a que deben saber operar todas las máquinas.

## 6.7. Pasos para la implementación de la distribución de la planta con base en Fred E. Meyer y Matthew P. Stephens en su obra diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales

---

- Sin importar el tipo de distribución que se requiera implementar se sugieren una serie de pasos, estos pasos deben ser supervisados por un equipo de trabajo que abarca desde el diseño, ingeniería y operarios, ya que es muy importante la experiencia y evaluación.

<b>Determinar qué se producirá</b>	Saber que producto se va a fabricar.
<b>Calcular el número de productos por unidad de tiempo</b>	Cuántas unidades se realizarán en una jornada de trabajo, por día, semana o mes.
<b>Determinar qué partes serán fabricadas y qué partes serán compradas</b>	Algunas veces se fabrica el producto desde cero, otras veces se adquiere productos prefabricados o piezas.
<b>Determinar cómo se fabrica cada parte</b>	Planeación del proceso: diseño de herramientas, equipo y estaciones de trabajo.
<b>Determinar secuencias de ensamblado</b>	Balanceo de línea de ensamble.
<b>Establecer estándares de tiempo para cada operación</b>	Saber los tiempos requeridos en promedio por cada operación.
<b>Determinar tiempos de procesamiento</b>	Qué tan rápido se necesita producir, por ejemplo: requiere hacer 1500 unidades en ocho horas (480 minutos), por lo que 480 minutos divididos entre 1500 unidades son igual a .32 minutos. La velocidad de la planta y de cada operación dentro de ella deben fabricar una parte cada .32 minutos (aproximadamente tres partes por minuto).
<b>Cálculo del número de máquinas necesarias</b>	Una vez que se conoce la tasa de la planta y el tiempo estándar para cada operación, hay que dividir el tiempo estándar entre la tasa de línea y el resultado es el número de máquinas. Ejemplo: usted tiene una operación con tiempo estándar de .75 minutos y una tasa de línea de .32 minutos. ¿Cuántas máquinas se necesitan? .75 dividido entre .32 es igual a 2.34 máquinas. Necesitaras comprar tres máquinas ya que si sólo adquiriera dos nunca produciría 1500 unidades por turno sin trabajar tiempo extra.
<b>Balancear líneas de ensamble</b>	Esto es dividir el trabajo entre los ensambladores u operadores de celda de acuerdo con la tasa de línea.
<b>Estudio de patrones del flujo de material</b>	Implementación de los diagramas de proceso como diagrama de flujo entre otros.

Figura 6.3 Pasos para la implementación de la distribución de la planta

Fuente: Fred E. Meyer y Matthew P. Stephens en su obra diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales



<b>Determinar relación entre actividades</b>	¿Qué tan cerca necesitan estar los departamentos uno de otro a fin de minimizar el movimiento de personas y de materiales?
<b>Hacer distribución de cada estación de trabajo</b>	
<b>Identificar necesidades de servicios requeridos</b>	Para establecer el espacio requerido.
<b>Identificar necesidades de oficinas</b>	Realizar distribución necesaria.
<b>Desarrollar los requerimientos de espacios</b>	Realizarlo a partir de la información acumulada.
<b>Seleccionar el equipo de manejo de materiales</b>	
<b>Asignar áreas de acuerdo con lo requerido</b>	
<b>Desarrollar un plan gráfico una forma de construcción</b>	¿cómo se ajusta la instalación al terreno?
<b>Construir un plan maestro</b>	Diseño de la instalación de manufactura.
<b>Buscar fallas y ajustar</b>	Pedir a otras áreas revisión del plan.
<b>Buscar las aprobaciones</b>	Aceptar concejos y realizar los cambios necesarios.
<b>Instalar la distribución</b>	El plan se materializa.
<b>Comenzar producción</b>	
<b>Ajustar</b>	Ajustar lo que se requiera y finalizar el reporte del proyecto y desempeño presupuestal.

**Figura 6.4** *Pasos para la implementación de la distribución de la planta. Adaptada de Fred E. Meyer y Matthew P. Stephens en su obra diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.*

Es de vital importancia la planeación de la planta antes de realizarla ya que esto evitara costos excesivos así como posibles errores de dimensiones, movimiento de maquinaria y desplazamientos innecesarios.



# 7. Manejo de materiales

## Manejo de materiales

Como ya se vio en el capítulo anterior, la distribución de planta involucra varios objetivos como son: las distribuciones físicas de máquinas, materiales, estaciones de trabajo, personal, entre otros.

El manejo de materiales está estrechamente relacionado con la distribución de la planta ya que su desarrollo debe llevarse a la par con el diseño de la distribución.

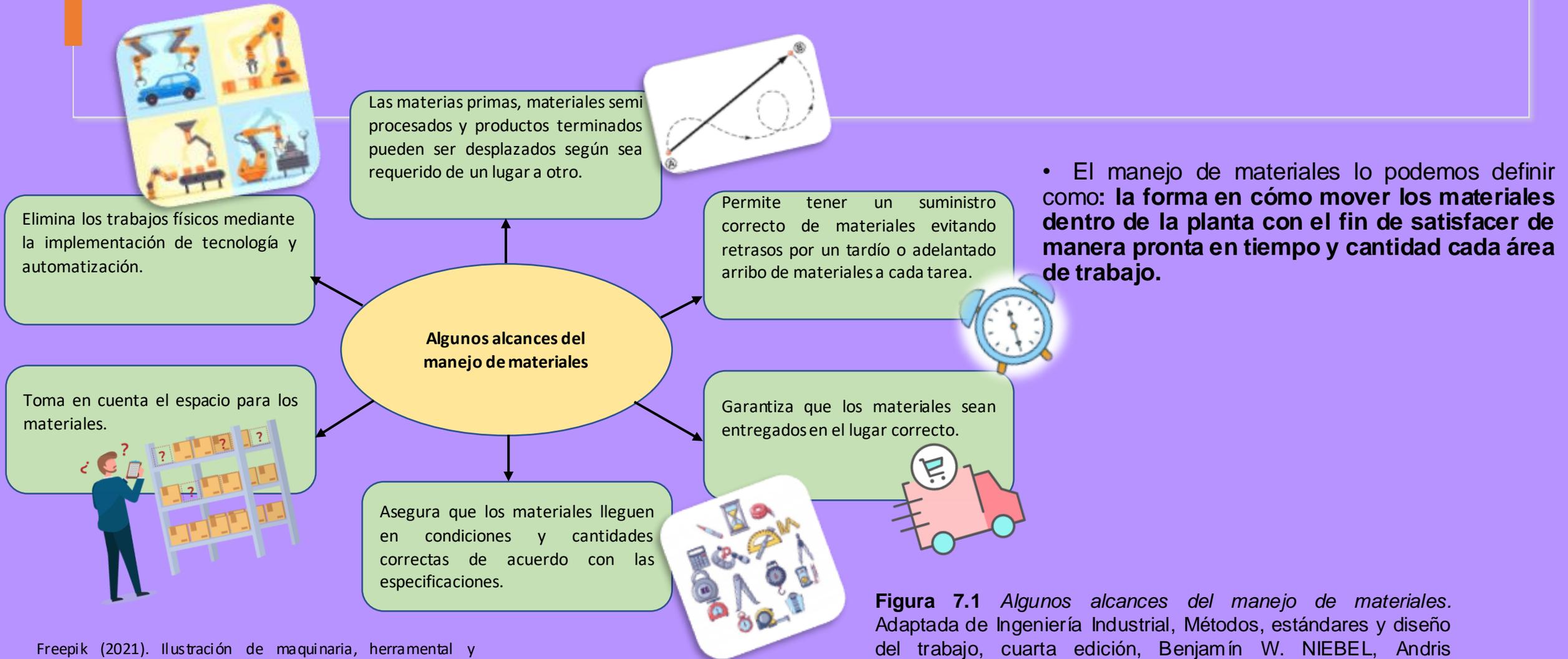
## 7.1. El Rol de manejo de materiales dentro del diseño de instalaciones

El manejo de materiales tiene un rol muy importante dentro de la planta ya que impacta de manera directa a los costos y más importante aún a los trabajadores, incluso por encima de áreas de diseño de trabajo y ergonomía.

Una de las principales preocupaciones en el manejo de materiales es el costo de implementación de tecnología, sin embargo, estos son amortiguados por la disminución en costos de mano de obra y disminución en los costos por lesiones de trabajadores a largo plazo. Sabemos con base en la bibliografía *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera edición, Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens*, que mejorar el flujo de materiales ayuda a reducir los costos de producción, el inadecuado manejo de materiales ocasiona cerca del 50 por ciento de los accidentes en las industrias, así como entre 40 y 80 por ciento de los costos totales de operación.



## 7.2. Algunos alcances del manejo de materiales



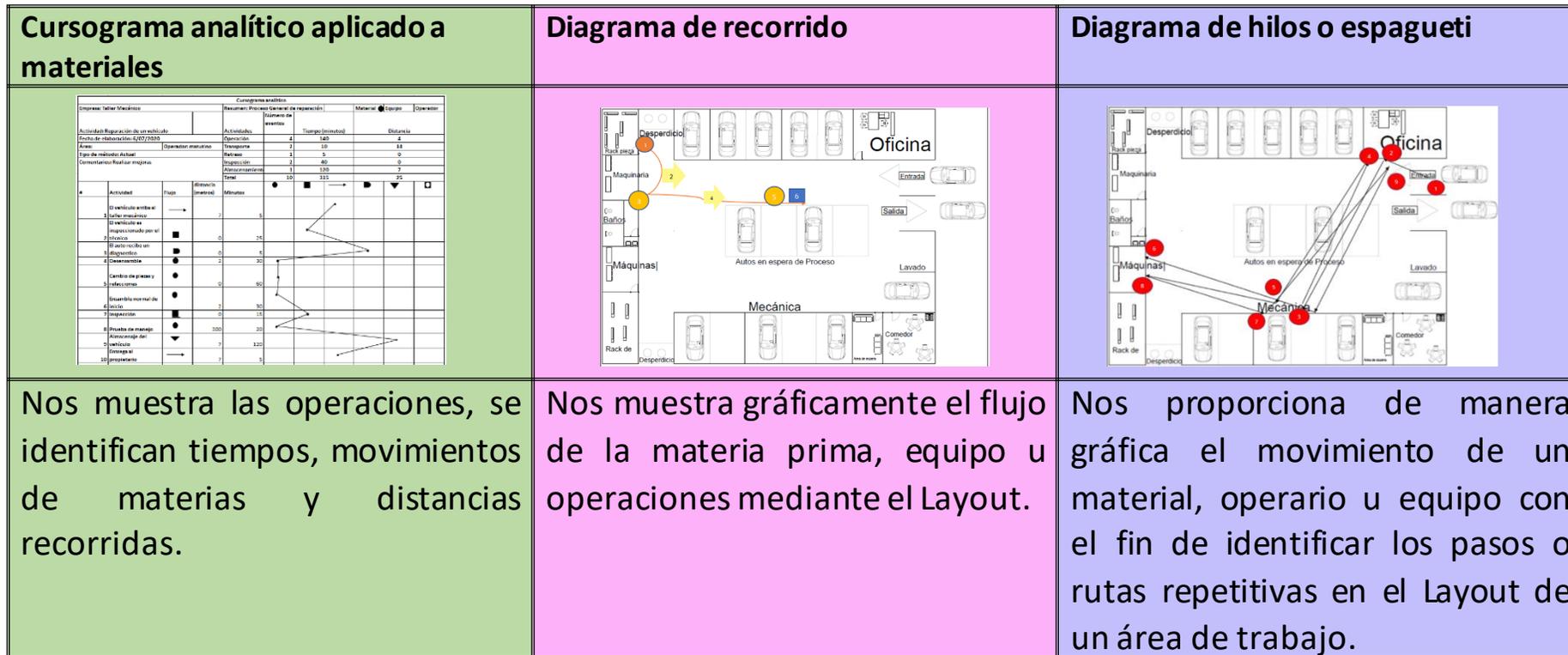
**Figura 7.1** Algunos alcances del manejo de materiales. Adaptada de Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo, cuarta edición, Benjamín W. NIEBEL, Andris Freivalds

## 7.3. Objetivo del manejo de materiales

- El objetivo general del manejo de materiales es disminuir movimientos innecesarios y acortar distancias, esto a su vez nos permite disminuir costos de producción por manejo de materiales, tener buena distribución de materiales en el momento indicado y disminución de accidentes por nombrar algunos ejemplos.
- A continuación se mencionan algunos objetivos del manejo de materiales.

Objetivo	Descripción
1. Mantener o mejorar la calidad del producto.	Reducir posibles daños y verificar la estabilidad de los materiales.
2. Seguridad.	Promover la seguridad y condiciones de trabajo.
3. Aumentar productividad.	a) El material debe fluir en línea recta. b) Los materiales deben moverse una distancia lo más corta posible. c) Utilizar la energía de gravedad cuando sea posible. d) Mover la mayor cantidad de materiales como sea posible. e) Mecanizar el manejo de materiales. f) Automatizar el manejo de materiales.
4. Estimación del aumento en el uso de instalaciones.	a) Alentar el uso de espacios volumétricos de la construcción. b) Comprar equipos versátiles. c) Estandarizar el equipo de manejo de materiales. d) Maximizar la utilización del equipo de producción con el uso de alimentadores de manejo de materiales. e) Reemplazar equipo obsoleto y aplicar tipos de mantenimiento. f) Integrar en un sistema todo el equipo para el manejo de materiales.
5. Reducción de peso no útil	Peso muerto.
6. Control de inventario	Tener control de inventarios con los que se dispone.

**Figura 7.2** *Objetivo del manejo de materiales.* Adaptada de Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera edición, Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens.



**Figura 7.3** Algunas características del cursograma analítico, diagrama de recorrido y diagrama de hilos.  
Elaboración propia

## 7.4. Implementación de los mapas de proceso en el manejo de materiales

Como se vio anteriormente, tenemos varias formas de manejar los materiales como son: mediante análisis matemático, implementación de software, metodologías como los cinco porqués, los cinco principios e incluso recomendaciones de instituciones especializadas.

Una de las herramientas más fáciles y gráficas son la implementación de los mapas de procesos, por ejemplo: **el cursograma analítico aplicado al material, diagrama de recorrido, diagrama de hilos o espagueti**, entre otros. Estas herramientas nos ayudan a reconocer de manera visual los recorridos de las materias primas permitiendo realizar un análisis del movimiento de los materiales. Todos estos ejemplos mencionados nos permitirán realizar los cambios pertinentes.

## 7.5. Metodología Propuesta de la implementación de los mapas de proceso en el manejo de materiales

No existe un camino único para la implementación de los mapas de proceso ya que esto dependerá del área de trabajo, tipo de materiales, experiencia del ejecutor, entre otras. A continuación se sugiere una metodología:

1. Identificar el área de implementación de mejora y delimitar.
2. Conseguir el Layout del área de trabajo o fabricarlo si es necesario.
3. Documentar los tiempos y movimientos de los trabajadores, materia prima y maquinaria de ser posible.
4. Identificar las especificaciones del material para cada área, en cantidad y tiempo.
5. Mediante la aplicación de algunos de los mapas de procesos según convenga, realizar los análisis e implementar por ejemplo:
  - a) **Cursograma analítico**
  - b) **Diagrama de recorrido**
  - c) **Diagrama de hilos**
6. Mediante el mapa de proceso seleccionado realizar los cambios necesarios como son:

- Realizar los cambios de manera sistemática.
- Planear los movimientos evitando ser repetitivo.
- Utilizar la mínima distancia, haciendo desplazamientos en línea recta y más corta siempre que sea posible.
- Estandarizar todos los procesos.
- Eliminar maquinaria innecesaria que obstruya el camino.
- Aumentar la cantidad de materia en movimiento cuando sea posible.

- Utilizar el movimiento de materiales mediante la fuerza de gravedad cuando sea posible.
- Reemplazar equipos obsoletos.
- Implementación de tecnología y automatización.
- Realizar selección minuciosa de maquinaria especial para movimiento de materiales.
- Implementar los tipos de mantenimientos en equipos.
- Implementar un control de inventarios.

## 7.6. Algunos métodos para disminuir los costos por manejo de materiales

### Los cinco Principios

Los cinco principios son una serie de pasos con base en la metodología 5s, los cuales se pueden implementar de manera paulatina y sistemática.

### Los cincos por qué's

Los cincos por qué's es una herramienta que nos ayuda a encontrar la causa raíz a cualquier problemática; con base a encontrar la respuesta a los síntomas o problemas, partimos de realizar cada pregunta e ir avanzando hacia la causa raíz. A continuación se muestra una tabla de elaboración propia con base en: Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera edición, Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens

Principio	Descripción
1._ Organización	Tener lo mínimo requerido para ahorrar espacio.
2._ Arreglo	Acomodar cada cosa en su lugar, y un lugar para cada cosa.
3._ Limpieza	Limpieza en todo el lugar.
4._ Higiene	Ordenar para evitar accidentes.
5._ Disciplina	Seguir los procedimientos hasta hacerlos rutina.

1. ¿Por qué?
2. La máquina se atascó. ¿Por qué?
3. La máquina no se limpió. ¿Por qué?
4. El operador no la limpió a intervalos regulares. ¿Por qué?
5. ¿Fue debido a la falta de capacitación? ¿Por qué?

## 7.7. Los veinte principios del manejo de materiales

Otro método muy conocido es el de los veinte principios del manejo de materiales, ya que este es proporcionado por el College Industrial Committee on Material Handling Education, patrocinado por The Material Handling Institute, Inc., y la International Material Management Society.

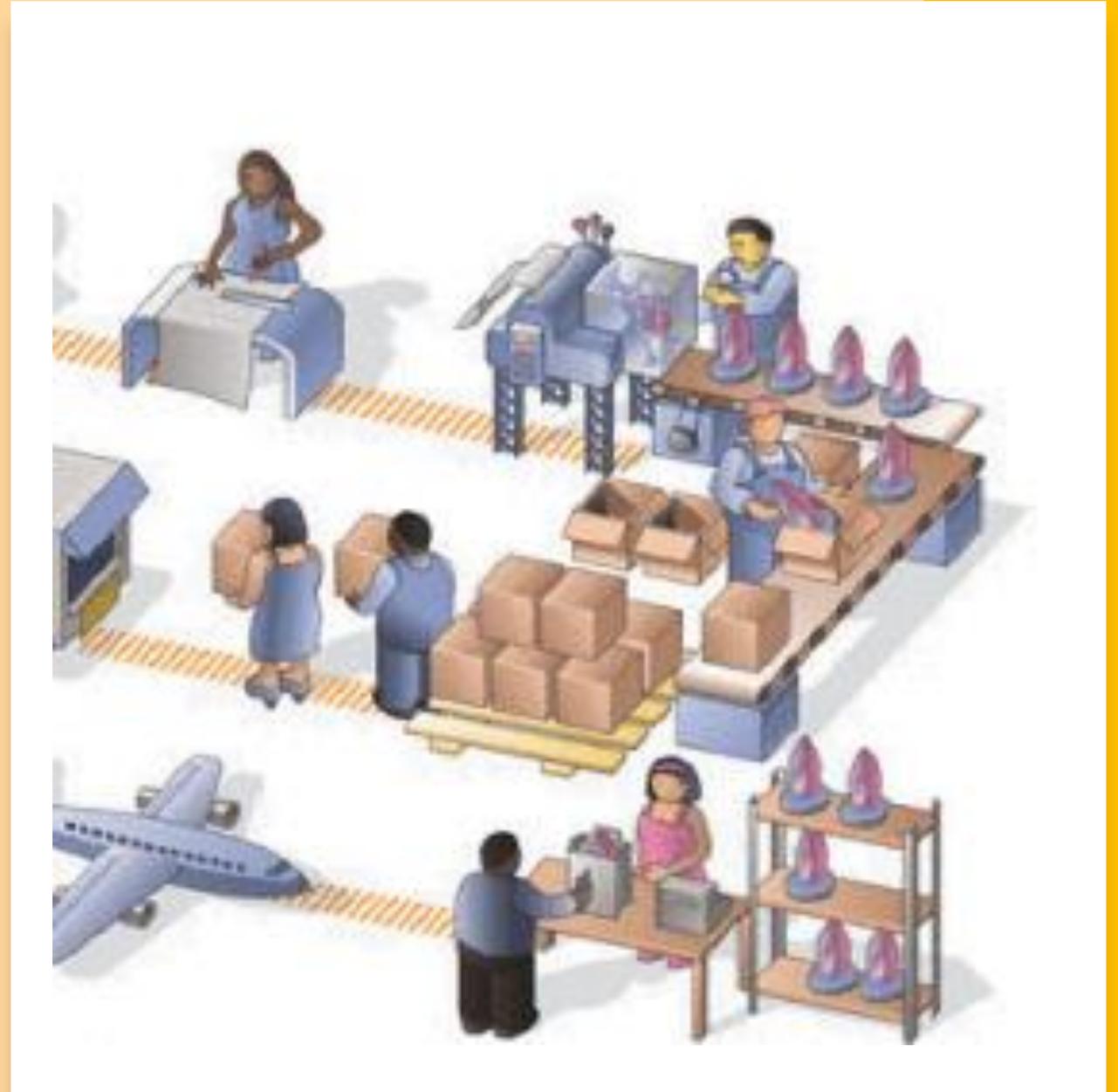
En estos veinte principios ellos nos resumen la experiencia de la Ingeniería en el manejo de materiales, los cuales nos sirven como una lista de verificación de las oportunidades de mejora.



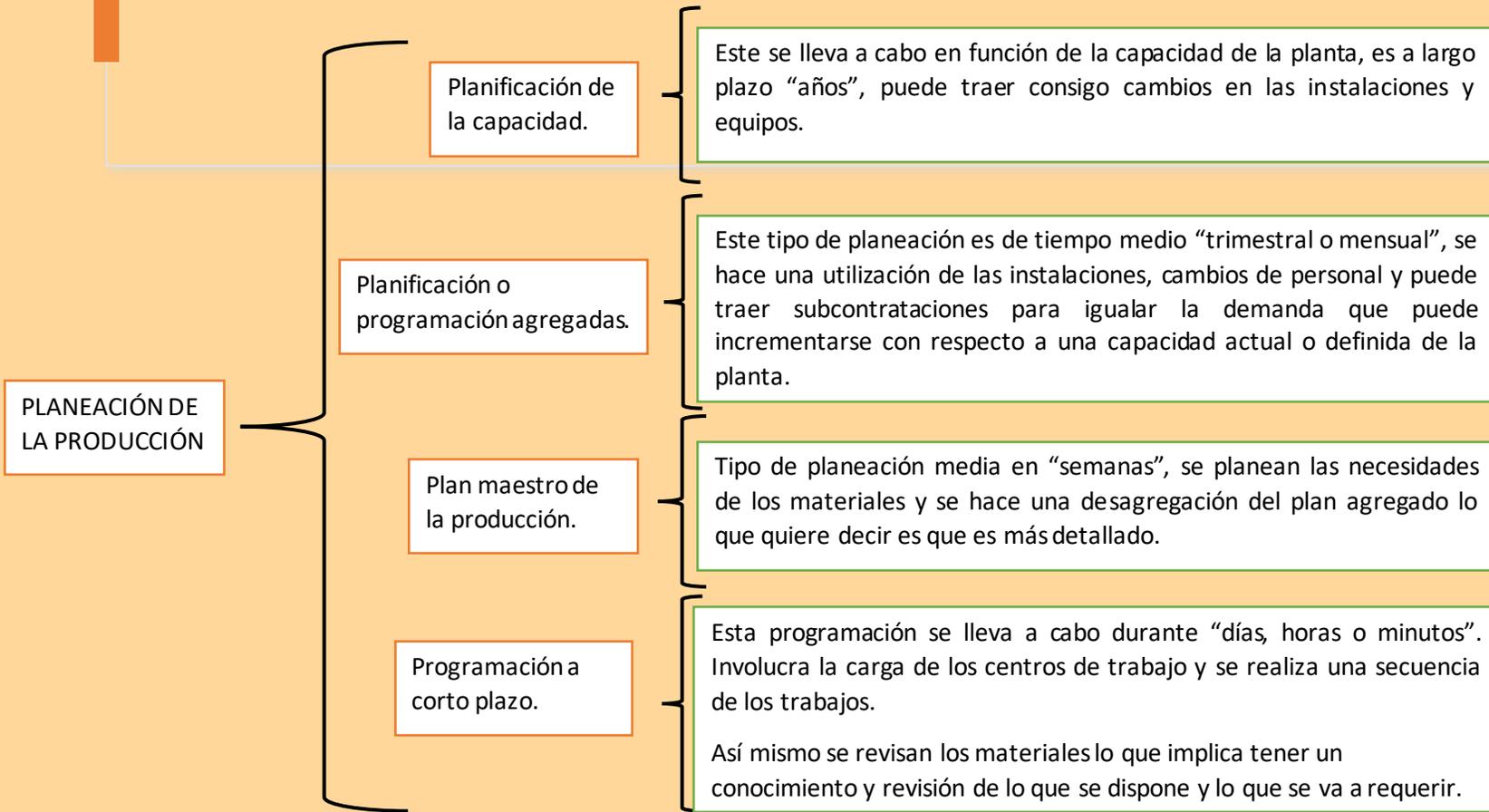
<i>Principio</i>	<i>Descripción</i>
1._ <i>Planeación</i>	Planear todo el manejo de materiales y las actividades de almacenamiento para aumentar la eficiencia de las operaciones.
2._ <i>Sistemas</i>	Integrar las actividades de manipulación, como son: vendedores, recepción, almacenamiento, producción, inspección, empaque, envíos, transporte y atención al cliente.
3._ <i>Flujo de materiales</i>	Disponer de una secuencia de operaciones y distribución del equipo que optimice el flujo del material.
4._ <i>Simplificación</i>	Simplificar el manejo por medio de la reducción, la eliminación o la combinación del movimiento y/o el equipo innecesario.
5._ <i>Gravedad</i>	Utilizar la fuerza de gravedad para mover materiales cuando sea posible.
6._ <i>Utilización del espacio</i>	Hacer un uso óptimo del volumen del inmueble.
7._ <i>Tamaño unitario</i>	Incrementar la cantidad, el tamaño o el peso de las cargas unitarias o la tasa de flujo.
8._ <i>Mecanización</i>	Mecanizar las operaciones de manipulación.
9._ <i>Automatización</i>	Hacer que la automatización incluya las funciones de producción, manejo y almacenamiento.
10._ <i>Selección de equipo</i>	Seleccionar el equipo de manejo, considerar todos los aspectos del material que manipulará: movimiento y método que se usarán.
11._ <i>Estandarización</i>	Estandarizar los métodos de manejo, así como los tipos y los tamaños del equipo para ello.
12._ <i>Adaptabilidad</i>	Usar los métodos y el equipo que realicen del mejor modo varias tareas y aplicaciones para las que no se justifique el equipo de propósito especial.
13._ <i>Peso muerto</i>	Reducir la razón de peso muerto del equipo de manipulación.
14._ <i>Utilización</i>	Planear la utilización óptima del equipo y la mano de obra para el manejo de materiales.
15._ <i>Mantenimiento</i>	Planear mantenimientos preventivos y programar las reparaciones de todo el equipo de manejo.
16._ <i>Obsolescencia</i>	Reemplazar los métodos y el equipo obsoletos de manejo por aquellos que mejoran las operaciones.
17._ <i>Control</i>	Usar las actividades de manejo para mejorar el control del inventario de producción y la atención de las órdenes.
18._ <i>Capacidad</i>	Emplear el equipo de manejo para alcanzar la capacidad de producción que se desea.
19._ <i>Rendimiento</i>	Determinar la eficiencia del rendimiento del manejo en términos de gasto por unidad.
20._ <i>Seguridad</i>	Contar con método y equipo apropiado para hacer el manejo con seguridad.

**Figura 7.4** *Los veinte principios del manejo de materiales.* Adaptada de Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, tercera edición, Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens

## 8. Uso del mapeo en la planeación de la producción



# Uso de mapeo en la planeación de la producción



- La planeación de la producción la podemos dividir de manera básica en 4 etapas:
  - a) planificación de la capacidad.
  - b) planificación agregada
  - c) plan maestro de la producción
  - d) programación a corto plazo.
- Estas difieren entre ellas principalmente en el grado de detalle que nos proporcionan y en el tiempo para el cual están planificadas o aplicadas.
- En el caso particular de este trabajo, partiremos de la idea que ya contamos con la estimación de la demanda, en el cual necesitamos conocer cómo será la planificación agregada, plan maestro de la producción, y por último a qué nos referimos con los requerimientos de los materiales.



**Figura 8.1** División de la planeación de la producción. Adaptada de Tareas y responsabilidades de planeación, elaboración propia con base en Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder.

## 8.1. Planificación o programación agregadas

- La planificación o programa agregado consiste en tener un plan agregado, lo que significa es que se agrupan los recursos correspondientes en términos generales “sin especificar detalles”. Todo esto se realiza una vez teniendo la demanda, la capacidad de la instalación, los niveles de inventarios y las plantillas.
- Por lo general se secciona un volumen de producción de la instalación de un plazo de 3 a 18 meses.

Algunas características:

1.\_ Se ajusta una demanda de la capacidad de un plazo de 3 a 18 meses.

2.\_ El cumplimiento de la demanda se ajusta mediante cambios en la producción, cambios en los niveles de mano de obra, inventario, número de horas extra, las tasas de contratación, entre otras.

3.\_ La planificación agregada no proporciona datos de los productos, no presenta diferencias entre los diferentes tipos y en general no es detallada.

4.\_ Al proceso de descomponer el plan agregado en uno a mayor detalle se le conoce como desagregación, el cual genera **un plan maestro de la producción**, y en su momento a la planeación de requerimiento de materiales como se verá más adelante.



## 8.2. Proceso de la planificación agregada

- La planificación de la demanda puede llevarse a cabo a diferentes periodos de tiempo: corto, mediano y largo plazo, esto dependiendo de varios factores.
- **Largo plazo:** permite resolver problemas de capacidad y estrategia con la ayuda de la alta dirección. La alta dirección resuelve problemas relacionados con las políticas internas, localización, expansión de la planta y desarrollo de nuevos productos a lo largo de varios años.
- **Medio plazo:** este tipo de planificación inicia una vez que ya fueron tomadas las decisiones de la capacidad a largo plazo por los directores de operaciones, se solucionan problemas que tienen que ver con las fluctuaciones de la producción. Este tipo de decisiones debe ser alineada a la planificación a largo plazo en donde la planificación a medio plazo se desarrolla en conjunto con el plan agregado de la producción.
- **Corto Plazo:** este tipo de planeación puede abarcar hasta periodos de un año, pero por lo general es menor a tres meses, está a cargo del personal de operaciones que trabajan en conjunto con el supervisor y capataces para desagregar el plan a medio plazo en programaciones semanales, por día u hora.

Planeación a largo plazo (más de un año)	Planeación a medio plazo (3 a 18 meses)	Planeación a corto plazo (hasta 3 meses)
Alta dirección.	Directores de producción.	Directores de operaciones, supervisores y capataces.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación de nuevos productos.</li> <li>• Inversiones.</li> <li>• Localización y expansión de la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación de ventas, planeación y presupuesto de producción.</li> <li>• Niveles de mano de obra, inventario, subcontratación y análisis de planes operativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignación de trabajos.</li> <li>• Lanzamiento de órdenes de trabajo o compra.</li> <li>• Programación de trabajos y horas extras.</li> </ul>

**Figura 8.2** Tareas y responsabilidades de planeación. Elaboración propia con base en Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder.

## 8.3. Objetivo de la planeación agregada

- Algunos de los principales objetivos de la planeación agregada además de disminuir los costos son: equilibrar la mano de obra, bajar los niveles de inventarios y conseguir un alto nivel de servicios.
- El plan agregado es válido para todo tipo de empresas como es la industria manufacturera: en la cual el plan agregado relaciona los objetivos estratégicos de la empresa con los planes de producción.
- En cuanto a la industria de servicios, el plan agregado relaciona los objetivos estratégicos con la programación de la mano de obra.

### La planeación agregada requiere cuatro elementos fundamentales

Para poder aplicar de mejor manera la planeación agregada se sugiere la aplicación de cuatro elementos:

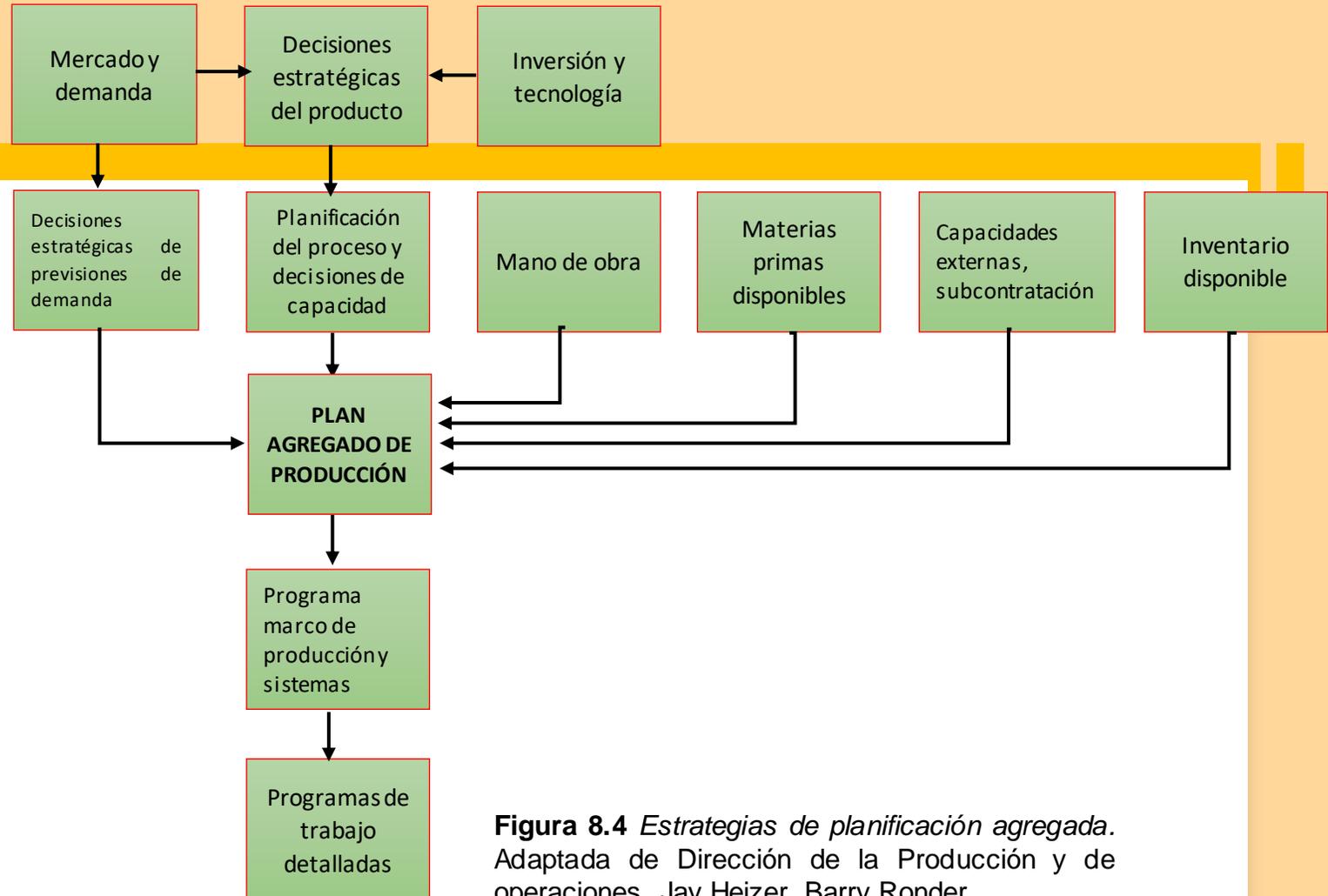
- 1.\_ Un sistema que nos permita medir las ventas y la producción.
- 2.\_ Una demanda para la planeación agregada con un periodo de planificación razonable a medio plazo.

- 3.\_ Determinar los costos.
- 4.\_ Determinar las previsiones y costos de tal manera que podamos tomar decisiones de planificación para un periodo específico que se esté planificando.



**Figura 8.3** Los cuatro pasos de la planeación agregada. Adaptada de Tareas y responsabilidades de planeación, Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder.

## 8.4. Estrategias de la planificación agregada



**Figura 8.4** Estrategias de planificación agregada. Adaptada de Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder.

Se sugiere que el director de operaciones conteste las siguientes preguntas a la hora de realizar un plan agregado:

- ¿Es conveniente utilizar los inventarios para solventar los problemas de demanda durante el periodo de planificación?
- ¿Es conveniente aumentar la plantilla de trabajo de la planta para ajustarse a los cambios?
- ¿Es correcto trabajar a tiempo parcial o hacer uso de horas extras dependiendo según convenga para amortiguar las fluctuaciones?
- ¿Se debe subcontratar durante los periodos de fluctuación para mantener una plantilla estable?
- ¿Es correcto modificar los precios u otros factores para influir sobre la demanda en el mercado?

## 8.5. Opciones de Capacidad

Técnica	Enfoque de resolución	Aspectos importantes
Métodos de tablas y gráficos	Prueba y error	Fáciles de entender y aplicar, proporcionan muchas soluciones posibles, pero se corre el riesgo de seleccionar la no óptima.
Métodos de transporte de programación lineal	Optimización	Software lineal, permite un análisis de sensibilidad y nuevas restricciones en donde las funciones lineales pueden no ser lineales.
Modelos de los coeficientes de gestión	Heurístico	Sencillo y fácil de llevar a cabo, se trata de imitar el proceso de decisión del directivo mediante regresiones.

Figura 8.6 Opciones de capacidad

Fuente: Elaboración propia con base en Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder

- Las opciones de capacidad son aquellas que intentan absorber las variaciones de la demanda mediante algunas aplicaciones como:

### Algunos métodos de planificación agregada

. Modificando los niveles de inventarios: esto consiste en un aumento del nivel de los inventarios en periodos de baja demanda para así poder enfrentar las demandas altas futuras.

. Modificando el tamaño de la plantilla del personal: consiste en contratar o recortar personal en función de la demanda o temporada, lo cual causa una productividad media baja debido a la curva de aprendizaje de los nuevos trabajadores

. Modificando los volúmenes de producción: esto se lleva a cabo mediante la aplicación de horas extras o aprovechamiento de horas de inactividad, lo cual causa a su vez aumento de costos por horas extras, y un agotamiento de los empleados provocando posibles bajas de calidad en los productos o servicios.

. Contratación de empleados poco capacitados por tiempo parcial o de temporada: esto es aplicable principalmente a empresas de servicios y en temporadas altas.

Figura 8.5 Algunos métodos de planificación agregada. Adaptada de Dirección de la Producción y de operaciones, Jay Heizer, Barry Ronder

## 8.6. Planeación agregada en servicios

La mayoría de las veces se da más detalle o es más conocido lo que tiene que ver con la industria manufacturera, sin embargo, la planeación agregada también toma un papel muy importante en la industria de los servicios.

Si bien la planeación agregada se puede considerar como más fácil de aplicar en la industria manufacturera, es muy similar en la industria de servicios ya que en ambas se realizan combinaciones. Algunas de las ramas de servicios más conocidas son: Restauranteras, hospitalarias, cadenas nacionales de pequeñas empresas de servicios, industria aérea, entre otros.

El control de los costos de la mano de obra juega un papel muy importante en este tipo de empresas de servicios e implica varios puntos que no se deben perder de vista:

- . Contar con una descripción detallada de las horas de trabajo de los empleados que permita dar una respuesta rápida a posibles cargas de trabajo imprevistas por parte de los clientes.

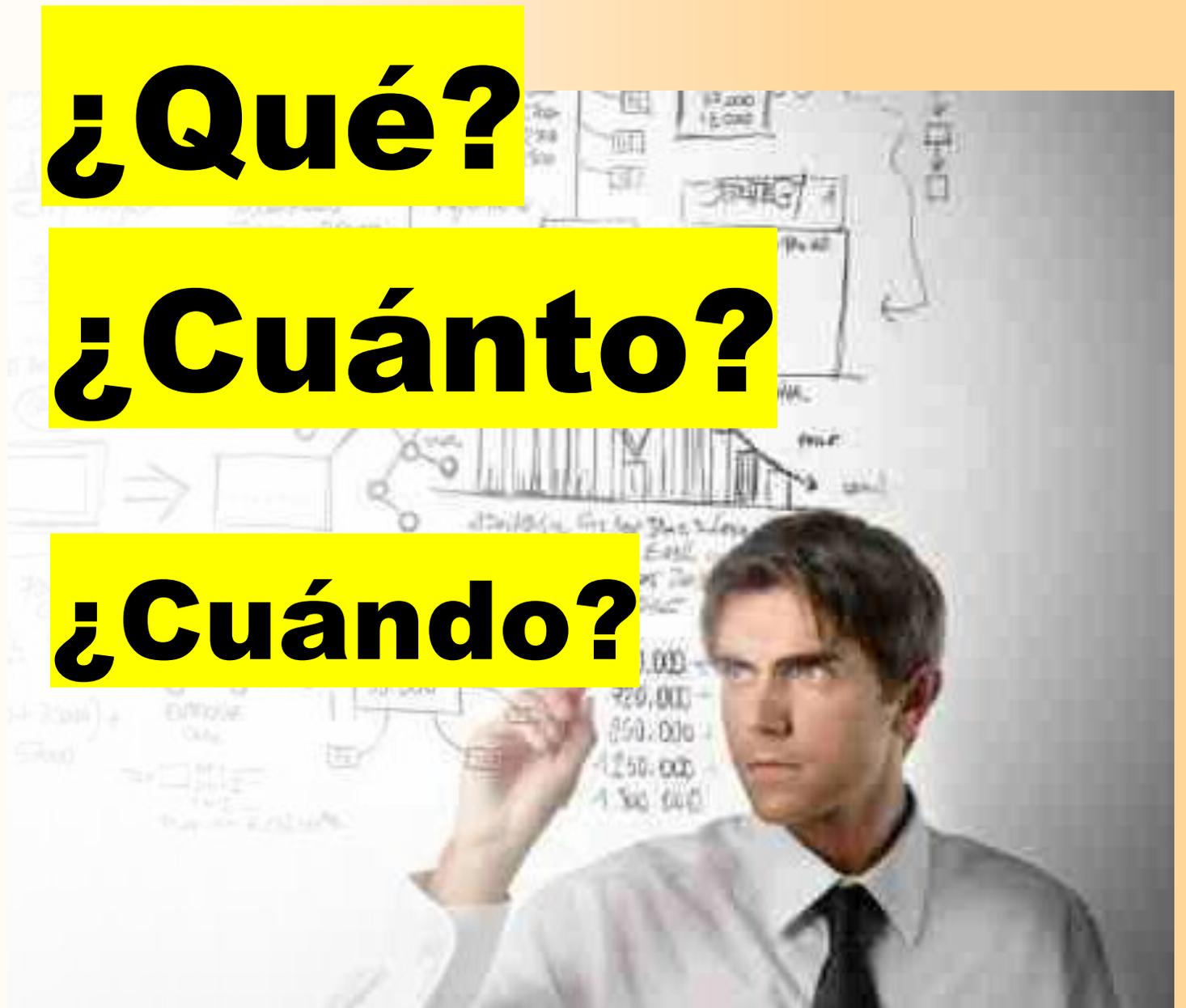
- . Contar con una plantilla de trabajo de emergencia en caso de ser necesario.

- . Contar con buena capacitación en los trabajadores; esto quiere decir que deben ser capaces de intercambiar de roles dentro de su área de trabajo, para que en caso de una sobre carga en un área definida se pueda mover mano de obra de un lugar a otro de ser necesario.

- . Contar con un buen nivel medio de producción, así como disponibilidad de los empleados en caso de emergencias de demanda de trabajo inesperada.



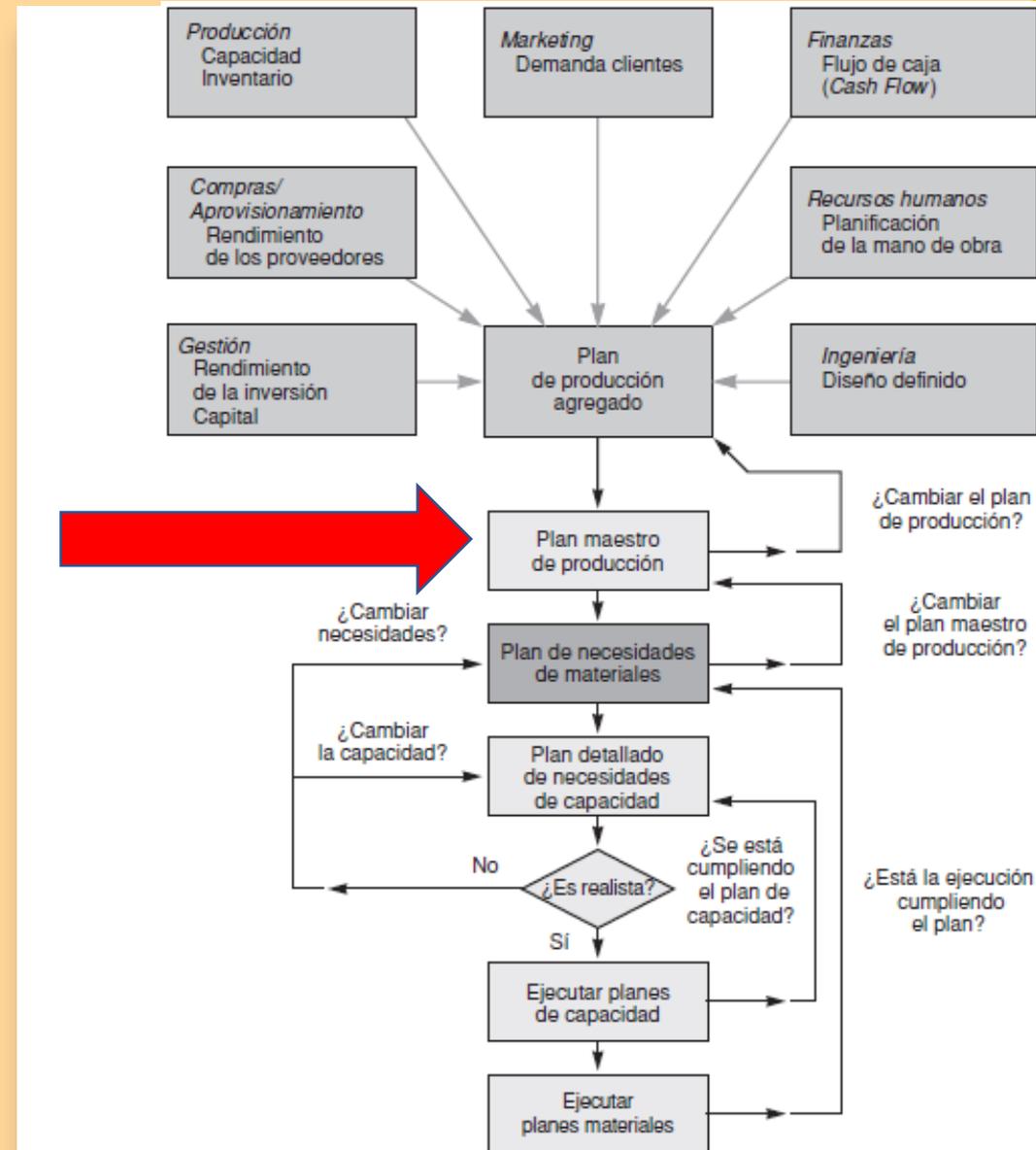
## 8.7. Plan maestro de la producción



## 8.8. Proceso de planificación

- El Plan Maestro de Producción MPS (Master Production Schedule) también conocido como Programación de la producción está presente en todos los tipos de empresas ya sean de productos o servicios, siempre teniendo en cuenta de considerar el tiempo necesario en el cual se abarquen los tiempos de materiales, tiempo de producción, ensamble, etc.
- En pocas palabras es aquel que nos define qué, cuándo y cuánto se va a producir.

**Figura 8.7** Proceso de planificación. Tomada de Dirección de la producción y de operaciones Decisiones Tácticas, Jay Heizer, Barry Render



- El plan Maestro por lo general comienza a partir de un pronóstico a detalle de los productos para así poder satisfacer los pedidos de los clientes en conjunto con la demanda real proporcionada por cada cliente.

#### **Desagregación del plan de producción agregado**

- a) Define qué artículo se debe producir.
- b) Se establece el número de artículos o productos a producir.
- c) Los tiempos en cuándo se va a producir.
- d) Identificación de los recursos totales disponibles como: equipo, instalaciones, inventarios, personal y contrataciones externas.
- e) Determina de forma precisa la variabilidad de un plan tomando en cuenta las restricciones de capacidad.



## **8.9. Qué es el plan maestro de producción**



¿Qué?

¿Cuánto?

¿Cuándo?

## 8.10. ¿En qué consiste la planeación?

La planeación es el proceso de secuenciar y tomar las decisiones de planificación de la capacidad de una planta, en la cual se analizan los recursos totales disponibles y sus restricciones.

En la planeación se van asignando los recursos en función de ciertas métricas como toneladas, número de horas, taller, entre otras, para producir.

### Algunos criterios de planeación:

Para poder planear de manera correcta se depende de varios factores como son:

- El volumen de las órdenes a realizar.
- El tipo de operaciones y su complejidad.
- Minimizar el tiempo de finalización mediante la determinación del tiempo de finalización medio por trabajo.
- Maximizando la utilización mediante la determinación del porcentaje de tiempo de trabajo de la maquinaria.
- Reducir al mínimo el trabajo en curso WIP (Work in Process). Se puede evaluar calculando el número medio de trabajos existentes en donde la relación que existe entre el número de trabajos en el sistema y el inventario de trabajo en curso se elevara, lo que quiere decir es que entre menor sea el número de trabajos en el sistema menor será el inventario.
- Minimizar lo más posible los tiempos de espera de los clientes, se realiza calculando el número medio de días retrasados.



Dreamstime. (2021). Ilustración de marcar calendario. [Figura]. Recuperado de (<https://es.dreamstime.com/marcar-iccionario-del-calendario-estilo-de-caricatura-ilustraciones-vectoriales-image156786910>)

## 8.11. Algunas ventajas del plan maestro de producción

El programa debe tener concordancia con el plan agregado de producción, en dónde el plan de producción establece la cantidad global que se va a producir en términos generales, se debe diferenciar que el plan maestro es una decisión de lo que debemos producir, no un pronóstico de la demanda.

### Algunas Ventajas del Plan maestro de producción

- Divide los planes agregados en información que se traduce de manera directa y entendible en productos a fabricar.
- Nos proporciona un plan con fundamentos en pedidos reales por parte de los clientes e información de los pronósticos.
- Nos da una base sólida de información para desarrollar los planes de recursos y de capacidad de trabajo más detallados.
- Nos ayuda a planificar los niveles de inventarios ya sea de productos en proceso o terminados.

El plan de producción: establece

- Familias de productos.
- Horas estándar.
- Volúmenes.

Todos estos programas deben contener e incluir los inputs como:

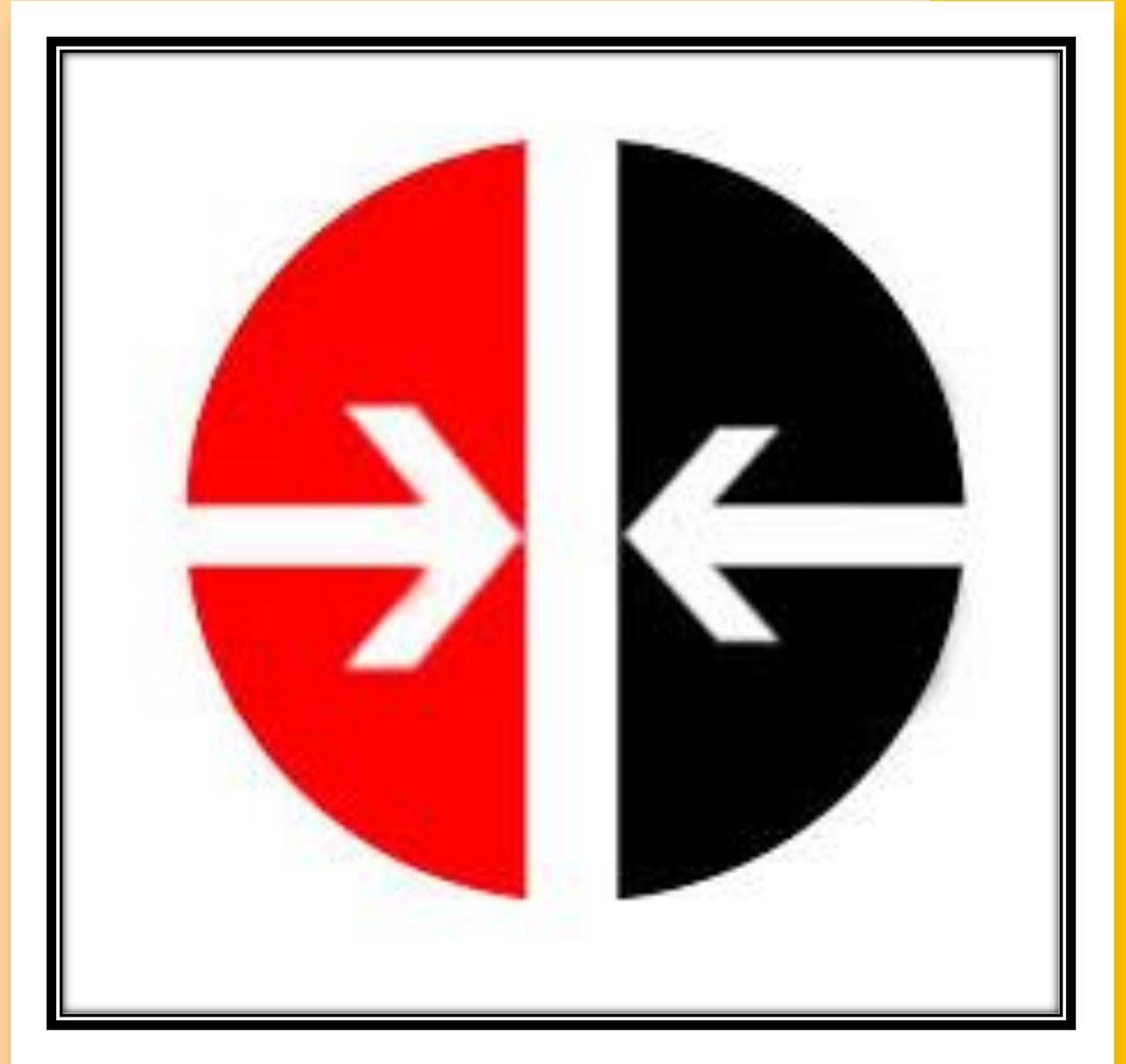
- Planes financieros.
- Demanda de los clientes.
- Capacidad de ingeniería.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Fluctuaciones de inventario.
- Rendimiento de los proveedores.

## 8.12. Programación hacia adelante (forward) y hacia atrás (back ward)

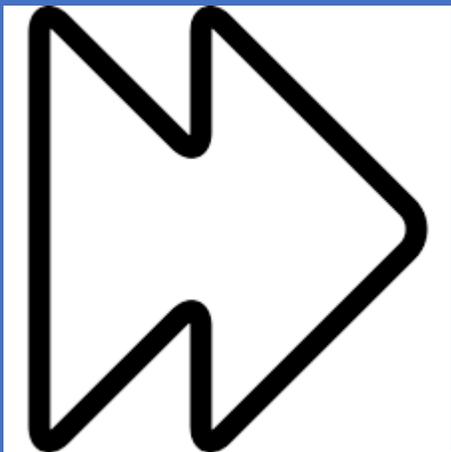
---

La programación consiste en asignar fechas de las entregas para trabajos concretos, sin embargo, muchos de los trabajos que se llevan a cabo compiten de manera simultánea por los recursos para poder realizarse.

Bajo esta premisa tenemos dos tipos de programación principales: programación hacia adelante (forward) y programación hacia atrás (backward).



## 8.13. Programación forward (programación hacia adelante)



Es aquella que se inicia o lleva a cabo tan pronto como son conocidos los requerimientos y especificaciones del trabajo a realizar, algunos de las áreas en las cuales es muy usada son: hospitales, clínicas, restaurantes, máquinas y herramientas.

Algunas características son:

- Los trabajos se realizan contra pedido.
- Las entregas se realizan en corto plazo o lo más pronto posible.
- Se elabora con el fin de generar un programa factible de cumplirse incluso por encima de fechas de entrega.
- Puede provocar un aumento de inventario de trabajo en proceso.



Figura 8.8 Ejemplo de programación hacia adelante. Elaboración propia

## 8.14. Programación backward (programación hacia atrás)

Este tipo de programación se inicia a partir de la fecha dispuesta para la entrega; se programa la última operación del trabajo, por lo tanto, las etapas de trabajo se programan de manera consecutiva en orden inverso o descendiente. La fecha de inicio se obtiene restando el plazo de producción de cada artículo.

### Algunas aplicaciones:

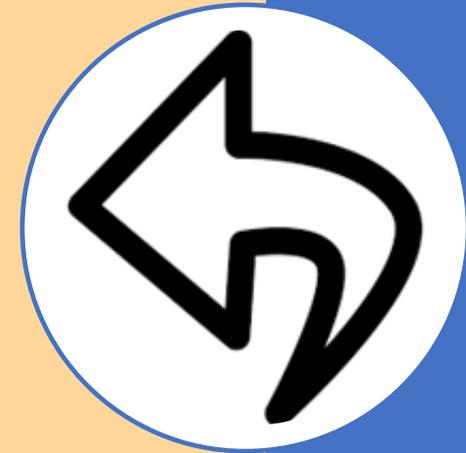
- Servicios de comidas, banquetes.
- Operaciones médicas.

Es importante no olvidar que en la práctica es muy común combinar estas dos herramientas y que las averías o mantenimientos de algunas máquinas y cuestiones de calidad pueden complicar la programación de las tareas.

El asignar una fecha no te permite asegurar que el trabajo sea realizado en la fecha estipulada.



**Figura 8.9** Ejemplo de programación hacia atrás.  
Elaboración propia.



## 8.15. Jalar (pull) y empujar (push)

Es muy usual confundir la programación hacia atrás y hacia adelante con el sistema jalar (Pull) y empujar (Push), por ende, importante diferenciar esta metodología de las formas de programación de las cuales aquí se hablan.

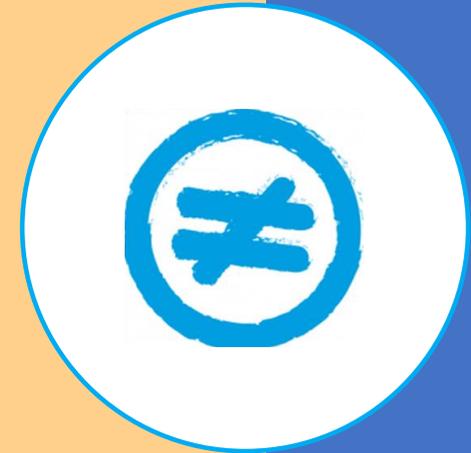
Pull y push de manera sintetizada son dos formas muy usuales de mover las materias primas en la industria usualmente en los procesos de manufactura.

El modo push es aquel en donde el movimiento de materiales y productos terminados o semi terminados es llevado a cabo por el modo de empujar.

Por otra parte, tenemos algo que es completamente contrario en el cual el moviendo de los materiales y materias primas se lleva a cabo jalando mediante la metodología llamada pull.

El flujo de materiales alado de forma pull está estrechamente relacionado con la metodología lean, la cual queda fuera del alcance de este material.

Las dos metodologías se ejemplifican a continuación:



## Modo pull

Supongamos que tenemos un refrigerador el cual contiene refrescos y siempre está lleno a su máxima capacidad, del lado derecho de la imagen tenemos a un usuario convencional quien llega y saca 2 refrescos (siendo esta la demanda a producir). Por el lado izquierdo de la imagen tenemos el proceso de llenado del refrigerador, en donde se vuelve a abastecer el refrigerador con 2 refrescos. Por lo tanto, solo se produce lo que es necesario a esto se le conoce como pull. Donde el usuario hala la demanda a producir.

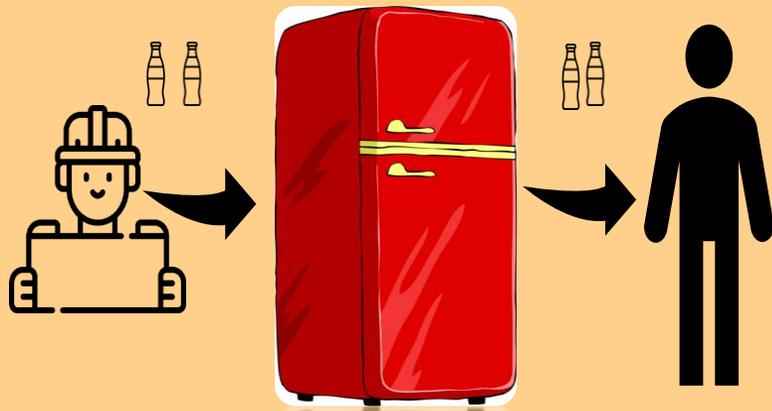


Figura 8.10 Ejemplo gráfico del modo pull. Elaboración propia.

## Modo push

En contra parte tenemos que en la metodología push se puede producir “x” número de refrescos sin que necesariamente exista una demanda real, lo cual puede causar un exceso de inventarios. La producción está empujando y obligando a que se genere movimiento de materiales o materia prima; la demanda en este caso es calculada u obtenida por medios diferentes como son: una planeación, pronóstico o historia del producto que se tenga previamente. Por lo general es muy útil para economías de escala.

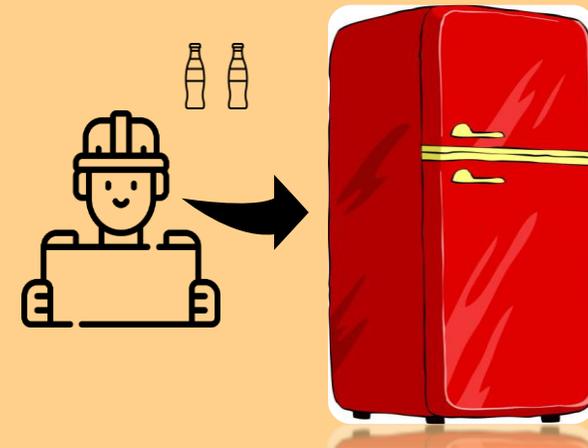
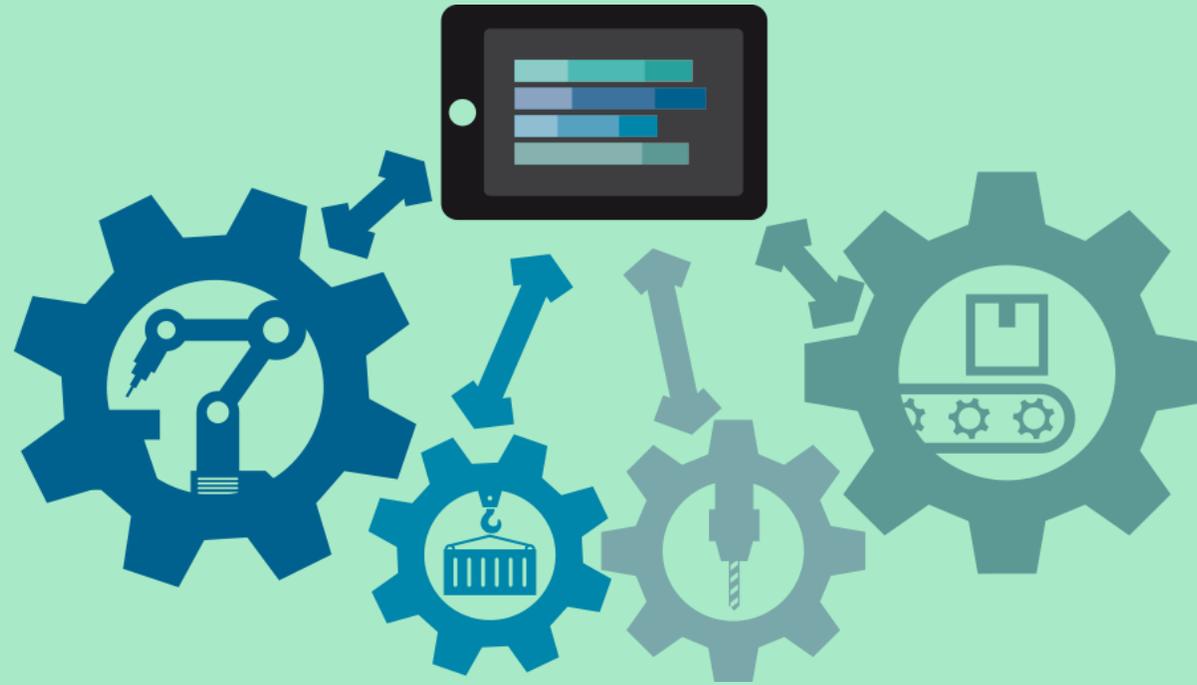


Figura 8.11 Ejemplo gráfico del modo push. Elaboración propia.



# 9. Propuesta de metodología del proceso de planificación de la producción



## 9.1. Demanda

Partimos de la idea que ya se cuenta con la estimación de la demanda, en el cual necesitamos conocer cómo será la planificación agregada.

El plan de producción agregado parte de varios factores que se deben conocer previamente:

- Gestión: rendimiento de la inversión de capital.
- Compras: aprovisionamiento y rendimiento de los proveedores.
- Producción: capacidad e inventario.
- Marketing: demanda de los clientes.
- Finanzas: flujo de caja.
- Recursos humanos: planificación de mano de obra.
- Ingeniería: diseño definido.

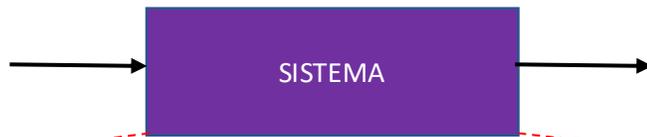
Una vez que se sabe la demanda, las materias primas iniciales, las capacidades, etc. El plan de producción agregado será desagregado dando paso a lo que conocemos como plan maestro de producción.

Figura 9.1 Plan maestro de la Producción. Elaboración propia

## 9.2. Mapeo de proceso

En esta fase necesitamos contar con el mapeo de proceso o de los procesos que queremos poner en marcha, si no se cuenta con ellos se deben realizar tomando como base los propuestos en “**Capítulo 2. Métodos de mapeo en el estudio de trabajo** o **Capítulo 4. Procedimiento para el mapeo de procesos.**”.

### A) MACROPROCESO



### B) DISEÑO DEL PROCESO (SIPOC)



### C) FLUJOGRAMA



### D) SELECCIÓN DE ALGUN DIAGRAMA

- Cursograma Sinóptico
- Cursograma Analítico
- Diagrama Bimanual
- Cursograma Funcional
- Gráfica de función de tiempo
- Diagrama de Actividades Múltiples
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de hilos
- VSM
- TBPM
- Diagrama de Ensamble
- Diagrama de Flujo
- IDEFT
- Diagrama de GANTT

La selección del diagrama se hará a conveniencia del tipo de actividad que se este mapeando, sin embargo, se recomienda poner mayor detalle en aquellos que involucran tiempos ya que en posteriores pasos se involucrarán los tiempos de los movimientos, por ello conviene seleccionar un mapa que nos ayude a identificarlos previamente.

**Figura 9.2** Metodología propuesta para el proceso de mapeo .  
Elaboración propia.

DIAGRAMA	Nivel de detalle	Enfoque: Material, Operador, Equipo	Nivel de manejo de datos
Cursograma Sinóptico	Bajo	O	Bajo
Cursograma Analítico	Medio	M, O, E	Alto
Diagrama bimanual	Alto	O	Alto
Cursograma Funcional (administrativo)	Bajo	O	Bajo
Diagrama de Actividades Múltiples	Alto	O, E	Alto
Diagrama de recorrido	Bajo	M, O, E	Bajo
Diagrama de hilos o espagueti	Bajo	M, O, E	Medio
Diagrama de ensamble	Medio	M	Medio
SIPOC	Alto	M, O, E	Medio
Diagrama de Flujo	Medio	M, O, E	Medio
IDEFT	Medio	M, O, E	Medio
Gráfica de función de tiempo	Bajo	O	Medio
VSM	Alto	M, O	Medio
Diagrama de GANTT	Bajo	O	Bajo
TBPM	Bajo	O	Medio

### 9.3. Algunas características de los diagramas para su selección

A continuación se muestra una tabla de los diagramas más utilizados, la información está caracterizada por varios factores como: el nivel de detalle, tipo de enfoque y nivel de manejo de datos. Sin embargo, se recomienda revisar previamente para un mejor entendimiento el capítulo 2. Métodos de mapeo en el estudio del trabajo y el sub capítulo 4.5. Cuadro comparativo de los diagramas de flujo.

**Figura 9.3** Cuadro comparativo de diagramas de flujo. Elaboración propia.

## 9.4. Asignar tiempos

Una vez realizado nuestro mapeo de procesos este nos ayudara a conseguir los tiempos en los cuales los operadores realizan las actividades. El análisis del mapeo de procesos será la base para establecer los tiempos estándar de cada una de las actividades las cuales posteriormente nos ayudaran a definir la producción en el tiempo.



## 9.5. Representar el inicio y fin de la producción desde las distintas unidades y lotes

Una vez que ya se tienen los tiempos estándar de las actividades bien identificados el siguiente paso será definir el tipo de programación a utilizar. La programación dependerá de dos factores: especificaciones o requerimiento y tiempo de entrega proporcionados por el cliente.

- **Programación hacia adelante:** en función de los requerimientos donde la producción se inicia tan pronto como se conozcan los requerimientos.
- **Programación hacia atrás:** en función de la fecha de entrega donde la programación se inicia a partir de la fecha dispuesta para la entrega.

Para más detalle consultar la sección 8.12. Programación hacia adelante(forward) y hacia atrás(back ward).



## 9.6. Hacer el despliegue considerando los productos que se van a hacer y cumplir con las metas sin violar restricciones (verificación de factores como sistema de planificación y control de la producción los cuales deben cumplir con varios objetivos)

Una vez que ya se cuenta con el tipo de programación para cada uno de los lotes, se debe realizar un despliegue de cada una de las líneas de trabajo.

Para este punto ya se debe contar con cierta información como:

- Ordenes de trabajo.
- Especificaciones y lista de materiales.
- Tiempo programado de cada actividad.
- Tiempo de entrega.
- Número de artículos a producir.
- Tipo de operación a realizar.
- Etc.

Es muy importante que a lo largo del despliegue de las actividades y en su programación no se violen las restricciones básicas distintivas de las instalaciones enfocadas a procesos.

- Realizar una programación de las órdenes de trabajo sin romper las restricciones de capacidad de los centros de trabajo.
- Revisar la disponibilidad de máquinas, herramientas y materiales antes de programar una orden de trabajo.

- Establecer fechas de fin de cada operación programada y realizar un seguimiento de sus comportamientos, lo que ayudara a realizar posibles cambios de ser necesario por contratiempos como retrasos en las órdenes de trabajo.
- Control y monitoreo del trabajo en curso a lo largo del proceso de producción.
- Generar y proporcionar estudios estadísticos de la eficiencia de los trabajos para poder realizar un monitoreo y control de las operaciones.



A manera de esquema y de manera simple en el siguiente ejemplo tenemos varias líneas de vehículos en espera de procesamiento, el despliegue aquí consiste en definir cuándo comienza a operar cada línea, en qué orden, así como tiempos de finalización.

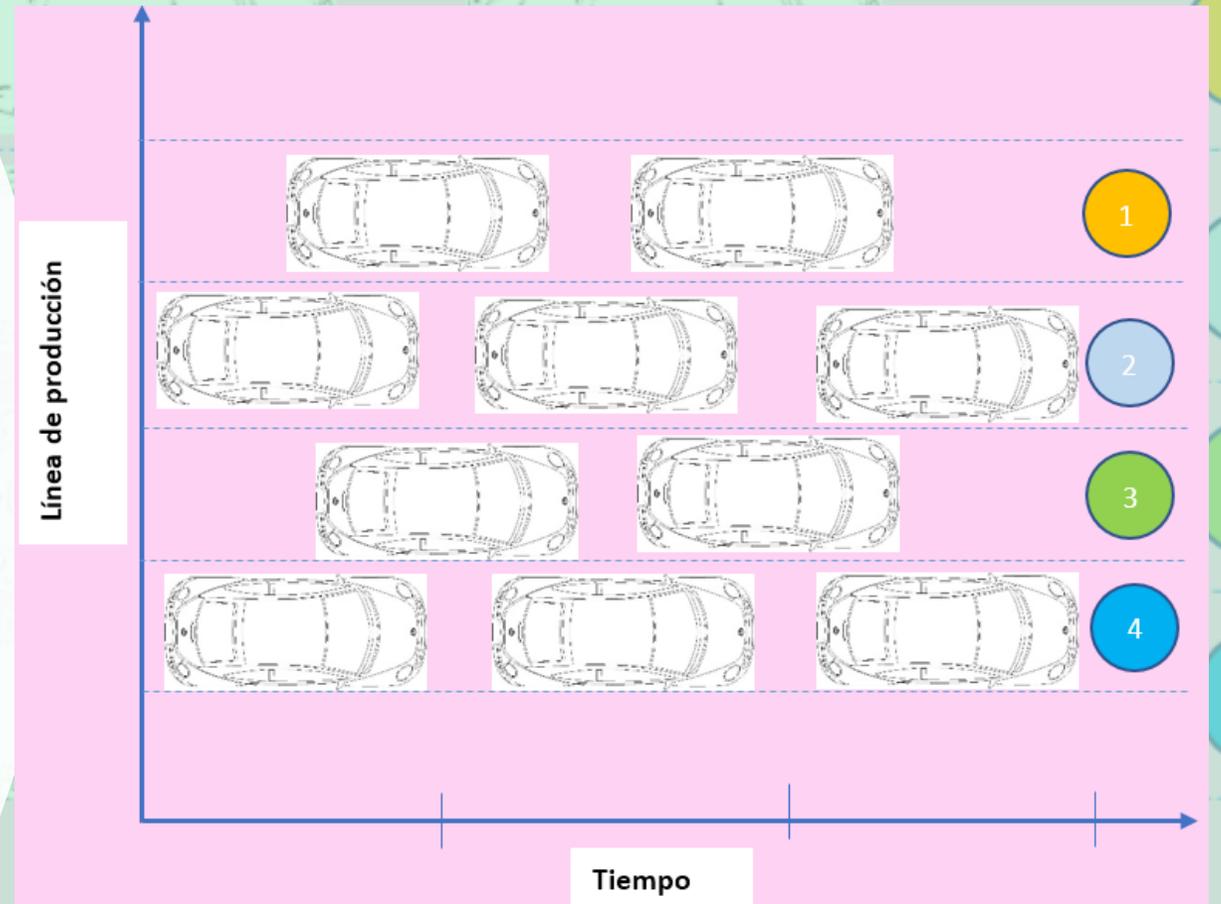
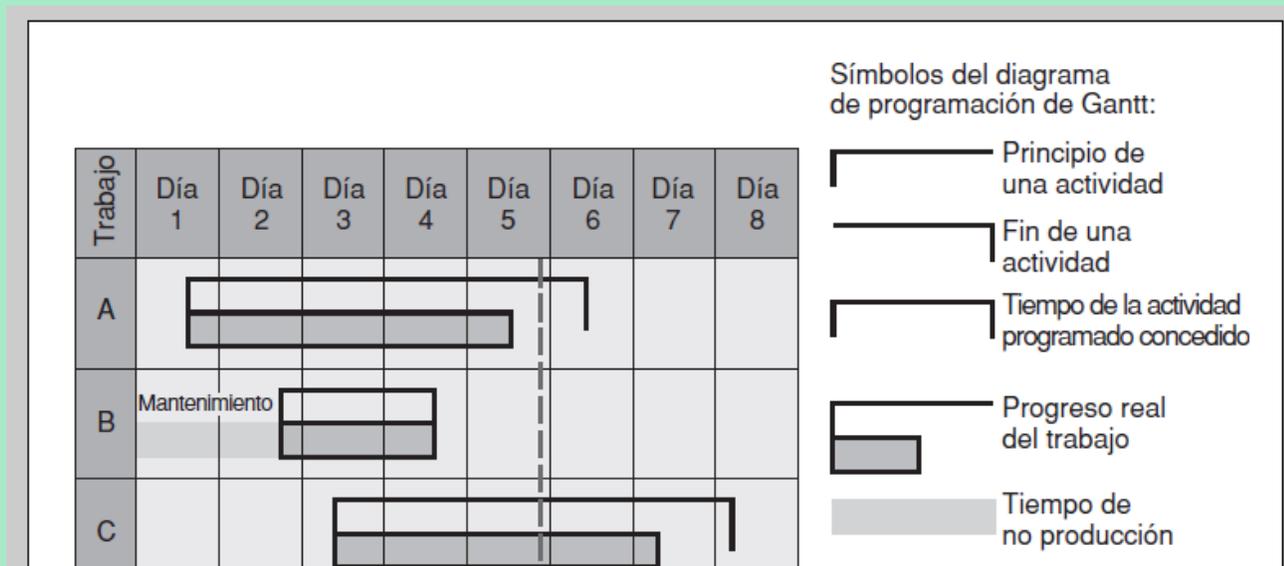


Figura 9.4 Ejemplo de líneas de trabajo con vehículos. Elaboración propia.

## 9.7. Integración en un Gantt



**Figura 9.5** Ejemplo de diagrama de GANTT orientado al control de carga. Tomado de Dirección de la producción y de operaciones Decisiones Tácticas, Jay Heizer, Barry Render.

- El desglose de la información se puede llevar a cabo haciendo uso de algunos diagramas como son: el diagrama de Gantt; el cual es muy útil porque nos ayuda a comprender y visualizar de manera gráfica los arreglos de las actividades y puestas en marcha de las líneas de producción.
- Sí el diagrama es aplicado a la carga podemos observar los tiempos de carga y descarga así como los tiempos de ocio de las diferentes áreas o maquinarias.
- Una vez que se a visualizado y con la ayuda de otras herramientas como pueden ser los diagramas de recorrido podemos realizar cambios en caso de ser necesario. Esto nos ayudara a identificar por ejemplo: áreas con sobrecarga y áreas con capacidad permitiendo así un mejor control.
- En caso por ejemplo de tener trabajos en espera, mediante estas herramientas podemos observar en dónde podemos redistribuir los trabajos en los diferentes centros y áreas de procesamiento.
- Algunos de los inconvenientes que tiene la implementación de los diagramas de Gantt es que estos no incluyen la variabilidad de la producción como: problemas con la maquinaria o de personal, por lo tanto, este diagrama debe ser actualizado constantemente para poder observar los cambios en los tiempos, movimientos y avance en general.



# Conclusiones

---



# Conclusiones

Se inició esta investigación desde dos puntos de vista: un punto de vista personal y por otra desde un enfoque profesional.

Ya que, desde el punto de vista de las acciones cotidianas el ser humano por naturaleza realiza sus actividades de manera sistemática las cuales involucran un proceso.

Por otra parte, desde una perspectiva profesional surge la necesidad de contar con una forma de poder afrontar las problemáticas en diferentes áreas de ingeniería que además de permitirnos dar soluciones nos ayudan a adquirir y estructurar la información, así como ser polivalentes en las adversidades de la ingeniería y en general en cualquier área.

Se ha cumplido con los objetivos de manera satisfactoria y con algunos agregados como es: la propuesta de un método propio de la cual se ha partido desde lo más general a lo particular, se cuenta con la ventaja de quedar abierto a cualquier área o circunstancia dependiendo de las necesidades y características de cada problema o situación específica. Además, los objetivos principales cuyos resultados se mencionan a continuación:

- Colección de los diferentes tipos de mapeos más utilizados.
- Caracterización de los tipos de mapeos más usuales.

- Ejemplificación de los tipos de procesos caracterizados.
- Metodologías propuestas.

**Colección de los diferentes tipos de mapeos más utilizados:** se ha realizado en verdad una amplia investigación documental de los principales métodos de mapeo, y se han reunido en un solo material dando pie a su fácil consulta y comparación.

**Caracterización de los tipos de mapeos más usuales:** una vez identificados se sintetizaron sus principales características las cuales los definen. Se enunciaron sus ventajas y desventajas dependiendo de los tipos de aplicación lo que permitió compararlos.

**Ejemplificación de los tipos de procesos más usuales:** poder contar con las bases y características de los diferentes tipos de mapeo permitió realizar ejemplos ilustrativos para que personas relacionadas y ajenas al área puedan entenderlos y aplicarlos.

**Metodologías propuestas:** una vez reunida toda la información desde las bases, definiciones fundamentales, haber realizado un recorrido por algunos de los métodos más usuales, ejemplos, se pudo sintetizar una metodología mediante la aglomeración y acoplamiento de varias herramientas proporcionando una vista general.

Todo lo anterior es de importancia ya que actualmente si bien se cuenta con diferentes fuentes de información de los métodos de mapeo estos se encuentran dispersos y en muchos de los casos están enfocados solo a entendidos del área. Se ha podido sintetizar y fabricar un trabajo que conjunta toda esta información en un material al alcance de cualquiera que esté interesado.

Pensando de manera un poco más ambiciosa considero que este material podría ser de gran utilidad e introductorio para los alumnos de ingeniería Industrial ya que les permitirá iniciarse en esta área y evitar confusiones que es lo más usual.

Es así como se concluye este trabajo de investigación y desarrollo subrayando que estos métodos pueden ser tan diversos como la imaginación del aplicante o problemática analizada, sin olvidar que seguir una metodología o caracterización de símbolos ya estandarizados pueden ayudar a generar una sinergia que permitirá enfrentar con una mejor perspectiva cualquier problemática presentada en el área laboral o personal.



# Bibliografía

- ❑ Abraham Jananía Camilo. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos: Ingeniería de Métodos*. Primera edición. México. Editorial Limusa.
- ❑ Arcidiano Gabriele, Calabrese Claudio, Yang Kai. (2012). *Leading processes to lead companies: Lean Six Sigma*. Primera edición. Italia. Editorial Springer.
- ❑ Baca U. Gabriel, Cruz V. Margarita, Cristóbal V. I. Marco Antonio. Baca C. Gabriel, Gutiérrez M. Juan Carlos, Pacheco E. Arturo Andrés, Rivera G. Ángel Eustegio, Obregón S. María Guadalupe. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Segunda edición, México, D.F. Grupo Editorial Patria.
- ❑ Calderón Valencia Orlando. (2017). *Metodología para la implementación de mapeo de procesos, tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial*. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria Cd. Mx.
- ❑ Champan N. Stephen. (2006). *Planeación y Control de la Producción*. Primera edición. México. Editorial Pearson educación.
- ❑ Charlene A. Yuch and Douglas Snyder, John Meurer. (2017). *A Hybrid Process Mapping Approach in a Public Health Context*. Proceeding of the 2017 Industrial and Systems Engineering Conference.

- ❑ Chase B. Richard, Jacobs Robert F., Aquilano Nicholas J. (2009). *Administración de Operaciones: **Producción y cadena de suministro***. Duodécima ed. México, D.F. Editorial Mc Graw Hill.
- ❑ Damelio Robert. (1999). *Mapeo de Procesos: **Recursos para la calidad***. México D.F. Panorama Editorial.
- ❑ Dianne Galloway. (1994). *Mejora continua de procesos: **cómo rediseñar los procesos con diagrama de flujos y análisis de tareas***. Primera edición. España. Romanya Valls, Capellades.
- ❑ Díaz Valladares César Armando. (2012). *Ingeniería de Métodos: **Texto universitario***. Tercera ed. Huancayo Perú. Universidad Continental.
- ❑ FMEA. (2008). *Potential Failure Mode and Effects Analysis, Reference Manual*. Fourth Edition. Ford Motor Company, General Motors Corporation.
- ❑ Lluís Cuatrecasas. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta, Ingeniería Lean*. Primera edición. Barcelona. Profit editorial.
- ❑ M. Jojanson. W. Pendlebury. (1993). *Reingeniería de procesos de negocios*. Primera Edición. Editorial Limusa.
- ❑ Meyers E. Fred, Stephens P. Matthew. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Tercera ed. México. Editorial Pearson educación.
- ❑ Paradiso Joe, Cruickshank R. Jamez. (2007). *Process Mapping: **for Sox and Beyond. Strategic Finance***. 31-35.
- ❑ Parro Roberto Nereo. (1996). *Reingeniería: empezar de nuevo*. Primera edición. Buenos Aires Argentina. Macchi Grupo Editor.

- ❑ Ronghao Zhan. (2001), *Time-based process mapping base on a case study of IKEA´s appliances´ transit (tesis de maestría)*.
- ❑ Rotini Federico, Borgianni Yuri, Cascini Gaetano. (2012). *Re-engineering of Products and Processes: **How to Achieve Global Success in the Changing Marketplace***. Primera edición. Londres. Editorial Springer.
- ❑ Six Sigma Academy. (2015). *Process Mapping*. Arizona EU. Six Sigma Academy International, LLC.
- ❑ The Crown Prosecution Service. (2015). *A guide to Process Mapping and Improvement*. Recuperado de [http://www.cps.gov.uk/publications/finance/process\\_mapping.html#header](http://www.cps.gov.uk/publications/finance/process_mapping.html#header).
- ❑ U. Baca Gabriel, V. Cruz Margarita, V Cristóbal Antonio Marco I., C Baca Gabriel, M Gutiérrez Calos Juan,
- ❑ G. Rivera Eustorgio Ángel, G. Rivera Antonio Igor, S. Obregón Guadalupe María. (2014).
- ❑ *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Segunda edición. México. Grupo editorial patria.