

# Diseño de Procesos

Autor: Hernando Plazas



Diseño de Procesos / Hernando Plazas, / Bogotá D.C.,  
Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-5459-99-1

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA  
© 2017, PROGRAMA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
© 2017, HERNANDO PLAZAS

Edición:

Fondo editorial Areandino  
Fundación Universitaria del Área Andina  
Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia  
Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228  
E-mail: publicaciones@areandina.edu.co  
<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: noviembre de 2017

Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales  
Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia  
Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.



# Diseño de Procesos

Autor: Hernando Plazas





# Índice

## UNIDAD 1 Introducción al diseño de procesos

Introducción	7
Metodología	8
Desarrollo temático	9

## UNIDAD 1 Diseño de Procesos Administrativos

Introducción	29
Metodología	30
Desarrollo temático	31

## UNIDAD 2 Diseño de procesos operacionales

Introducción	46
Metodología	47
Desarrollo temático	48

## UNIDAD 2 Diseño de procesos operacionales (Parte 2)

Introducción	68
Metodología	69
Desarrollo temático	70



# Índice

## UNIDAD 3 Diseño de procesos de producción

Introducción	102
Metodología	103
Desarrollo temático	104

## UNIDAD 3 Diseño de procesos industriales

Introducción	118
Metodología	119
Desarrollo temático	120

## UNIDAD 4 Diseño de procesos de software

Introducción	138
Metodología	139
Desarrollo temático	140

## UNIDAD 4 Normatividad

Introducción	154
Metodología	155
Desarrollo temático	156

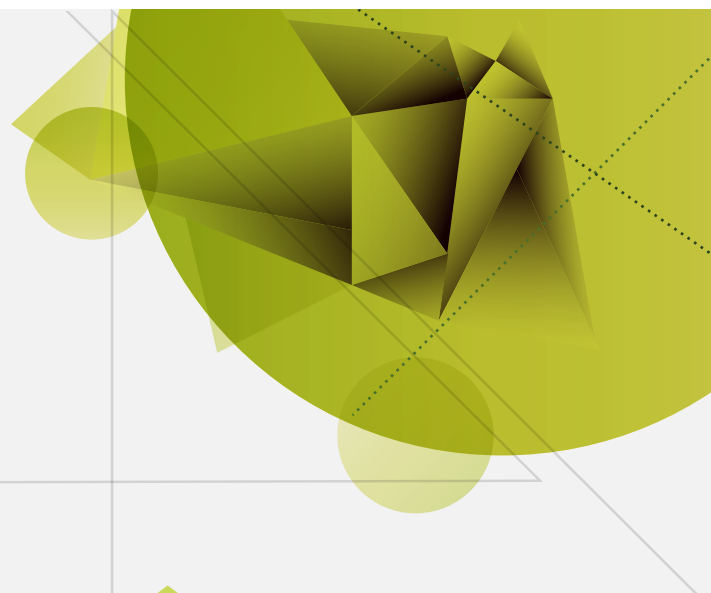
Bibliografía	177
--------------	-----



# 1

## Unidad 1

Introducción al  
diseño de procesos



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

## Introducción

Hablar de diseños de procesos es centrarnos en actividades propias de la empresa que nos permite visualizar cómo funcionan en cada uno de los departamentos, a través de unos componentes básicos que se identifican en los niveles jerárquicos en tres niveles que son subproceso, actividad y tareas a través de unos instrumentos de diseño. Al momento de realizar estos procesos es importante apoyarse del software que nos permite agilizar las actividades a través de un simulador que arroja resultados y genera inquietudes para la toma de decisiones. Esto lo profundizaremos en el estudio de la cartilla de semana 1.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.



## Introducción al diseño de procesos

### Conceptos

Comenzaremos por definir cada una de las palabras, para pasar a diferenciar entre “Diseño de procesos” que es la razón de ser de este curso y el “Proceso de diseño”; luego veremos los diferentes campos de aplicación, para finalizar esta introducción en centrarnos en un tópico muy importante para la Administración de Empresas, que es el Diseño de Procesos de Negocio.

- **Diseño:** en Wikipedia se define el diseño como la creación de un plan o la creación de una convención para la construcción de un objeto o de un sistema (como planos arquitectónicos, esquemas de Ingeniería, procesos de negocio, diagramas de circuitos o patrones de costura). Diseñar tiene connotaciones diferentes de acuerdo al campo que se trate. En ocasiones, la construcción directa de un objeto es considerada como diseño (como en el caso de la cerámica). Otra definición de diseño es: “El enfoque estratégico para que alguien logre una expectativa única o singular. El diseño define las especificaciones, planes, parámetros, costos, actividades, procesos, y cómo y qué hacer con las condiciones legales, políticas, sociales, ambientales, de seguridad y económicas, para lograr el objetivo”. (Don Kumaragamage, Y. 2011).
- **Proceso:** es una serie de actividades interrelacionadas que convierten entradas en resultados (salidas); los procesos consumen recursos y requieren estándares para que el rendimiento sea repetible.
- **Proceso de Negocio:** conjunto de actividades que se pueden desarrollar en la empresa (independiente de la naturaleza de la empresa y de la naturaleza del proceso), actividades lógicamente relacionadas, que se combinan para liberar algo de valor (ejemplo: productos, bienes, servicios, información) a un cliente.
- **Proceso de diseño:** en principio puede entenderse como el método seguido para realizar un diseño, pero existe un gran desacuerdo en cómo los diseñadores en muchos campos producen diseños. Hay muchas formas de describir procesos de diseño. Las maneras más populares de describir procesos de diseño están definidas en “el modelo racional” y la “técnica para resolver problemas”. Este proceso de diseño suele implicar: observar y analizar -> evaluar -> planear y proyectar -> ver, construir y ejecutar.
- **El diseño de Procesos:** a diferencia del proceso de diseño, el diseño de procesos se refiere a la planeación de pasos rutinarios de un proceso, con el fin de lograr un resultado. Los procesos en general son tratados como un producto del diseño, y

no como el método de diseño. El diseño de procesos es la actividad de determinar el flujo de trabajo, los equipos necesarios, y los requerimientos de implementación para un proceso en particular. El Diseño de procesos típicamente usa herramientas que incluyen diagramas de flujo, software que simula procesos y modelos a escala (diccionario de negocios).

- El diseño de procesos de negocio: es el método por el cual una organización entiende y define las actividades de negocio que le habilitan para funcionar. Esto con el fin de asegurar que los procesos están optimizados, son efectivos, cumplen las necesidades del cliente, y soportan y sostienen el desarrollo y crecimiento organizacional. Un proceso bien diseñado mejorará la eficiencia y facilitará una mayor productividad.

### Componentes de los procesos

Un proceso está hecho de actividades jerarquizadas por niveles. Estos niveles típicamente tienen nombres como “subproceso”, “actividad” y “tarea”. (Infortunadamente estos términos son empleados inconsistentemente en diferentes organizaciones, aunque los conceptos subyacentes son los mismos). Por ejemplo el proceso “venta al cliente” puede tener tres subprocesos: “encuentre el cliente”, “tome la orden”, y “facture al cliente”. Cada uno de éstos a su vez, está compuesto de actividades de menor nivel, y tareas que luego definen el trabajo que debe realizarse para “venta al cliente”.

Así pues los procesos están conformados por sub-procesos, y cada sub-proceso a su vez está compuesto por diferentes actividades, cada una de las cuales se divide en tareas. Así como de esta manera vamos de

lo macro a lo micro, el nivel de instrucciones operativas se incrementa. Vale decir, definimos un proceso por lo que esperamos obtener de él; pero definimos una tarea por una serie de acciones operativas que se realizan paso a paso.

Todo proceso cuenta con una serie de recursos de entrada, y por supuesto producen una salida que puede ser a su vez la entrada a un nuevo proceso.

### Instrumentos del diseño

Como habíamos mencionado anteriormente “el diseño de procesos típicamente usa herramientas que incluyen diagramas de flujo, software que simula procesos y modelos a escala” (Diccionario de negocios).

Listemos pues algunos instrumentos del diseño y hagamos una corta referencia a cada uno de ellos.

- Diagramas de flujo.
- Software que simula procesos.
- UML (Lenguaje de Modelado Unificado).
- Diagramas de estado y su subgrupo más conocido, los Diagramas de actividades.

### Diagramas de flujo:

El diccionario de negocios lo define como un resumen pictórico (algoritmo gráfico) de las decisiones (tales como producción, almacenamiento, transporte) y flujos (movimiento de información y materiales) que conforman un procedimiento o proceso desde su inicio hasta su finalización. El diagrama de flujo muestra cómo funciona todo el sistema, y dónde ocurren los errores y desperdicios. Esta información es empleada para definir, documentar, estudiar y mejorar el sistema. También es conocido como flujo-

grama, diagrama de flujo del proceso o diagrama de red.

Existe una gran variedad de programas de uso libre y pagos en la Web para hacer diagramas de flujo. El siguiente diagrama de flujo es un ejemplo a manera de broma que sólo pretende mostrar que a juicio del autor del flujograma, los datos no están seguros si se suben a Internet. No discutimos acá si hay razón en la afirmación, sólo lo mostramos para observar la potencialidad de gráficos de esa herramienta.

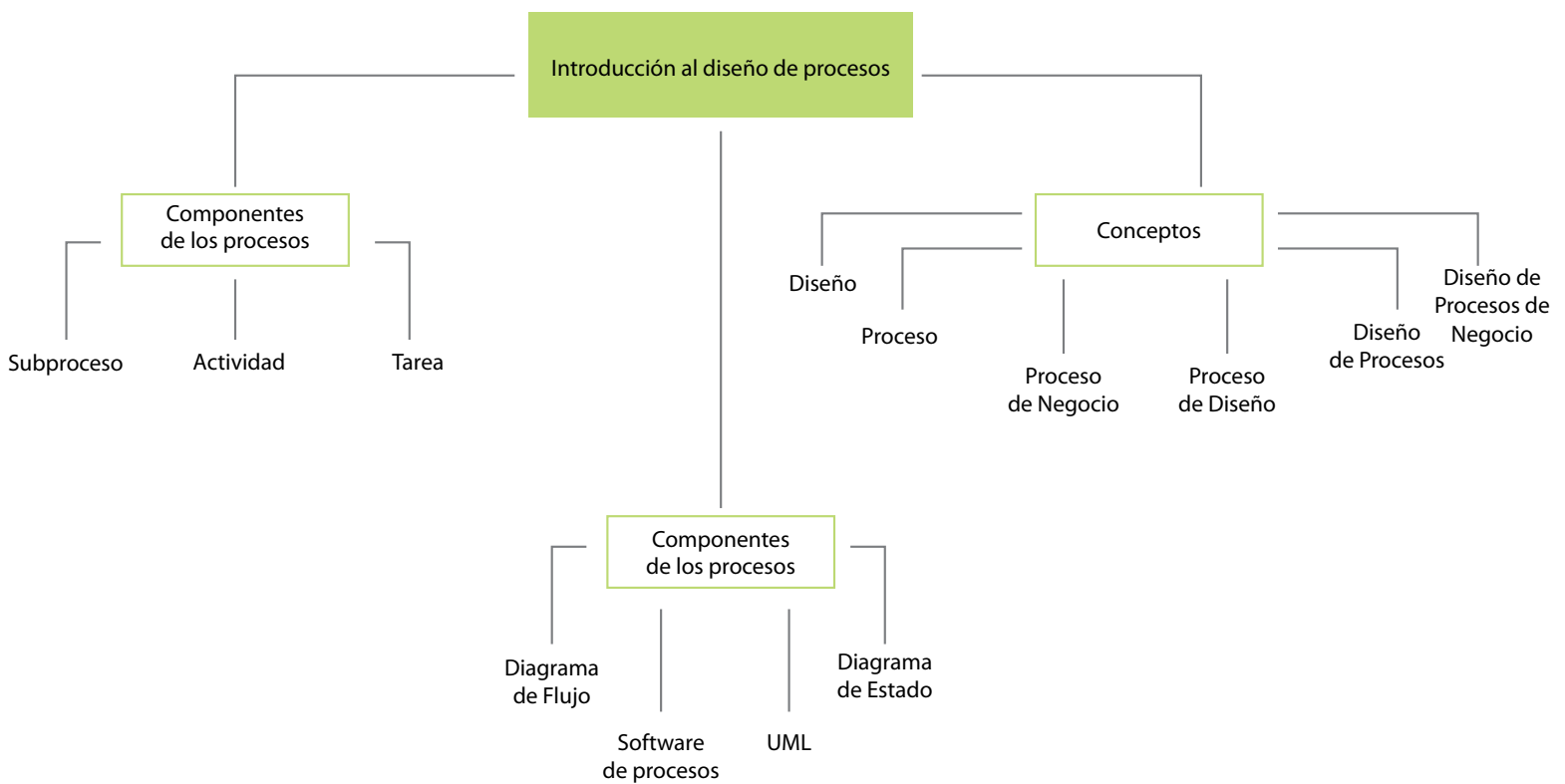


Imagen 1  
Fuente: propia.

Como se afirma en este sitio Web, los diagramas de flujo son empleados para clarificar y documentar las relaciones complejas entre personas, procesos y conjuntos de datos por la descomposición de éstos en sus componentes y expresándolos visualmente. Como en la gráfica de arriba, algunas veces son empleados para divertirse.

El software que se muestra acá es empleado en los siguientes escenarios:

- Documentar un proceso de aprobación o el flujo en la toma de una decisión.
- Ilustrar el desarrollo de productos, el desarrollo de software o procesos de producción. Vale decir, ilustrar los diferentes tipos de procesos de negocio que estaremos viendo en este curso.
- Clarificar roles y responsabilidades.
- Crear una infografía.

### **Software que simula procesos**

Cuando veamos el diseño de procesos de software o dicho con más precisión el diseño de procesos de negocio de desarrollo de software, veremos que hay instrumentos o herramientas de software como el Rational de IBM.



Imagen 2. Logo IBM Rational

Fuente: <https://agilementors.files.wordpress.com/2013/09/ibm-rational.png>

Rational Software es una suite (familia de productos de software) que IBM adquirió en 2003 y desde entonces ha desarrollado para el diseño de procesos de software. Este software no sólo ayuda en el diseño de ese proceso sino que involucra otros aspectos como la construcción de ese software, las pruebas y administración de ese software.

En el capítulo de software entraremos en más detalles, pero por lo pronto baste notar que en el sitio Web <http://www-01.ibm.com/software/co/rational/> se encuentra más información sobre este producto. Esta herramienta busca flexibilidad en la labor de desarrollo de software, además busca facilitar la colaboración cuando se trabaja en equipo; aportando a su vez un tópico crucial en los proyectos de desarrollo, nos referimos al control de los riesgos y los cambios.

Otro software que simula procesos es “SIMUL8”, e información sobre este producto se encuentra en <http://www.simul8.com/> El fabricante lo anuncia como un programa o software de simulación que cualquiera puede emplear para visualizar, evaluar y mejorar cualquier proceso. Desde ese punto de vista aparenta que tiene un espectro de aplicación más amplio que el “Rational” de IBM el cual sólo se emplea en los procesos de desarrollo de software.



Imagen 3. Logo SIMUL8

Fuente: [http://www.simul8.com/blog/wp-content/uploads/2014/06/Logo\\_BlogHeader-01.png](http://www.simul8.com/blog/wp-content/uploads/2014/06/Logo_BlogHeader-01.png)

¿Por qué emplear software que simula procesos? El Sr. Bill Fox quien se desempeña como gerente de fábrica en Fujifilm opina que “Algunas veces estamos tan cerca de los problemas que no vemos el bosque por estar viendo los árboles. La simulación nos da una vista de helicóptero de esos bosques”.

La simulación es un poderoso enfoque en la toma de decisiones. Cuando corremos simulaciones, tenemos mayor confianza en nuestras decisiones porque nos da una evidencia para estar seguros que hemos tomado la decisión correcta. Por qué? Porque el proceso se grafica de la misma manera como se graficaría un diagrama de flujo. Se adicionan consideraciones de tiempo tales como el momento en que llega trabajo y qué tiempo le toma al equipo de trabajo el procesarlo. Se corre una simulación para visualizar su proceso en tanto se muestra en pantalla resultados como tiempos de espera, con lo que se puede medir el comportamiento de un proceso en el mundo real.

## UML

UML es un lenguaje estándar para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema software. El lenguaje de modelado unificado, es la especificación más usada de OMG, y es la manera como muchos modelan no sólo la estructura y comportamiento de sus aplicaciones, sino también como se modelan, desarrollan e integran procesos de negocios y la estructura de datos.



Imagen 4. Logo UML

Fuente: <http://www.businessofprojects.com/uploads/3/1/1/7/31174135/2824186.jpg>

Las aplicaciones empresariales (aquellas que ejecutan la principal actividad del negocio, así como las que lo mantienen funcionando), deben ser algo más que un grupo de módulos de código. Deben estar estructurados de una manera que habiliten la escalabilidad, seguridad y ejecución aún bajo condiciones de esfuerzo; y su estructura – frecuentemente llamada arquitectura – debe ser definida claramente para que los programadores de mantenimiento puedan rápidamente encontrar y solucionar un error que aparezca después de que los autores del software se hayan movido a otros proyectos. Los programas deben ser diseñados para trabajar perfectamente en muchas áreas y la funcionalidad en los negocios no

es la única, pero ciertamente si la más importante. Por supuesto una arquitectura bien diseñada no solo beneficia los grandes programas. Estructurar es una forma de tratar con la complejidad; así que uno de los beneficios de estructurar (así como de modelar y diseñar) se hacen evidentes en la medida que crece el tamaño de la aplicación. Estructurar también facilita el reúso de código. Eventualmente se pudiera construir una librería de modelos de componentes, cada uno representando una implementación almacenada en una librería de módulos de código. Cuando otra aplicación necesita la misma funcionalidad, el diseñador puede rápidamente importar ese módulo de la librería a su aplicación.

### **Diagramas de estado y su subgrupo más conocido, los diagramas de actividades**

Comencemos por definir un diagrama como una representación simbólica de cierta información, conforme a alguna técnica de visualización. El diagrama de estado es un tipo de diagrama que sirve para describir de manera resumida el comportamiento de un sistema. Se requiere que el sistema descrito esté compuesto de un número finito de estados, lo cual es muchas veces el caso, y en otras ocasiones es una suposición razonable.

El comportamiento del sistema es analizado y representado por una serie de eventos que pudieran ocurrir en uno o más posibles estados. Cada diagrama usualmente representa objetos de una sola clase y hace trazabilidad de los diferentes estados de esos objetos a través del sistema.

El diagrama de estados describe las diferentes condiciones o situaciones de un componente en un sistema. Los estados son específicos a un componente u objeto en

un sistema. Los estados pueden ser controlados por eventos internos o externos. **Los diagramas de actividades son un tipo especial de los diagramas de estado.** El diagrama de estado se emplea para describir el ciclo de vida de un objeto.

El diagrama de estado es uno de los cinco diagramas que emplea UML para modelar la naturaleza dinámica de un sistema, y define las diferentes situaciones de un objeto durante su ciclo de vida. Estos estados son cambiados gracias a los eventos. El diagrama de estados es ideal entonces para modelar sistemas reactivos. El diagrama de estados describe el flujo de un estado a otro. Los estados son definidos como la condición bajo la cual existe un objeto, y ese estado cambia cuando un evento lo desencadena. Así que el propósito más importante de un diagrama de estado es modelar el ciclo de vida de un objeto desde su creación hasta su terminación.

Las principales razones para emplear un diagrama de estado son:

- Modelar el aspecto dinámico de un sistema.
- Modelar el ciclo de vida de un sistema reactivo.
- Describir los diferentes estados de un objeto durante su ciclo de vida.
- Definir una máquina de estados para modelar los estados de un objeto.

Un diagrama de actividades muestra un proceso de negocio o un proceso de software como un flujo de trabajo a través de una serie de acciones. Las personas, los componentes de software o los computadores pueden realizar esas acciones.

El diagrama de actividades describe procesos de varios tipos, como:

- Un proceso de negocios entre los usuarios y su sistema.
- Los pasos a seguir en un caso de uso.
- Un protocolo software, es decir, la secuencia permitida de interacciones entre componentes.

El diagrama de actividades describe los aspectos dinámicos de un sistema. Es básicamente un diagrama de flujo que representa cómo se fluye de una actividad a otra. Ese flujo puede ser secuencial, concurrente o ramificado. Los diagramas de actividades emplean diferentes elementos para su control de flujo como los nodos de división o de unión (fork & join).

Si en el diagrama de estados veíamos cómo fluía un mensaje de un objeto a otro, en el diagrama de actividades vemos cómo fluye un mensaje de una actividad a otra.

Un diagrama de actividades se asemeja a un diagrama de flujo que consiste en actividades realizadas por el sistema. El diagrama de actividades cuenta con capacidades como ramificación, flujo paralelo y "swimlanes" que en algunas traducciones se encuentra como "carriles" y en otras como "calles".

### Clases de diseño de procesos

Sobre los campos de aplicación del diseño de procesos, podemos decir que el término se empleaba inicialmente para el diseño industrial de procesos químicos (diseño de procesos industriales). Pero como un proceso se puede diseñar para cualquier disciplina, el campo de aplicación del diseño de procesos es igualmente extenso, y puede aplicar a cualquier campo que se desee.

Por el incremento en la complejidad de la era de la información, consultores y ejecutivos encontraron útil describir el diseño de procesos del negocio con un enfoque de tres niveles como los que vemos a continuación:

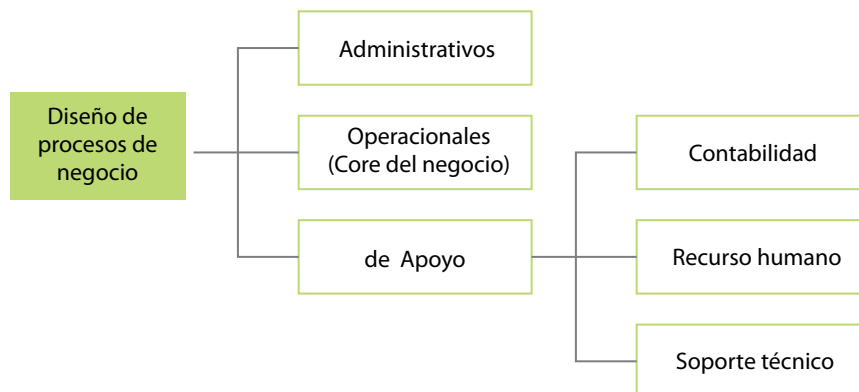


Figura 1. Diseño de procesos de negocios  
Fuente: Propia.

Otro enfoque para clasificar los tipos de diseño de procesos es aquel donde se define el tipo de proceso sin entrar a diferenciar si puede o no ser un proceso de apoyo, o un proceso del "Core" del negocio; sino que en un mismo nivel se describe el tipo de proceso como veremos a continuación, y es la forma como examinaremos los procesos a partir de la segunda semana de este curso:

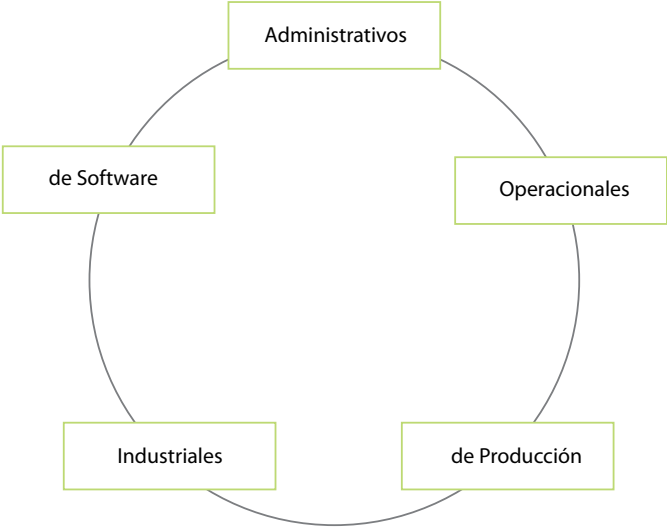


Figura 2  
Fuente: Propia.



## Otro enfoque para clasificar tipos de diseño de procesos

### El diseño de procesos de negocio

No importa qué tan duro trabajen los individuos, ellos no pueden superar un mal diseño de procesos, mucho menos la falta total de diseño.

Michael Hammer – The Agenda.

Cada vez más, las organizaciones advierten que el primer paso en casi todo gran proyecto es analizar y definir sus procesos de negocio, y luego comunicarlos a aquellos que lo necesitan. Esto aplica si el proyecto involucra integración de sistemas aislados de IT; usar servicios Web para conectar un grupo particular de asociados y proveedores; hacer mejor uso de las herramientas de BPM; o crear instrucciones para un proceso que cumpla con los estándares de ISO 9.000. Difícilmente se puede leer una revista de negocios sin traer a colación temas relacionados con el diseño y análisis de procesos de negocio, como un requisito para nuevos proyectos, o como un elemento integral cuya ausencia contribuiría a la falla de un proyecto de comercio electrónico (*eCommerce*), integración de IT, o cualquier otro proyecto que tenga una mínima complejidad.

Como muchas otras palabras de negocios ampulosas, los términos relacionados con procesos han tomado una rápida resonancia que en ocasiones puede inhibir a la gente para preguntar cosas fundamentales como: ¿Qué es un proceso de negocios? ¿Qué significa modelar un proceso de negocios? Y ¿Cuál es la naturaleza y propósito del análisis y diseño de los procesos de negocio?

Tratemos de poner estos asuntos en perspectiva.

#### ¿Qué es un proceso de negocio?

Un proceso de negocio es un conjunto de actividades que se pueden desarrollar en la empresa (Independiente de la naturaleza de la empresa y de la naturaleza del proceso), actividades estas lógicamente relacionadas que se combinan para liberar algo de valor (ejemplo: productos, bienes, servicios, información) a un cliente.

Un proceso de negocios típico de alto nivel como “desarrollo de mercadeo” o “Venta a cliente”, describe los medios por los cuales la organización provee valor a sus clientes, sin importar las áreas funcionales individuales (ejemplo: el departamento de contabilidad), que pueden estar involucradas.

Como resultado, los procesos de negocio representan una forma alternativa (en muchas maneras más poderosa) de mirar una organización y lo que hace que la forma tradicional por departamentos o funcional.

Los procesos de negocio pueden ser vistos individualmente, como pasos discretos en un ciclo de negocios, o colectivamente como el conjunto de actividades que crean la cadena de valor de una organización y asocian tal cadena de valor con los requerimientos del cliente.

Es importante reconocer que el cliente de un proceso de negocio puede ser varias cosas diferentes, de acuerdo a la posición del proceso en el ciclo del negocio. Por ejemplo, el cliente de un proceso puede ser el siguiente proceso en el ciclo (en cuyo caso la salida de un proceso es la entrada al siguiente proceso "cliente"). Igualmente, el cliente puede ser el comprador final de un producto.

### Procesos de negocio Vs departamentos funcionales

Muchas organizaciones grandes se estructuran en divisiones y departamentos (por ejemplo departamento de ventas y financiero) que están dedicados a realizar funciones específicas y conformado por personal experto en esas funciones. Los procesos de negocio atraviesan esas divisiones organizacionales. Donde las diferentes actividades de un proceso requieran diferentes habilidades, los procesos probablemente involucren diferentes personas y departamentos.

Por ejemplo considere el proceso "venta al cliente". En una implementación típica de ese proceso:

- El departamento de ventas halla al cliente.
- El departamento de distribución toma la orden del cliente.
- El departamento financiero factura al cliente.

En este caso el flujo de trabajo va a través de diferentes departamentos internos. No obstante, desde el punto de vista del cliente tomado lugar un solo proceso.

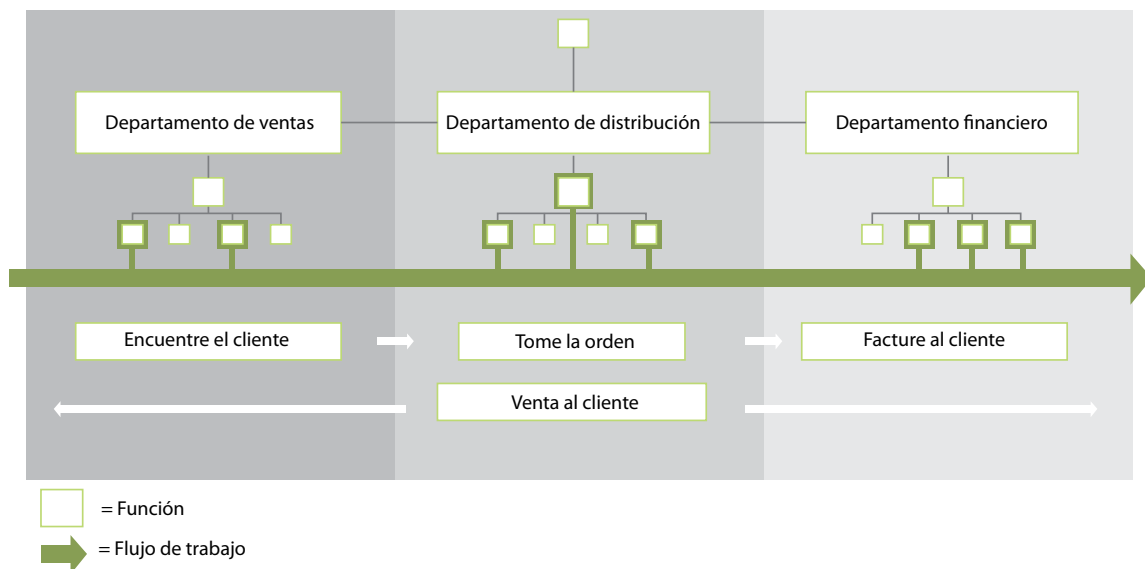


Figura 3.

Fuente: <https://lims0195.files.wordpress.com/2014/01/business-process.png>

Flujo de procesos de negocio a través de los departamentos de una organización.

¿Qué hay de malo con la vista funcional?

Un organigrama tradicional generalmente encuadra actividades de acuerdo a unidades funcionales. No obstante, dividir tareas verticalmente de acuerdo a divisiones funcionales no es la mejor manera de optimizar el proceso en sí mismo. Un proceso es un flujo continuo en el cual se agrega valor en diferentes etapas del ciclo de producción, hasta que se genera un producto que satisface las necesidades de un cliente. El flujo de proceso es horizontal porque es desinhibido para las funciones; éste atraviesa una y otra vez los departamentos y divisiones organizacionales. El flujo de proceso cambia el énfasis de quién hace qué, a qué es lo que necesita ser hecho.

En el Diseño de Procesos de Negocio es de uso extenso siglas como:

- BPM por Gestión de Procesos de Negocio (*Business Process Management*).
- BPMN para cierta notación que se encuentra cuando se está viendo la representación gráfica o mapeo de los procesos de negocio (*Business Process Model and Notation*).
- BPO que es una tendencia que crece fuertemente en nuestro país y hace referencia a la tercerización de procesos de negocio (*Business Process outsourcing*).

### **¿Qué es diseño de procesos de negocio?**

“En la economía actual, la flexibilidad en los procesos de negocio es clave para la supervivencia de una organización”.

Ovum- BPM a systems solution to crisis- 2002.

El diseño de procesos de negocio es el método por el cual una organización entiende y define las actividades de negocio que le habilitan para funcionar. El diseño de procesos se ocupa de diseñar los procesos del negocio para asegurar que están optimizados, son efectivos, cumplen las necesidades del cliente, y soportan y sostienen el desarrollo y crecimiento organizacional. Un proceso bien diseñado mejorará la eficiencia y facilitará una mayor productividad.

Las iniciativas más comunes tras los proyectos de diseño de procesos de negocio son:

- Administración de la cadena cliente y provisiones.
- Mejora del rendimiento operacional.
- Integración y automatización de procesos del negocio.
- Reducción de costos.
- Nuevas oportunidades de negocio.

El diseño de procesos de negocio típicamente ocurre como una fase temprana y crítica en estos proyectos, en lugar de como un final en sí mismo. La meta del proyecto en general es implementar cambios en el negocio, bien porque el cambio sea ante todo organizacional (mejorar los procesos operativos del negocio), técnicos (implementar o integrar sistemas software), o una combinación de los dos.

En un proyecto de mejora de procesos, el foco de la fase de diseño de procesos es racionalizar el proceso: Para entender y medir los requerimientos, y para eliminar el riesgo de perder valor por actividades ineficientes o inapropiadas. En un proyecto de implementación tecnológica, el foco está en el entendimiento de los procesos que se están automatizando, y asegurar que la tecnología apropiada se selecciona, configura e implementa para soportar el proceso.

En ambos casos, las actividades de diseño de procesos puede ir de lo modesto (por ejemplo alterar procesos existentes, buscando ganar algo), a lo agresivo (por ejemplo identificar las principales oportunidades de incrementar valor o bajar costos a través de procesos radicales de mejora o tercerización).

En resumen, el diseño de procesos de negocio es una herramienta que puede servir a proyectos de muy diferentes tipos.

#### Breve historia del proceso de negocios...

El camino para la mejora del negocio es largo. Anteriores enfoques incluían sistemas dinámicos en los 1960s-1970s y Gestión de la Calidad Total (TQM) en los 1980s. El desarrollo de IT en los 1990s y su habilidad para superar distancias geográficas y diferencias horarias, engendraron un nuevo tipo de sociedad global basada en la información y un entorno de negocios radicalmente diferente. En un mercado rápidamente cambiante, los clientes repentinamente tienen la libertad de demandar y fijar el nivel de servicios que quieren; si una compañía no pudiera liberarlo en el lapso de tiempo requerido, otra compañía posiblemente en otro sitio, probablemente lo haga. Los negocios necesitaron un nuevo enfoque –uno que ofreció cambios dramáticos y resultados rápidos. Las compañías comenzaron a analizar qué era lo que aportaba a la cadena de valor de la organización y llegaron a liberar bienes que satisfacían las necesidades del cliente –Y el enfoque de proceso de negocios comenzó a tomar forma.

## ¿Cuáles son las claves habituales tras un diseño de procesos de negocio?

Diferentes proyectos de diseño de procesos enfocarán diferentes áreas de la actividad de negocios, de acuerdo al enfoque organizacional y los requerimientos. No obstante, muchos proyectos de diseño de procesos son manejados por una combinación de los siguientes requerimientos habituales:

- La necesidad de incrementar eficiencia.  
Un proceso de negocios ineficiente lleva a una mala comunicación, duplicación de esfuerzos, barreras funcionales, atrasos, costos innecesarios (dinero, materiales, y mano de obra) y en últimas, una salida que de manera parcial o total falla en lograr su propósito designado.
- La necesidad de evaluar la práctica de negocios como parte de un proyecto de desarrollo organizacional.  
Por ejemplo, puede que se requiera diseño de procesos de negocio para preparar la implementación de tecnología empresarial tal como módulos ERP para la gestión de la cadena de abastecimiento o el CRM, o antes de un proyecto de fusión, adquisición o reestructuración interna.
- La necesidad de evaluar nuevas empresas de negocios potenciales (como alianzas o *joint ventures*) u ofrecimientos de negocios.
- La necesidad de administrar los recursos de conocimiento de la compañía. La gestión de conocimiento, que incluye socializarlo, puede ser difícil sin procesos claros que cuiden de lo que ya se sabe, y del nuevo conocimiento y habilidades que se adquieren a diario.
- La necesidad de administrar el recurso humano. El diseño de procesos de negocios

puede ayudar a identificar requerimientos de competencias de RRHH actuales y futuros, y es usualmente parte integral de la estrategia de desarrollo del RH.

## Metodología: implementando el diseño de procesos de negocio

Un proyecto de diseño de procesos de negocio tiene dos fases: Análisis y diseño. Ambas fases son típicamente trabajadas en talleres de modelado.

**Talleres de modelado:** el proceso de analizar procesos existentes, y definir nuevos o mejorarlos, tiene lugar en sesiones grupales facilitadoras, a menudo llamadas talleres de modelado porque uno de sus productos tangibles es el modelo de un proceso de negocio. Los miembros del equipo usualmente incluyen:

- Expertos en la materia que trabajan en la organización, quienes trabajan en el proceso.
- Facilitadores con experiencia en el trabajo o en el diseño de tales procesos.

Habitualmente, los talleres de modelado son de naturaleza iterativa, y progresa de hacer diagramas gráficos del proceso (en un tablero), a desarrollar descripciones detalladas de estos procesos, y luego pasar a un ciclo de revisión y mejora hasta que el diseño del proceso está listo para publicación y comunicación en la empresa.

## Análisis y diseño de procesos

El propósito de la fase de análisis en un proyecto de diseño de procesos de negocio es entender cómo funcionan e interactúan los procesos de un negocio; el objetivo de la fase de diseño es mejorar la forma como operan e interactúan estos procesos.

El propósito de la fase de análisis es:

- Entender la organización y su razón de ser o “misión” y relacionar éste con los procesos de negocio actuales de la empresa.
- Identificar y analizar la colección de procesos y actividades actualmente operativos y establecer en qué medida éstos logran los objetivos del negocio.

Los resultados de la fase de análisis alimentan entonces la fase de diseño, cuyos propósitos son:

- Investigar opciones para lograr mejoras mediante el rediseño de los procesos que actualmente están operando.
- Identificar y priorizar áreas para mejora.
- Implementar diseño de procesos de acuerdo a un cronograma acordado.

Una de las decisiones que debe tomarse de manera temprana en el proyecto es qué tipo de análisis se requiere – estratégico (de arriba hacia abajo) o táctico (de abajo hacia arriba).

- Una perspectiva estratégica es de alto nivel (por ejemplo gerentes) y busca entender los procesos que constituyen el negocio y liberar su valor.
- Una perspectiva táctica es de bajo nivel (por ejemplo practicantes) y busca entender las actividades que soportan los procesos. Esta perspectiva está motivada por los requerimientos de la tarea para eficiencia operacional.

En algunos proyectos los equipos del taller emplearán más tiempo analizando procesos existentes, mientras en otros emplearán más tiempo diseñando mejoras, conforme a la naturaleza y perspectiva del proyecto. Por ejemplo:

#### ■ Proyectos guiados por diseño

En un enfoque de “lista limpia”, el equipo del taller diseña nuevos procesos sin preocuparse mucho de la situación presente, y luego considera su impacto en la empresa actual. No obstante, se requiere de algún grado de análisis en la fase de diseño, así sea para desarrollar consenso en el equipo del taller sobre los principales puntos de falla en los procesos actuales, y qué oportunidades de mejora deben ser priorizadas.

#### ■ Proyectos liderados por análisis

En muchos proyectos IT, la razón de la fase de análisis es entender los procesos que serán automatizados. Esto asegura una relación armónica entre los procesos y la tecnología seleccionada, e indica cómo se debe configurar esa tecnología. En esta situación poco o ningún tiempo se asigna a la mejora de los procesos existentes. No obstante, algún trabajo de diseño casi siempre se requiere para asegurar el mejor uso de la tecnología.

En todos los casos es importante dedicar algo de tiempo al entendimiento de los procesos actuales, porque este ejercicio ayuda a clarificar el lenguaje usado por el negocio para describir sus procesos, y provee la base desde la cual la mejora puede ser evaluada.

#### **Salida: modelos de procesos de negocios**

La salida de un diseño de proceso de negocios es un modelo simplificado, completo, y fácil de usar de las maneras mediante las cuales el negocio libera la salida a sus clientes. Uno de los propósitos claves del modelado de procesos es proveer una “vista de proceso” del negocio. Mientras que la organización tiende a pensar en sí misma en tér-

minos de estructuras administrativas y departamentos funcionales, las personas del mundo exterior, incluyendo proveedores y clientes, ven la organización en términos del valor que les libera – y son los procesos del negocio los que liberan ese valor.

Una vez que la organización se ve a sí misma en términos de procesos de negocios, puede mejorar la forma en que libera valor a sus clientes, y de la misma manera el beneficio y éxito de la compañía en sí misma.

### **¿Qué es un modelo de proceso de negocio?**

Muy a menudo, las empresas no tienen suficiente entendimiento de sus procesos para ser capaces de administrarlos efectivamente.

BPM: Mejorando la eficiencia del negocio-Butler Group. 2002.

El modelo típicamente consiste de un conjunto de diagramas, descripciones textuales y datos que proveen tanto un vistazo como información detallada sobre los procesos de negocios en un formato que puede ser comprendido por administradores y otro personal de la organización. Los elementos clave de un modelo de proceso de negocio son:

- El conjunto de procesos y actividades que tiene lugar en la organización. Son organizados jerárquicamente. Por ejemplo un proceso de nivel superior es compuesto por una serie de subprocesos, cada uno de los cuales está compuesto por una serie de actividades, y así sucesivamente se desciende en el nivel de detalle.
- Una descripción en texto de cada proceso o actividad. La descripción generalmente se ajusta a una plantilla para que se presente de una manera completa y consistente. Puede ser extremadamente detallada y contener información sobre el propósito de la actividad, desencadenantes, tiempos y requerimientos de recursos (por ejemplo competencias de RRHH).
- Cuadros (típicamente carriles y diagramas de flujo). Éstos ilustran en el modelo las relaciones entre las actividades. A mayor nivel en el modelo (por ejemplo subproceso), el flujo entre procesos es usualmente simple, lo cual es reflejado en diagramas más simples; cuando el nivel del modelo se detalla más, los flujos y por ello los diagramas son generalmente más complejos.
- Entradas y salidas. Éstos son los tipos de información que fluyen entrando y saliendo de cada actividad, incluyendo la fuente o el destino de cada flujo de información y las características del dato en sí mismo.
- Indicadores de rendimiento claves. Estas son las medidas empleadas para determinar qué tan bien opera el sistema.

Los diagramas son una herramienta particularmente importante. Proveen una representación gráfica del material presentado en la descripción tipo texto de los procesos, y hace más fácil identificar los siguientes componentes:

- Aplicaciones y sus requerimientos asociados.
- Requerimientos ambientales físicos.
- Requerimientos que soporten el rendimiento.
- Requerimientos de la infraestructura de tecnología.

### **¿Para qué sirve un modelo de proceso de negocio?**

Las personas alineadas en torno a una meta común, pero que carecen de la disciplina de un proceso bien diseñado, no irán a lado alguno; de la misma manera, el proceso mejor diseñado no sobrevive cuando las personas no están alineadas alrededor del proceso y sus metas.

Michael Hammer. La Agenda.

Un modelo de proceso de negocio provee un vistazo de lo que hace una organización (o debe estar haciendo), y cómo fluye la información entrando y saliendo de las actividades. Le permite a los individuos poner sus propias acciones en contexto del negocio como un todo, y enfocar la atención en el propósito principal de la organización, digamos, satisfacer las necesidades del cliente de la manera más eficiente y efectiva en costo.

El modelo también provee transparencia y un medio por el cual medir el rendimiento individual y de la compañía. Cuando procesos bien diseñados se organizan en un modelo de proceso de negocio, los administradores y demás funcionarios pueden navegar a través del modelo desde el más bajo hasta el más alto nivel de detalle (por ejemplo desde el proceso llamado “venta al cliente” justo hasta la tarea llamada “Ingrese la transacción en el sistema POS”). Empleando el flujo de información del modelo e indicadores claves de rendimiento, los administradores pueden medir qué tan buen rendimiento tiene el negocio, y ajustar tareas individuales, actividades o aún procesos enteros para mejorar su rendimiento, mantener el paso con cambios en el entorno del negocio, o reflejar una nueva estrategia de la compañía.

### **Conclusión**

Un proceso de negocio es un conjunto de actividades de negocio lógicamente relacionadas que se combinan para generar algo de valor para el cliente. Los procesos de negocio de una organización son mejor descritos por medio de un modelo de proceso de negocio. Un proceso de negocio es enteramente independiente de quién realiza las actividades y de la estructura de la organización. Un conjunto de procesos de negocio puede ser empleado como marco para valorar el impacto de cambios en la organización. –por ejemplo, cambios en los sistemas de soporte de IT, personal, costos y rendimiento, o el impacto potencial de cambios dramáticos como fusiones y adquisiciones. Las actividades en un proceso de nego-



cio proveen una lista de lo que pudiera o debiera estar pasando en una organización. El mero ejercicio de definir procesos obliga a una compañía a formular y formalizar terminología común, eliminar malos entendidos y fijar expectativas y objetivos comunes. El conjunto de procesos de una organización, tomado como un todo, comunica las mejores prácticas y ayuda a todos en la organización a entender las metas comunes hacia las cuales los individuos o departamentos trabajan. Los procesos no sólo ilustran el flujo de tareas, sino también el flujo de la información en la compañía.

Analizar y diseñar los procesos de negocio de una compañía es el paso crucial requerido para entender cómo trabaja la organización, cómo la organización quiere o necesita trabajar, y como se disminuye la distancia entre lo que se hace y lo que se busca hacer.

### **Ética en el diseño de procesos**

Antes de entrar en materia conviene revisar lo que es la ética y su diferencia con la moral. La moral define el carácter de una persona, mientras que la ética enfatiza estándares o códigos de comportamiento esperados por un grupo al cual pertenece esa persona. Así que mientras el código moral de una persona usualmente no cambia, la ética que ella o él practiquen puede depender de otros.

Ilustremos con algunos ejemplos: Puede ser ético que camine sin nada de ropa en una playa nudista, pero lo puedo encontrar moralmente inaceptable; vale decir el hecho puede ser ético para el grupo e inmoral para el individuo. En el caso del abogado que defiende a un asesino, aunque el código moral del abogado encuentre el asesinato como inmoral y reprensible, la ética demanda que el acusado sea defendido tan vigorosamente

como sea posible, aun cuando el abogado sepa que su defendido es culpable y que liberarlo puede potencialmente llevar a más crímenes. La ética legal debe superar la moral del abogado por el bien mayor de contar con un sistema de juicios justos donde el fiscal debe probar la culpabilidad más allá de toda duda razonable. Así, la ética toca el ámbito de lo profesional, en tanto lo moral afecta el ámbito personal.

Otro ejemplo; en algunos países es legal el aborto y por ello es ético desde el punto de vista médico, mientras que muchos lo pueden encontrar inmoral desde el punto de vista personal. Muchos pueden tener diferentes ideas de lo que se considera moral y ello impacta nuestras vidas, aun indirectamente a través de presiones sociales y discriminaciones. Entonces con lo moral puedo valorar lo que considero bueno o malo, mientras con lo ético valoramos lo que se considera correcto o incorrecto.

Ahora sí entremos en materia:

Es importante conocer el comportamiento social y profesionalmente aceptable del medio en el que nos desempeñamos. Dicho de otra manera, para lo que tiene que ver con nuestro desempeño profesional, es importante conocer los comportamientos y actuar que se han definido como correctos en el medio ambiente donde nos encontramos.

Si ese medio en el que nos desempeñamos es lo suficientemente organizado, seguramente ha definido un código de comportamiento o de ética. Tal código tiene como uno de sus pilares el respeto por lo que otros han desarrollado; así que los derechos de autor son parte importante de ese código de comportamiento.

Nótese que aún en nuestro papel como estudiantes, es importante buscar la originalidad en lo que hacemos, y si hacemos uso del trabajo de otros, que esto se haga con la debida anotación de las fuentes de las que se han tomado apartes para estructurar un trabajo.

Recuérdese la infortunada situación en la que se vio involucrada una famosa dama de la TV y la cultura, cuando a finales de 2013 se advirtió que en una de sus publicaciones, la diseñadora gráfica que trabajó en su libro, lo hizo empleando de manera no ética el trabajo de otros diseñadores gráficos. Esta foto pertenece al artículo <http://www.elheraldo.co/tendencias/cometi-el-error-de-utilizar-unas-ilustraciones-ajenas-gabriela-salazar-133289> del diario el Heraldo de Barranquilla, donde se habla del plagio que no sólo tuvo afectaciones económicas, sino una gran afectación al prestigio de la autora del libro. Como se aprecia, en temas éticos nuestra responsabilidad no se limita a lo que directamente hacemos, sino a las tareas de las que somos responsables como equipo.

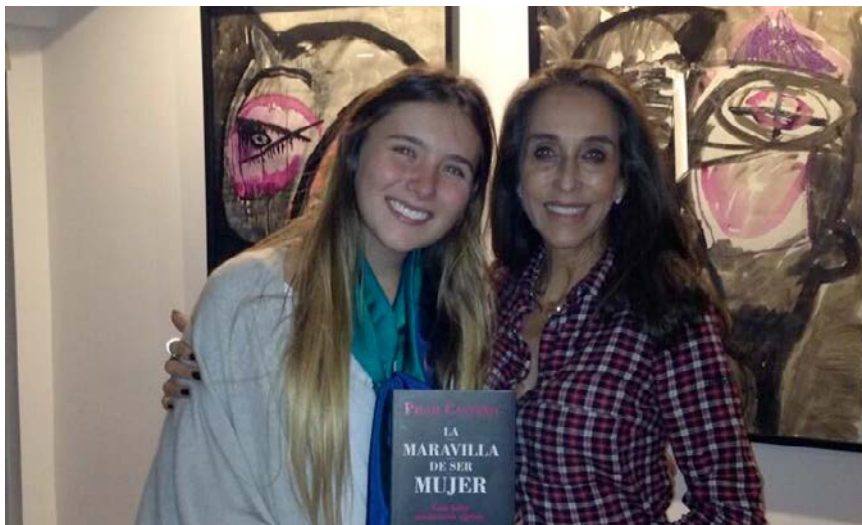


Imagen 5

Fuente: <http://www.velazca.com/blog/wp-content/uploads/2013/11/BVSX5thIIAxiu-jpg-large.jpeg>

Un código de ética usualmente hace un reconocimiento del entorno para entrar posteriormente a definir una serie de reglas. Como ejemplo inicial tomaremos el código de ética del IEEE (por sus iniciales en inglés de Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica). Tal código de ética se encuentra en el siguiente enlace <http://www.ieee.org/about/corporate/governance/p7-8.html>

## Código de ética de IEEE

Nosotros, los miembros de IEEE, reconociendo la importancia de cómo nuestras tecnologías afectan la calidad de vida a nivel mundial, y aceptando una obligación personal para con nuestra profesión, sus miembros y las comunidades a las que servimos, nos comprometemos por esto a las más altas conductas éticas y profesionales y acordamos:

1. Aceptar responsabilidades en la toma de decisiones consistentes con la seguridad, salud, y bienestar del público, y divulgar con prontitud factores que puedan poner en peligro el público o el medio ambiente.
2. Siempre que sea posible, evitar conflictos de intereses reales o percibidos, y divulgarlos a las partes afectadas cuando éstos existan.
3. Ser honesto y realista al instaurar reclamos o estimados al basarse en los datos disponibles.
4. Rechazar sobornos en todas sus formas.
5. Mejorar el entendimiento de la tecnología, su adecuada aplicación y potenciales consecuencias.
6. Mantener y mejorar nuestras competencias tecnológicas y emprender tareas tecnológicas para otros sólo si estamos calificados por el entrenamiento o la experiencia, o tras una divulgación completa de las limitaciones pertinentes.
7. Pedir, aceptar y ofrecer críticas honestas de trabajos técnicos, para reconocer y corregir errores, y ara acreditar adecuadamente las contribuciones de otros.
8. Tratar con ecuanimidad todas las personas y no participar en actos de discri-

minación basados en raza, religión, género, discapacidad, edad, nacionalidad, orientación sexual, identidad de género, o expresión de género.

9. Evitar afectar a otros, sus propiedades, reputación, o empleo mediante acciones falsas o maliciosas.
10. Colaborar a colegas y compañeros de trabajo en su desarrollo profesional y apoyarlos para que sigan el presente código de ética.

Por último, hay un interesante sitio Web para recabar en temas éticos. Se trata del Centro la línea de ética (*OEC Online Ethics Center*) <http://onlineethics.org/> que se define a sí mismo como un repositorio electrónico de recursos en ciencias, ingenierías e investigaciones éticas para ingenieros, científicos, estudiantes, y personas interesadas. Se creó buscando satisfacer la necesidad de articular publicaciones, compartir conocimiento y ampliar perspectivas de las dimensiones éticas y sociales de la ingeniería.

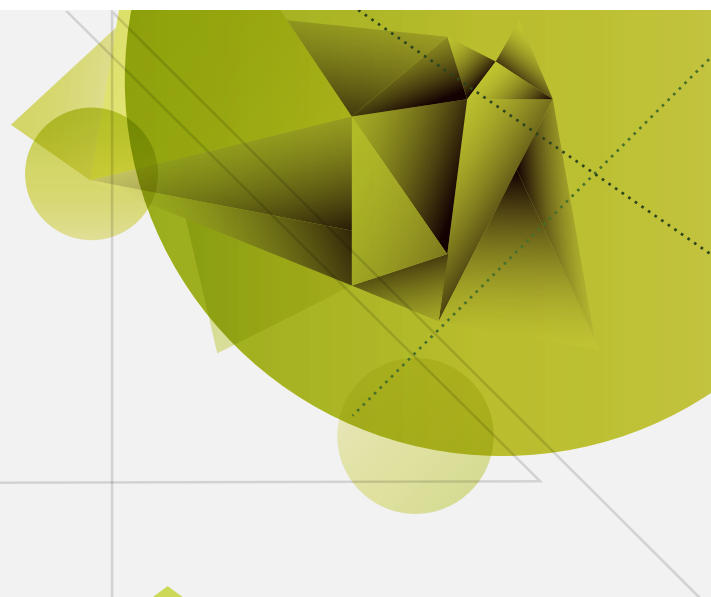
En ese sitio Web se pueden encontrar material como casos de estudio, Códigos de ética y guías, herramientas para el aprendizaje, bibliografía en tópicos relacionados con ética en la ciencia y la ingeniería, herramientas de evaluación y recursos para la educación.



# 1

## Unidad 1

Diseño de Procesos  
Administrativos



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

## Introducción

En esta unidad hablaremos de Diseños de procesos administrativos como actividades básicas para desarrollar tareas conjuntas en la empresa que permitan generar resultados después de la aplicación de planificación, organización, dirección, y control, en conjunto con las tipologías nos permite ser efectivos al momento de aplicar procesos.

Adicional a ello veremos un modelo previo de procesos administrativo que a través de un planteamiento permite que las acciones sean de fácil manejo gerencial y los resultados sean óptimos.

Cuando las expectativas están claras las metas de una organización se tornan participativas en todos los procesos, y los resultados son efectivos.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Diseño de Procesos Administrativos

*“Si una persona no sabe a qué puerto se dirige, ningún viento le es favorable”.*

Séneca 4 a.c. – 65 d.c.

### Concepto

Habíamos definido proceso como la serie de actividades interrelacionadas que convierten recursos en resultados. El proceso administrativo es aquel proceso a través del cual se efectúa la administración o gestión. Entendiendo por administración la planificación, organización, dirección y control de actividades de los funcionarios y demás recursos de una organización, con el fin de alcanzar las metas establecidas. Quizá suene esta definición a perogrullada; pero lo que se quiere hacer notar acá es que el proceso administrativo se distingue por ser un proceso que busca alcanzar las metas de una empresa a través de las funciones mencionadas de planificación, organización, dirección y control.

La publicación británica *Financial Times* <http://www.ft.com/home/us> define los procesos administrativos como los métodos que ayudan a estructurar, investigar, analizar, tomar decisiones y comunicar asuntos de negocios. Ejemplos incluyen procesos de planeación estratégica, planeación de talento, gastos y presupuestos de capital, sistemas de administración de rendimiento, la planeación de productos y la administración de contabilidad de costos.

El propósito de un proceso administrativo es asegurar un enfoque disciplinado y consistente para el análisis y la toma de decisiones. Ello facilita el uso de un proceso de pensamiento lógico que es algo consistente con los objetivos de una empresa. Por ejemplo, el proceso de presupuestos de capital está basado en disciplinas del mercado financiero que alientan la inversión inteligente. La administración de productos se enfoca tanto en la creación de valor para el cliente, como en lograr los beneficios de nuevos productos para los socios de la empresa; enfoque en los dos aspectos y no en uno o en otro.

Los procesos administrativos deben ser vistos como un soporte y no un reemplazo del juicio o criterio en la administración. Estos procesos requieren el desarrollo de expectativas

sobre el futuro y proveen una guía a la luz de las suposiciones asociadas. El administrador inteligente emplea estas herramientas como entradas para la toma de decisiones las cuales cuando se combinan con la perspicacia en los negocios, proveen una sólida base para elegir.

Ejemplo. En muchos sitios los restaurantes vienen y van, pero hay unos cuantos que logran permanecer en el negocio por un largo período de tiempo. ¿Por qué algunos tienen éxito entre tantos otros fracasan? La atención en la planeación de productos orientados hacia el cliente, la efectividad en el servicio, la administración del equipo de trabajo, la efectividad en la administración contable y otros procesos administrativos son probablemente los diferenciadores.

El diccionario de los negocios dice que las actividades administrativas están direccionadas a:

- Definir procesos.
- Establecer responsabilidades.
- Evaluar el rendimiento de un proceso.
- Identificar oportunidades para la mejora.

### **Tipología de los procesos administrativos**

Los procesos administrativos son empleados para:

- Medir.
- Monitorear.
- Controlar.

Las actividades de los negocios. Tales procesos asegurarán que un proceso del “core” del negocio (Puede ser un proceso de producción, o un proceso industrial o uno de desarrollo de software, etc.), o un proceso de soporte (un proceso de contabilidad o de recursos humanos o de apoyo técnico) cumpla con sus metas operacionales, o financieras, o regulatorias o legales. Los procesos administrativos no agregan valor directamente al cliente, pero son requeridos para asegurar que la organización opera efectiva y eficientemente.

En la siguiente gráfica se muestran las cuatro principales funciones de los procesos administrativos y cómo se interrelacionan éstos para lograr las metas organizacionales.



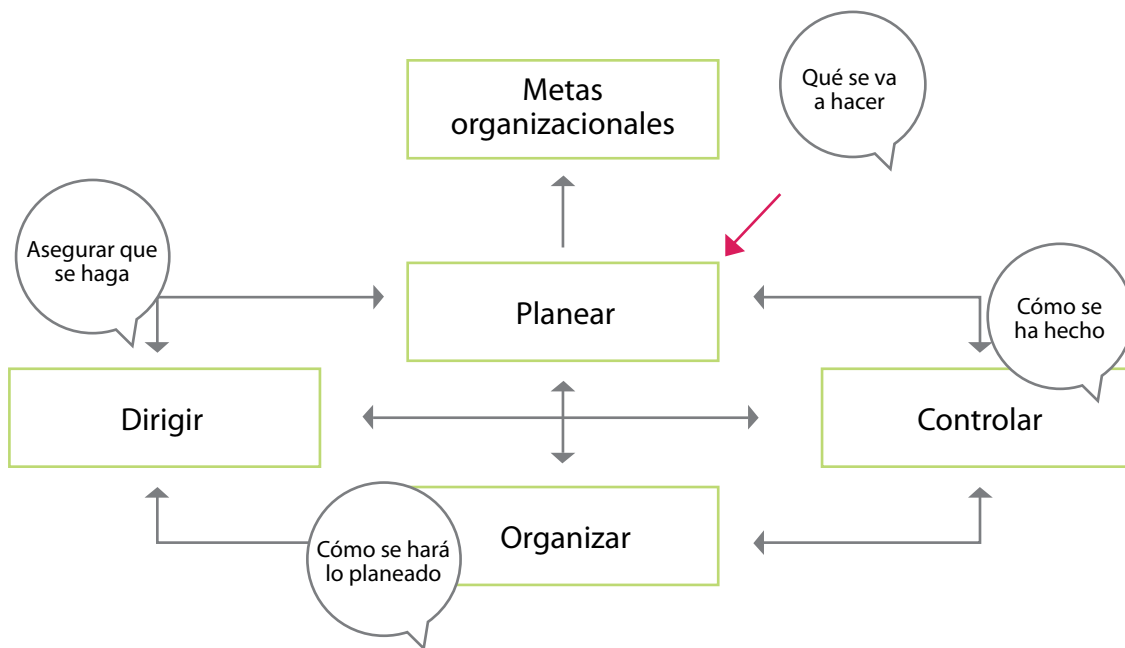


Figura 1  
Fuente: Propia.

Ya que la tipología es una forma de decir clasificar, veremos a continuación algunas clases de procesos administrativos. Cada uno de los procesos que mencionaremos, contribuyen en algún grado a las cuatro funciones mencionadas arriba. Vale decir, hay procesos administrativos que más cumplen con la función de planear, otros con la de controlar, otros más contribuyen a organizar y otros a dirigir. Planteamos el asunto como; “más contribuye”, pues hay procesos administrativos que no sólo sirven a la función de controlar, sino también a la de organizar.

¿Qué procesos son esos? Como lo mencionan en “*The Financial Times*” estos procesos son:

- **Procesos de planeación estratégica:** esta clase de proceso administrativo tiene como finalidad determinar la misión y visión de una empresa; observar su entorno y su interior con el fin de determinar qué debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas tiene. Lo anterior con el fin de proponer una serie de estrategias que proyecten la vida de la empresa a lo que la visión ha fijado.
- **Procesos de planeación de talento:** esta clase de proceso administrativo tiene que ver con la definición de perfiles requeridos para cumplir con las funciones que se requieren implementar en la empresa. Establece formas de hacer seguimiento al desempeño de los funcionarios, así como planes de capacitación para estos.

- **Sistemas de administración de rendimiento:** esta clase de proceso administrativo sirve ante todo a la alta dirección de una organización, ya que es la base para elaborar lo que se conoce como tablero de mandos. Este tipo de procesos define los indicadores que interesa medir en la organización, así como los valores o métricas esperados. La alta dirección hace revisión periódica de los valores que arroja el sistema con el fin de establecer los correctivos que se puedan requerir ante las desviaciones que se encuentren en las medidas.
- La planeación de productos es un proceso bien importante de la función de planeación de los procesos administrativos. Pues esta parte estudia las necesidades del mercado con el fin de definir las características del producto y/o servicio que tendrá como misión la empresa.
- La administración de contabilidad de costos permitirá mediante la rutinaria medida de los indicadores financieros de una empresa, establecer los correctivos y mantener control adecuado de otros temas como los impositivos.
- El CRM o el Proceso de Administrar la relación con el cliente: este proceso busca mantener al día todos los asuntos que una empresa maneja con cualquiera de sus clientes. Esto con el fin de tener control de compromisos y no depender del conocimiento que un funcionario en particular tenga del cliente, pues toda la información pertinente de éste debe alimentar el sistema de información de CRM (*Customer Relationship Management*).

Otra clasificación o tipología de procesos administrativos puede plantearse cuando hacemos referencia a los procesos administrativos en los negocios.

### **Proceso administrativo en negocios**

Los procesos son críticos en el mundo de los negocios porque son los que determinan qué tan rentable será un negocio.

Hemos dicho que un proceso es simplemente un conjunto de actividades realizadas juntas con un propósito. En muchos casos seguimos un proceso para lograr hacer algo de manera consistente cada vez que necesitamos completar una tarea. Por ejemplo, todas las mañanas usted despierta y se alista para ir donde necesite. Muchos de nosotros realizamos la misma rutina todas las mañanas. Nuestros procesos variarán de persona a persona, pero los procesos comunes consisten en tomar una ducha, vestirse, y tomar el desayuno. Realizamos esas actividades casi todas las mañanas con el propósito de ir donde necesitamos, el trabajo o la clase.

Cuando se considera un proceso de negocios, la definición no cambia. El proceso de negocios es aún una serie de actividades que se realizan con un propósito. Los procesos de negocio variaran de acuerdo al tipo de negocio y al tipo de trabajo que el individuo realiza. Por ejemplo, la oficina de préstamos de un banco tiene un proceso para citarse con un cliente, ingresar la información del cliente al sistema, sacar un reporte de crédito del cliente, y decidir si el banco puede prestar el dinero al cliente. En una fábrica hay un proceso específico que debe ocurrir para transformar la materia prima en productos acabados.

Ejemplo de un proceso de aprobación de un crédito para un cliente.



Figura 2  
Fuente: Propia.

Todo negocio tiene su propio conjunto de procesos que se deben realizar con el fin de que el negocio obtenga una utilidad. Muchos analizan sus negocios con el fin de ver si pueden mejorar sus procesos. Esto con el fin de hacerse más competitivos. Si un competidor puede hacer el mismo producto a un menor costo, entonces el competidor puede también ofertar a un menor precio. Muchos clientes comprarán el producto de menor precio si los productos son los mismos.

#### a. Planificar

Agustín Reyes define la planeación diciendo que “consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de acciones para realizarlo y la determinación de tiempo y números necesarios para su realización”. Planificar o planear consiste pues en definir qué se hará en la organización, implica que el gestor o administrador declara con antelación metas y acciones con el fin de minimizar el margen de ser reactivo. Los planes buscan lograr los objetivos de la empresa y se establece el camino para lograr esos objetivos. Cuando se planea se especifica qué recursos son requeridos para el logro de los objetivos.

El declarar metas en la organización sirve como punto de partida para pasar a definir cuáles son los objetivos de las diferentes áreas de la organización, que deben ser logradas para llegar a las metas de la empresa. Una vez se concreten los objetivos de las diferentes áreas funcionales de la empresa, lo que sigue es señalar los pasos a seguir para lograrlos; esto se hace mediante la definición de procesos, procedimientos, actividades, tareas, etc. Es fundamental conocer las relaciones entre estos temas a definir, así como los tiempos que éstos involucran. La alta dirección realiza sus planes siguiendo actualmente una metodología conocida como planeación estratégica; éstos son planes de larga duración cuyo horizonte seguramente es mayor a los cinco años. A cambio de esto, los planes de las áreas funcionales son de corta duración, y pueden llegar a plasmar incluso los logros que a diario se deben obtener.

El planear propicia el desarrollo de la empresa; reduce los riesgos a los que se enfrenta y hace más eficiente el uso de recursos y tiempo. Veamos qué elementos podemos distinguir en la planeación:

- Sus propósitos o aspiraciones fundamentales. En la llamada planeación estratégica puede entenderse como la visión de la organización. Es importante definir cuantitativamente esos propósitos y fijarse un lapso de tiempo de mediano a largo plazo para alcanzarlos. Debemos advertir acá que también se planea para logros de menor carácter estratégico y por ello son menos generales y el tiempo para alcanzarlos es más corto.
- La determinación de los factores que influyen en el logro de los propósitos, su peso en el logro y la mejor forma de obtener esos factores.
- Las estrategias que corresponden al curso de acción que define uso de recursos para lograr los objetivos.
- Las políticas que son lineamientos generales a observar en la toma de decisiones.
- En la planeación también se pueden definir procesos que definan secuencia de actividades a realizar para el logro de objetivos, y el tiempo requerido para realizar cada una de esas actividades.
- Presupuesto: Consiste en la asignación del recurso económico para cada uno de los ítems que son denominados acá rubro presupuestal. Se debe hacer un seguimiento al menos mensual, con el fin de controlar la ejecución de ese presupuesto; es decir, controlar que los recursos económicos se empleen en lo que se había proyectado.
- Si se quisiera detallar de lo macro a lo micro la secuencia sería de este orden: Proceso -> Procedimiento -> Tarea -> Actividad. Donde entendemos por procedimiento una secuencia de actividades especificadas en orden cronológico que se han de seguir. Normalmente los proce-

dimientos se detallan cuando se han de realizar labores repetitivas.

Todos los miembros de una organización deben tener claro cuáles son las metas de la organización en general y las suyas propias en particular. Quien planea entonces comienza por determinar los objetivos (Sobre objetivos nos extenderemos posteriormente en este mismo capítulo de Procesos Administrativos); además debe prever, vale decir, gracias a su conocimiento y experiencia debe pronosticar condiciones del entorno. Quien planea define bajo qué condiciones se realizarán las labores; pero usualmente se apoyará en quien dirige los procesos o áreas funcionales para que sean éstos quienes definen el detalle de las tareas a realizar para lograr los objetivos. Es importante dejar margen a la creatividad cuando se definan estas tareas. Quien planea establece políticas y delinea procedimientos, así como define las bases para medir el desempeño.

Las metas no sólo deben ser claras para todos; sino realistas y a la vez retadoras. Así pues, la finalidad de la planeación en los procesos administrativos es el alcanzar las metas que se han definido.

La planeación involucra precisar temas como:

- La visión de la compañía, es decir dónde se ve la organización en el largo plazo (de cinco a diez años).
- La misión o el definir qué hará la empresa.
- Qué camino se ha de seguir para el logro de la visión es lo que se define mediante los objetivos estratégicos.
- Determinación de indicadores que permitan controlar el comportamiento de las variables que se consideren impor-

tantes para vigilar el desempeño de la organización.

- Los indicadores se acompañan de metas, es decir de valores deseables dentro de los que se deben encontrar los indicadores.

## **b. Organizar**

Es un proceso mediante el cual se define quién hace qué, en qué momento y con cuáles recursos. También es necesario definir la estructura que ha de tener la empresa; pues ésta se debe adecuar al propósito para el que fue creada. Por ejemplo una firma de consultoría no ha de tener la misma estructura que una fábrica; por ello es que cuando se divide el trabajo se mejora la producción, ya que con el tiempo el funcionario se especializa en su labor, lo que incrementa la productividad. Cuando se habla de Organización se han de tener en cuenta objetivos cuantificables, así como debe estar clara la línea de mando a la hora de la toma de decisiones.

Como menciona Eduardo Bustos en su obra "Proceso Administrativo", podemos entender la organización como una función administrativa que define actividades laborales ordenándolas jerárquicamente para alcanzar las metas establecidas. Es un método de distribución de la autoridad y de la responsabilidad que además sirve para establecer canales de comunicación entre los grupos. La función de la organización crea unidades administrativas con definición de funciones, autoridad, y responsabilidad, estableciendo las relaciones que esas unidades tienen entre sí.

La organización es lo que hace a la empresa formal, definida, durable. El organizar involucra definir áreas funcionales en una empresa o definir departamentos, y avanzando un paso hacia lo operativo, definir las funciones de los cargos, lo que involucra tam-

bién definir los privilegios que tendrá ese cargo, entendiendo por privilegios el nivel de autoridad en la organización. El definir las funciones de un cargo, permitirá posteriormente definir el perfil del funcionario que desempeñará ese cargo, con el fin de facilitar el proceso de enganche de la persona adecuada.

Mediante la organización entonces se ordena y distribuyen las asignaciones, se define la estructura de la empresa y se asignan los recursos con los que se contará para el logro de las metas.

## **c. Dirigir**

A esta función fundamental algunos le llaman ejecución y se refiere a dar las órdenes pertinentes, a influenciar y en el mejor de los casos a motivar el personal subordinado, gracias al liderazgo que debe tener quien dirige. Involucra una labor de seguimiento que constate que se realice lo esperado, vale decir, hablamos de un componente de supervisión. Es básico o fundamental asegurarse que la comunicación fluye para asegurar que los mensajes correctos lleguen de manera oportuna.

De esta manera la dirección no sólo implica la toma de decisiones, sino también motivar al equipo de trabajo, asegurar lo necesario para que la comunicación fluya y coordinar los esfuerzos del equipo a cargo con el fin de que se logre lo que se espera del equipo.

Motivar se refiere a que haya la convicción en el equipo que se ha tomado el camino correcto para el logro de la meta. Cuando el equipo está motivado, realiza sus labores no solo porque es necesario hacerlo, sino porque se desea hacer la actividad para lograr la meta del grupo.

Hay que recordar que al dirigir no sólo es importante el motivar a los colaboradores; sino el establecer mecanismos de comunicación que permitan que la información pertinente llegue de manera oportuna.

Cuando se tiene éxito al dirigir un equipo, éste trabaja como una entidad integrada que hace lo necesario para el logro de sus metas. La dirección involucra no sólo el dar órdenes, sino ante todo el motivar al equipo de trabajo para que realicen sus labores.

#### **d. Controlar**

Hay autores que separan en esta función la supervisión (es decir el notar si algo está dentro de los parámetros esperados), de los actos que se realizan para corregir lo que el seguimiento haya reportado como resultados indeseados. Otros autores sencillamente incluyen la supervisión o seguimiento en el proceso de control. Para este último caso, los pasos que se proponen son: i) Definir los resultados esperados. ii) Medir las salidas o resultados. iii) Comparar las salidas contra lo que se ha establecido como esperado. iv) Realizar las correcciones del caso.

Controlar es comparar de manera activa lo ejecutado contra lo presupuestado. Decimos que de manera activa, pues ante una desviación del resultado esperado, se debe actuar con el fin de corregir. Desde luego esto en el caso que la desviación encontrada sea algo negativo; porque si la desviación resulta ser algo positivo, igual aplica el comparar de manera activa; pues procederá ver qué fue lo que permitió el resultado positivo por encima de lo esperado, con el fin de reforzar ese efecto, y que no se convierta en algo meramente circunstancial.

Así pues cuando se controla, se debe traba-

jar sobre resultados que sean medibles de manera objetiva; se debe comunicar a los interesados del resultado de la medición y de las acciones a tomar en el caso que sea necesario establecer un correctivo o reforzar un resultado positivo.

Tengamos presente que estas cuatro funciones con el tiempo pueden realizarse de manera simultánea; quiere esto decir que no es necesario que haya finalizado una fase o función, para que se dé inicio a la siguiente. Sólo cuando se está dando inicio a operaciones; o cuando se está definiendo la planeación estratégica de una empresa, encuentra un administrador la realización de estas funciones en la secuencia descrita.

Este esquema de los procesos administrativos se asemeja en buena medida al ciclo Demming o PHVA que se ha estudiado en el curso de calidad.

Este modelo del proceso administrativo donde sus actividades principales son planear, organizar, dirigir y controlar, no son en la práctica actividades independientes, ni ligeramente relacionadas; sino actividades fuertemente relacionadas cuyo orden no es secuencial; sino que si se graficara la relación entre estas actividades, mostraría actos simultáneos e interrelacionados.

Esta función entonces vigila el desempeño del equipo a través de la medición de los indicadores y su posterior comparación con la meta esperada. De alguna manera esta función cierra el ciclo, pues puede afectar la función de planeación con lo cual como en el caso del ciclo PHVA la dinámica vuelve a iniciar.

Para lograr el cometido no hay que olvidar que los indicadores deben cumplir con ciertas características:

- El indicador se debe poder medir. Porque esa medida es lo que nos permitirá ver qué tan lejos nos encontramos de la meta.
- No debe ser vago, vale decir debe ser lo suficientemente claro como para que no haya lugar a malas interpretaciones.
- Debe involucrar un componente de tiempo. Ejemplo, lograr cierto volumen de ventas en un tiempo dado como el semanal.

Debe ser pertinente o adecuado, pues debe tener en cuenta la problemática que se atiende, qué metas se han definido y qué caminos o estrategias se han involucrado.

Debe ser retador, pero a la vez realista y viable.

### e. Modelo Previo de Proceso Administrativo

Hacia 1.950 Edward Litchfield propone un modelo de ciclos del proceso administrativo en un artículo llamado "Notas y Teoría General de Administración" que fue publicado en el Vol. 1 de "La Ciencia de la Administración". El modelo busca hacer uso del método científico pero aplicado a la ejecución de las funciones del proceso administrativo.

Se plantean como un ciclo ya que las acciones del administrador son repetitivas y una vez alcanzado un resultado, se repiten las acciones con el fin de obtener más resultados; como en el proceso de fabricar un producto o la prestación de un servicio que sea permanente.

Cada ciclo comprende las siguientes etapas:

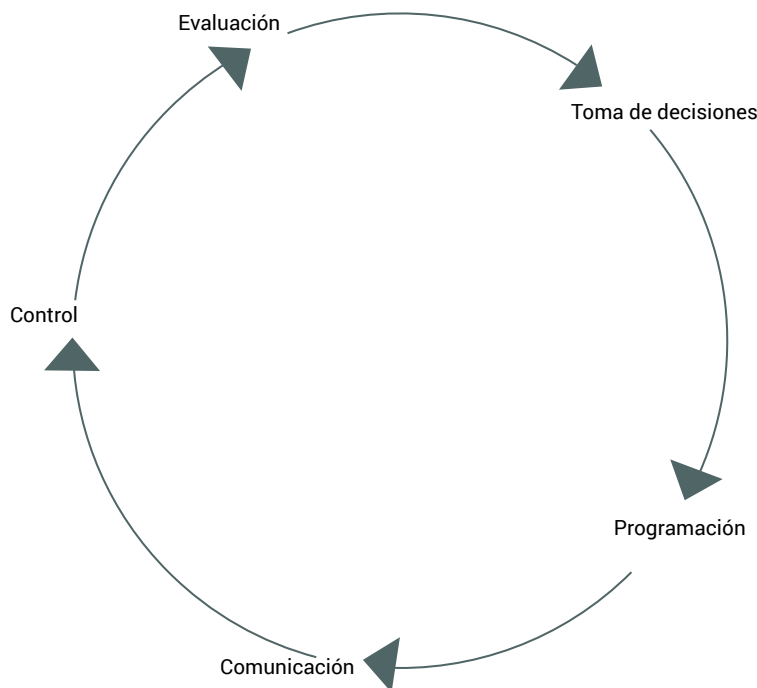


Figura 3  
Fuente: Propia.

Mediante este ciclo quien administra inicia tomando alguna decisión, y cuando finaliza el ciclo evaluando, esas evaluaciones le permiten llegar a conclusiones a partir de las cuales puede tomar nuevas decisiones.

Cada una de las funciones del ciclo administrativo (planeación, organización, dirección y control) se realiza mediante la ejecución de los ciclos que están graficados arriba.

Veamos un ejemplo: tomemos la función del proceso administrativo llamada planificar. Comenzamos **tomando decisiones** sobre cuál es el asunto a planificar, cómo, por qué, etc. Luego **programamos** un plan de acción en cuanto a tiempo, levantamiento de información, recursos a emplear, etc. Pasamos entonces a **comunicar** a las partes interesadas con el fin de que cada quien sepa qué debe hacer. Acto seguido establecemos métodos de **control** con el fin de vigilar que el trabajo establecido en el plan se ejecute conforme a las instrucciones dadas en la fase de comunicar. Cuando se estén realizando las actividades se debe realizar una **evaluación** oportuna con el fin de ajustar lo necesario para que el trabajo se haga conforme a lo previsto. Como se anotó previamente, esta evaluación sirve de base para la **toma de nuevas decisiones**.

Este modelo se debe aplicar a todos los procesos de la administración.

Muchos de estos ciclos pueden estar sucediendo simultáneamente en diferentes fases, al interior de una empresa. Hemos hablado del empleo del método científico en esto porque partimos de alguna hipótesis que se debe someter a pruebas. Con la experiencia de estos ejercicios obtendremos conclusiones que nos permitirán confirmar o modificar nuestras hipótesis. Esas conclusiones irán conformando nuestra teoría o el proceso administrativo que estamos modelando o que hemos definido para atender una necesidad.

Veamos cada uno de los componentes de ese ciclo:

#### ■ Toma de decisiones.

Una decisión que se toma suele ser la correcta cuando es la conclusión de un proceso mental racional. El proceso de toma de decisiones tiene las siguientes fases:

- Identificación del problema.
- Análisis de la información disponible sobre el objeto de decisión.
- Observación de posibles alternativas de decisión.
- Deliberar sobre las posibles alternativas vistas.
- Selección de la mejor alternativa.



Las anteriores fases constituyen también un proceso cíclico.

Usualmente la parte más complicada es la identificación del problema. Entendiendo por problema no sólo lo que plantea interrogantes, sino que puede significar también nuestro propósito. El problema debe ser diagnosticado, vale decir, que debemos determinar su naturaleza a partir de los signos que se han manifestado. Así que el resultado deseable de esta fase es obtener una descripción y clasificación de lo que se pretende tratar. Una correcta identificación del problema constituye en buena medida el principal avance para su solución.

Nuestra segunda fase habla de análisis de la información disponible y trata del estudio de las cosas que tienen que ver con el problema. Este estudio se puede realizar a través de mecanismos como el análisis de registros, el indagar por la opinión de otros, la realización de pruebas, el estudio de mercados, etc.

La tercera fase que habla de observar posibles alternativas comprende dos pasos:

- La identificación de los posibles caminos o alternativas a tomar, junto a una descripción de casos conocidos (si los hay) de los resultados obtenidos.
- La ponderación de posibles consecuencias en el caso específico que estamos tratando.

Para apoyarnos en esta tercera fase podemos emplear herramientas como predicciones económicas, proyecciones de mercado, etc.

En nuestra fase de deliberación se revisa el problema a la luz de las posibles alternativas que se han definido en la fase anterior.

En esta valoración es importante prever riesgos.

La última fase de selección de alternativa se afecta por situaciones como autonomía para escoger, la voluntad y los juicios de valoración que hayamos realizado.

No siempre hay una única respuesta, y lo importante es realizar este proceso de toma de decisiones con racionalidad, tratando de evitar la emotividad. Es importante también evitar la indecisión, ya que decisiones apresuradas pueden tener resultados tan negativos como la falta de toma de decisión de manera oportuna. Por lo anterior, no es necesario tener una completa certeza de los efectos de una decisión para tomar ésta. Siempre y cuando se sigan las fases mencionadas con racionalidad, muy probablemente se estará tomando la decisión correcta.

#### ■ Programación

Como mencionamos antes acá hablamos de definir un plan de acción en cuanto a tiempo, levantamiento de información, recursos a emplear, etc. La decisión tomada se traduce en programas o planes de acción que orientan lo que se ha de hacer. Las herramientas de que se dispone en esta fase corresponden a presupuestos, organigramas, e inventarios.

#### ■ Comunicación

Recuérdese que esta fase habla de informar a las partes interesadas. Para transmitir información o comunicarse hay recursos como las reuniones, los manuales, los cursos, los informes, el trabajo en grupo, las instrucciones verbales o por escrito.

Para una comunicación adecuada es importante definir los siguientes aspectos:

- Definir los canales para el flujo de la información, señalando frecuencias y métodos de comunicación.
- Apoyar logísticamente el punto anterior.
- Vigilar que tanto mensajes como canales no presenten barreras.

#### ■ Control

Consiste en vigilar para que la decisión tomada que fue programada y comunicada, se cumpla. Esta labor se realiza mediante el ejercicio de la supervisión. Se puede apoyar la administración en mecanismos como los controles de asistencia, los registros, y ante todo la evaluación imparcial de resultados.

Es importante ejercer control, pero también que esta fase del proceso no se convierta en un obstáculo para la producción o prestación de servicios.

#### ■ Evaluación

Esta fase sirve para verificar la certeza de la decisión tomada. La decisión tomada no debe cambiar los objetivos que sirvieron como base para tomarla. Nuevos hechos o circunstancias pueden hacer necesario valorar la decisión tomada con el fin de introducir ajustes.

Una evaluación implica observar los resultados con el fin de realizar juicios de valor. La evaluación puede implicar una reorientación, por lo que de alguna manera es esta fase la que dinamiza el proceso administrativo; ya que es quien posibilita introducir cambios que mejoren la situación.

### f. Las metas en una organización

También conocidas como el objetivo que se persigue, deben ser definidas con claridad, ser libres de ambigüedad que pueda dar

margen a interpretaciones erróneas. Una buena práctica en el ejercicio de la administración es repasar con periodicidad los objetivos que se buscan, y las acciones que se han tomado; esto con el fin de revisar si esas acciones tomadas están contribuyendo realmente al logro de esas metas.

Mencionaremos a continuación una serie de objetivos típicos en las organizaciones:

- Lograr cierto nivel de competitividad, entendiendo por ésta el nivel de participación de la empresa en determinado mercado.
- Cumplir con determinadas metas de crecimiento que se han definido en el tiempo.
- El incremento de utilidades.
- El bienestar de los interesados (stakeholders).
- La responsabilidad social.

Las metas se pueden clasificar según el periodo de tiempo en que se piensen alcanzar. Habitualmente en la medida en que sea más corto el tiempo asignado, la meta tiende a ser más operacional que estratégica, veamos:

1. Cuando el tiempo asignado para lograrla es de un año o menos, la meta se dice de corto plazo. Un ejemplo habitual de ello es la definición de objetivos de ventas mensuales, trimestrales o anuales.
2. Cuando a la meta buscada se le asigna de 1 a 5 años, se dice que es un objetivo a mediano plazo. Como se mencionó anteriormente, tiende a ser algo más estratégico que operativo, como el incrementar la presencia de la organización en otras regiones.
3. Cuando el plazo fijado es de 5 años o algo similar, la meta tiende a convertir-

se en la visión de la organización, la cual es definida en el plan estratégico de la compañía.

Otra manera de clasificar las metas u objetivos es como primarios, secundarios, individuales y sociales. Veamos cómo:

1. **Objetivos primarios:** tienden a ser más estratégicos e involucrar el compromiso de toda la organización. Pueden entenderse como las principales metas que se ha fijado la organización.
2. **Los objetivos secundarios** son una especie de metas intermedias u objetivos que es necesario alcanzar con el fin de lograr los objetivos primarios.
3. **Metas individuales:** corresponde a la meta a lograr por cada funcionario y es medible en una base cortoplacista que puede incluir mediciones diarias. Deben apoyar en principio el logro de los objetivos secundarios; para de esa manera llegar al logro de los objetivos principales.
4. **Objetivos o metas sociales:** involucran lo que en principio se conoce como la responsabilidad social de una organización. Pero no sólo se circunscriben a ello; pues también pueden involucrar el cumplimiento de compromisos hacia los colaboradores de la organización en aspectos que involucren la estabilidad de sus ingresos, el cuidado por su formación y bienestar, el dotar del medio ambiente adecuado para la realización de las labores, etc.

No olvidemos que con el fin de que haya objetividad al revisar si se ha logrado un objetivo o meta, éste no sólo debe ser retador, sino lo más cuantificable o medible que sea posible.

Tiende a ser más fácil la medición de un objetivo en la medida en que éste sea más tangible que abstracto. Por ejemplo, es más fácil medir niveles de producción en una fábrica que medir el desarrollo de un colaborador en una organización. O es más fácil medir los niveles de cumplimiento en la gestión comercial, que medir la satisfacción del cliente.

Por último, delinearemos algunas buenas prácticas que merecen ser tenidas en cuenta cuando se estén definiendo metas u objetivos:

- Cuando se defina una meta, permita la participación del encargado de materializarla. No sólo con el fin de asegurar que se busca algo retador pero a la vez realizable; sino porque cuando abrimos esos espacios de participación, el encargado de materializar la meta va a sentir un mayor grado de compromiso a la hora de buscarla. Vale decir, ese tipo de práctica de alguna manera fortalece el sentido de pertenencia que hace falta tan comúnmente en muchas organizaciones.
- Cuando se defina un objetivo se debe ser consecuente. Es decir, el objetivo definido debe apoyar el logro de la visión, o el logro de una meta primaria, o aún de una meta secundaria, si es que estamos definiendo una meta individual. Otra forma de ser consecuentes a la hora de definir objetivos es tener presentes las capacidades de la organización. Por ejemplo, el área comercial no puede ofrecer productos o servicios que la empresa no esté en capacidad de producir.
- Trate de ser sucinto a la hora de definir un objetivo. Esto con el fin de evitar margen a la hora de malas interpretaciones, y con el fin también de mejorar su capacidad de recordación.

- Debido a que las condiciones actuales tienden a cambiar cada vez con mayor velocidad, es importante revisar con frecuencia la vigencia de los objetivos que se persiguen; tratando en particular de mantener una visión de innovación en esa tarea.
- Trate de mantener un número razonable de objetivos por cada funcionario. Muchos objetivos pueden hacer que la persona sea dispersa en su cargo. Algunos autores estiman que a lo sumo cinco objetivos por funcionario, es un número razonable.
- Ordene los objetivos de acuerdo a la importancia que tienen en el logro de un objetivo mayor. Esto con el fin de que el mayor énfasis se tenga en los objetivos de mayor valía.

2

Unidad 2

Diseño de procesos  
operacionales



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

## Introducción

Para entender un poco el diseño de procesos operacionales, se requiere conocer los métodos de trabajo que se van a emplear en la organización donde el apuesta básica de la empresa son los clientes internos y externos, para ello se debe ejecutar una serie de actividades que identifiquen a través de modelos de diagramas (diagrama de flujo, diagramas de estado, diagrama de actividades, Redes de Petri) como se van realizar las actividades, una vez identificadas se pueden plasmar en modelos de mapas de procesos que de una forma global de los procesos ejecutables y el direccionamiento que toma la empresa.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

### Procesos operacionales

Podemos entender un proceso como el método de trabajo empleado por la organización para aportar valor a sus clientes (externos e internos). El proceso operacional u operativo es el que genera en la empresa los productos o servicios que se entregan a los clientes. Estos procesos tratan la serie de actividades que desarrolla una empresa para atender el "core" de su negocio. Un ejemplo; si tenemos una empresa que vende empanadas, hay una serie de procesos de apoyo, como los que tienen que ver con la administración del negocio, la contabilidad, etc.; pero hay otros procesos que tienen que ver con la elaboración de la empanada. Aquellos procesos que se ocupan directamente de la razón de ser de la empresa, son los procesos operacionales. También se les conoce como procesos nucleares, procesos clave, procesos específicos, procesos de negocio o en inglés los "core processes".

Los procesos estratégicos y de apoyo suelen asemejarse entre empresas; pero los procesos operacionales son propios de cada negocio.

### Modelos de diagramas

Como vimos en la primera semana, los procesos se pueden representar de manera gráfica mediante una herramienta conocida como diagrama de flujo o flujograma. Esta herramienta ya fue ilustrada en ese entonces. Por lo que acá pasaremos a ver directamente algunos tipos de diagramas.

- Diagramas de flujo (que pueden ser matriciales y lineales); y dentro de cada una de esas categorías se pueden representar de manera vertical u horizontal.
- Diagramas de estado.
- Diagramas de actividades.
- Redes de Petri.



Podemos ver a continuación un diagrama de flujo matricial horizontal.

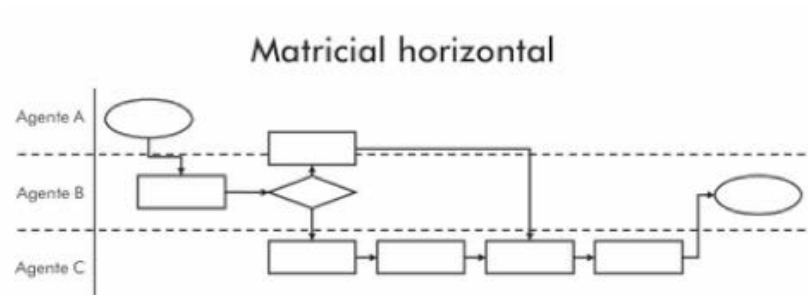


Figura 1. Matricial horizontal

Fuente: Tomado de "Configuración y usos de un mapa de procesos" de J:M Pardo.

Como se puede ver, quienes intervienen en el proceso (llamados agentes), aparecen en la cabecera del diagrama, se definen a partir de allí unos carriles (Como los de una piscina olímpica), y en cada carril se ubican las actividades que le corresponden a cada agente. Se pueden dibujar de arriba abajo o de izquierda a derecha. Lo interesante de este tipo de diagramas es que describen muy bien el flujo de tareas entre agentes.

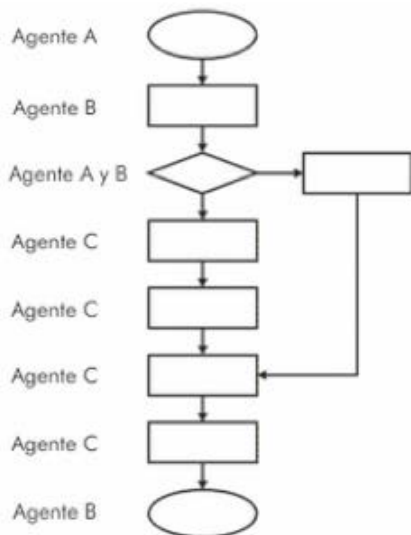


Figura 2

Fuente: Tomado de "Configuración y usos de un mapa de procesos" de J:M Pardo.

En la gráfica de la izquierda apreciamos una de las dos posibilidades de flujograma lineal. La diferencia entre uno y otro es que el otro flujograma no hace mención a los agentes que intervienen. Las actividades aparecen secuenciadas una detrás de la otra. Su construcción es sencilla, pero aporta menos información que el flujograma matricial. Esta muestra fue tomada de la misma fuente que el flujograma anterior.

Más adelante veremos en detalle los otros tipos de diagramas; de estado, de actividades y las redes de Petri.

## Modelos de mapas de procesos

Un mapa de procesos es la representación gráfica de forma global de los procesos de una organización donde se observa la secuencia e interacción de todos esos procesos. Nótese que empleamos la palabra global; pues un mapa de procesos no debe entrar en mucho detalle, con el fin de apreciar de mejor manera cómo funciona la empresa; qué procesos intervienen y *grosso modo* qué entradas y salidas intervienen entre ellos y cómo.

Apoyándonos en “Configuración y usos de un mapa de procesos” de J.M Pardo veremos a continuación cuatro tipos de mapas de procesos.

- Convencional.
- Formal.
- Lineal.
- Tipo árbol.

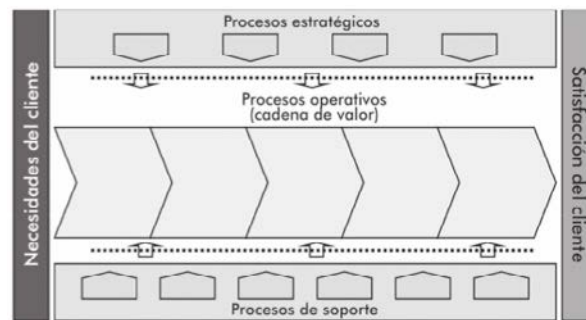


Figura 3

Fuente: Tomado de “Configuración y usos de un mapa de procesos” de J:M Pardo.

El mapa de procesos convencional emplea la clasificación de procesos estratégicos, operacionales y de soporte. Como se aprecia, en la parte superior va lo estratégico, en la parte inferior van los procesos de soporte, la parte central corresponde a los procesos del “core” del negocio. La entrada de este mapa de procesos a la izquierda corresponde a las necesidades del cliente, y la salida esperada a la derecha, la satisfacción del cliente.

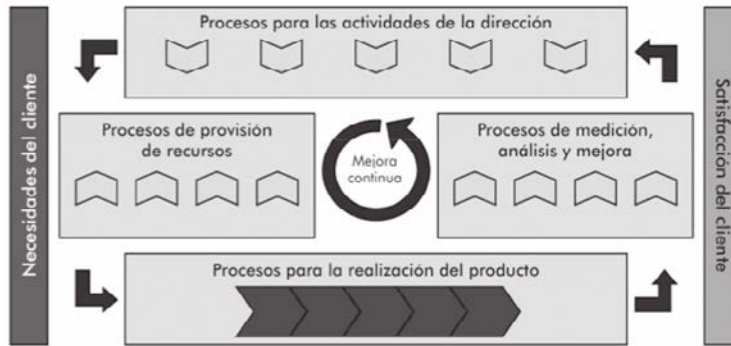


Figura 4

Fuente: Tomado de "Configuración y usos de un mapa de procesos" de J:M Pardo.

El mapa de procesos formal emplea la clasificación de procesos que se sugiere en ISO 9.001:2.008. Procesos para las actividades de la dirección; para la realización del producto; de provisión de recursos, de medición, análisis y mejora. Este tipo de mapa de procesos de alguna manera recuerda el ciclo Demming o PHVA y posee de manera inherente una sólida lógica que invita a emplearlo, así la organización no esté certificada en ISO. Uno de sus grandes aportes es el de incorporar la idea de mejora continua en la organización.

El mapa de procesos lineal emplea ideas del flujograma para describir de manera global los procesos de una empresa. Emplea la misma clasificación de procesos que se emplea en el mapa de procesos convencional (Procesos de soporte, operacionales o específicos del negocio, y procesos estratégicos o de dirección).

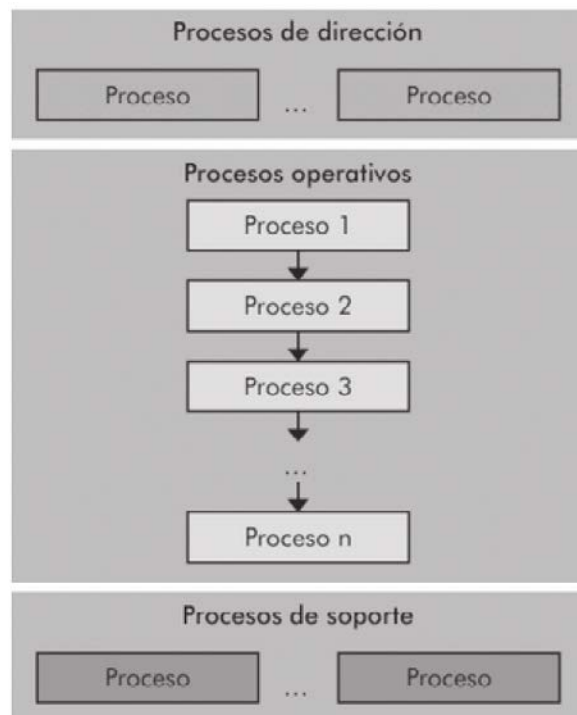


Figura 5. Procesos de dirección

Fuente: Tomado de "Configuración y usos de un mapa de procesos" de J:M Pardo.

Los procesos operacionales se muestran en el centro del mapa como un diagrama de flujo.

La diferencia con el flujograma, es que cada caja no representa una actividad, sino un proceso; por lo que se omiten también los rombos de decisión. Se suelen presentar los procesos operativos de manera matricial con el fin de mostrar como intervienen los agentes (que en este caso corresponden a áreas funcionales de la empresa, como contabilidad). Es menos frecuente, pero lo usan especialmente las organizaciones familiarizadas con los diagramas de flujo.

Este es un mapa de proceso conocido como en forme de árbol. El mapa de procesos que se escoja puede o no basarse en los tres modelos anteriores. Lo importante, como en el ejemplo de la izquierda es que el mapa sea autoexplicativo; que contenga los procesos necesarios para entender de manera general el funcionamiento de la organización y que admita despliegues; vale decir, que cada una de sus partes se pueda explicar o mostrar con mayor detalle. Este mapa por ejemplo es consecuencia del empleo de otras metodologías que se pueden considerar como novedosas; y ya está en la administración de la organización el entrar a definir si cree que describe de manera adecuada su empresa. Puede parecer poco atractivo por ejemplo el que pierda relevancia el “core” del negocio en esta representación.



Figura 6.

Fuente: Tomado de “Configuración y usos de un mapa de procesos” de J:M Pardo.

## Diagramas de estados

Comencemos por definir un diagrama como una representación simbólica de cierta información, conforme a alguna técnica de visualización. El diagrama de estado es un tipo de diagrama que sirve para describir de manera resumida el comportamiento de un sistema. Se requiere que el sistema descrito esté compuesto de un número finito de estados, lo cual es muchas veces el caso, y en otras ocasiones es una suposición razonable.

El comportamiento del sistema es analizado y representado por una serie de eventos que pudieran ocurrir en uno o más posibles estados. Cada diagrama usualmente representa objetos de una sola clase y hace trazabilidad de los diferentes estados de esos objetos a través del sistema.

Un diagrama de estados emplea recursos como los gráficos dirigidos (o dígrafos), que consisten en un conjunto de nodos (o vértices) conectados por flechas (definiendo así lo que se llama un par ordenado). El dígrafo se llama simple cuando no tiene bucles o trayectorias circulares, además tampoco debe tener trayectorias múltiples (flechas o arcos con el mismo punto de partida y de llegada).

Una flecha o arco  $e$ , denotado  $\text{arc } e = (x,y)$  se considera que está dirigido de  $x$  a  $y$ ;  $y$  es llamada la cabeza del arco y  $x$  es llamada la cola. Se dice entonces que  $y$  es un sucesor directo de  $x$ , y  $x$  un predecesor directo de  $y$ . Si el trayecto para llegar de  $x$  a  $y$  consiste de más de un arco, hablamos de sucesores y predecesores, pero no se emplea la expresión directo.

El diagrama de estados describe las diferentes condiciones o situaciones de un componente en un sistema. Los estados son específicos a un componente u objeto en un sistema. Los estados pueden ser controlados por eventos internos o externos. **Los diagramas de actividades son un tipo especial de los diagramas de estado.** El diagrama de estado se emplea para describir el ciclo de vida de un objeto.

El diagrama de estado es uno de los cinco diagramas que emplea UML para modelar la naturaleza dinámica de un sistema, y define las diferentes situaciones de un objeto

durante su ciclo de vida. Estos estados son cambiados gracias a los eventos. El diagrama de estados es ideal entonces para modelar sistemas reactivos. El diagrama de estados describe el flujo de un estado a otro. Los estados son definidos como la condición bajo la cual existe un objeto, y ese estado cambia cuando un evento lo desencadena. Así que el propósito más importante de un diagrama de estado es modelar el ciclo de vida de un objeto desde su creación hasta su terminación.

Las principales razones para emplear un diagrama de estado son:

- Modelar el aspecto dinámico de un sistema.
- Modelar el ciclo de vida de un sistema reactivo.
- Describir los diferentes estados de un objeto durante su ciclo de vida.
- Definir una máquina de estados para modelar los estados de un objeto.

Ya que los diagramas de estado describen los estados de diferentes objetos en sus ciclos de vida; el énfasis es dado en los cambios de estado tras ciertos eventos internos o externos. Estos estados de los objetos son importantes para analizarlos e implementarlos de manera precisa. Los estados se pueden identificar como la condición de los objetos cuando ocurre un evento en particular.

Antes de dibujar un diagrama de estado, debemos clarificar los siguientes puntos:

- Identificar los principales objetos a analizar.
- Identificar los estados.
- Identificar los eventos.

El siguiente es un ejemplo de un diagrama de estado donde el estado del objeto "Orden" es analizado (tomado de [http://www.tutorialspoint.com/uml/uml\\_statechart\\_diagram.htm](http://www.tutorialspoint.com/uml/uml_statechart_diagram.htm)).

El primer estado es inactivo u ocioso, donde el proceso comienza. Los siguientes estados llegan debido a eventos como envíe solicitud, confirme solicitud, y despache la orden. Estos eventos son responsables por los cambios de estado en el objeto orden. Durante el ciclo de vida de un objeto (en este caso el objeto orden) se pasa por los diferentes estados y también puede haber salidas anormales. La salida anormal se puede deber a algún problema con el sistema. En la gráfica se muestran los estados inicial y final del objeto.

### Diagrama de estado de un sistema de administración de órdenes

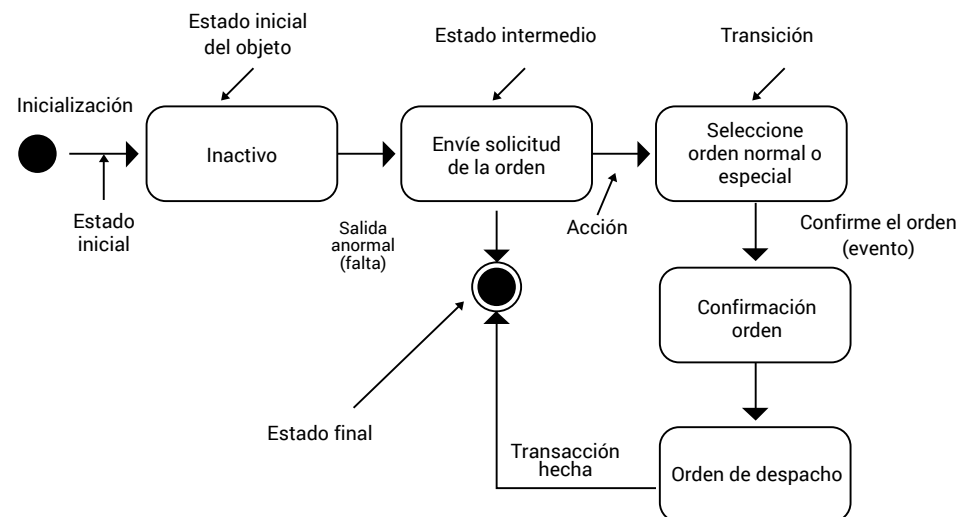


Figura 7

Fuente: Tomado de "Configuración y usos de un mapa de procesos" de J:M Pardo.

Los diagramas de estado definen los estados de un componente y estos cambios de estado son dinámicos por naturaleza. El propósito de un diagrama de estados es definir los cambios de estado de un objeto, que son propiciados por eventos. Siendo los eventos factores internos y externos que influyen el sistema. El diagrama de estados identifica los eventos que son responsables por los cambios de estado en el objeto, cuyo ciclo de vida es descrito en este tipo de diagrama.

A riesgo de mostrarnos iterativos resumamos lo visto sobre diagramas de estado de la siguiente manera: El diagrama de estados sirve para describir el comportamiento de un sistema. Para ello, detalla todos los estados posibles de un objeto y la forma en que ese objeto cambia de estado, como resultado de los eventos que lo afectan. Vale decir, se muestra cómo es el ciclo de vida de un objeto.

El estado en que se encuentra un objeto determina su comportamiento. El evento es el agente que determina un cambio de estado; y este cambio de estado sucede de manera inmediata.

Los siguientes símbolos se suelen emplear en los diagramas de estado:

(Notas tomadas de [virtual.usalesiana.edu.bo/web/practica/archiv/desta.doc](http://virtual.usalesiana.edu.bo/web/practica/archiv/desta.doc) ).

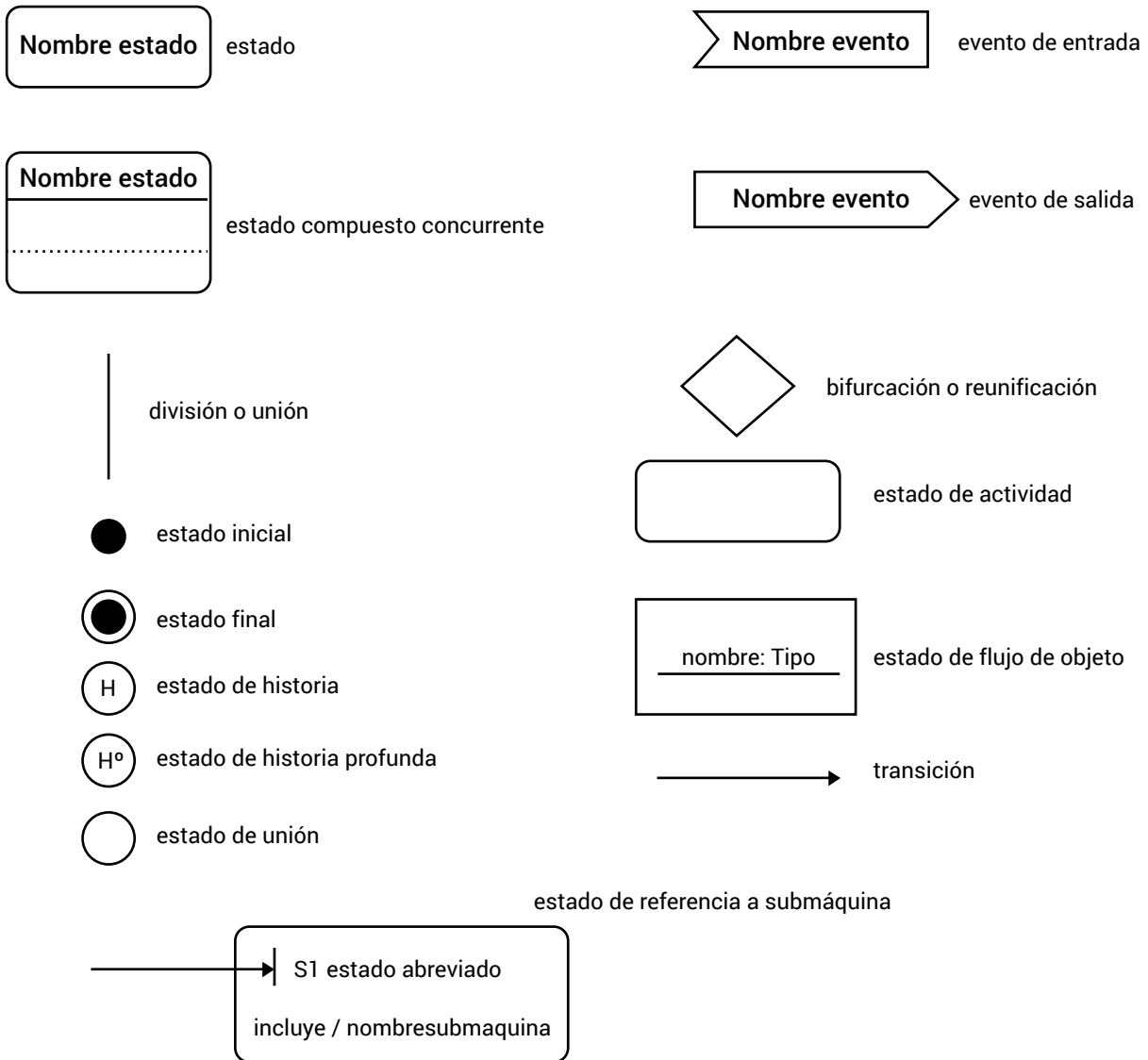


Figura 8

Fuente: [virtual.usalesiana.edu.bo/web/practica/archiv/desta.doc](http://virtual.usalesiana.edu.bo/web/practica/archiv/desta.doc)

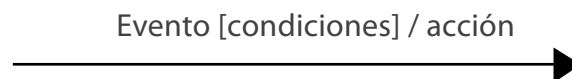
El estado se representa por un rectángulo con las esquinas redondeadas, y puede tener tres compartimientos: Nombre; valor característico de los atributos del objeto en ese estado; y se puede especificar las acciones que se realizan como consecuencia de entrar (entry), salir (exit), o estar en el estado (do).

El evento es la ocurrencia que causa la transición instantánea de un estado a otro, y puede ser:

- Una condición que toma un valor de verdadero o falso.
- Recepción de una señal de otro objeto en el modelo.
- Paso de cierto periodo de tiempo.

Una flecha (línea sólida) entre dos estados es lo que se conoce como una transición simple. Puede ir acompañada esa línea de un texto que defina: El evento que da lugar a la transición; las condiciones adicionales al evento, necesarias para que ocurra la transición; el mensaje que se ejecuta al suceder la transición; y las acciones adicionales que se ejecutan con el cambio de estado.

La notación es como sigue:



Existen eventos que no implican un cambio de estado. Son asociados a las llamadas transiciones internas. Ej: Una interfaz de usuario que pide password; acá se puede tener una transición interna que muestre ayuda al usuario.

La transición se dice compleja cuando relaciona tres o más estados en una transición de múltiples fuentes o múltiples destinos. Se representa como una línea de la cual salen o entran varias líneas de transición.

Existen las llamadas transiciones temporizadas donde las esperas son actividades que tienen asociada cierta duración.



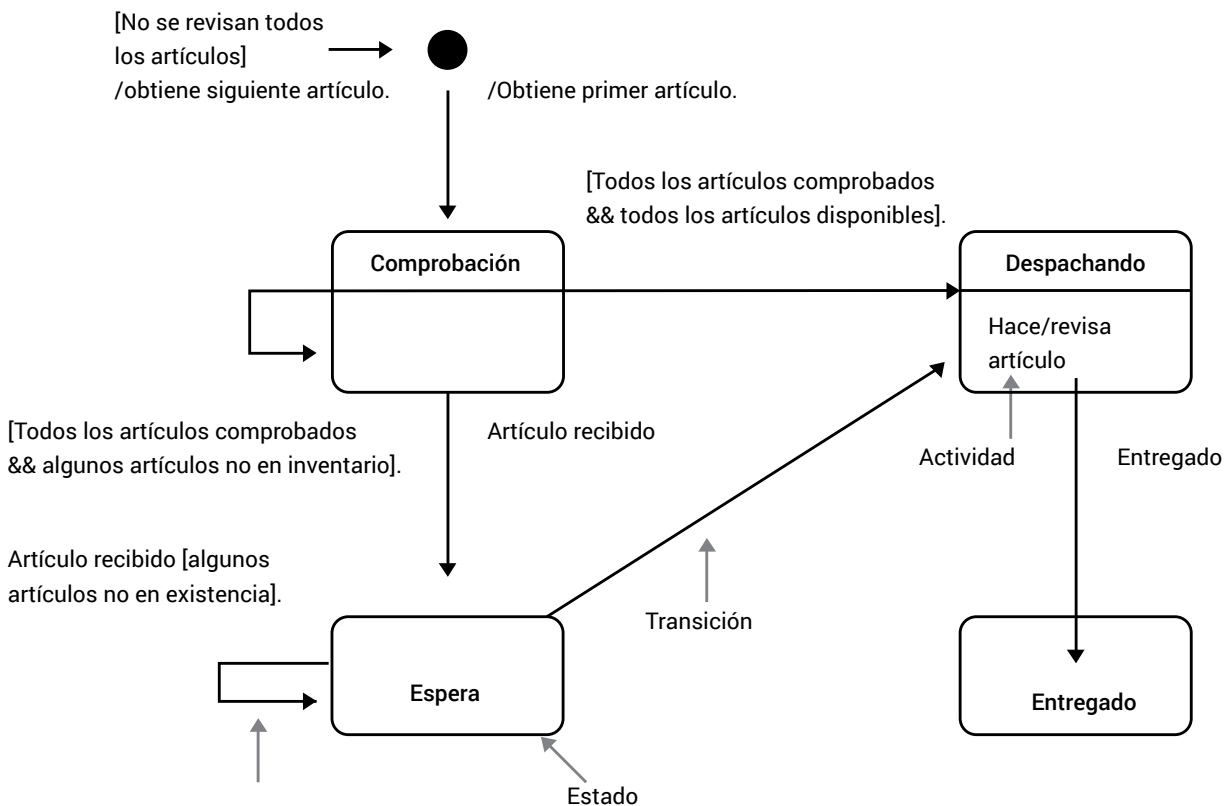


Figura 9  
Fuente: Propia.

Hay que tener presente que si un suceso no genera una transición que abandone el estado, este suceso se ignora. Si una transición viene etiquetada sin evento, significa que esta transición ocurre tan pronto como la actividad asociada al estado ha concluido. Además, que la transición entre estados es instantánea y se debe a la ocurrencia de los eventos.

Se había mencionado que las transiciones pueden tener condiciones adicionales para que suceda el evento; es decir, es esto lo que permite condicionar una transición. Son condiciones lógicas que retornan un valor de Verdadero o Falso, y la transición sucede sólo si el valor retornado es Verdadero. Veamos algunos ejemplos:

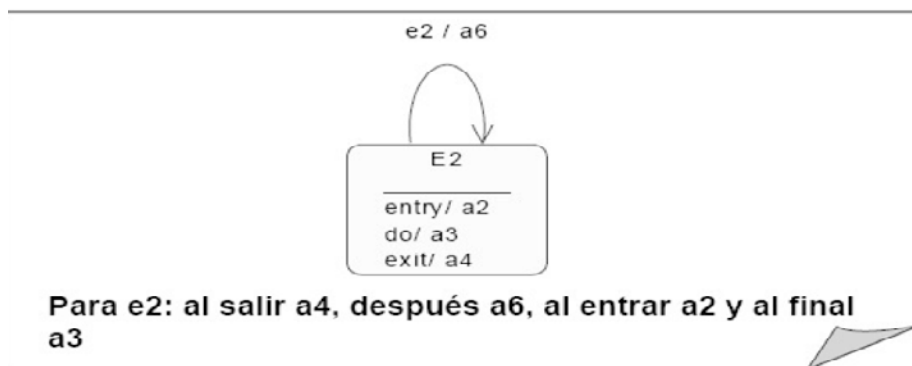
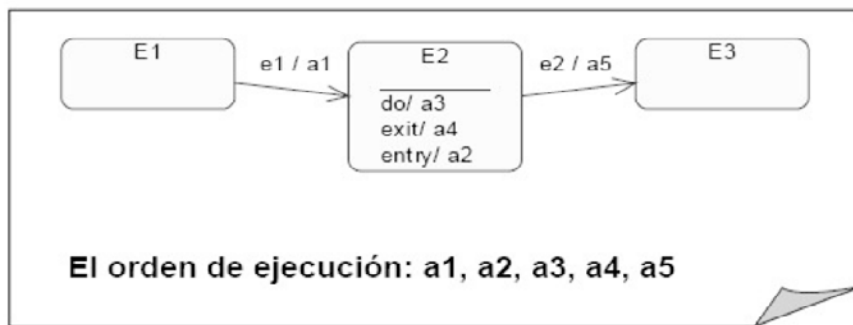


Figura 10.  
Fuente: Propia.

Veamos un ejemplo de cómo se pueden replantear estados para que no se vean tan complejos; de allí vienen los términos de súper-estados y sub-estados.

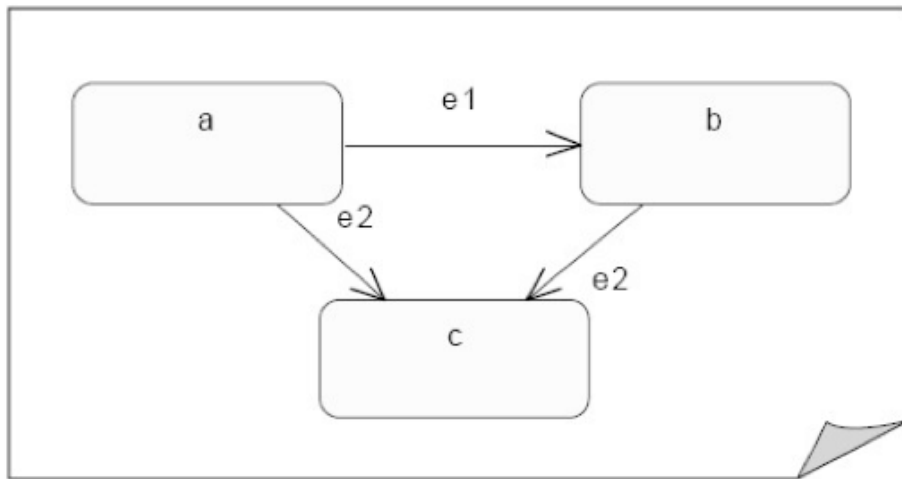


Figura 11  
Fuente: Propia.

Este estado se puede expresar así:

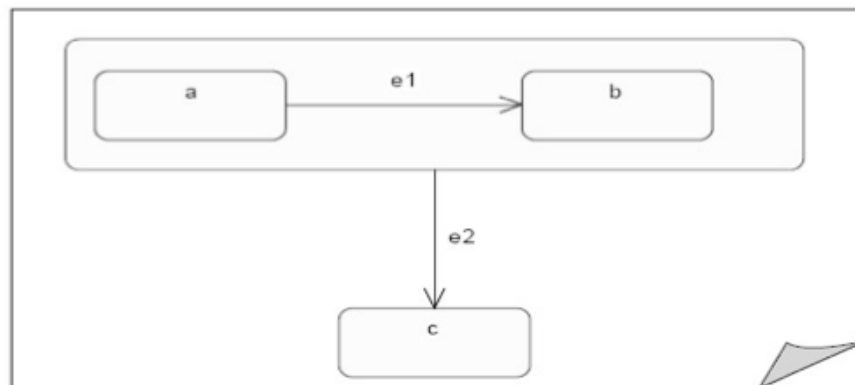


Figura 12  
Fuente: Propia.

Es necesario tener presente que un estado puede tener varios sub-estados disjuntos; y que los sub-estados heredan las variables del estado y sus transiciones externas. Un objeto estará en alguno de los estados de cada uno de los sub-estados que sean concurrentes. Una forma de representar esa situación es algo como lo que sigue:

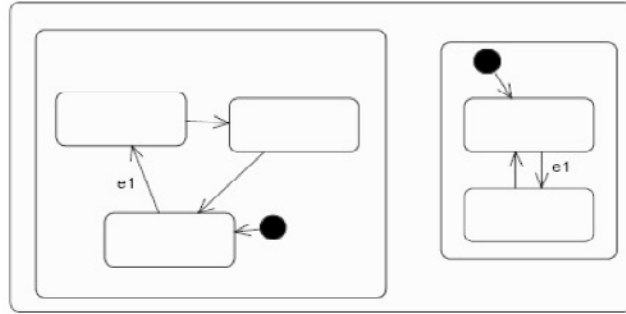


Figura 13  
Fuente: Propia.

Ya que este tipo de recursos representan el funcionamiento de un autómata, hay que observar que éstos por definición no cuentan con memoria; pero aun así podemos recurrir a lo que se conoce como estado de historia (H encerrado en un círculo) para memorizar el último sub-estado visitado para recuperarlo en una transición entrante en el súper-estado que lo engloba, de la siguiente manera:

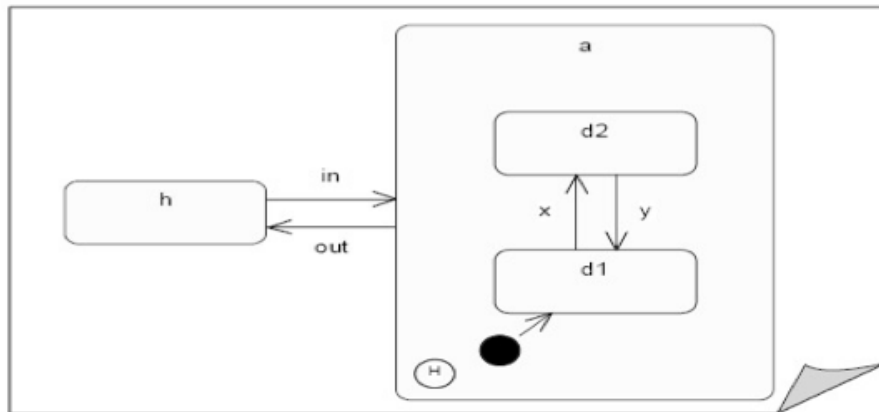


Figura 14  
Fuente: Propia.

Un ejemplo de la anterior situación es como sigue:

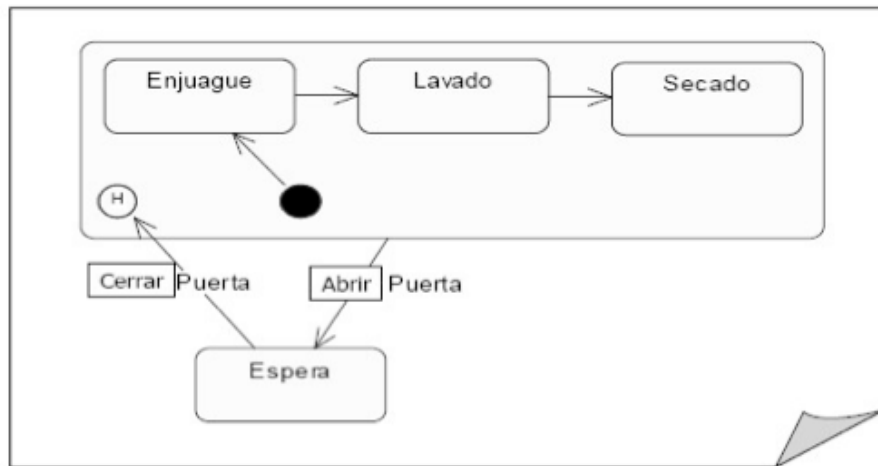


Figura 15  
Fuente: Propia.

Se da por destruido un objeto cuando el flujo de control del autómata alcanza un estado final no anidado. Si se llega a un estado final anidado, se “sube” al super-estado asociado; es decir, no es el fin del objeto.

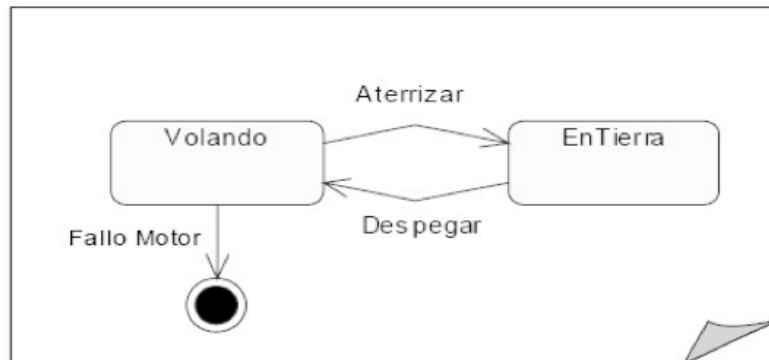


Figura 16  
Fuente: Propia.

Las transiciones temporizadas involucran esperas, es decir, a la acción se le asocia una duración. Esta espera se interrumpe cuando el evento esperado acaece, lo que permite que el flujo lleve a otro estado. Veamos un ejemplo donde una transacción de depósito se anula a no ser que en el lapso de 30 segundos se introduzca el dinero.

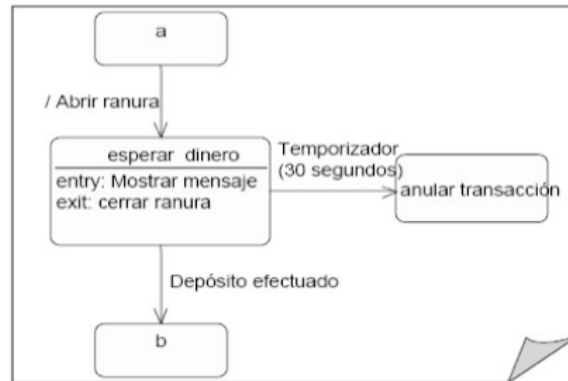


Figura 17  
Fuente: Propia.

Un diagrama de estado sólo tendrá un estado inicial, pero puede tener varios estados finales, dependiendo del evento que se produzca.

Un diagrama de estado puede ir detallándose conforme a la necesidad. Por ejemplo la acción de compra de productos se puede ver en principio de la siguiente manera:

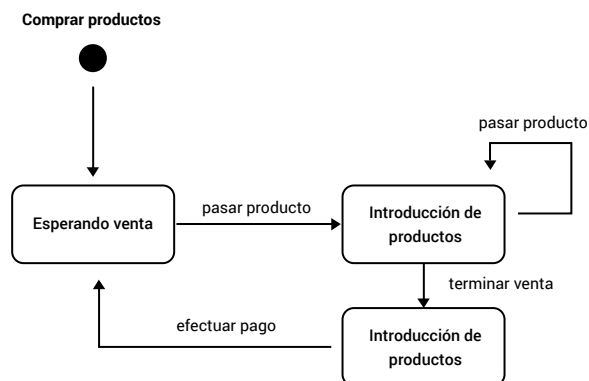


Figura 18  
Fuente: Propia.

Esta puede ser una visión grosso modo del proceso; pero se puede estimar necesario el detallar el evento efectuar pago, así:

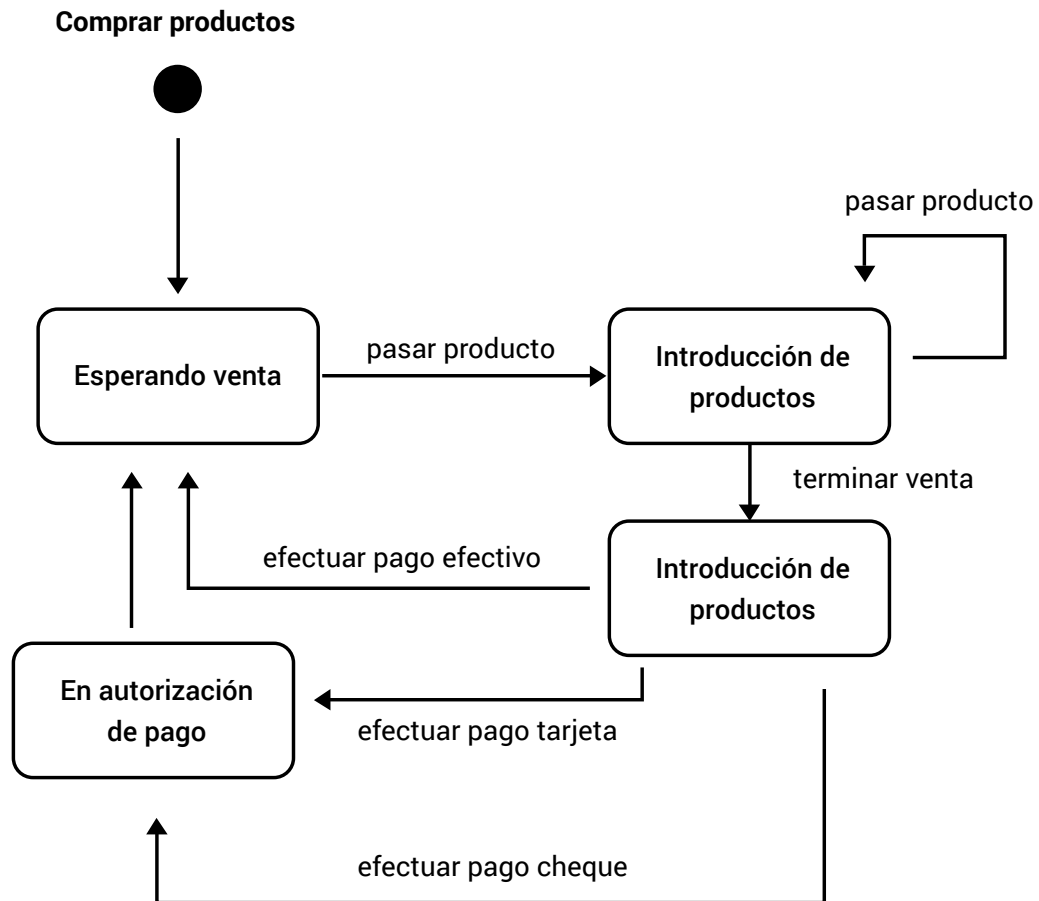


Figura 19  
Fuente: Propia.

El diagrama de estado anterior se puede ir detallando tanto como se necesite. Ejemplo de ello es detallar el comportamiento cuando la autorización de pago falla por algún motivo.

Cuando se introducía la notación de las transiciones, se mencionaba que las condiciones (La literatura en inglés las llama "Guards"), o protecciones condicionales o pruebas booleanas, se encierran entre paréntesis rectangulares, y pueden ir bajo el nombre del evento; como en el siguiente caso donde se muestra la validación del usuario con el fin de realizar una llamada telefónica:

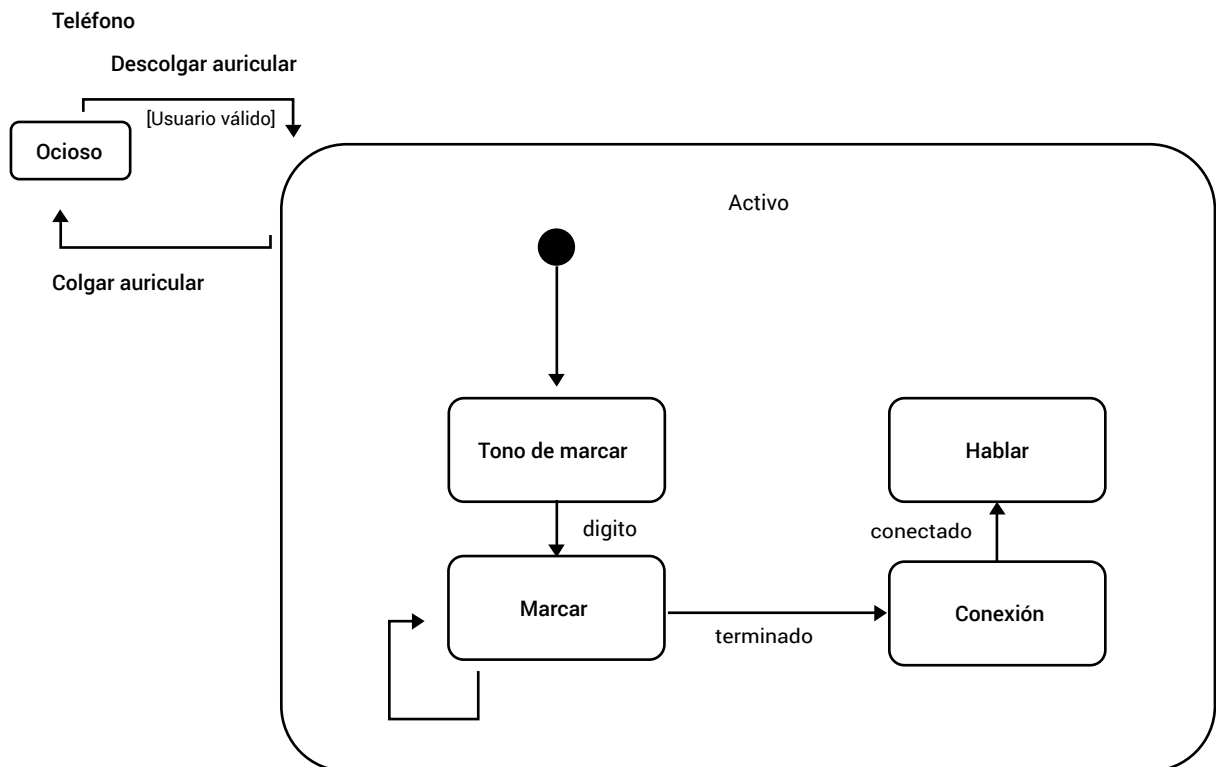


Figura 20  
Fuente: Propia.

El siguiente ejemplo, tomado de <http://webdocs.cs.ualberta.ca/~pfiguero/soo/uml/estados01.html> muestra el funcionamiento de una cafetera, donde se hace uso del súper-estado cafetera "lista" o "ready".



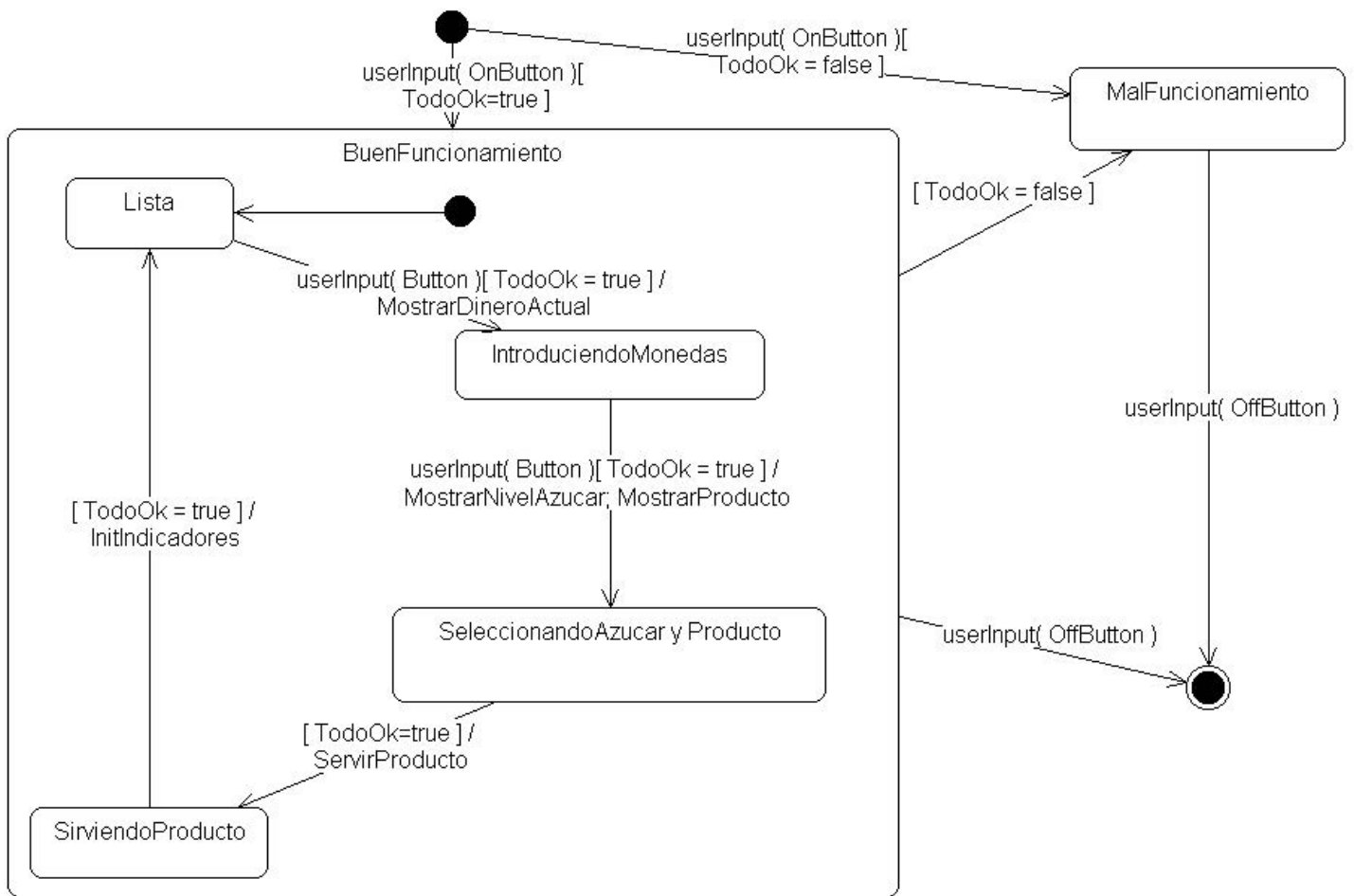


Figura 20

Fuente: <http://webdocs.cs.ualberta.ca/~pfiguero/soo/uml/estados01.html>

Este segundo ejemplo tomado de la misma fuente, muestra la manera como se hace envío de mensajes a otros objetos. Los mensajes son representados por líneas punteadas que van dirigidas al diagrama de estados del objeto que recibe el mensaje. Se trata en este caso de un control remoto que envía señales de encendido o apagado a un televisor y a un VCR.

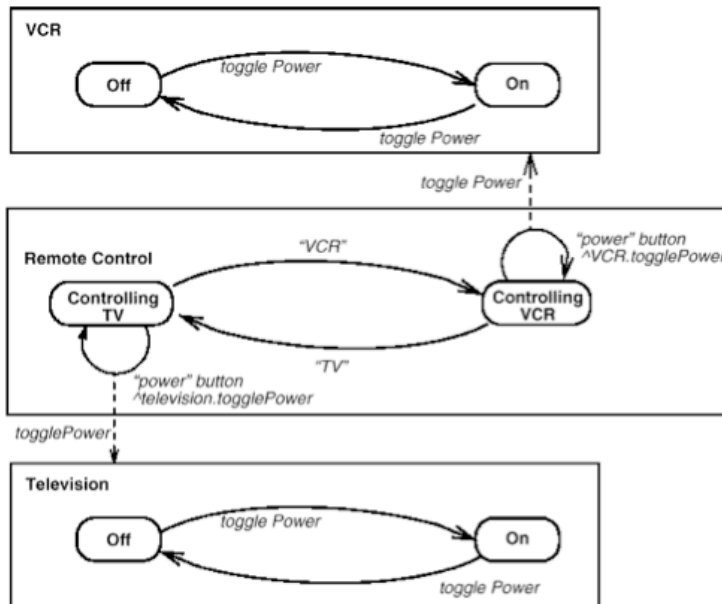
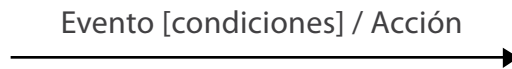


Figura 21  
Fuente: Propia.

Finalicemos de momento este tema diferenciando entre acciones y actividades. Una Acción se ejecuta como consecuencia de una transición, recuérdese que la transición lleva el formato:



Las actividades son similares a las acciones, pero tienen duración y se ejecutan dentro del estado de un objeto. Las actividades pueden interrumpirse, cuando sucede el evento que ocasiona la salida del estado.

2

## Unidad 2

Diseño de procesos  
operacionales  
(Parte 2)



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

## Introducción

En la semana 4 veremos cómo se debe realizar un diagrama de actividades, a través de un software cuya funcionalidad es mediante gráficos que describe los aspectos dinámicos de la empresa, teniendo presente que el diagrama de actividades se asemeja a un diagrama de flujo que en algunas ocasiones se puede tomar como secuencial, concurrente o ramificado. Es importante que se conozcan muy bien los elementos del sistema, que son actividades, asociación, condiciones y restricciones. Al momento de hablar de Redes de Petri nos estamos refiriendo a la representación gráfica de un sistema donde se pueden aplicar múltiples actividades independientes. Esto se profundizará en la cartilla.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Diseño de Procesos Operacionales (Parte 2)

### Diagrama de actividades

Un diagrama de actividades muestra un proceso de negocio o un proceso de software como un flujo de trabajo a través de una serie de acciones. Las personas, los componentes de software o los computadores pueden realizar esas acciones.

El diagrama de actividades describe procesos de varios tipos, como:

- Un proceso de negocios entre los usuarios y su sistema.
- Los pasos a seguir en un caso de uso.
- Un protocolo software, es decir, la secuencia permitida de interacciones entre componentes.

Existen utilitarios de software que tienen entre sus funcionalidades el graficar diagramas como el de actividades. Uno de esos utilitarios es Visual Studio de Microsoft. De hecho, se sugiere ver el video de Clint Edmonson <http://channel9.msdn.com/blogs/clinted/uml-with-vs-2010-part-4-capture-business-workflows> donde se muestra cómo se modela procesos de negocios o flujos de trabajo usando diagramas de actividades con esa herramienta. El video con-

tiene una charla llamada “Cómo capturar flujos de trabajo de negocios usando diagramas de actividades”. Se menciona allí que para muchos, el diagrama de actividades es la siguiente generación de los diagramas de flujo. Que los diagramas de actividades son empleados para mostrar procesos como los procesos de negocios, los flujos de trabajo o los algoritmos. Que son un gran complemento cuando se emplean casos de uso, pues muestran el flujo de una tarea en lugar de la estructura de ésta. Se menciona en ese video que el diagrama de actividades se debe usar para capturar y validar los procesos de negocio, por ello se debe validar con el cliente /usuario ese diagrama; que cuando se esté trabajando un diagrama de actividades se piense en términos de las acciones los usuarios; que nos debemos enfocar en las acciones que son visibles desde el exterior del sistema, porque muchas veces no se pretende mostrar una solución, sino emplear este diagrama para definir lo que es el problema; que un diagrama de actividades se puede emplear para mostrar el flujo de acciones que abarcan múltiples casos de uso; que son el mejor diagrama para mostrar operaciones en paralelo; que en cada diagrama nos debemos enfocar en una sola actividad; y que se piense en la “regla de los doce”, que se refiere a que un diagrama de actividades no tenga más de doce elementos, para que no sea demasiado denso.

El diagrama de actividades describe los aspectos dinámicos de un sistema. Es básicamente un diagrama de flujo que representa cómo se fluye de una actividad a otra. Ese flujo puede ser secuencial, concurrente o ramificado. Los diagramas de actividades emplean diferentes elementos para su control de flujo como los nodos de división o de unión (*fork & join*).

Si en el diagrama de estados veíamos cómo fluía un mensaje de un objeto a otro, en el diagrama de actividades vemos cómo fluye un mensaje de una actividad a otra.

Un diagrama de actividades se asemeja a un diagrama de flujo que consiste en actividades realizadas por el sistema. El diagrama de actividades cuenta con capacidades como ramificación, flujo paralelo y “swimlanes” que en algunas traducciones se encuentra como “carriles” y en otras como “calles”.

Antes de dibujar un diagrama de actividades debemos tener una clara comprensión de cuáles son sus elementos. El principal elemento es la actividad en sí misma. Una actividad es una función realizada por el sistema. Después de identificar las actividades, necesitamos entender cómo están asociadas con sus restricciones y condiciones. Así que antes de dibujar un diagrama de actividades, debemos identificar los siguientes elementos:

- Actividades.
- Asociación.
- Condiciones.
- Restricciones.

Una vez se han identificado los parámetros de arriba, necesitamos hacernos una imagen mental de todo el flujo. Esta imagen

mental es entonces transformada en el diagrama de actividades.

Veremos un ejemplo de un diagrama de actividades para un sistema de administración de órdenes. En el diagrama identificamos cuatro actividades que son asociadas con condiciones. Hay un punto importante a tener en cuenta y es que el diagrama de actividades no se puede traducir directamente a líneas de código en un programa. El diagrama de actividades está hecho para entender el flujo de actividades y para que sea usado ante todo por los usuarios del negocio. Las cuatro actividades que hemos identificado son:

- Enviar orden por el cliente.
- Recibir la orden.
- Confirmar la orden.
- Despachar la orden.

Diagrama de actividades de la administración de una orden

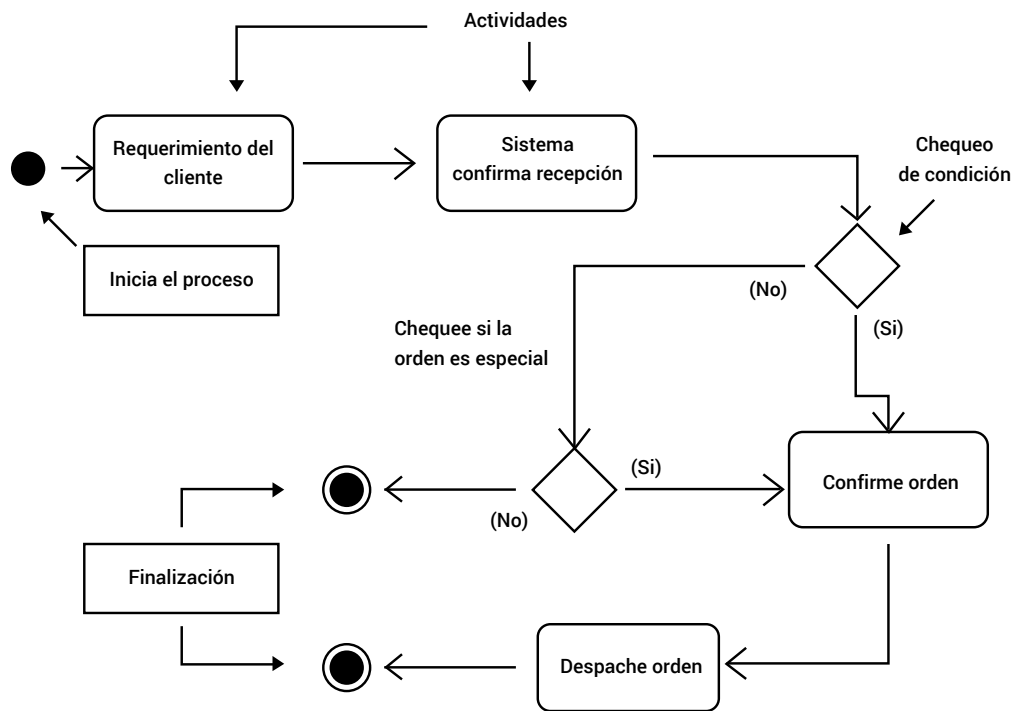


Figura 1. Diagrama de actividades de la administración de una orden  
Fuente: Propia.

Después de recibir la orden, se realiza un chequeo de condición para ver si es una orden especial o normal. Una vez se ha identificado el tipo de orden, se realiza la actividad de despacho, y así termina el proceso.

El uso específico de un diagrama de actividades es modelar el flujo de actividades de un sistema. Una aplicación puede tener varios sistemas; y un diagrama de actividades puede describir el flujo de un sistema a otro. De lo dicho hasta el momento es claro que un diagrama de actividades es una gráfica a muy alto nivel. Al dar una vista de alto nivel de un sistema, es dirigido principalmente a usuarios de un negocio o a otras personas que no son técnicas.

Este diagrama es empleado para modelar actividades que no son otra cosa que requerimientos de un negocio. Así que estos diagramas tienen más impacto en el entendimiento de un negocio más que en los detalles de su implementación.



Estos son los principales usos de un diagrama de actividades:

- Modelar flujo de trabajo mediante el uso de actividades.
- Modelar requerimientos del negocio.
- Entendimiento de alto nivel de las funcionalidades de un sistema.
- Investigar requerimientos del negocio en una etapa posterior.

Otra forma de ver los diagramas de estado es como un flujo procedimental de acciones que son parte de una actividad mayor. En los proyectos en los que se presentan casos de uso, el diagrama de actividades puede modelar un caso de uso específico a un nivel más detallado. No obstante, los diagramas de actividades pueden modelar funciones a nivel de negocios; como el comprar un ticket de un concierto o registrarse para una clase en la universidad. Los diagramas de actividades también se usan para modelar funciones a nivel de sistema; un ejemplo es cómo el mercado de datos de reserva de tickets puebla una base de datos de un sistema corporativo de ventas.

Debido a que modela flujos de procedimientos, el diagrama de actividades se enfoca en la secuencia de acciones y en las condiciones que disparan esas acciones. El diagrama de actividades se enfoca también en las acciones internas de una actividad y no en las acciones que llaman a esa actividad, o que disparan esa actividad de acuerdo a algún evento.

Un diagrama de secuencia de UML puede representar la misma información que un diagrama de actividades. Lo que sucede es que el diagrama de actividades modela de mejor manera las funciones a nivel de ne-

gocios. Esto se debe a que el diagrama de actividades muestra todos los flujos potenciales de una actividad, mientras que el diagrama de secuencia muestra típicamente un flujo de una actividad. El diagrama de actividades es menos “técnico” en apariencia y gusta más a las personas del mundo de los negocios. Además, los administradores de negocios están acostumbrados a ver diagramas de flujo, por lo que la apariencia de un diagrama de actividades les es familiar.

La notación de un diagrama de actividades es similar a la de un diagrama de estados. De hecho, de acuerdo a la especificación de UML, un diagrama de actividades es una variación de un diagrama de estados; por lo que se comente en adelante, puede parecer un repaso para quienes ya conocen algo de los diagramas de estados.

Quizá el lector ya haya advertido que en el presente documento se llama actividad a la tarea completa, y ésta se haya conformada por una serie de acciones. La acción se indica en el diagrama de actividades como un rectángulo con las esquinas redondeadas. (En el diagrama de estados este rectángulo de esquinas redondeadas representa el estado de un objeto). El texto dentro de este rectángulo indica la acción, ej. El cliente llama a la oficina de tickets.

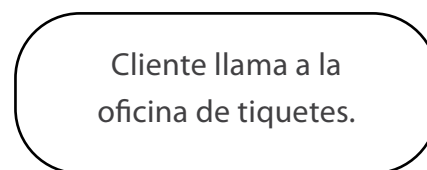


Figura 2. Ejemplo de una acción que es parte de un diagrama de actividades.  
Ejemplo 2

Debido a que el diagrama de actividades muestra una secuencia de acciones, se debe indicar el punto de inicio de la secuencia, que es conocido como su estado inicial y es el punto donde comienza la lectura de la secuencia de acciones.

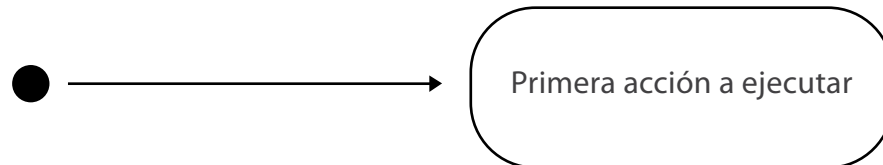


Figura 3. El estado inicial claramente muestra el punto de arranque para la secuencia de acciones en un diagrama de actividades.

Fuente: Propia.

El estado inicial se dibuja como un círculo sólido con una línea de transición (flecha) que lo conecta a la primera acción a ejecutar. La anterior figura muestra la apariencia de un estado inicial. Aunque la especificación UML no define la ubicación del estado inicial en el diagrama de actividades, es usualmente más fácil poner la primera acción en la esquina superior izquierda de su diagrama.

En un diagrama de actividades sólo puede haber un estado inicial y únicamente una línea de transición que conecte el estado inicial a una acción. Aunque pueda parecer obvio que una actividad sólo pueda tener un estado inicial, hay ciertas circunstancias –concretamente el inicio de acciones asíncronas – que pueden sugerir que se debe indicar un nuevo estado inicial en el diagrama de actividades. UML no permite esto.

Con flechas que indican la dirección, las líneas de transición en un diagrama de actividades muestra la secuencia de acciones de la actividad modelada. La flecha siempre apuntará a la siguiente acción en la secuencia de actividades. La siguiente figura muestra cómo un cliente reserva un tiquete para un concierto.

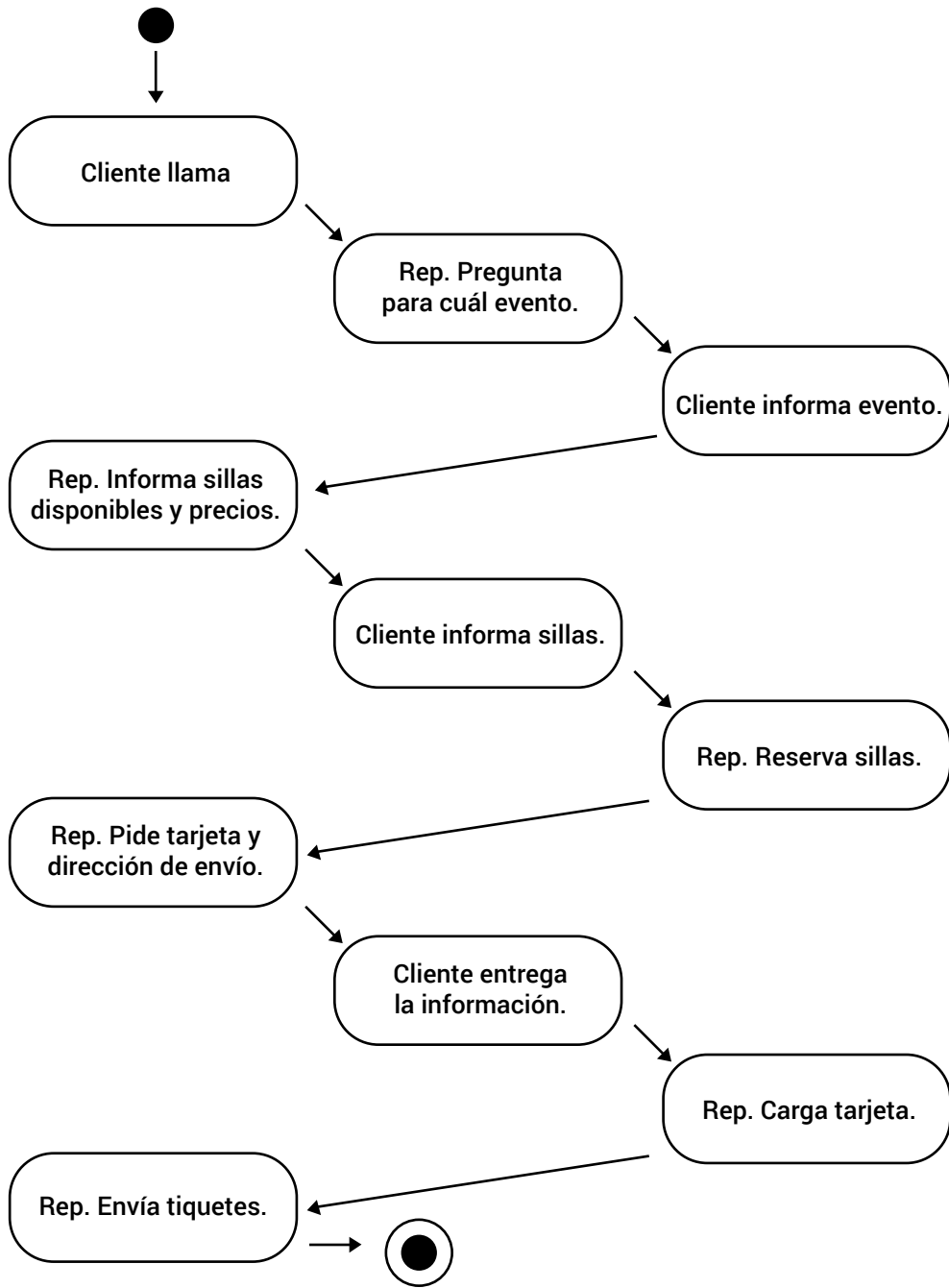


Figura 4. Diagrama de actividades  
Fuente: Propia.

El diagrama es claro en cuanto al orden de las acciones, ya que cuenta con un estado inicial y desde ese punto se pueden seguir las líneas de transición, en la medida en que éstas van conectando las acciones de la actividad. El flujo de la actividad termina cuando la línea de transición en la última acción de la secuencia, conecta a un símbolo de estado final que es un círculo que rodea un círculo sólido más pequeño. Como se ve en el diagrama, la acción "Representante envía tiquetes" se conecta a un símbolo de estado final, indicando que la secuencia de acciones de la actividad ha alcanzado su final. Todo diagrama de actividades debe tener al menos un estado final; de otra forma no sería claro para el lector dónde termina la secuencia de acciones, o quizá pudiera pensar que el diagrama de actividades es aún un trabajo en desarrollo.

Es posible para un diagrama de actividades mostrar múltiples estados finales; pero recuérdese que sólo puede haber un estado inicial.

Hay más elementos en la notación que pueden ser empleados en este tipo de diagramas. Aunque el diagrama anterior es técnicamente completo, es muy simplista. Las actividades que normalmente se modelan incluyen puntos de decisión que controlan qué acciones tienen lugar, y algunas acciones ocurren en paralelo.

Típicamente las decisiones se toman mediante una actividad, dependiendo del resultado de una acción previa. Al crear el diagrama de actividades para tales casos, usted pudiera necesitar modelar dos o más secuencias diferentes de acciones. Por ejemplo cuando ordeno comida a domicilio, si están registrados mis datos, cuando se ha identificado mi línea telefónica, el sistema mostrará la dirección donde debe hacerse el envío; pero si no he hecho órdenes previas (nuevo cliente) y llamo por primera vez, deben obtener mi dirección antes de tomar mi orden.

La especificación UML provee dos maneras de modelar decisiones como ésta. La primera es mostrar una sola línea de transición que viene de una acción y conectarla a un punto de decisión llamado sencillamente "decisión" que es representado por un rombo en el diagrama de actividades. Ya que la decisión tendrá al menos dos resultados, su símbolo tendrá múltiples líneas de transición que conectan a diferentes acciones. A continuación se muestra un fragmento de un diagrama de actividades con una decisión.

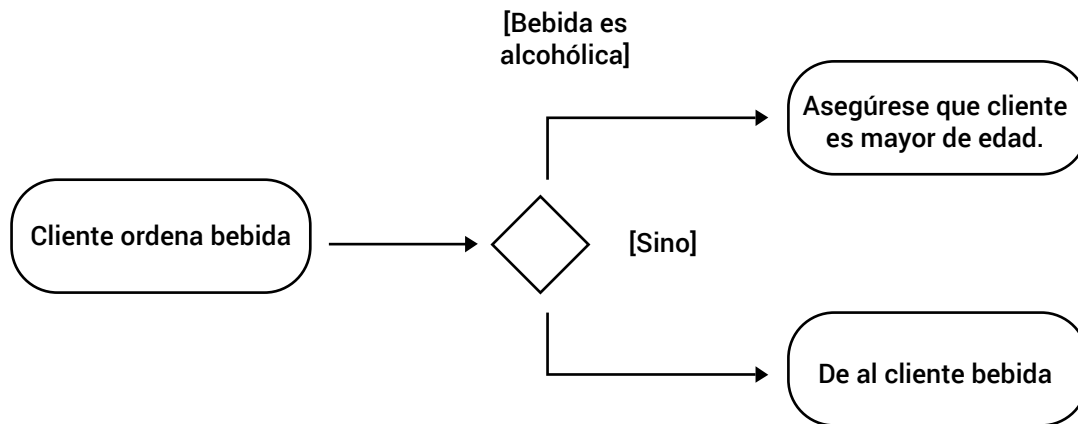


Figura 5  
Fuente: Propia.

Como se muestra en la figura, cada línea de transición involucrada en una decisión debe tener texto en su parte superior que indica las “condiciones de guardia” o simplemente guardias. Las guardias siempre se escriben entre paréntesis rectangulares. Una guardia explícitamente dice cuándo seguir una línea de transición a la siguiente acción. En el ejemplo, quien atiende el bar sólo necesita asegurarse si el cliente es mayor de edad cuando el cliente solicite una bebida alcohólica. Si el cliente solicita cualquier otro tipo de bebida (La condición u guardia “sino”), entonces sólo se entrega la bebida al cliente. La condición “sino” es comúnmente empleada en los diagramas de actividades para significar “si ninguna de las otras líneas de transición que tienen guardia coincide con la condición actual”, entonces siga la línea de transición “sino”.

Algunas veces el flujo procedimental de una ruta de decisión puede conectar a otra ruta de decisión, como se muestra en la siguiente figura en la condición “cliente adulto o mayor de edad”. En estos casos conectamos dos o más rutas de acciones empleando el mismo ícono de rombo con varias rutas apuntando a éste, pero con una sola línea de transición saliendo. Esto no indica una decisión, sino una fusión o incorporación.

La siguiente figura es una expansión de la anterior. Realizar un chequeo de la edad del cliente lleva al usuario a una segunda decisión; si el cliente es menor de edad, el “barman” debe pedir al cliente que solicite una bebida no alcohólica, lo cual nos lleva de nuevo a la secuencia “cliente ordena bebida”. No obstante, si el cliente es adulto, nuestra secuencia de acción nos lleva a lo que haría el “barman” si el cliente hubiese solicitado una bebida no alcohólica: “De al cliente bebida”.

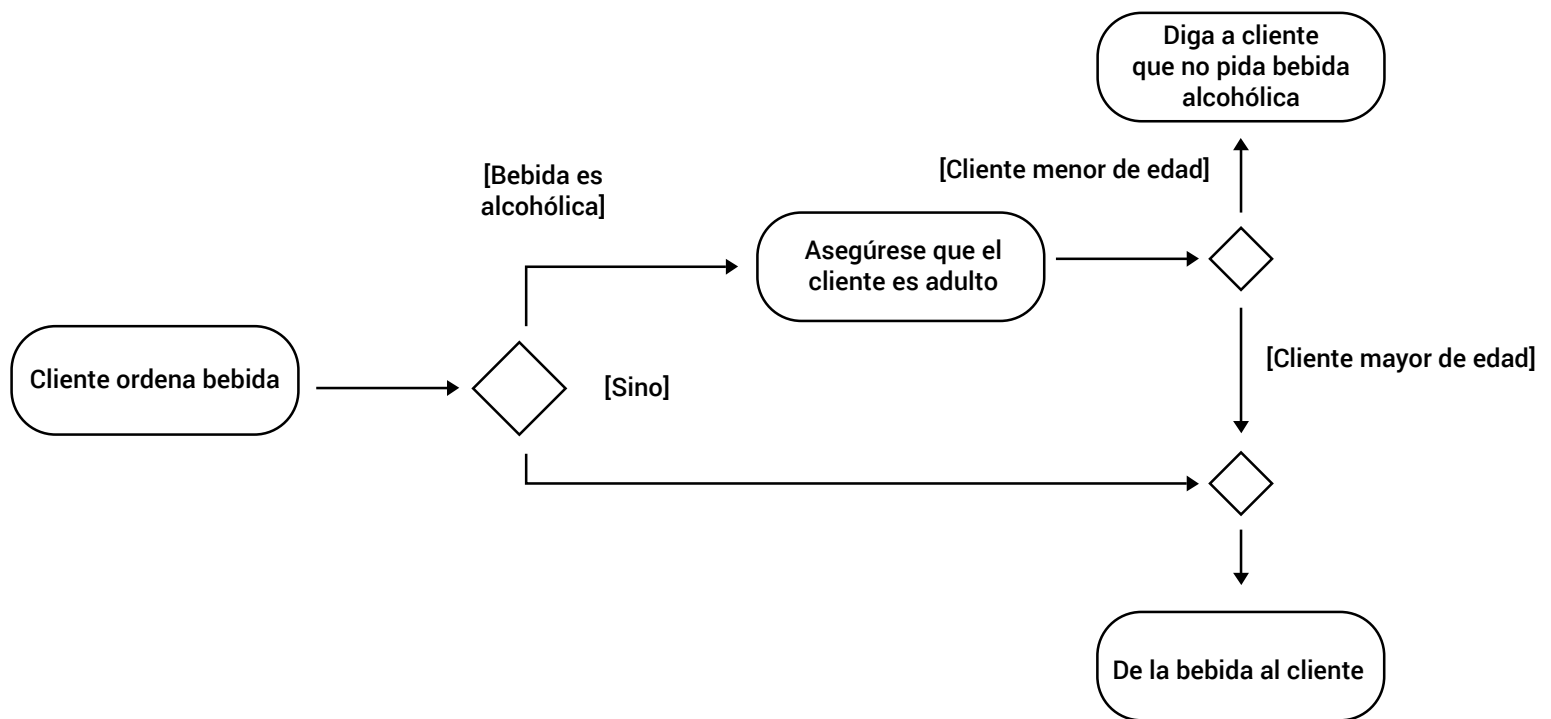


Figura 6  
Fuente: Propia.

Este diagrama de actividad parcial muestra dos decisiones “bebida es alcohólica” y “cliente menor de edad” y un punto de fusión de “sino” y “cliente mayor de edad”.

**Estados sincronizados para acciones asíncronas.** Cuando se modelen actividades, algunas veces necesitará mostrar que ciertas secuencias de acción pueden ser hechas en paralelo, o asincrónicamente. Se conocen como estados sincronizados ya que se sincroniza el flujo de la actividad. Los estados sincronizados permiten la ramificación o fusión de hilos de ejecución. Para ser más precisos, un estado de sincronización que se ramifica en dos o más hilos de acciones representa una desincronización del flujo (acciones asíncronas), y un estado sincronizado que fusiona acciones, representa un retorno al flujo sincronizado. Un estado sincronizado se dibuja como una línea gruesa sólida, con líneas de transición que usualmente entran por la izquierda y salen por la derecha. Para dibujar un estado sincronizado que ramifica la secuencia de acción en múltiples hilos, primero conecte una línea de transición desde la acción precedente a la secuencia en paralelo, al estado sincronizado. Luego dibuje dos líneas de transición saliendo del estado sincronizado, cada una conectando a su propia acción.

En el siguiente ejemplo, después de ejecutar la acción “Reciba orden”, dos hilos de acción se lanzan en paralelo. Esto permite al sistema procesar ambas acciones al mismo tiempo.

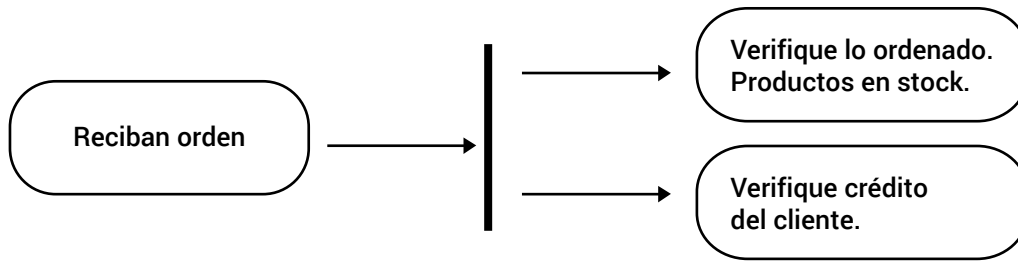


Figura 7  
Fuente: Propia.

Una línea sólida y gruesa indica un estado sincronizado, permitiendo que dos o más secuencias de acción se realicen en paralelo. Cuando usted ramifica la ejecución en múltiples hilos, típicamente tiene que fusionarlos en algún punto del proceso posteriormente. Por ello, el elemento de estado sincronizado es también empleado para denotar múltiples hilos fusionándose de nuevo en un solo hilo. La siguiente figura muestra un fragmento de un diagrama de actividad que tiene dos hilos que se fusionan en uno.

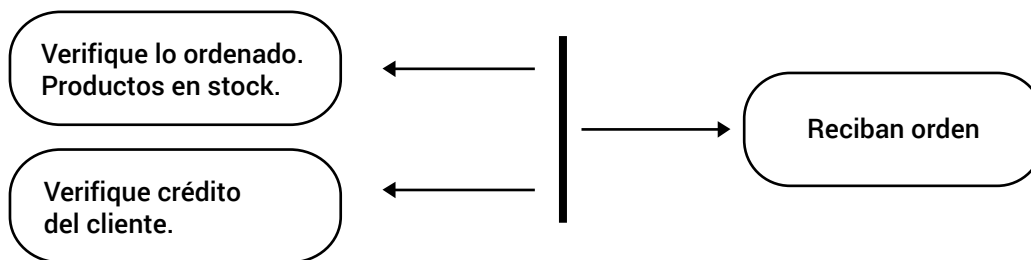


Figura 8  
Fuente: Propia.

Cuando las secuencias de acción en paralelo terminan, un estado sincronizado (línea gruesa), se emplea para indicar que los múltiples hilos de acción se fusionan de nuevo en un solo hilo. En la anterior figura, una vez se realizan las acciones “Verifique crédito del cliente” y “Verifique lo ordenado – productos en stock”, se ejecuta la acción “acepte la orden”. Note que al salir una sola línea de transición, significa que hay una sola línea de ejecución.

Un estado sincronizado también puede ser empleado para forzar a diferentes hilos de ejecución a que se fusionen, antes de que se continúe con ejecución alguna; como se aprecia en el siguiente fragmento de un diagrama de actividades.

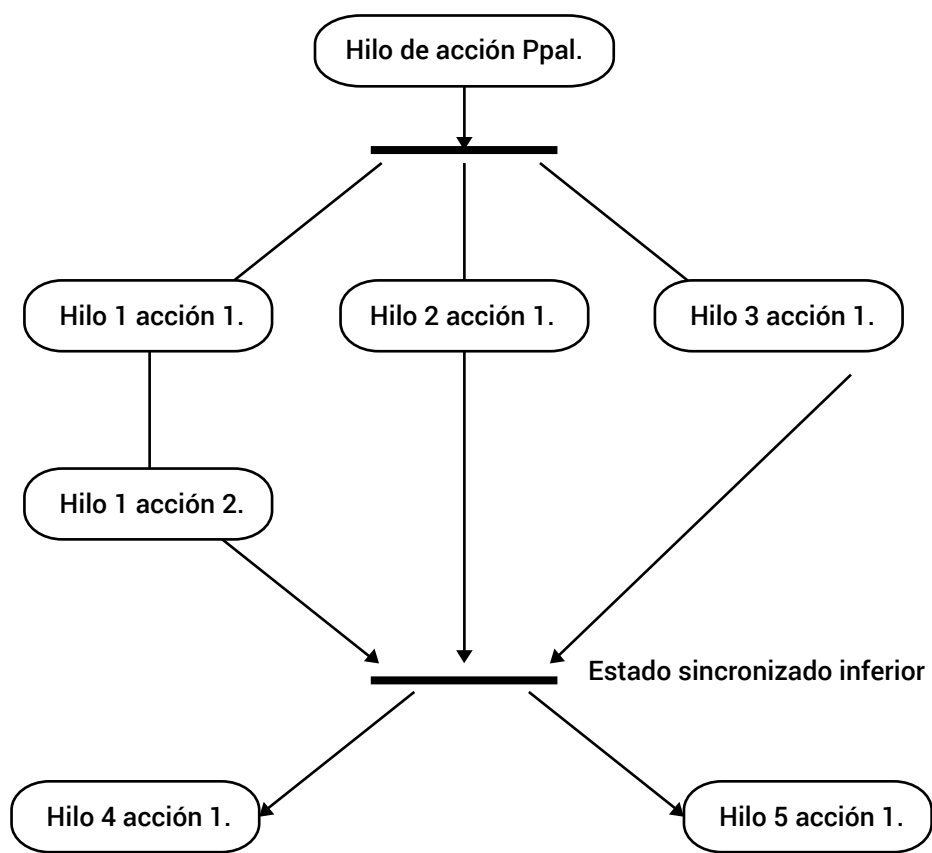


Figura 8  
Fuente: Propia.

Esta gráfica muestra cómo los estados sincronizados se emplean como puntos de sincronización. La actividad comienza con toda la acción en un hilo, y cuando la acción “Hilo de acción principal” haya finalizado, la actividad se divide en tres hilos de ejecución en paralelo. En el primer hilo “Hilo 1 acción 1” es ejecutado y luego “hilo 1 acción 2” es ejecutado. Al mismo tiempo que se ejecuta este primer hilo, las acciones del segundo y tercer hilo se ejecutan – “Hilo 2 acción 1” e “Hilo 3 acción 1” respectivamente. Al tener el segundo estado sincronizado en la parte inferior del diagrama, nosotros debemos esperar a que terminen “Hilo 1 acción 2”, “Hilo 2 acción 1”, e “Hilo 3 acción 1”; antes de proceder con el o los siguientes pasos. Cuando todas las acciones previas hayan finalizado, el estado sincronizado inferior, sincroniza los tres hilos previos; luego, la ejecución se bifurca en dos nuevos hilos, y ambos hilos de acciones se ejecutan en paralelo.

Ahora lo que es más significativo de este ejemplo. Recuerde que cuando se ejecutan múltiples hilos de acción, la acción de un hilo no debe impactar la acción que se ejecuta en un



hilo paralelo. En la anterior figura la acción “hilo1 acción 1” puede que se haga rápidamente, e “Hilo1 acción 2” pudiera procesarse antes de que “hilo 2 acción 1” finalice. La única cosa que hace que los hilos esperen por otros hilos paralelos, es el estado sincronizado.

En casi todos los anteriores ejemplos los estados sincronizados se dibujaron como líneas verticales gruesas. Pero la especificación UML no requiere una orientación particular para esta línea gruesa; ésta puede ser vertical, horizontal o incluso ir en diagonal. Sin embargo, los diagramas se deben diseñar para transmitir información de la manera más fácil posible; así que los íconos de estados sincronizados es mejor dibujarlos como líneas verticales u horizontales.

### **Carriles**

En diagramas de actividades es usualmente útil modelar la actividad del flujo de control procedimental entre los objetos que realmente ejecutan la acción (personas, organizaciones u otras entidades responsables). Para hacer esto, usted puede adicionar “carriles” al diagrama de actividades (se les llama así por su semejanza con los límites en línea recta que hay entre dos o más competidores en un encuentro deportivo en una piscina).

Para poner carriles en un diagrama de actividades, use columnas verticales. Para cada objeto que ejecuta una o más acciones, asigne una columna con su nombre, puesto en la parte superior de la columna. Luego coloque cada acción asociada con el objeto en el carril del objeto.

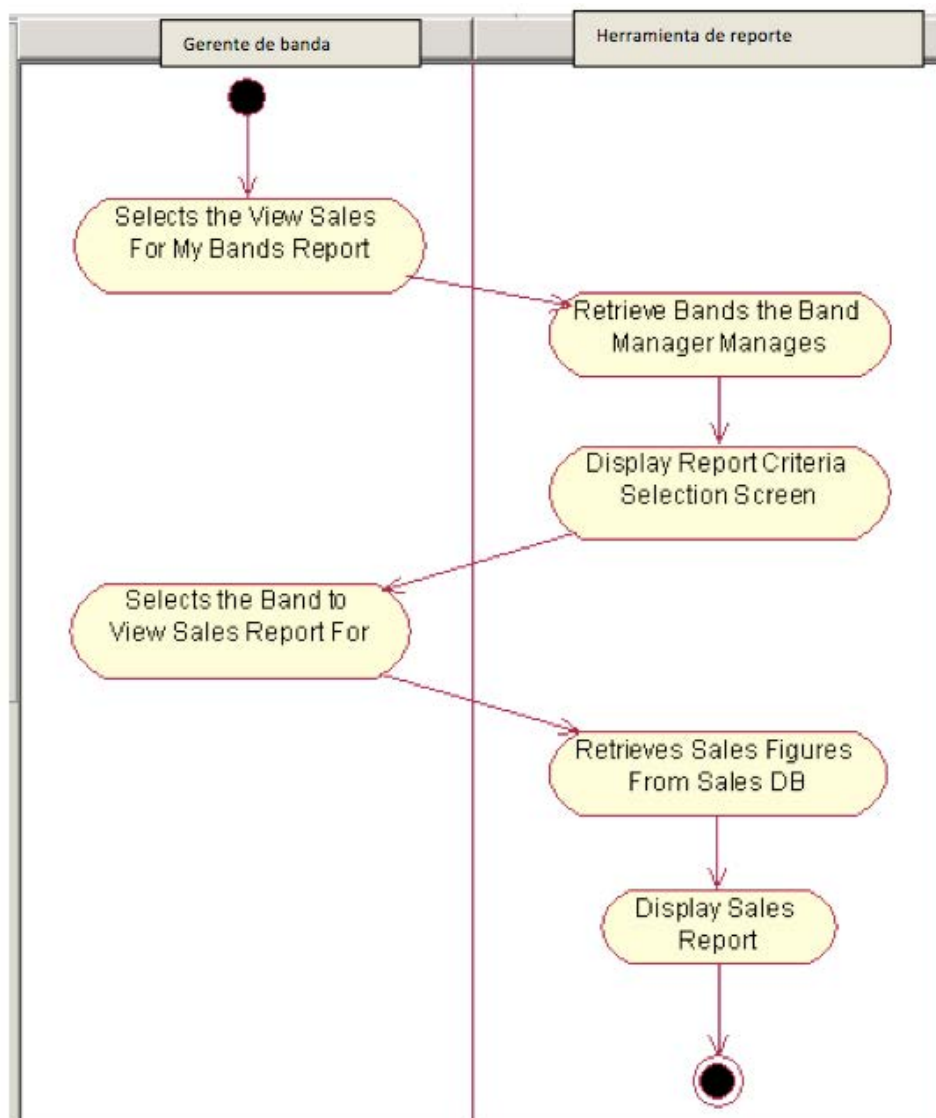


Figura 9  
Fuente: Propia.

## Redes de Petri (estados y transiciones)

Su creador fue el Alemán Carl Adam Petri (Leipzig 1926 – Siegburg 2010) matemático y científico que tuvo una gran cantidad de contribuciones en informática y computación. En particular, es el fundador del área de investigación y aplicaciones de las redes de Petri, cuya importancia se evidencia por más de 11.000 documentos y libros, una conferencia anual sobre este tema y muchas conferencias con referencias especiales a las redes de Petri. Petri advirtió pronto que su formalismo incorporaba resultados científicos a campos desde las matemáticas, o la física a las aplicaciones industriales y algunas herramientas. Le debemos esta integración de aspectos a la convicción de Petri de que los modelos formales deben siempre basarse en conceptos bien entendidos y en leyes que describan el mundo real.



Imagen 1

Fuente: [http://www.name-list.net/img/images.php/Petri\\_1.jpg](http://www.name-list.net/img/images.php/Petri_1.jpg)

Las redes de Petri son una representación gráfica de un sistema en el cual hay múltiples actividades independientes en progreso al mismo tiempo. La habilidad de modelar múltiples actividades independientes diferencia las redes de Petri de las máquinas de estado finito. En una máquina de estado finito hay siempre un solo “estado actual” que determina cuál es la acción que a continuación puede ocurrir. En las redes de Petri puede haber varios estados, cualquiera de los cuales puede evolucionar mediante el cambio de estado en la red de Petri. Alternativamente, algunos o aún todos los estados pueden evolucionar en paralelo, causando que en la red de Petri ocurran varios cambios independientes a la vez.

Las redes de Petri han sido aplicadas a una gran variedad de áreas: Automatización de oficinas, flujos de trabajo, manufacturación flexible, lenguajes de programación, protocolos y redes, estructuras de hardware, sistemas de tiempo real, evaluación de rendimiento, sistemas de defensa, telecomunicaciones, Internet, comercio electrónico, bolsa de valores, redes de trenes, etc.

La red de Petri consiste de cuatro elementos: Lugares (P), transiciones (T), Flechas o arcos con dirección, y fichas (los llamaremos Tokens, como se les llama en inglés).

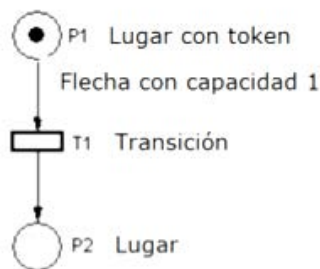


Figura 10  
Fuente: Propia.

Gráficamente, los lugares (P) se representan por círculos, transiciones (T) por rectángulos y en alguna documentación por una barra gruesa, los arcos apuntan en alguna dirección y por ello se usan flechas, y los token se ven como pequeños círculos sólidos (llenos). Los lugares representan posibles estados del sistema; las transiciones son eventos o acciones que causan un cambio de estado. El cambio de estado es el movimiento de un token de un lugar a otro, y es causado por el disparo de una transición. El disparo representa la ocurrencia de un evento; el disparo está sujeto a las condiciones de entrada, que están denotadas por la disponibilidad de los tokens. Hay una gran variedad de extensiones en las redes de Petri, que adicionan características al comportamiento probabilístico, permitiendo entre otras cosas flechas con peso, o tokens de varios colores. En principio sólo veremos los conceptos más básicos de las redes de Petri.

Las flechas tienen capacidad 1 por defecto; si es diferente a 1, la capacidad se marca en la flecha. Por defecto los lugares tienen capacidad infinita de almacenar tokens y las transiciones no pueden almacenar un solo token. Las flechas sólo pueden conectar lugares a transiciones y viceversa.

La transición se habilita cuando el número de tokens en cada uno de los lugares de entrada es por lo menos igual al peso de la flecha que va del lugar a la transición. Una transición habilitada puede disparar en cualquier momento. Cuando dispara, los tokens en los lugares de entrada son movidos a los lugares de salida; de acuerdo a los pesos de las flechas y a las capacidades de los lugares. Esto resulta en un nuevo estado de la red, el cual debe describir todos los lugares.

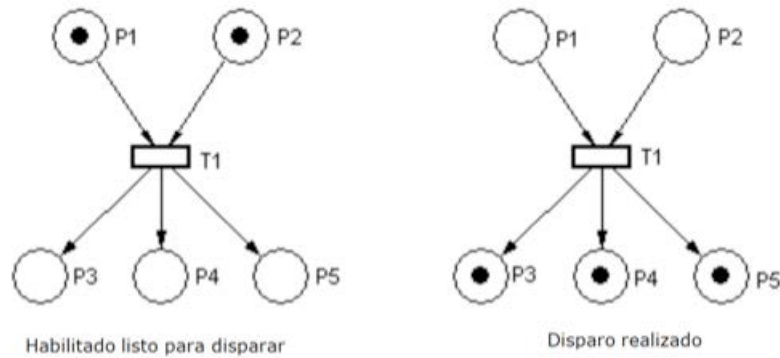


Figura 11  
Fuente: Propia

Cuando los arcos tienen diferentes pesos, tenemos algo que en principio puede ser un comportamiento confuso. Vemos en la figura 2 una red lista para disparar en la parte izquierda, y la misma red en la parte derecha una vez se ha realizado el disparo.

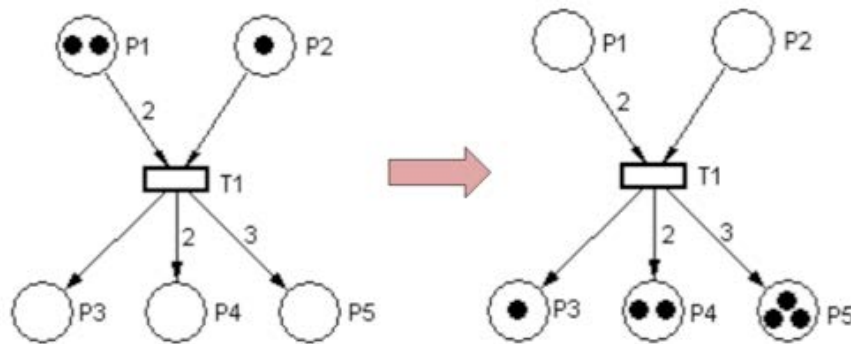


Figura 12  
Fuente: Propia

Cuando una transición dispara, toma los tokens que la habilitaron de los lugares de entrada, y distribuye los tokens en los lugares de salida de acuerdo al peso de las flechas. Si los pesos de las flechas son todos iguales, pareciera que los tokens se mueven a través de la transición. Si los pesos son diferentes en las flechas, pareciera que los tokens son destruidos o que éstos fuesen creados. Esto de hecho, es lo que sucede; debemos pensar en la transición como la entidad que remueve los tokens de entrada y produce tokens de salida de acuerdo a los pesos de las flechas.

Más adelante veremos un tipo especial de flecha conocida como inhibidora, la cual es empleada para invertir la lógica de un lugar de entrada. Con una flecha inhibidora, la ausencia de un token en el lugar de entrada, habilita. No la presencia del token. En la figura de al lado, la transición no puede disparar, porque está inhibida por la presencia del token en el lugar P2.

A continuación veremos una colección de estructuras básicas que ocurren en sistemas reales, y por ello veremos en redes de Petri.

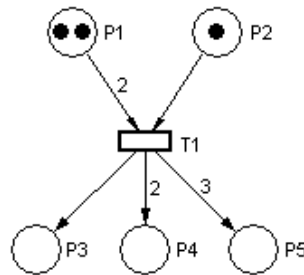


Figura 13

Fuente: [http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~mchen/BioPNML/Intro/pnfaq\\_files/image003.gif](http://www.techfak.uni-bielefeld.de/~mchen/BioPNML/Intro/pnfaq_files/image003.gif)

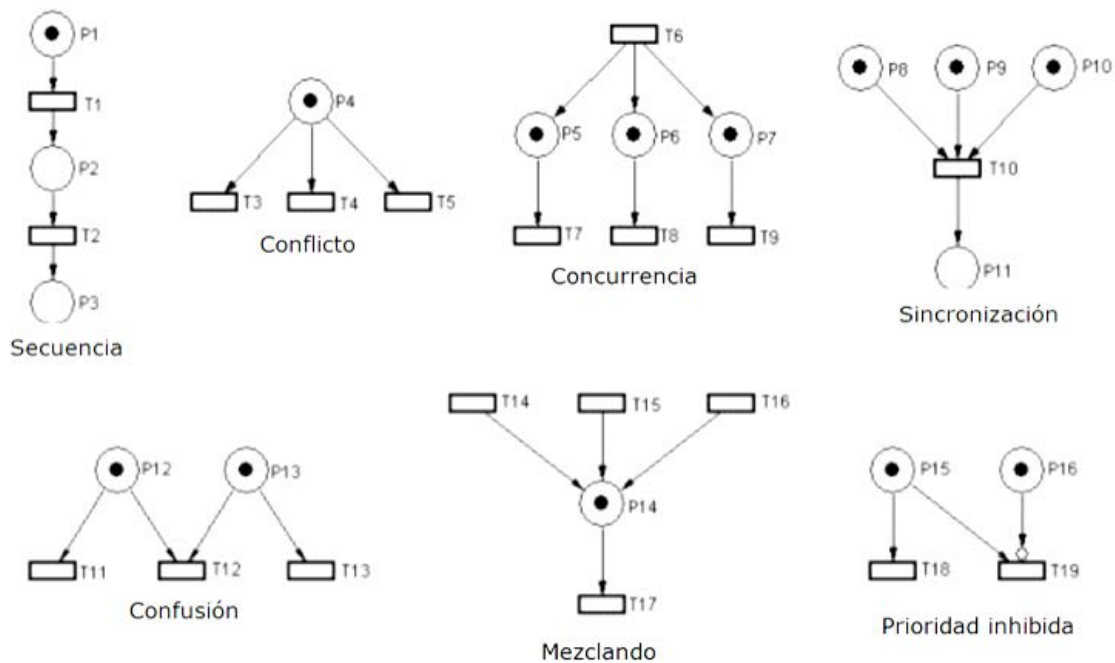


Figura 14

Fuente: Propia.

- Secuencia: es obvia, varias cosas pasan en orden.
- Conflicto: el token en P4 habilita tres transiciones; pero cuando una de éstas se dispara, el token es removido, dejando inhabilitadas las otras dos transiciones. A menos que podamos controlar la temporización en el disparo, no sabremos cómo se resuelve esta red.
- Concurrencia: muchos sistemas operan con actividades concurrentes, y la gráfica muestra la manera correcta de modelarlos.
- Sincronización: cuando los procesos que llevan a los lugares P8, P9 y P10 finalizan, los tres quedan sincronizados al comenzar P11.
- Confusión: esta estructura que se muestra en la anterior figura es una combinación de conflicto y concurrencia. P12 habilita T11 y T12, pero si T11 dispara, T12 ya no estará habilitada.
- Mezclando: no es lo mismo que sincronizar, ya que no hay nada que requiera que las tres transiciones disparen al mismo tiempo, o que las tres disparen, antes que lo haga T17. Esto simplemente mezcla tres procesos en paralelo.
- Prioridad inhibida: este modelo emplea la flecha inhibitoria para controlar T19. Siempre que haya token en P16, T19 no puede disparar.

Estructuras de lógica y control muy sofisticadas se pueden construir usando estos modelos básicos.

Antes de seguir adelante, recordemos que una transición es disparable o está habilitada cuando hay suficientes tokens en sus lugares de entrada. Después del disparo, los tokens se transfieren de los lugares de entrada (estado antiguo) a los lugares de salida, denotando el nuevo estado.

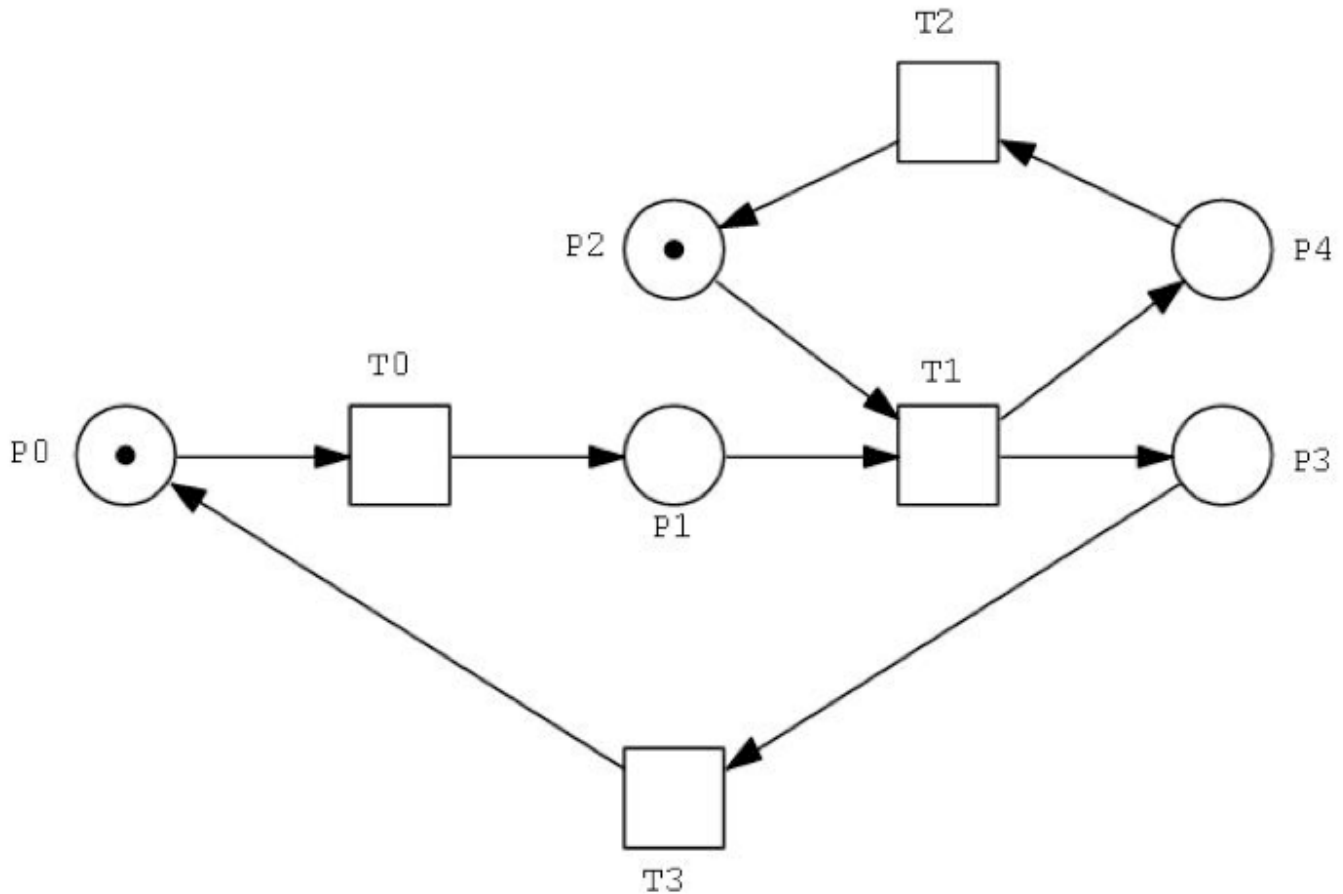


Figura 15  
Fuente: Propia.

En la gráfica de la figura No. 4 hay cinco lugares marcados P0 a P4, y cuatro transiciones T0 a T3. Los lugares P0 y P2 tienen un token representado por el punto negro al interior del lugar. Las flechas conectan lugares a transiciones y viceversa. Los lugares no pueden conectar directamente a otro lugar, ni transiciones pueden conectar directamente a otra transición. Note también que en esta red hay dos ciclos; el primero conformado por P0 – T0 – P1 – T1 – P3 – T3 y el segundo por T1 – P4 – T2 – P2. Los ciclos son comunes en la red de Petri pues representan actividades que suceden repetidamente; por ejemplo un servidor Web repetidamente atiende requerimientos de entrada para liberar contenido de la página Web a diferentes clientes.

El estado de una red de Petri es representado por la ocurrencia de tokens en diferentes lugares. Así el estado de la red de Petri en la figura de arriba es representado por los Tokens que se encuentran en los sitios P0 y P2. Más adelante veremos que otro estado de esa red de Petri es representado por Tokens en los lugares P1 y P2, y otro estado tendrá tokens en P3 y P4. Hay estados del sistema que no son posibles, por lo que habrá configuraciones de luga-



res con token que no se podrán dar. Qué estados son posibles y cuáles no se determina por la estructura de la red de Petri y las reglas que definen cómo cambia de estado una red de Petri. Por ejemplo veremos que no hay un estado posible donde haya tokens en los lugares P1 y p4 a la vez.

Una red de Petri cambia de un estado al siguiente estado cuando se dispara una transición. El disparo de la transición involucra los lugares de entrada y salida de la transición. Los lugares de entrada de una transición son todos aquellos lugares que tienen una flecha dirigida desde el lugar a la transición. Los lugares de salida de una transición son todos aquellos lugares que tienen una flecha dirigida desde la transición al lugar. Por ejemplo en la anterior figura los lugares de entrada para la transición T1 son P1 y P2. El lugar de salida para la transición T0 es P1, mientras que los lugares de salida para la transición T1 son P3 y P4.

Las reglas de disparo para una transición son:

- Una transición es capaz de disparar cuando hay al menos un token en cada uno de los lugares de entrada de la transición.
- Cuando una transición dispara remueve un token de cada uno de los lugares de entrada y produce un solo token en cada uno de los lugares de salida. Esto da pie a la creación o destrucción de tokens sin que contravenga de manera alguna la forma como trabaja la red de Petri.

La transición se llama habilitada cuando está en la capacidad de disparar, de otra forma se llamará deshabilitada. Si hay más de una transición habilitada, cualquiera de las transiciones habilitadas puede ser la siguiente en disparar. Esto es, las redes de Petri están habilitadas para modelar sistemas con comportamiento no-determinístico. Veremos posteriormente un ejemplo de ello.

En el ejemplo de la figura 4, la única transición habilitada para disparar es T0, porque tiene un solo lugar de entrada P0, y ese lugar de entrada tiene al menos un token. Note que T1 está deshabilitada porque tiene dos lugares de entrada P1 y P2, pero sólo P2 tiene token. Como resultado del disparo en T0, el token que estaba en P0 es removido y se crea un solo token en P1, como vemos en la siguiente figura.

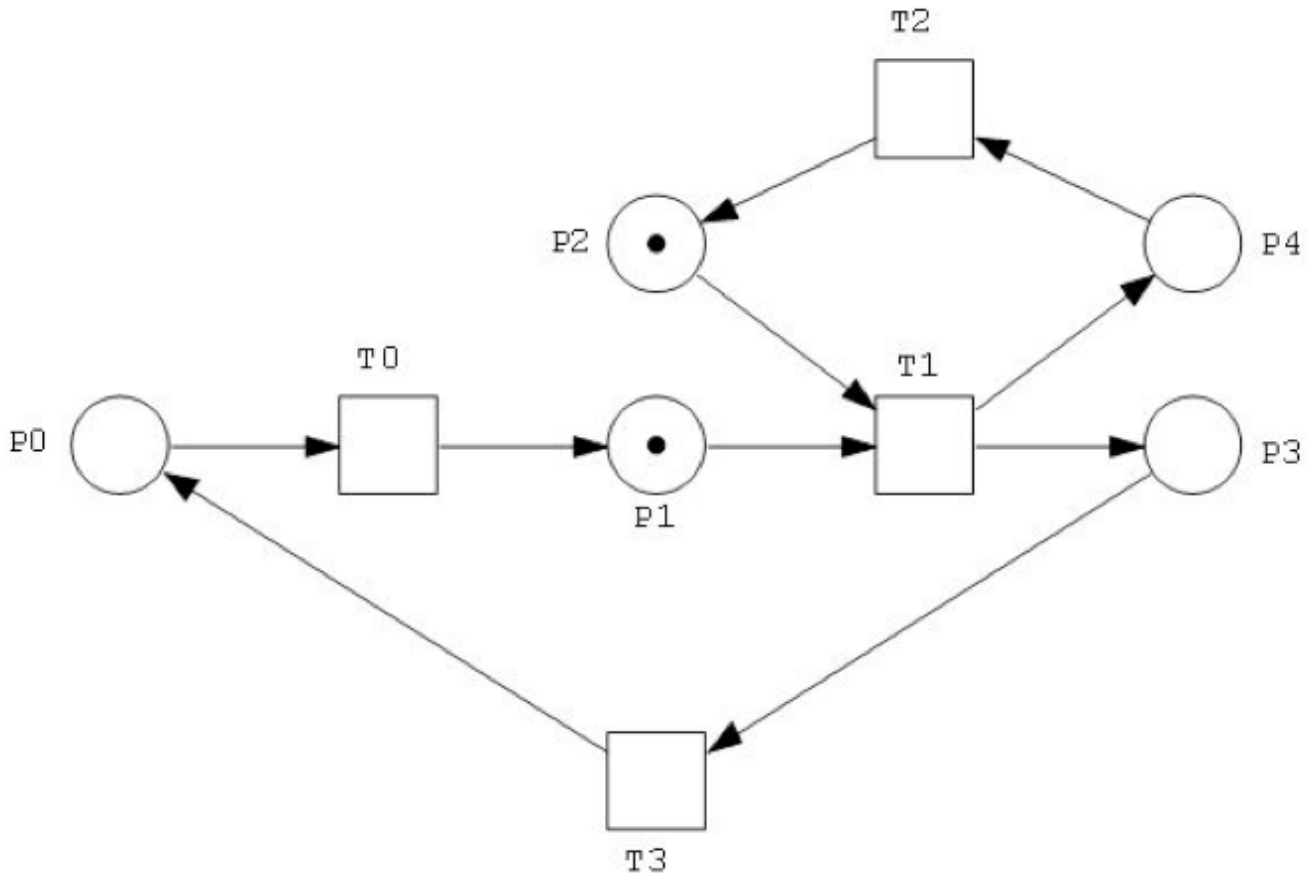


Figura 16  
Fuente: Propia.

Ahora se ve que T1 queda habilitado para disparar porque hay token en cada uno de los lugares de entrada P1 y P2. Es común encontrar que el disparo de una transición crea un nuevo estado en el cual transiciones previamente deshabilitadas, ahora quedan habilitadas. En la figura de arriba, la única transición ahora habilitada es T1. El disparo de T1 producirá un nuevo estado que reflejaremos en la figura de la siguiente página.

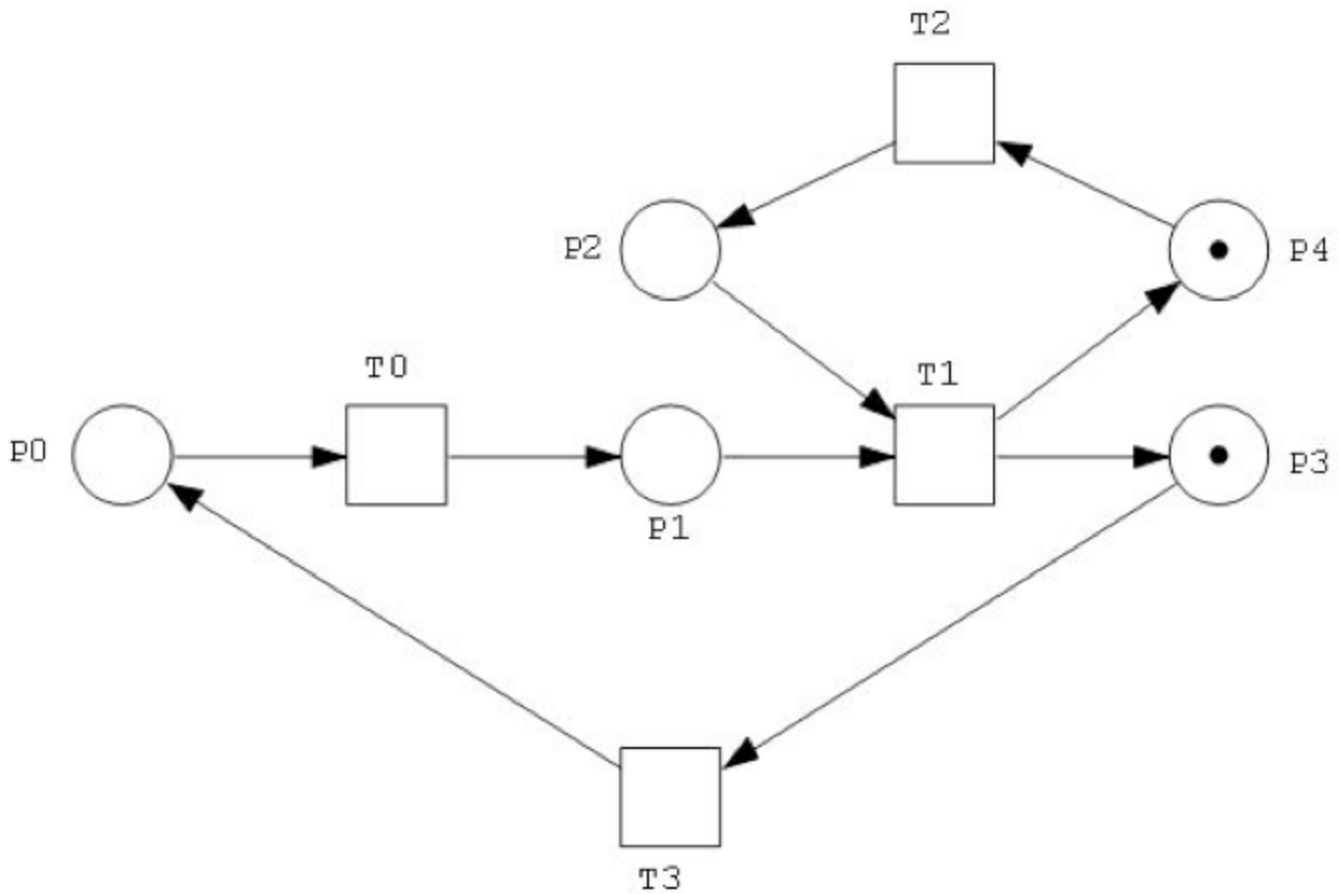


Figura 17. Estado después de que T1 es disparado  
Fuente: Propia.

Ahora se ve en la figura que T2 y T3 quedan habilitadas (son capaces de disparar). Estas transiciones pueden disparar en cualquier orden porque la red de Petri no determina cuál de las transiciones es la siguiente en disparar. El siguiente estado en la red de Petri está, hasta aquí, **no** unívocamente determinado. En las actividades complementarias se pedirá al estudiante dibujar estos estados posibles y ver que son diferentes.

El estado de la figura 3 nos llevará eventualmente a uno de los estados previos. Las posibilidades son:

- T2 dispara y luego dispara T3, llevándonos al estado de la figura 11.
- T3 dispara y luego dispara T2, llevándonos al estado de la figura 11.
- T3 dispara, T0 dispara, y luego la transición T2 dispara, llevándonos al estado de la figura 12.

La red de Petri continuará la transición entre estos estados repetidamente; como se anotó antes, no hay forma de que haya simultáneamente tokens en los lugares P1 y p4.

### Otros tipos de flecha

Hay varias extensiones a las redes de Petri básicas, dos de los cuales son flechas de lectura y flechas inhibidoras. Estas flechas tienen un significado diferente al de las flechas normales y una representación gráfica diferente. Las flechas de lectura e inhibidoras sólo se pueden dibujar desde un lugar a una transición. Recuerde que las flechas regulares pueden ir también de las transiciones a los lugares.

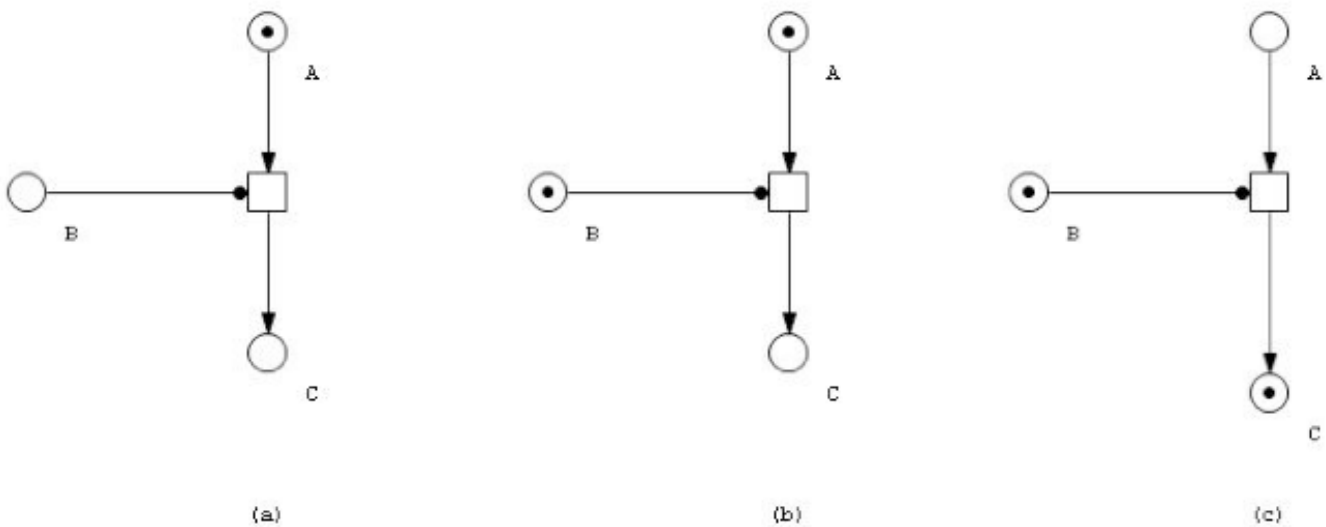


Figura 17. Flechas de lectura  
Fuente: Propia.

La figura 7 muestra el uso de flechas de lectura en tres casos. La flecha de lectura es representada gráficamente como un arco donde la punta de la flecha es reemplazada por un círculo negro. En los tres ejemplos de la figura 4 la flecha de lectura es dibujada del lugar B a la única transición.

Como en una flecha normal, una flecha de lectura influencia si la transición a la cual está conectada está habilitada para disparar. En la figura 4(a) la transición no está habilitada ya que no hay token en el lugar B, aunque hay token en el lugar A. En la figura 4(b) la transición es capaz de disparar (está habilitada) porque hay tokens en los lugares A y B. Lo que distingue una flecha de lectura de una flecha normal es lo que ocurre cuando la transición dispara. Una flecha de lectura se llama así porque sólo “lee” si hay un token presente en el lugar al que está conectada y no causa que el token en este lugar sea removido, si la transición a la cual está conectada la flecha de lectura, dispara. Por ejemplo, si la transición de la figura 4(b) dispara, resulta en el estado mostrado en la figura 4(c). Así, un nuevo token se ha producido en el

lugar C; el token se ha removido del lugar A porque el lugar A está conectado a la transición por una flecha normal; y no se ha removido el token del lugar B, porque el lugar B está conectado a la transición por una flecha de lectura.

La flecha inhibidora se comporta al contrario de la flecha normal o de la flecha de lectura. La flecha normal y la flecha de lectura representan cuando una condición dada se mantiene. La presencia de un token en el lugar significa que la condición asociada con el lugar se mantiene en tanto el token esté presente. Una transición que tenga varias flechas normales o de lectura como sus entradas, disparará cuando todas las entradas tengan un token presente. Intuitivamente, esta es la forma de una compuerta lógica "AND" o conjunción lógica en el sentido de que la transición dispara cuando todas las entradas asociadas tengan token. Las flechas inhibidoras son una forma de compuerta lógica "NOT" en el sentido de que la presencia de un token en el lugar al que está conectada, inhibe o previene el disparo de la transición a la que está conectada. La flecha inhibidora es similar a la flecha de lectura, sólo que el círculo no es negro sino blanco.

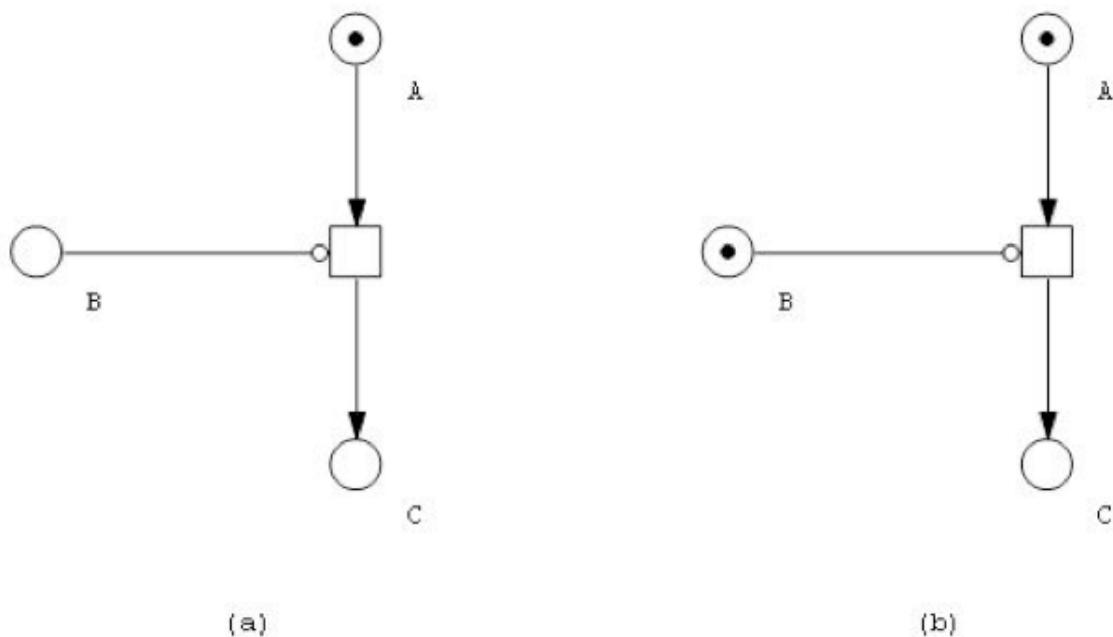


Figura 17. Flechas inhibidoras  
Fuente: Propia.

La figura 8 muestra el uso de una flecha inhibidora que conecta el lugar B a la transición. En 6(a) la transición está habilitada porque hay un token en el lugar A (A está conectado a la transición por una flecha normal) y no hay token en el lugar B (B está conectado a la transición por una flecha inhibidora). La transición en la figura 6(b) no está habilitada para disparar, pues la presencia de token en el lugar B inhibe el disparo.

## Exclusión mutua

Para actividades concurrentes es usualmente necesario asegurar que no están realizando una acción simultánea con un recurso compartido. Esto es, las actividades concurrentes deben excluirse mutuamente de que la otra actividad realice esa acción (Por que una de ellas ya está haciendo uso del recurso que no puede compartir con la otra). Hay muchos ejemplos en el mundo real sobre exclusiones mutuas. Los carros que van por diferentes vías en las intersecciones deben excluirse mutuamente de usar la intersección al mismo tiempo, con el fin de prevenir accidentes por intentar usar la intersección en diferentes sentidos al mismo tiempo. Los usuarios de una máquina expendedora deben evitar mezclar las acciones de más de un cliente a la vez (depositar las monedas, hacer la selección, tomar el bien dispensado, tomar el cambio).

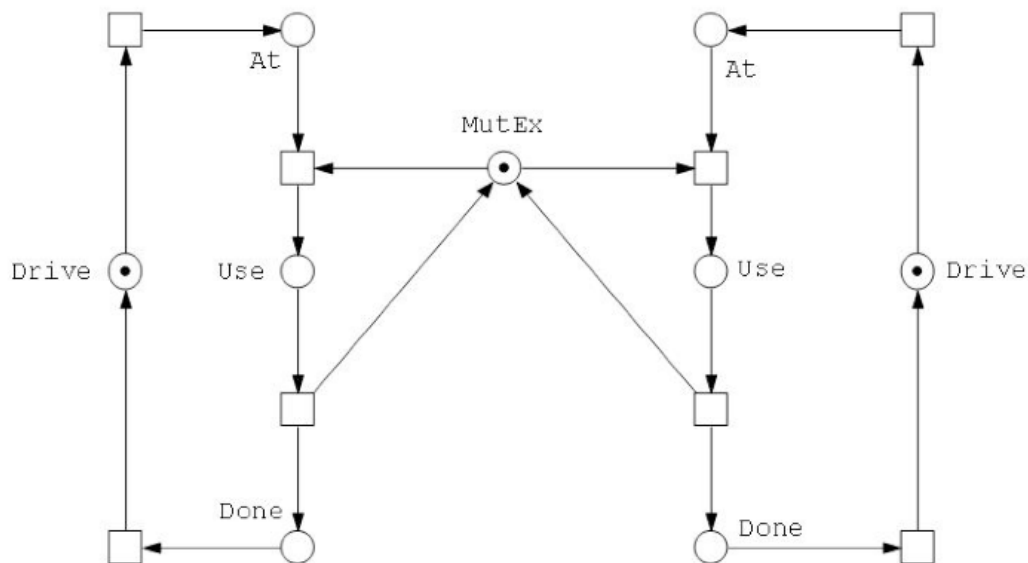


Figura 18. Exclusión mutua  
Fuente: Propia.

Esta figura modela la exclusión mutua entre dos carros que usan una intersección. En esta figura cada carro es modelado como estando en uno de cuatro estados posibles: Esperando en la intersección (Token en At), usando la intersección (Token en use), saliendo de la intersección (token en done), y manejando (token en drive). La figura 6 representa un estado del sistema donde los dos carros están manejando.

Para dar la garantía de exclusión mutua un lugar adicional junto con sus flechas hace también parte del sistema como se muestra en la figura 6. Este lugar adicional llamado MutEx tiene un solo token. Considere el caso en que los dos carros han llegado a la intersección. La transición entre los lugares Drive y AT en cada carro se dispara con el resultado de que

cada carro tiene un único token en el lugar At. Nótese que la transición entre los lugares At y Use sólo puede ser disparada cuando hay un token en los lugares At y MutEx. Cualquiera de esas transiciones que dispare va a causar que el token en MutEx sea removido. El removerse el token en MutEx significa que la transición para el otro carro no se puede disparar en ese momento. De esta manera se logra la exclusión mutua. Cuando el carro que usa la intersección ha finalizado, debe asegurarse que al otro carro (si es que está esperando), se le permita usar la intersección. Esto se logra en la red de Petri de la figura 6 por las flechas que llegan al lugar MutEx. Cuando la transición entre los lugares Use y Done se dispara, se produce un token en el lugar Done y en el lugar MutEx. Al recrear un token en el lugar MutEx, la intersección queda de nuevo disponible para el otro carro.

Además de la exclusión mutua, la red de Petri de la figura 6 tiene dos características más que son deseables. La primera propiedad deseable se conoce como ecuanimidad. Esto significa que ningún carro está en desventaja a la hora de usar la intersección. Cuando los dos carros están en la intersección (es decir, hay un token en cada uno de los lugares At), cualquiera puede ser al que se le permita usar la intersección. No se lograría ecuanimidad si al carro de la izquierda se le permitiera siempre usar primero la intersección. La segunda propiedad deseable es que la solución no se bloquea; esto significa que cuando la intersección no está siendo usada por uno de los carros, nada bloquea al otro carro de usar la intersección.

### **Asignación de recursos**

Es posible que un solo lugar tenga varios tokens a la vez. Esta situación ocurre fre-

cuentemente al tratar con problemas de asignación de recursos donde hay varias unidades de un recurso dado para asignar. En estos problemas, un lugar representa típicamente el número de unidades disponibles para el recurso. El número específico de unidades disponible en determinado momento se denota por el número de tokens contenido en el lugar. Cuando no hay tokens en el lugar, significa que no hay unidades disponibles, las actividades que requieren una unidad del recurso para ejecutarse deben esperar a que la unidad sea retornada o producida. En algunos sistemas hay un número fijo de unidades que pueden ser adquiridas o retornadas para las actividades. Por ejemplo, varios procesos pueden adquirir y liberar una impresora durante su ejecución. En otros casos, el número de unidades es variable. Por ejemplo, en sistemas distribuidos el transmisor puede generar muchos paquetes de datos que están esperando a ser leídos por el receptor. Por último, el número de unidades disponible, aunque variable, puede estar limitado a una máxima cantidad. Por ejemplo, en un sistema distribuido el número de paquetes de datos no leídos puede ser limitado a algún número para que se adecúe al tamaño del búfer en el receptor.

El problema clásico productor – consumidor es un problema de asignación de recursos con un número variable de recursos que están limitados a un número máximo. Hay un productor que genera nuevas unidades y las deja disponibles para el consumidor. El consumidor toma una unidad del recurso a la vez. Las principales condiciones de sincronización son:

- **Sobre-flujo o desbordamiento:** El productor no puede producir nuevas unidades a menos que el número de unidades

esté por debajo del máximo número permitido, y

- No operación por debajo de un mínimo aceptable (underflow): El consumidor no puede tomar una unidad a menos que haya al menos una unidad disponible.

La red de Petri que se muestra en la siguiente figura es un modelo de un sistema productor – consumidor donde el máximo número de unidades está limitado a tres.

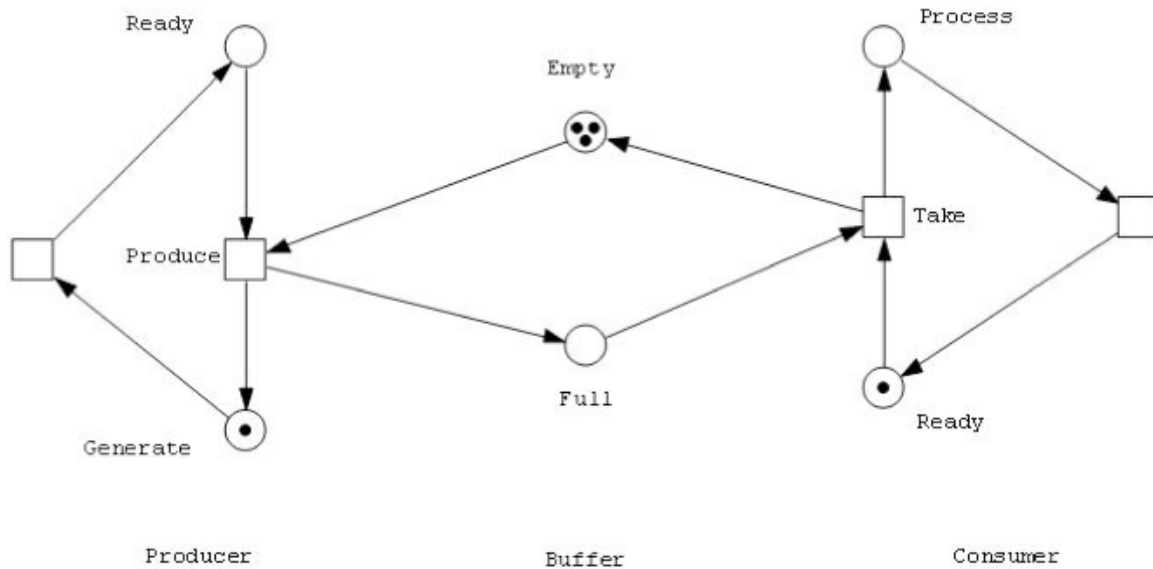


Figura 19. Sistema Productor – Consumidor  
Fuente: Propia.

En este modelo hay dos lugares empleados para representar el número de unidades producidas pero no consumidas aún (Empty) y el número de unidades adicionales que se pueden producir (Full). Los nombres Full y Empty reflejan que las unidades usualmente están contenidas en un búfer de tamaño fijo de magnitud N, donde N es el máximo número de unidades permitida. El lugar full contiene las unidades producidas que están disponibles para el consumidor y el lugar Empty contiene los espacios disponibles para que el productor almacene nuevas unidades. Algo que no varía en este modelo es que el número de (Full) más el número de Empty es igual a N.

$$\text{Número (Full)} + \text{Número (Empty)} = N$$

El búfer es modelado en la figura 7 por los dos lugares del medio, llamados Full y Empty. Los tres tokens en el lugar Empty representan el estado inicial del sistema donde hay tres espacios disponibles en el búfer. La ausencia de tokens en el lugar Full representa el estado inicial del sistema donde no hay elementos en el búfer con información.



El productor en la figura 7 es modelado como un subsistema con dos lugares. El lugar "Generate" representa la condición del productor donde se está generando la siguiente unidad de información para transmitir al consumidor. El estado "Ready" representa la condición donde el productor está listo para insertar en el búfer la nueva información generada, donde estará disponible para el consumidor. Nótese que la transición "Produce" en el productor sólo puede disparar cuando el productor está "Ready" y hay por lo menos un token en el lugar Empty (denotando un espacio disponible donde se puede ubicar la nueva unidad de información que se está generando).

En la figura 7 el consumidor es modelado por un subsistema con dos lugares. Acá el lugar Ready representa la condición donde el consumidor está listo para recibir la siguiente unidad de nueva información que fue generada por el productor. Nótese que la transición "Take" para el productor puede disparar sólo cuando el productor está en el lugar "Ready" y hay por lo menos un token en el lugar Full (denotando un elemento en el búfer que contiene nueva información, la cual puede ser recuperada). El lugar "Process" en el productor representa la condición del consumidor donde está procesando la nueva información más recientemente recuperada del búfer.

Se puede observar que el sistema productor – consumidor de la figura 7 satisface las dos condiciones básicas de sincronización que se mencionaron arriba. La condición de sobredamamiento se satisface porque el productor no puede disparar su transición "Produce" a menos que haya al menos un token en el lugar Empty. De esta forma, no es posible para la transición "Produce" disparar cuatro o más veces seguidas sin que la transición "Take" dispare una o más veces. La condición de no operación por debajo del mínimo aceptable se satisface porque el consumidor no puede disparar su transición "Take" (tomar) a menos que haya como mínimo un token en el lugar Full. Así, no es posible para la transición "Take" disparar cuatro o más veces seguidas sin que la transición "Produce2 (producir), dispare una o más veces.

Hay una presentación interesante en formato ppt que se encuentra en el enlace [www.utdallas.edu/~gupta/courses/semath/petri.ppt](http://www.utdallas.edu/~gupta/courses/semath/petri.ppt) se trata de un artículo de 2001 llamado "The Petri Net Method" de Chris Ling; y con el fin de apreciar el comportamiento de una red de Petri, se debe observar en modo de "presentación con diapositivas" y avanzando página a página, se observa el comportamiento en el tiempo de una red de Petri, de los diferentes ejemplos que da.

Veamos acá algunas anotaciones interesantes de esa presentación, pero se sugiere al estudiante que baje esa presentación y la observe en el modo indicado, para entender el funcionamiento.

Comienzan recordando que una red de Petri es una herramienta que con diagramas modela la concurrencia y sincronización en sistemas distribuidos. Y mencionan que es similar a otra técnica llamada "Diagrama de Transición de Estados"; que se usa como una ayuda visual para modelar el comportamiento de un sistema; y por último se recuerda que está basada en una fuerte fundamentación matemática, la cual para expresarla, puede recurrir a la representación por medio de matrices.

Esta presentación posteriormente vuelve a recordar que los tres tipos de componentes básicos son los lugares (círculos), las transiciones (rectángulos) y los arcos (flechas); recordando que los lugares representan posibles estados de un sistema; que las transiciones son eventos o acciones que causan un cambio de estado; y que todo arco simplemente conecta un lugar con una transición, o una transición con un lugar.

Luego se anota que un cambio de estado se denota por el movimiento de un token (un punto negro) de un lugar a otro, y es causado por el disparo de una transición; que el disparo representa la ocurrencia de un evento o una acción; y que el disparo está sujeto a las condiciones de entrada que se denotan por la disponibilidad de tokens.

Una transición está habilitada o es disparable cuando hay suficientes tokens en los lugares de entrada. Después del disparo el token se transfiere del lugar de entrada al lugar de salida, lo que denota el nuevo estado.

El ejemplo de la figura 20 muestra el diagrama de funcionamiento de una máquina expendedora de pasabocas.

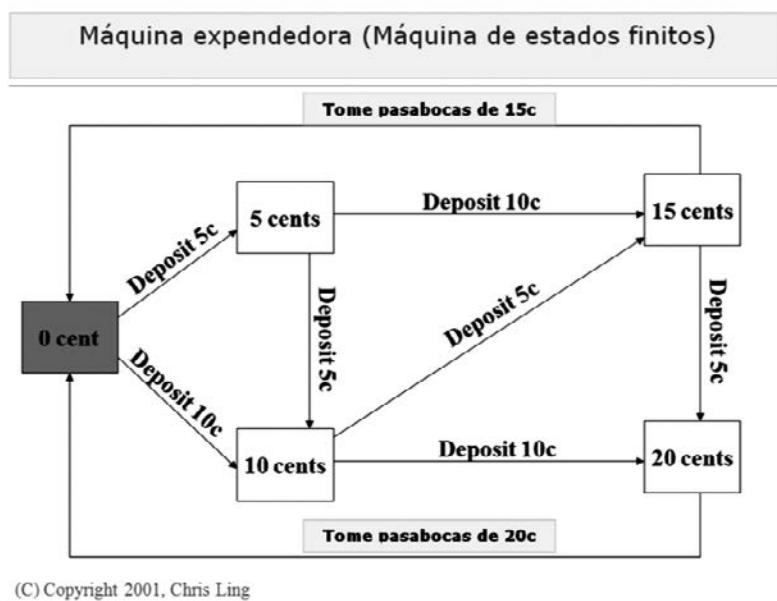


Figura 20. Máquina expendedora  
Fuente: Propia

En la figura 20 hay varios escenarios, como:

- Deposite 5c, deposite 5c, deposite 5c, deposite 5c, tome pasabocas de 20c.
- Deposite 5c, deposite 5c, deposite 5c, tome pasabocas de 15c.
- Deposite 10c, deposite 5c, tome pasabocas de 15c.
- Deposite 5c, deposite 10c, deposite 5c, tome pasabocas de 20c.

Este ejemplo, visualizado como una red de Petri se ve de la siguiente manera en la figura No. 21:

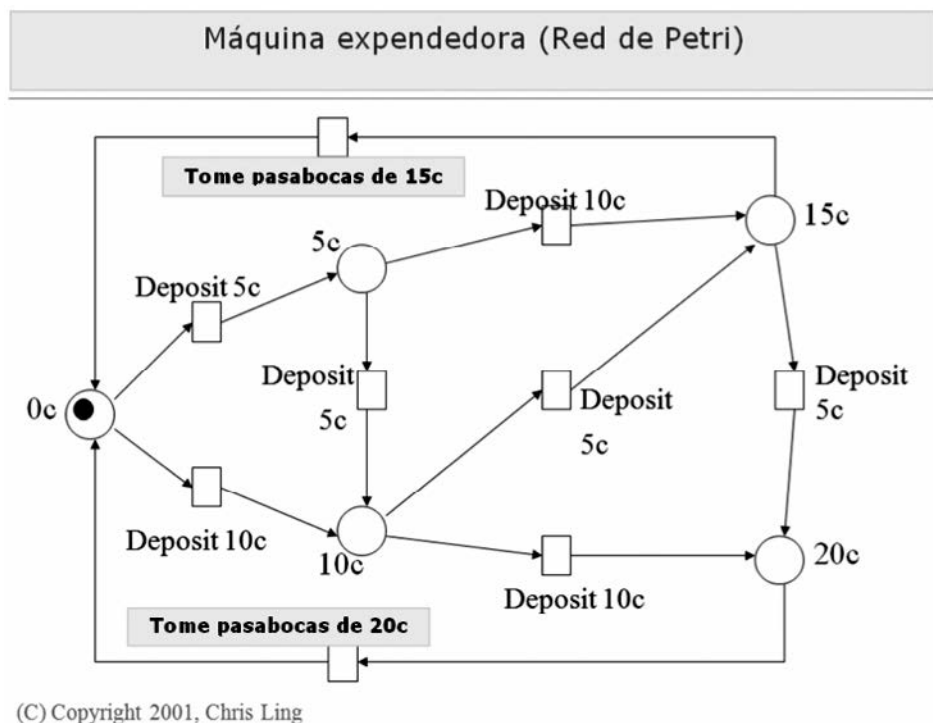


Figura 21. Máquina expendedora  
Fuente: Propia

En la figura No. 10 habíamos visto un ejemplo del modelo que se conoce como sistema productor – consumidor. Veremos a continuación otro ejemplo que consiste en un sistema de un productor, dos consumidores y un búfer de almacenamiento con las siguientes condiciones:

- El búfer de almacenamiento puede contener hasta 5 ítems o tokens.
- El productor envía 3 tokens en cada producción.
- Por mucho un consumidor es capaz de acceder al búfer de almacenamiento, uno a la vez.
- Cada consumidor toma dos ítems cuando accede al búfer de almacenamiento.

En esta red de Petri, cada lugar tiene una capacidad y cada flecha tiene un peso. Esto le permite a múltiples tokens residir en un solo lugar.

Finalizaremos este capítulo dedicado a las redes de Petri, recomendando un sitio Web mantenido por la Universidad de Hamburgo (Alemania). Es conocido como *"El Mundo de las redes de Petri"* y se encuentra en el enlace <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>

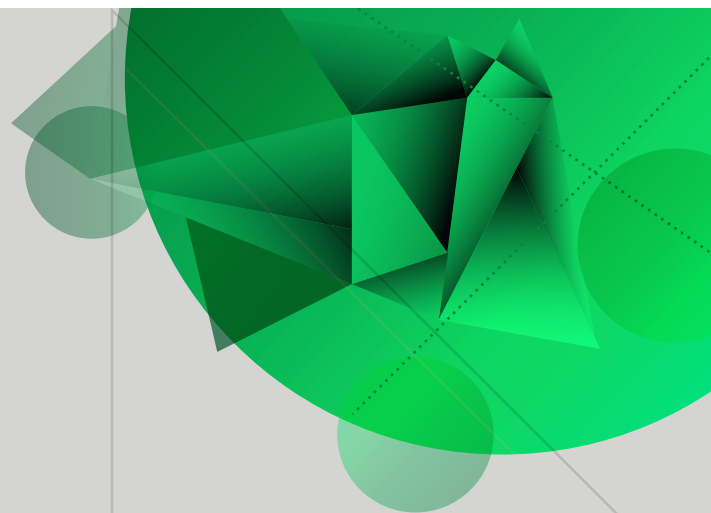
Este sitio provee una serie de servicios en línea para la comunidad internacional de redes de Petri. Los servicios incluyen entre otras cosas, información sobre las conferencias internacionales sobre la teoría y aplicaciones de las redes de Petri, bibliografías, bases de datos de herramientas, etc. La parte de esta página llamada *"Introducciones a las redes de Petri"* contiene referencias a material introductorio de varios tipos de redes de Petri. Dentro de esa página, el enlace <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/introductions/aalst/> presenta tutoriales interactivos en redes de Petri; incluyendo algunos modelos como el elevador, semáforos, el ejercicio sobre los filósofos que se reúnen para cenar, etc.

En su sección de preguntas frecuentes se propone una serie de sitios buscados con el motor de Google en el sitio [https://www.google.com/search?q=petri+nets+introduction+places+transitions+arcs+tokens+enabled&meta=lr%3D%26hl%3Den&btnG=Google+Search&gws\\_rd=ssl](https://www.google.com/search?q=petri+nets+introduction+places+transitions+arcs+tokens+enabled&meta=lr%3D%26hl%3Den&btnG=Google+Search&gws_rd=ssl)

# 3

## Unidad 3

Diseño de procesos  
de producción



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

# Introducción

En esta semana hablaremos de los procesos de producción que son aplicados a todos los materiales o materias primas, una vez se defina el producto final, para ello se debe tener presente los recursos utilizados como la tecnología y personal especializado para la transformación de dicho producto. Haremos hincapié en la producción como actividad organizada que permite que el sistema transforme varios procesos en resultados efectivos, permitiendo a la empresa generar credibilidad en el mercado con la diversidad de productos transformados.

Para lograr esta confianza se requiere la aplicabilidad de las etapas, modelos y componentes de procesos de producción lo cual profundizaremos en la cartilla de la semana 5.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Diseño de Procesos de Producción

### Naturaleza del diseño de producción

Los procesos de producción son los encargados de transformar recursos en bienes y servicios. Habitualmente a esos recursos se les llama factores de producción; y aunque en algunos modelos aún se conservan esos factores de producción como tierra, trabajo y capital; realmente no es una división que sea real desde hace muchos años.

El proceso productivo (representado por la tolva), transforma los factores de producción en bienes y servicios con ayuda de la tecnología. Esto no quiere decir que una empresa con pocos recursos tecnológicos, no tenga procesos productivos. Por tecnología entendemos en este caso la forma en que combinamos recursos para elaborar nuestro producto.

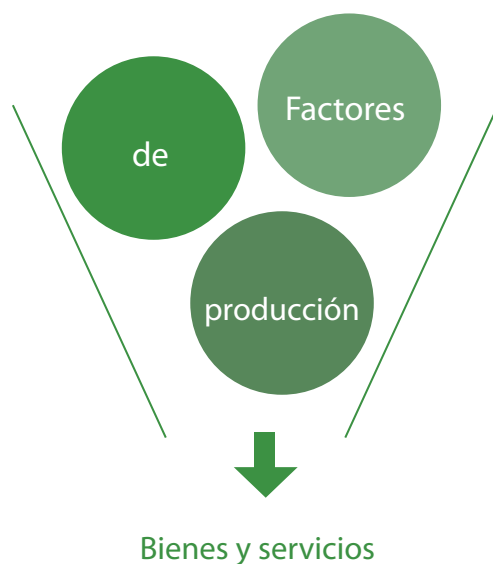


Figura 1  
Fuente: Propia.



Los recursos o factores de producción pueden ser: máquinas, herramientas, instalaciones (edificios, oficinas, bodegas), transporte, etc. que son empleados para producir otros bienes y servicios. El que se quiera forzar todos estos conceptos bajo el rótulo de capital, sólo es una forma de querer extender la vigencia de un modelo que debe ser revaluado.

El otro recurso importante es la fuerza de trabajo entendido como el empleo de capacidades físicas e intelectuales empleados para la transformación de recursos en producto final.

El último tipo de recursos a contemplar es el que tiene que ver con recursos naturales (bosques, yacimientos, reservas de agua, flora y fauna); así como la facilidad de acceder a éstos (¿Están cercanos al sitio de aprovechamiento? Si no es así, ¿hay por lo menos vías de comunicación?).

Otros autores definen el proceso productivo como aquel que se ocupa de convertir un conjunto de entradas en las salidas que requiere el mercado.

Se propone otro modelo para definir los procesos de producción donde se habla de la necesidad de contar con recursos que transforman y contar también con recursos transformados. Los recursos que transforman involucran las instalaciones, maquinaria, tecnología y personal que lleva a cabo la transformación. Los recursos transformados son las materias primas y los componentes que luego se convierten en el producto final.

Cualquier proceso de producción involucra una serie de eslabones en la cadena de producción. En cada etapa se agrega valor en el transcurso de la producción. Agregar valor involucra hacer un producto más deseable para el cliente, así éste pagará más por él. Por ello agregar valor no solo involucra el proceso de la fabricación, sino que también incluye el proceso de mercadeo, considerando la publicidad, promoción y distribución que hace al producto final más deseable. Es muy importante identificar en un negocio los procesos que agregan valor con el fin de mejorar estos procesos para el beneficio continuo del negocio.

Otra propuesta para proceso de producción la hace el diccionario de los negocios ([www.businessdictionary.com](http://www.businessdictionary.com)) que afirma que un proceso de producción corresponde a los pasos químicos o mecánicos empleados para crear un objeto. Usualmente se repiten esos pasos para crear múltiples unidades del mismo ítem. Generalmente involucra el uso de materia prima, maquinaria y mano de obra para crear el producto.

El Profesor Anupam Kumar afirma que un sistema de producción son aquellas actividades donde los recursos fluyen en un sistema definido, y se combinan y transforman de una manera controlada para agregar valor de acuerdo a las políticas comunicadas por la administración.

La producción es una actividad organizada donde el sistema transforma varias entradas en salidas útiles. Tal sistema no opera de manera aislada de otros sistemas de la organización; además existe una realimentación sobre las actividades, lo cual es esencial para controlar y mejorar el funcionamiento del sistema.

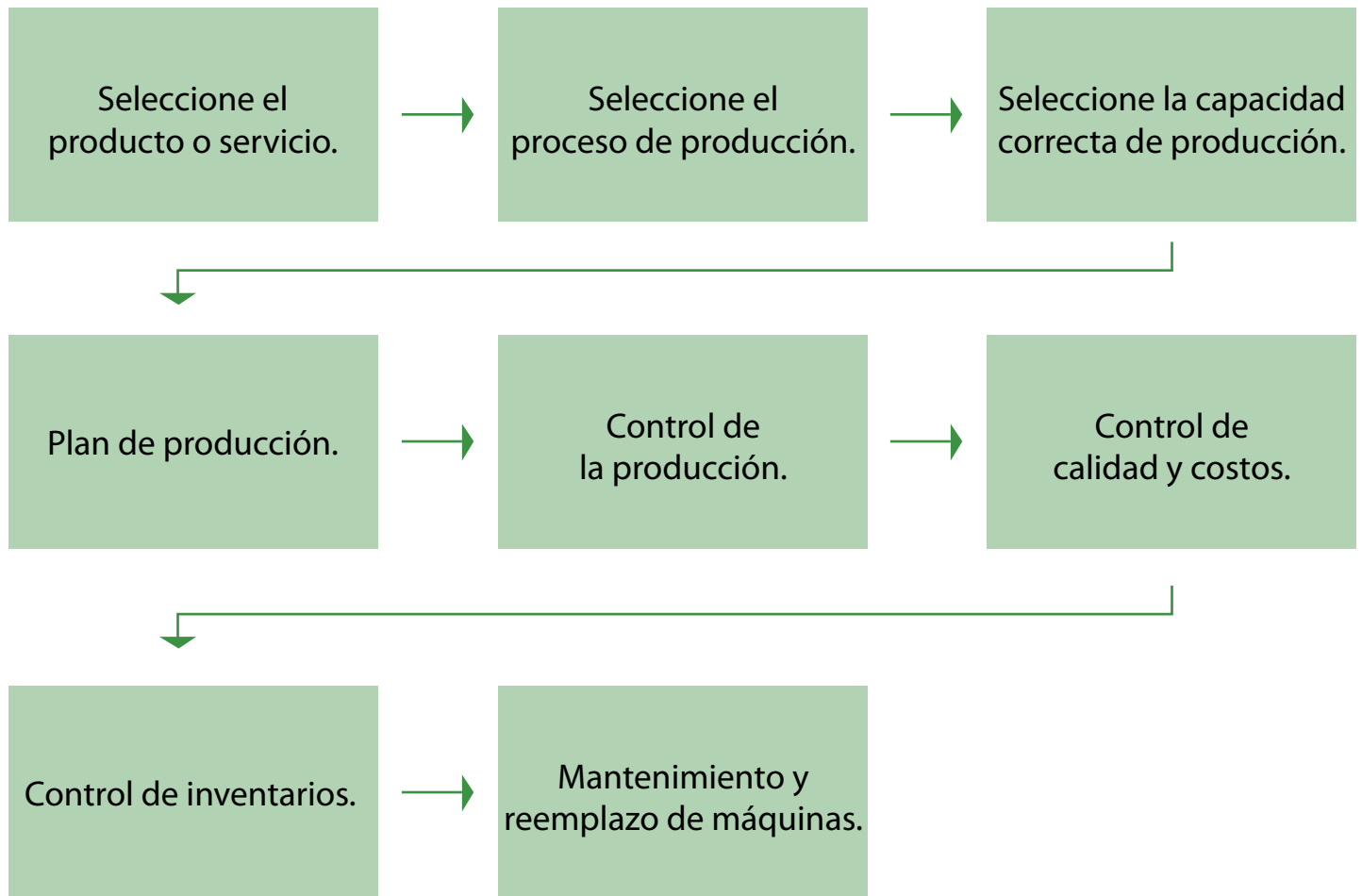


Figura 2  
Fuente: Propia.

Como se aprecia en la gráfica, la primera etapa del diseño de Producción consiste en seleccionar el ítem o servicio a producir. Esta selección debe ser un proceso racional para asegurarse de elegir el producto adecuado y una vez elegido éste se pasa a elegir el diseño adecuado de ese producto. Es esta una selección de gran impacto en la empresa, pues elegir mal el producto o elegir un diseño inadecuado puede significar la supervivencia o el éxito de una organización. El producto debe ser seleccionado sólo después de una evaluación detallada de todas las alternativas posibles. Una vez se esté seguro de tener el producto ade-

cuado, se debe escoger el diseño correcto. El diseño debe satisfacer los requerimientos del cliente. Debe dar el máximo valor posible al cliente al costo más bajo. En este tipo de selecciones se emplean técnicas de valoración y análisis de valor.

Los tipos de procesos de producción se verán más adelante en esta lección. Por lo pronto baste con decir que la siguiente fase o etapa consiste en seleccionar el proceso de producción adecuado. Esta valoración incluye tipo de tecnología, máquinas, sistemas para manejo de materiales, etc. Veamos qué otros tipos de consideraciones se tienen en cuenta cuando se va a escoger el tipo de proceso de producción.

- Costo de fabricación.
- La inversión de capital en planta e inventario.
- El tamaño de la planta.
- Los requerimientos técnicos.
- La estructura de la organización.
- La flexibilidad en la producción.
- Los tipos de productos a fabricar.
- El manejo de materiales.
- La seguridad en el trabajo.

La tercera etapa cuando planea un diseño de producción es seleccionar la capacidad correcta de producción con el fin de que coincida con la demanda del producto. Se debe planear esa capacidad tanto para cortos como para largos periodos de producción.

En la etapa de planeación de producción se decide sobre la ruta y los cronogramas. Ruta significa decidir la trayectoria del trabajo y la secuencia de operaciones. El principal objetivo al definir una ruta es encontrar la mejor y más económica secuencia de operacio-

nes a seguir en el proceso de fabricación. Esto asegura un flujo de trabajo que no sea traumático. Por cronograma queremos significar el decidir cuándo comenzar y cuándo completar una actividad de producción particular.

En la etapa de control de producción se monitorea con el fin de actuar ante una desviación del resultado obtenido. Vale decir, se compara la producción real contra lo planeado y se encuentran desviaciones si las hay. Luego se toman los pasos necesarios para corregir esas desviaciones.

Existe otra etapa que es de control de calidad y de costos. Esta etapa es de gran importancia ya que define en buena medida la competitividad de nuestro producto y de la organización. Los clientes buscan productos de calidad al más bajo costo. Para satisfacer esta demanda se debe mejorar continuamente la calidad de los productos y a la vez buscar el cómo reducir los costos de los productos.

Cuando se analice cómo controlar inventarios se debe considerar el monitorear la cantidad de inventarios buscando que no haya ni excesiva abundancia ni escasez del producto. Si hay abundancia esto afectará el capital de trabajo y los materiales se pueden estropear, desperdiciar o subutilizar. Si hay escasez, la producción no cumplirá con el cronograma y se afectarán los despachos.

La otra consideración cuando se diseña un proceso de producción es la concerniente al mantenimiento y reemplazo de maquinaria y equipos. Aquí se debe desarrollar sistemas de inspección continua (rutinas de chequeo), limpieza, lubricación, repuestos. Lo anterior con el fin de prevenir daños en máquinas y evitar que se detenga la producción.

## Modelos del diseño de producción

Estos se pueden clasificar con base en qué tanto varía el producto a la salida, o en cuánto es el volumen del producto de salida. En líneas generales también se pueden clasificar los tipos de modelos de producción en:

- Si son procesos de producción continua (Producción en masa y Producción en flujo).
- Si son procesos de producción intermitente como la producción por lotes, la producción contra stock y sobre pedido; y por último la producción por proyecto.

Los procesos de producción o las operaciones de manufactura en líneas generales se pueden dividir en tres categorías de acuerdo a este otro enfoque:

- El proceso de producción para tener en stock o inventario, donde las empresas fabrican ítems que se completan y almacenan antes que se reciba la orden de un cliente.
- El proceso de producción hecho para satisfacer una orden. Acá se completa un ítem únicamente después de recibir la orden de un cliente. Esto es porque el fabricante no puede anticipar lo que quiere cada cliente.
- El proceso de producción donde la compañía produce módulos estándar y ensambla estos módulos de acuerdo a las especificaciones de un cliente. Ejemplo de este tipo de procesos lo vemos en las empresas que ensamblan cocinas modulares.

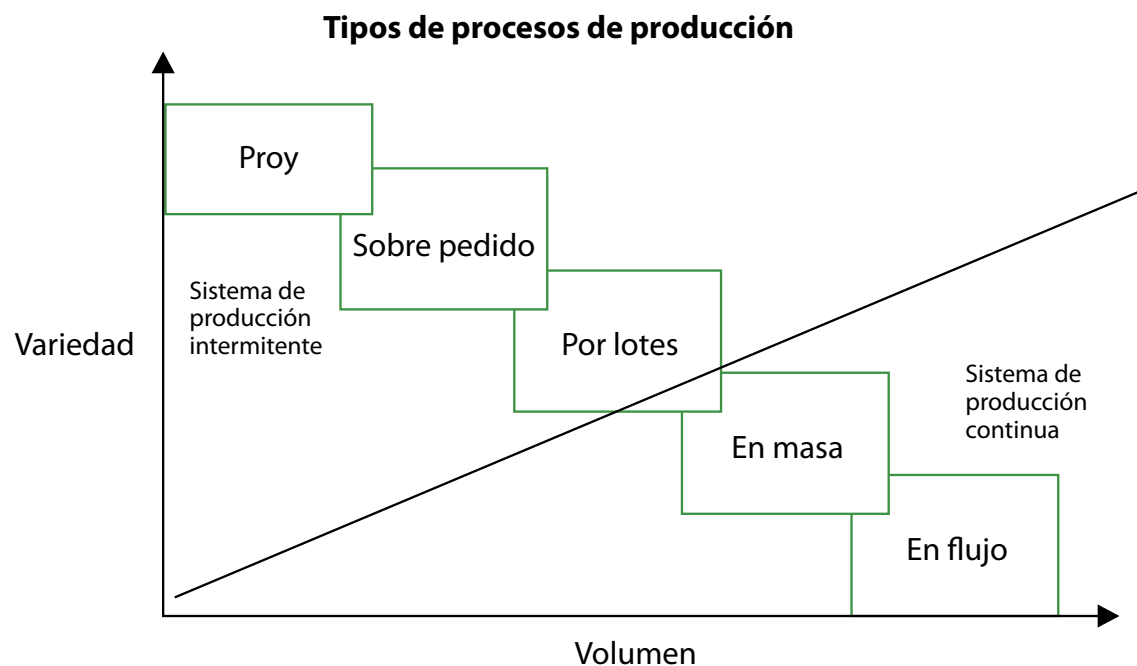


Figura 3

Fuente: "Types of Production Processes" de Anupam Kumar.

## Sistemas de producción continúa

Los sistemas de fabricación continua se conocen también como sistemas de fabricación repetitiva, como las instalaciones de fabricación en masa que producen altos volúmenes del mismo producto. Son habitualmente fabricantes que producen para tener en inventario y emplean equipos de propósito especial, automatizado.



Figura 4  
Fuente: Propia.

Esta gráfica representa el proceso de fabricación repetitiva donde todos los productos siguen la misma ruta como en el caso de los fabricantes de teléfonos, radios o televisores.

Algunos productos fluyen continuamente a través de un proceso lineal. Este tipo de operación es llamada de flujo continuo o como mostramos en nuestra gráfica cartesiana operaciones “En Flujo”. Usualmente los productos no son discretos. Ejemplos de este tipo de procesos son las plantas químicas, petróleo y gas, refinerías, ingenios azucareros, etc.

La producción por lotes puede ser intermitente y la caracteriza la irregularidad. Si el periodo de descanso desapareciera en la producción por lotes, se convertiría en producción continua. La producción continua es por esto un proceso ininterrumpido de partes y montajes pasando de un estado a otro hasta ser completado.

Las unidades son trabajadas en cada ciclo de operación y luego son directamente pasadas a la siguiente etapa del trabajo sin esperar a que se complete el lote. Para asegurarse que la línea de producción puede trabajar con fluidez, cada operación debe tener una duración estándar y no debe haber fugas en la línea.

Para que la producción continua sea exitosa se necesita continuidad en la demanda. Si la demanda varía, puede presentarse un constante sobre-almacenamiento de productos terminados.

Lograr fluidez requiere una considerable planeación en pre-producción para asegurarse que la materia prima es adquirida y liberada justo a tiempo, que suficiente mano de obra es empleada y que se atiende de manera continua la calidad a través del proceso de producción. Los beneficios de la producción continua son:

1. Es fácil de usar las técnicas de justo a tiempo para eliminar desperdicios y minimizar costos.
2. La mano de obra y otros costos de producción se reducirán gracias a la planeación detallada y al uso de la robótica y la automatización.
3. Y que no hay descanso entre las operaciones, se pueden mantener bajos los niveles de trabajo en proceso.
4. La necesidad para espacio de almacenamiento es mínima.
5. La inversión en materia prima y partes se convierte rápidamente en ventas.
6. El control es más fácil.

Particularicemos cuándo se usa y qué ventajas tiene la producción en flujo.

### **Producción en flujo**

En este tipo de producción los ítems se hacen fluir a través de una secuencia de operaciones por varios dispositivos. Se usa cuando hay:

1. Estandarización de productos y procesos.
2. Mayor rata de producción con menor ciclo de tiempo.
3. No se requiere mano de obra para manipular materia prima.
4. Personas con habilidades limitadas se pueden emplear en el proceso de producción.
5. El costo unitario es bajo debido al alto volumen de producción.

Veamos cuándo se emplea este tipo de proceso de producción:

- Cuando se tienen plantas y equipos con cero flexibilidad.
- Cuando el flujo de materia prima está completamente automatizado.
- Cuando el proceso sigue una secuencia predeterminada de operaciones.
- Cuando los componentes de la materia prima no pueden ser fácilmente diferenciados del producto final.
- Cuando la planeación y los horarios son una acción rutinaria.
- Cuando la diferenciación de productos es limitada; o lo que en otras partes de este curso hemos llamado la “comoditización” de lo que se produce.
- Cuando se involucran altos niveles de inversión.

Ahora particularicemos cuándo se usa y qué ventajas tiene la producción en masa; así como algunas de sus limitaciones.

## Producción en masa

Se refiere a la fabricación de partes discretas o ensambles utilizando un proceso continuo de producción. La producción en masa se usa cuando hay:

1. Estandarización de productos y procesos.
2. Máquinas de propósito especial dedicadas a la producción y que cuentan con altas capacidades de producción y volúmenes altos de producción.
3. Cuando se deben acortar los tiempos.
4. Cuando disminuyen los inventarios.
5. Cuando el flujo de partes y material es continuo sin que sea necesario retornar partes para alguna labor.
6. Cuando la planeación de producción y el control son fáciles.
7. Cuando el manejo de material es completamente automático.

Algunas ventajas del proceso de producción en masa son:

- Mayor rata de producción con ciclos reducidos de tiempo.
- Mayor capacidad de uso de las instalaciones cuando se hace balanceo en las líneas de producción.
- Se requiere operadores menos calificados.
- El costo de fabricación por unidad es bajo.

Y por último mencionemos algunas limitaciones de este tipo de proceso de Producción en masa:

- El daño de una máquina puede detener toda una línea de producción.
- El cómo se haya dispuesto una línea de producción se puede ver bastante afectado cuando hay cambios en el diseño de lo que se produce.

tado cuando hay cambios en el diseño de lo que se produce.

- Se requiere de altos niveles de inversión en instalaciones.

## Procesos de producción intermitentes

En este tipo de proceso de producción el volumen de cada producto es bajo, y generalmente se produce para satisfacer una orden de un cliente en particular, por lo que en ocasiones el diseño va de acuerdo a unas características suministradas por el cliente. Cada trabajo puede ser único y puede requerir de un conjunto de pasos de producción especiales; aún más, cada trabajo puede requerir de un enrutamiento particular, vale decir, no hay enrutamientos estándar en los pasos de producción. Este tipo de proceso de producción necesita de equipos menos especializados que se conocen como de propósito general.

## Producción tipo proyecto

Es la creación de ítems individuales, aunque de estos ítems se puedan producir un número de unidades idénticas en paralelo. Este tipo de producción es única en la medida que el proyecto se considera de una sola operación que requiere de la atención completa del operario, antes de pasar al siguiente trabajo o proyecto. Ejemplo de este tipo de producción es el trabajo realizado en construcciones prefabricadas; en el campo de los servicios está como ejemplo el corte de cabello. Los beneficios de este tipo de producción son:

1. El proyecto o trabajo es un producto único que corresponde a los requerimientos del cliente, usualmente hechos en la etapa de diseño. Por ello tiende a

ser específico a la orden del cliente. Por ejemplo, alguien haciendo una pintura a solicitud de un cliente, discutirá primero con éste el tipo de diseño que le gustaría. Luego se produciría un boceto detallado en papel, para aprobación del cliente.

2. Como el trabajo se concentra en un área específica, la supervisión e inspección del trabajo es relativamente simple.
3. Especificaciones del proyecto o trabajo pueden cambiar durante el curso de la producción dependiendo de la inspección del cliente para lograr sus necesidades de cambio. Por ejemplo en el catálogo de un almacén es relativamente fácil el cambiar los precios de ciertos bienes listados en el catálogo.
4. Trabajar en una sola unidad de trabajo, realizando una variedad de tareas en un pequeño equipo de trabajo hacia el mismo objetivo, dará a los empleados un mayor nivel de satisfacción. Ejemplo de este caso son los vuelos de las aerolíneas que tratarán cada vuelo como un proyecto o trabajo específico con pasajeros que requieren atención individual a sus necesidades específicas como el acceso en silla de ruedas al vuelo.

Un proyecto es un tipo de operación altamente flexible y con bajo volumen. Usualmente el ítem a ser producido permanece fijo en un sitio y todos los recursos van a él. Al finalizar la producción los recursos dejan el lugar; como en la construcción de un barco, de un puente, de los edificios y de grandes máquinas.

Algunos tipos de operaciones de servicios se pueden también llamar proyectos. Éstos involucran un equipo de per-

sonas en un período de tiempo y luego la gente deja el proyecto. Ejemplo de esto es el desarrollo de software o lo que se conoce como la programación.

### **Producción por lotes**

El término lote se refiere a un grupo específico de componentes que van a un proceso de producción juntos. Cuando un lote finaliza, comienza el siguiente. Los beneficios de la producción en lotes son:

1. Es particularmente apropiado para un amplio rango de bienes similares, que pueden emplear la misma maquinaria en diferentes configuraciones. Por ejemplo, lotes de cartas pueden ser enviadas a diferentes clientes en una compañía.
2. Economiza en cuanto a la maquinaria requerida y reduce la necesidad de una fuerza de trabajo flexible.
3. Se puede responder rápidamente a las necesidades del cliente moviendo existencias de trabajos en proceso o parcialmente finalizados, a las etapas finales de producción.
4. Hace posible las economías de escala en las técnicas de producción, las compras al por mayor y las áreas de la organización.
5. Hace fácil el costeo y provee mejor información del servicio para la administración.
6. El costo de producción es menor que cuando se le compara con la producción sobre pedido.
7. Hay flexibilidad para procesar diferentes productos.

Muchas operaciones de manufactura caen entre producción sobre pedido y fabricación repetitiva. Son los llamados trabajos o producción por Lotes. Lote sig-



nifica una única tirada o racha de producción. El tamaño del lote es la cantidad producida en esa única tirada. Usualmente es una cantidad que oscila entre 100 y 1.000 unidades.

Las empresas que producen por lotes pueden hacer el lote de un producto y luego acondicionar su línea de producción para hacer un lote de otro ítem.

En la producción por lotes el trabajo pasa por departamentos funcionales en lotes o grupos y cada lote puede tener un enrutamiento diferente.

Los equipos de producción en este tipo de proceso deben ser más flexibles que en la fabricación repetitiva y generalmente son menos flexible que en los procesos sobre pedido. Los productos que en este tipo de producción tengan los mismos o similares procesos, pueden agruparse en familias de productos. Ejemplo de esto son pequeñas herramientas manuales como el taladro o el destornillador y las mezcladoras manuales.

Veamos cuándo se usa la producción por lotes:

- Cuando hay un tiraje de producción más corto.
- Cuando la planta y la maquinaria son flexibles.
- Toda producción por lotes requiere cambios en la configuración de la planta y de la maquinaria.

Sobre las limitaciones del proceso de producción por lotes:

- El manejo del material es complejo.
- También son complejos los planes de producción y el ejercer control.
- Hay un alto costo en los cambios de configuraciones ya que éstas son frecuentes.
- El inventario de trabajos en proceso es más alto que en los procesos de producción continua.

### Producción sobre pedido

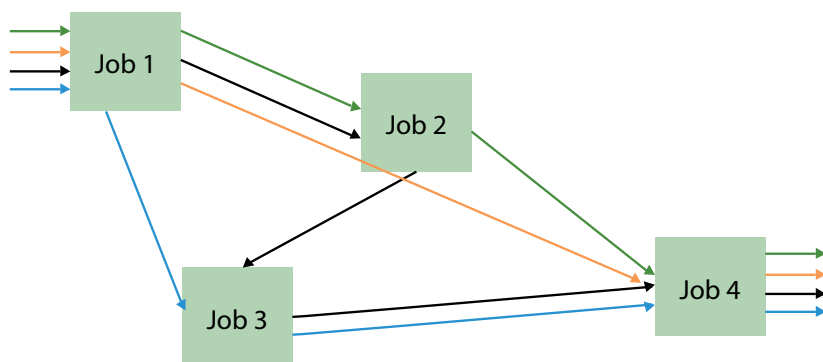


Figura 5  
Fuente: Propia.

Este tipo de proceso de producción se emplea en fábricas donde trabajan artículos en madera o metálicos. En este caso la mayor parte de inventario es de trabajo que está en proceso; nos referimos con esto al que se acumula de trabajos que están siendo procesados y aún se encuentran entre diferentes etapas del proceso.

El Proceso de Producción sobre pedido se emplea cuando hay:

- Gran variedad de productos con bajo volumen.
- Empleo de instalaciones y maquinaria de propósito general.
- Operadores altamente calificados que toman cada trabajo como un reto.
- Gran inventario de materiales, herramientas y partes.
- Es esencial una planeación detallada para un uso adecuado de las capacidades de las instalaciones y facilidades del fabricante.

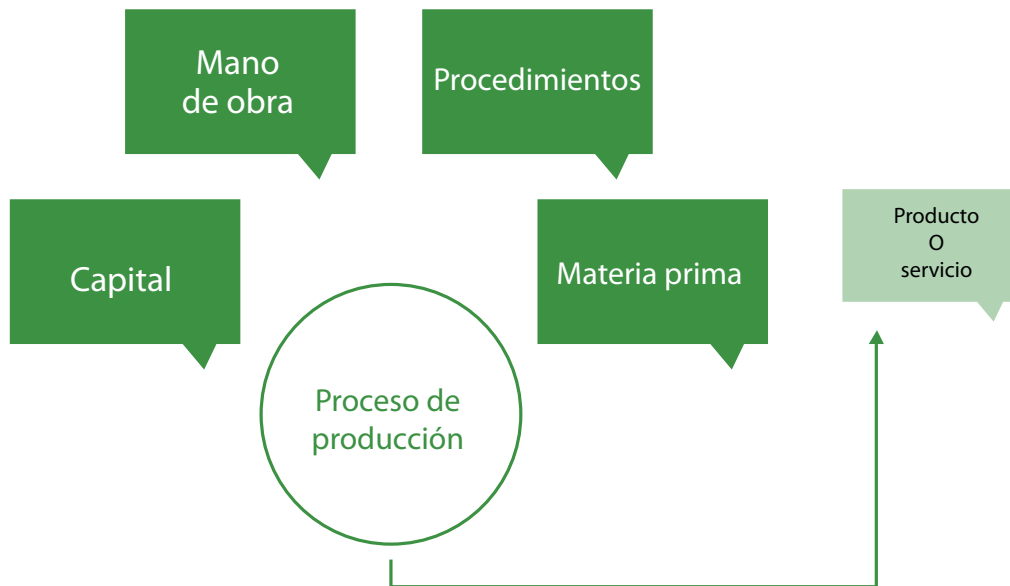
Algunas ventajas de este tipo de proceso de producción son:

- Una gran variedad de productos se pueden fabricar con maquinaria de propósito general.
- Los operadores se vuelven más habilidosos y competentes con cada trabajo.
- Se puede emplear todo el potencial de un operador; lo cual contribuye a su felicidad. Esta apreciación so debe ser tomada a la ligera, pues cuando el operador encuentra que su labor es retadora, que le permite emplear plenamente sus capacidades, le puede hacer sentir más cómodo con la forma en que se gana la vida. Recuérdese la receta Arsitotélica para la felicidad: "El ser humano solamente será feliz si utiliza todas sus capacidades y posibilidades".
- Existe la oportunidad para trabajar con métodos creativos e ideas innovadoras.

Veamos ahora algo de las limitaciones de este tipo de proceso de producción:

- Los planes de producción son complicados.
- Se requiere un mayor espacio en las facilidades o instalaciones.

## Componentes de un proceso de producción



Los procesos de producción son los responsables de convertir los insumos o recursos en productos o servicios que generan valor. Por insumos entenderemos recursos como la energía, los materiales, mano de obra, el capital y la información. Gracias al proceso de producción estos recursos se convierten en bienes o servicios.

Así pues los componentes que se encuentran en el círculo verde de nuestra gráfica y que nos permitirán convertir recursos en bienes o servicios, son:

- Maquinaria.
- Planta, también conocida como facilidades o Instalaciones.
- Trabajo.

El conocimiento que se emplee para implementar el proceso se apoyará en las siguientes consideraciones:

- Un conjunto de facilidades para la definición de reglas.
- Mecanismos para acceder a información como bases de datos.
- Especificar en qué orden se procesarán las reglas.
- Especificar el comportamiento del sistema ante conflictos; ejemplo, cuando varias reglas coinciden simultáneamente.
- Mecanismo que se encargue de ir aplicando las reglas.

En nuestra gráfica por capital nos referimos a la designación de un conjunto de bienes y dinero con los que esperamos obtener ingresos a futuro. En una empresa se considera como capital la tierra, los edificios, la maquinaria, los productos almacenados, las materias primas que se posean; así como acciones, bonos y saldos de cuentas en bancos. No se considera como capital las casas, mobiliarios y otros bienes destinados al disfrute personal; ni el dinero que se reserva para esos fines.

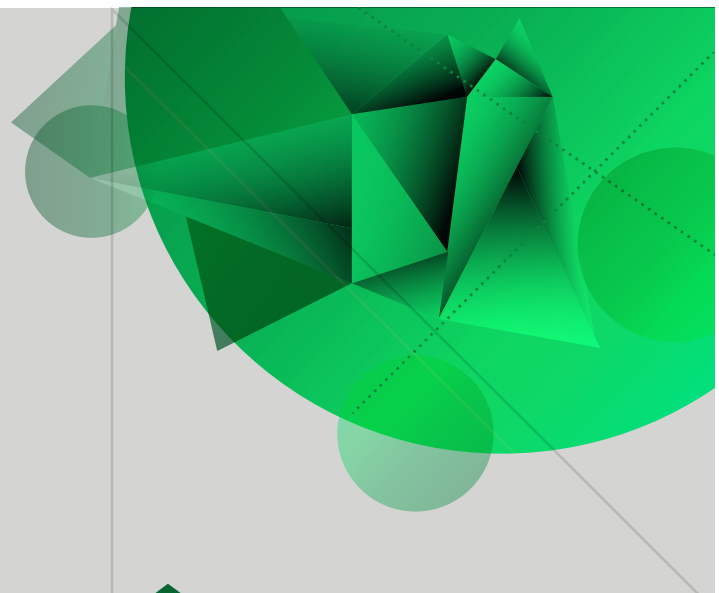
Por mano de obra nos referimos al esfuerzo humano realizado para asegurar el beneficio económico de la empresa. En la industria esta mano de obra tiene una gran variedad de funciones como: producción de materias primas como en la minería y la agricultura; producción en un sentido más amplio del término; transformación de materias primas en objetos útiles para las necesidades humanas; distribución; etc.

En cuanto a la materia prima, se debe tener presente que es lo que se transforma en el proceso de producción, para convertirlo en bienes o servicios. Los materiales deben ser entregados en el momento y lugar adecuado, así como la cantidad correcta. Teniendo presente que se requiere de un espacio para su almacenamiento. El manejo de materiales debe asegurar que la materia prima, el material en proceso, los productos terminados y los suministros estén en el lugar adecuado en el momento correcto. De hecho, hay corrientes de administración como la JIT (*Just in Time* o Justo a Tiempo), que se centran en este tópico de la logística; y de allí pueden obtener importantes mejoras en sus procesos de producción.

# 3

## Unidad 3

Diseño de procesos  
industriales



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

# Introducción

Los diseños de procesos industriales, nos permite involucrar procedimientos químicos, físicos, eléctricos y mecánicos a través de un proceso de transformación permitiendo dar como resultado artículos o productos de uso general. A través de la aplicación de ciertos factores, que serán leídos en diagramas de flujo de procesos (PFD), Esquemas de procesos e instrumentos (P & ID), y el uso de la Tecnología para procesos industriales y Control de procesos industriales, lo cual serán ampliados en la cartilla 6 de la unidad 3.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Diseño de procesos industriales

### Definición

Es útil comenzar por definir qué son los procesos industriales. Según la wikipedia ([http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_industrial\\_processes](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_industrial_processes)) son los procesos que involucran procedimientos químicos, físicos, eléctricos o mecánicos que ayudan en la fabricación de artículos usualmente a una escala muy grande. Ejemplos de estos procesos son:

- La licuefacción de gases que se hace con el fin de facilitar su transporte.
- Procesos químicos como:
  - Integrar nitrógeno gaseoso de la atmósfera para producir amonio.
  - Tratamientos para matar virus y bacterias.
  - Usar el calor para combinar químicamente elementos como se hace en el cemento.
- La metalización que da a materiales no metálicos un acabado de metal.
- La anodización que consiste en depositar material en un electrodo.
- Los procesos físicos no alteran la composición química de un material. Al material le dan otra forma al cortarlo, doblarlo, unirlo o pulirlo a gran escala. Ejemplos de este tipo de proceso son:
  - La forja: se le da forma a un metal mediante el uso del calor y un martillo.
  - La fundición: se da forma a un material que está líquido al verterlo en moldes y permitiendo que lentamente se solidifique.
  - El estampado progresivo que corresponde a la producción de componentes desde una tira o rollo.
  - El hidro-formado que expande un tubo de metal en un molde, bajo presión.

De hecho, el diseño de procesos nació con el diseño de procesos en la industria química y de allí se fue expandiendo este enfoque a otro tipo de procesos.

Por extensión podemos hablar del diseño industrial que es el proceso de diseño aplicado



a productos que se fabrican empleando técnicas de producción en masa. Su característica principal es que el diseño es un proceso separado al de la manufactura. El acto creativo de determinar y definir la forma de un producto tiene lugar de manera anticipada al acto físico de hacer el producto, el cual consiste en una repetición, usualmente automatizada de pasos.

Para lo que tiene que ver específicamente con el diseño de procesos industriales podemos comenzar por decir que aunque el proceso de diseño se puede considerar como algo creativo, muchos procesos analíticos también tienen lugar acá. De hecho, muchos diseñadores usualmente emplean varias metodologías de diseño en sus procesos creativos. Algunos de los ingredientes de este tipo de diseño son:

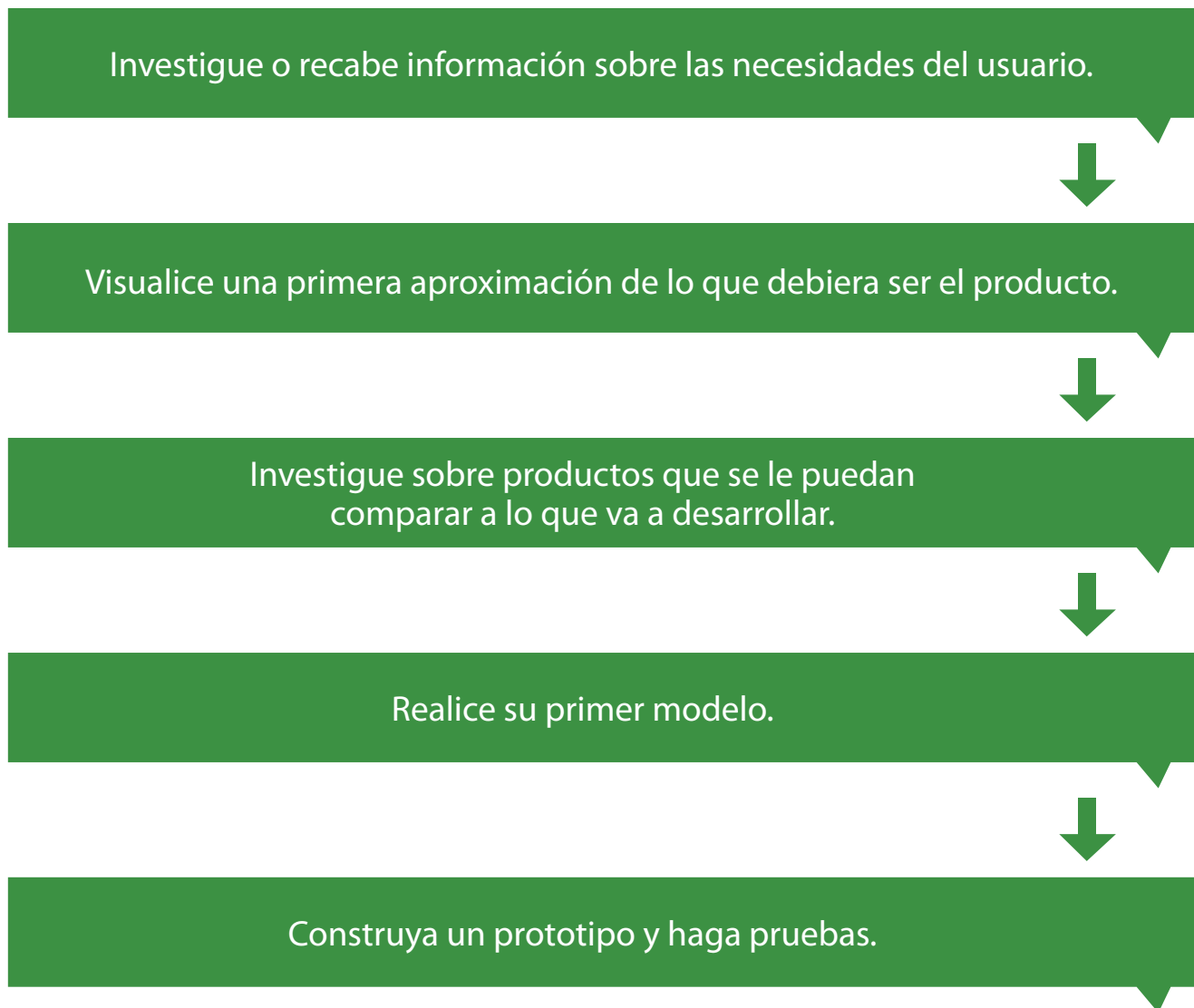


Figura 1  
Fuente: Propia.

En los procesos de diseño se pueden emplear herramientas como software que permita visualizar lo que se proyecta de manera tridimensional como el AutoCAD. Recuérdese que el software CAD (del cual AutoCAD es el más famoso en nuestro medio) es un software que asiste la labor de diseño mediante la computadora (*CAD: Computer Aided Design*).

## Fundamentos de procesos industriales

Los procesos industriales son aplicables a todas las áreas de nuestras vidas, tanto así que muchas veces no advertimos sobre el hecho. Los carros que manejamos; los empaques en los que viene la comida que consumimos; los televisores, computadores y otros dispositivos que empleamos; las herramientas; calentadores; aires acondicionados; la tubería que nos entrega el agua que consumimos y la lista continúa sobre todas las cosas que definen nuestra sociedad moderna. Todas estas cosas son hechas con componentes que se han fabricado. El proceso industrial que se emplee, es determinado por una serie de factores.

La idea fundamental de fabricar o producir es hacer algo que tenga una finalidad útil. La forma es probablemente predeterminada y calculada con cierta geometría física. Usualmente estas geometrías tienen ciertas tolerancias que se deben cumplir con el fin de que un producto se considere aceptable. La tolerancia define la precisión geométrica que debe ser alcanzada en el proceso de manufactura. La permisividad en la tolerancia, o en otras palabras la variación permitida entre el producto manufacturado y el producto ideal debe estar en función de la aplicación particular del producto. Ejemplo: cuando se fabrican piezas de Lego, la tolerancia es altamente restrictiva, pues lo que diferencia precisamente el Lego de otros juegos es la precisión con la que se han fabricado sus piezas. Una línea de producción de donas en cambio, permite unos muy mayores grados de tolerancia en la fabricación del producto.

Algunas metas de este tipo de procesos son:

- Lograr requerimientos de desempeño (ejemplo: tolerancia, solidez, peso, etc.).
- Cumplir con los requerimientos de costo del producto.
- Habilidad para reproducir una calidad constante durante la producción en masa.
- Los componentes manufacturados grandes deben tener propiedades de material uniformes a través de todo el componente.

En cuanto a las consideraciones básicas para un proceso de manufactura, podemos anotar que cuando se consideran diferentes procesos de manufactura **es fundamental desarrollar un entendimiento de la relación entre el proceso usado y las propiedades del producto finalizado**. Por eso es importante saber qué condiciones del material va a requerir un proceso en particular y qué tan diferente responden los materiales a diferentes condiciones (ejemplo: esfuerzo, calor, etc.).

En cuanto a la fabricación de materiales podemos decir que todos los productos manufacturados están hechos de cierto tipo de materiales. De manera similar a la tolerancia en la geometría, las propiedades del material en el producto final fabricado son de la mayor importancia. Por ello quienes estén interesados en fabricar deben cuidar mucho la selección del material a emplear. Una gran variedad de materiales hay disponibles hoy en día para los fabricantes. El fabricante debe considerar las propiedades de estos materiales con respecto a las propiedades deseadas en los productos terminados. Además se debe considerar el proceso de fabricación. Aunque las propiedades de la materia prima sean muy buenas, puede que no les sea posible transformarlas de manera efectiva o económica en un producto terminado. Ya que la estructura microscópica del material puede cambiar a través de las diferentes etapas del proceso de producción (dependiendo del tipo de proceso); las variaciones en las técnicas de manufacturación pueden producir resultados diferentes en el producto final. Por ello debe existir una constante retroalimentación entre el proceso de fabricación y la optimización de materiales.

Los materiales se pueden clasificar en tres tipos: metales, cerámicos y polímeros.



Imagen 1

Fuente: <http://manufacturaestructura.wikispaces.com/>

Los metales son materiales duros, maleables (es decir que se les puede dar forma) y hasta algún punto flexibles. Los metales también son fuertes. Su combinación de dureza y flexibilidad les hace útiles en aplicaciones estructurales. Cuando se pule la superficie de un metal, su superficie adquiere una apariencia lustrosa; aunque esa apariencia lustrosa es usualmente oscurecida por la presencia de polvo, grasa y sal. Los metales no son transparentes a la luz visible. Los metales también son extraordinarios conductores de luz y calor.

Las cerámicas son muy duras y fuertes; pero carecen de flexibilidad lo que les hace quebradizas. Las cerámicas son altamente resistentes a las altas temperaturas y a los químicos. Típicamente las cerámicas pueden soportar medio ambientes más brutales que los metales y los polímeros. Usualmente las cerámicas no son buenas conductoras del calor o la electricidad.

Los polímeros son usualmente suaves y no son tan fuertes como las cerámicas o los metales.

Los polímeros suelen ser extremadamente flexibles. Bajo altas temperaturas suelen tener un comportamiento viscoso y suelen ser aislantes para la electricidad.

¿De qué están hechos los metales? O en otras palabras, ¿Cuál es la micro-estructura básica de un metal? Desde el punto de vista de la química un metal es casi en su totalidad un elemento metálico puro (como el hierro). O una aleación, que es una combinación de dos o más elementos metálicos (como el cobre-níquel). Los átomos de un metal son similares a los de un material cerámico o un polímero en la medida en que se mantienen unidos por fuerzas eléctricas. La explicación más simple para este tipo de fuerzas de adhesión sería imaginar que los iones del elemento están cargados positivamente y se mantienen juntos ya que se encuentran rodeados por un mar de electrones; estos electrones se mueven libremente sin estar atados a un átomo en particular. Esto es lo que le da a los metales propiedades como la maleabilidad y alta conductividad. Los procesos de fabricación de materiales usualmente inician con un proceso de fundición.

¿De qué están hechas las cerámicas? O en otras palabras, ¿Cuál es la micro-estructura básica de la cerámica? Químicamente la cerámica está formada por elementos metálicos y no metálicos. Las adhesiones atómicas son usualmente iónicas donde un átomo de un no metal mantiene los electrones de otro átomo (metal). El no metal está entonces negativamente cargado y el metal positivamente cargado. Las cargas opuestas causan adhesión eléctrica. Algunas veces las fuerzas son parcialmente covalentes; esto quiere decir que los electrones son compartidos por ambos tipos de átomos (metálicos y no metálicos). Esto es lo que le da a la cerámica sus propiedades de solidez y baja flexibilidad.

En cuanto a los polímeros, éstos están usualmente basados en compuestos orgánicos y conformados por grandes cadenas de hidrocarburos. Cadenas de carbono, hidrógeno y otros elementos que se adhieren mediante covalencias como en el caso anterior. Para simplificar la estructura de un polímero, piense en un plato de espaguetis. Los polímeros pueden tener una micro-estructura aleatoria o amorfa cuando no hay orden entre las cadenas; o pueden tener una apariencia de organización en sus cadenas en cuyo caso se le llama a su micro-estructura, cristalina.

### **Diagramas de Flujo de Procesos (PFD) y Esquemas de Procesos e Instrumentos (P&ID)**

Esta parte del capítulo ha sido extraída del sitio Web <http://www.rff.com/process-flow-diagrams.htm> Y allí nos informan que los diagramas PFD (Por sus siglas en inglés de *Process Flow Diagram*) son habitualmente empleados en Ingeniería Química y en Ingeniería de Procesos. Muestran el flujo de los químicos y los equipos involucrados en el proceso. Habitualmente, Un PFD muestra sólo los equipos principales y no muestra detalles. Estos diagramas son empleados para información de un visitante y el entrenamiento de nuevos empleados.

Los P&ID corresponden a las siglas en inglés de *Process and Instrument Drawing* y son gráficos más detallados que los PFD. Incluyen los flujos principales y los secundarios, bucles de control y la instrumentación involucrada. Estos diagramas en ocasiones se llaman también

hojas de flujo y se emplean por personal de ingeniería en procesos técnicos, eléctricos, mecánicos, y de seguridad.

Las flechas en ambos diagramas muestran el flujo de material y los símbolos indican tanques, válvulas y otros equipos. Los símbolos empleados varían de una organización a otra. Así que se pueden encontrar diferentes símbolos para una misma máquina, como un motor.

Los diagramas que mostraremos a continuación pertenecen a un utilitario de software llamado RFFlow y pueden ser bajados de la Web y manipulados en una versión gratuita que dura un mes, en la dirección <http://www.rff.com/download.htm> Usualmente es más fácil modificar un diagrama existente que hacer uno nuevo. Veamos algunos objetos industriales a emplear en estos diagramas:

### Bloques de funciones

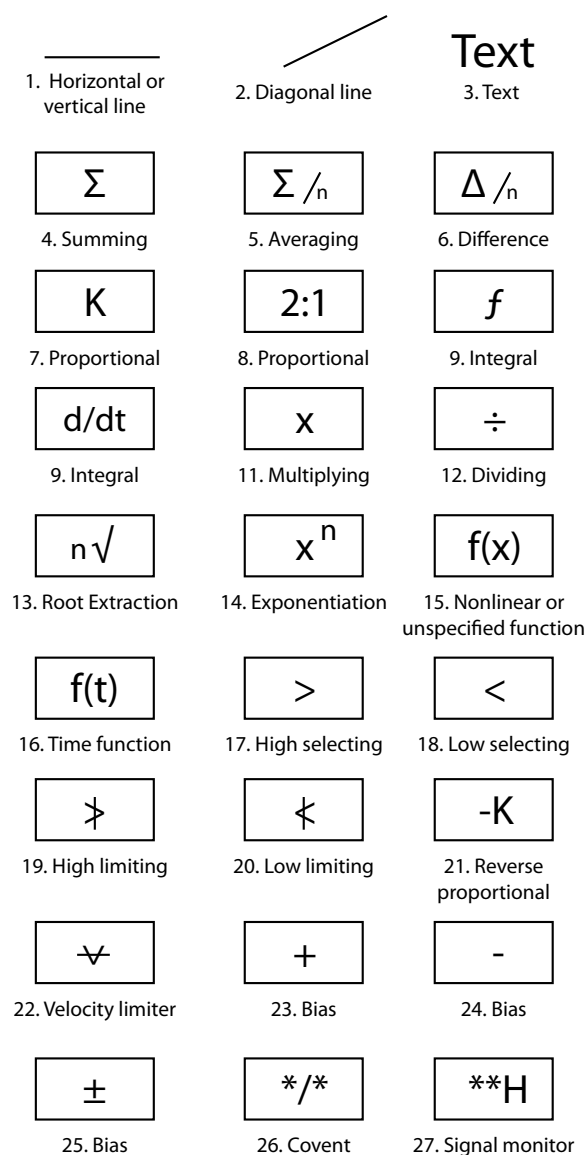


Figura 2  
Fuente: Propia.

## Símbolos de instrumentos generales

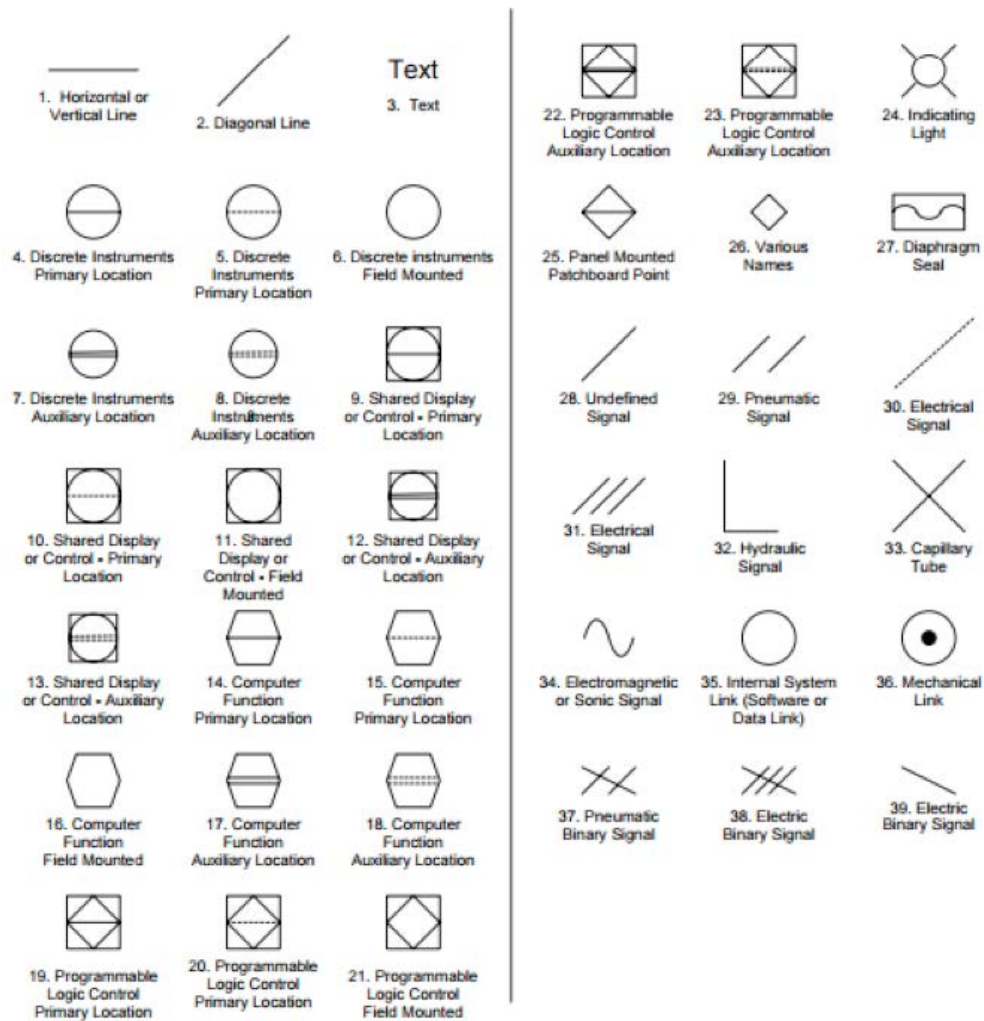


Figura 3  
Fuente: Propia.

## Tubería e instrumentación

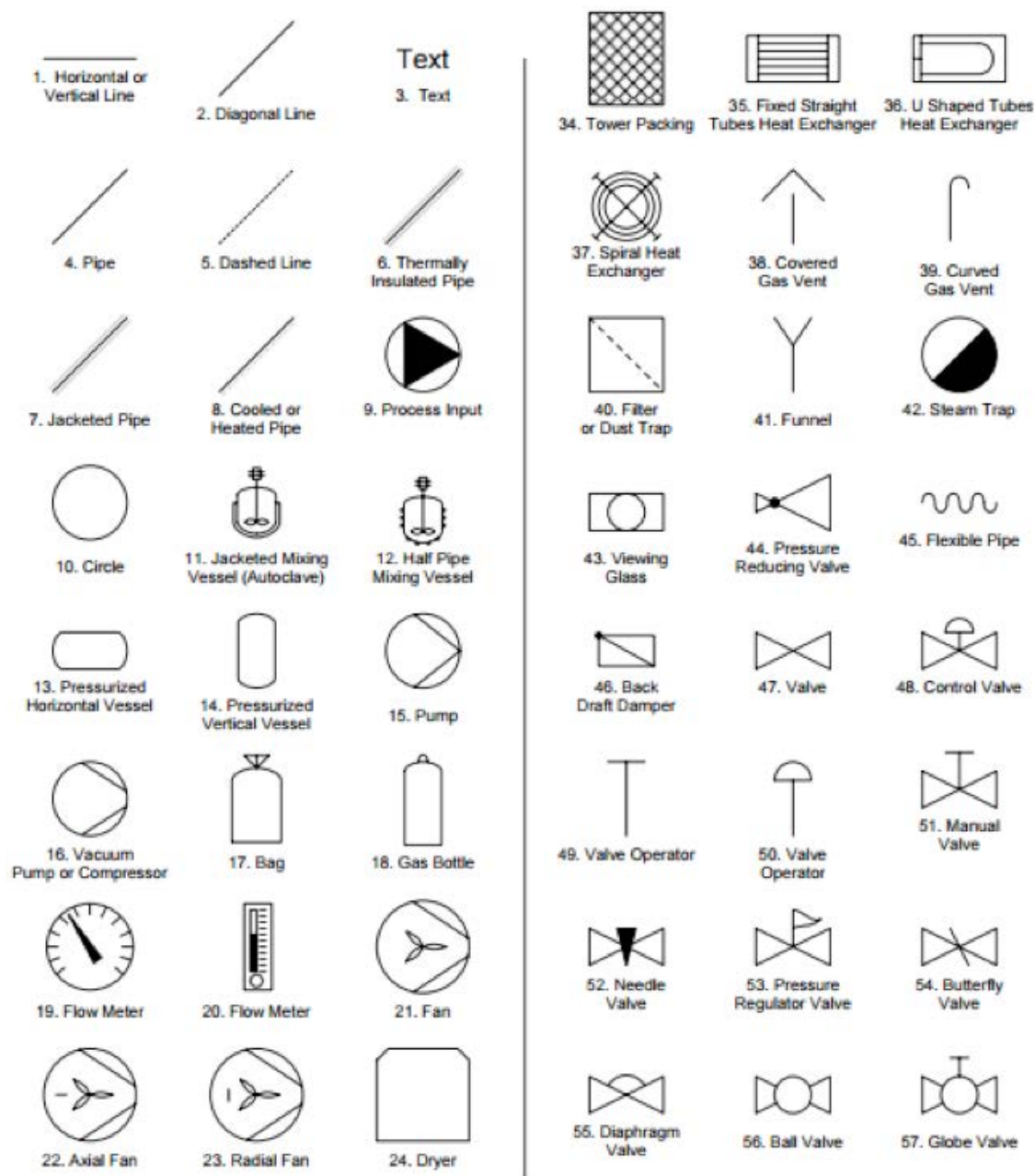


Figura 4  
Fuente: Propia.

**Diagrama de Flujo de un Proceso (PFD)**

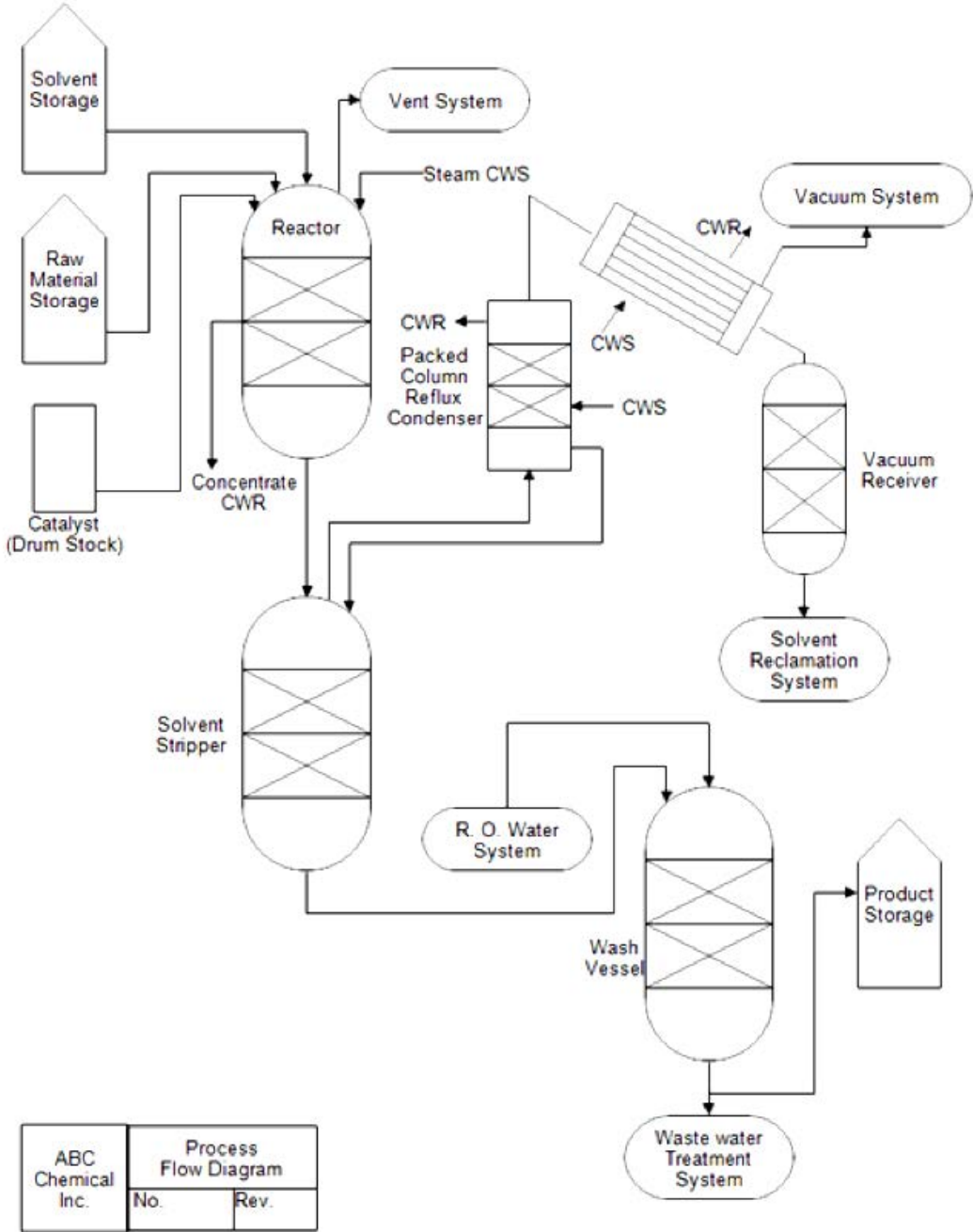


Figura 5  
Fuente: Propia.



## Esquema de Procesos e Instrumentos P&ID

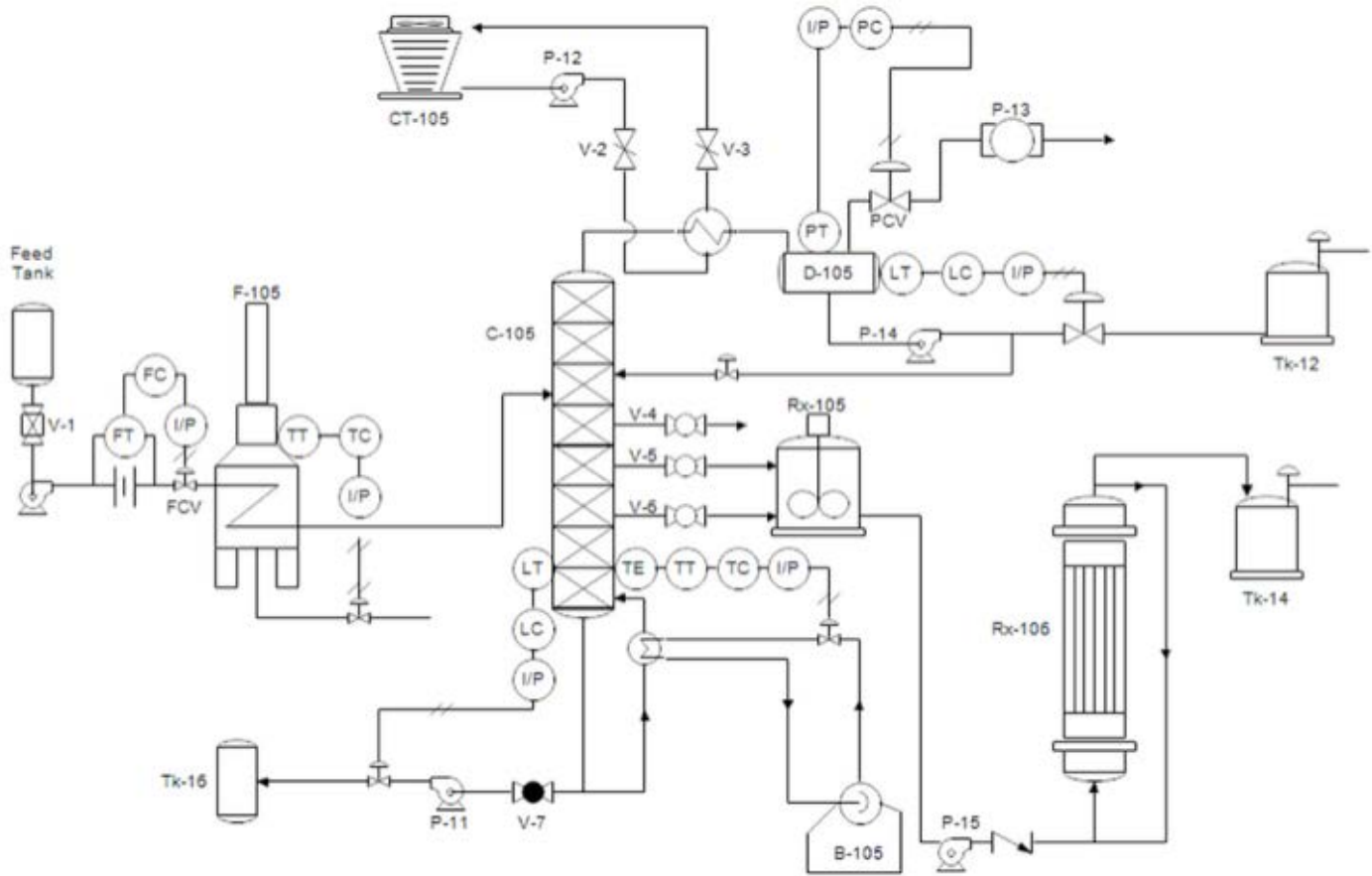


Figura 6  
Fuente: Propia.

## Tecnología para Procesos Industriales

Veamos algo sobre los más empleados procesos de manufactura en la industria. Cualquiera de los siguientes procesos puede ser empleado para producir una parte manufacturada. También recuerde que un proceso puede requerir una combinación de estos procesos para facilitar la elaboración de un artículo. Por ejemplo una parte fundida puede requerir de un trabajo adicional de maquinaria antes de convertirse en el producto final. O una parte puede ser producida a través de un proceso de pulvimetalurgia (o metalurgia de polvos es un proceso de fabricación que partiendo de polvos finos que se compactan, se les da una forma de-

terminada o compactado, y luego se calienta en una atmósfera controlada para obtener una pieza); para luego pasar a una operación de formación de metales. A continuación vamos a describir los métodos y técnicas involucradas en cada uno de los procesos de manufacturación. Siempre hay que tener en mente cómo las propiedades del material se relacionan con el proceso de fabricación. Muchos de los procesos que veremos a continuación aplican a los metales. Pero bien sea para metales, cerámicos o polímeros, los procesos se asemejan en su naturaleza. Por ejemplo los polímeros usualmente se funden); pero hay las suficientes diferencias como para tratarlos por separado.

**Fundición:** es uno de los procesos de manufactura más viejo. Algunos trabajos de fundición datan de hace 11.500 años. Ante todo involucra el llenar un molde con un material derretido. Este material, después de solidificarse toma la forma del molde. Hay dos tipos básicos de técnicas de fundición, de molde expandible y de molde permanente. La fundición puede ser hecha con la misma forma del producto final, siendo el único proceso requerido; o en ocasiones la fundición es el primer paso en la producción de un artículo que requiere de múltiples procesos. La fundición de metales puede ser empleada para la elaboración de partes con una geometría compleja. Así, partes intrincadas se pueden hacer de una sola pieza. La fundición de metales también produce piezas muy pequeñas como en la joyería o partes enormes que pueden pesar cientos de toneladas como los componentes para grandes maquinarias. Aunque se cuiden los parámetros con que se funde y las técnicas ayuden a controlar las propiedades de los materiales, una desventaja general de la fundición de metales es que el producto final tiende a tener más fallas y tiende a tener menos solidez y ductilidad (Propiedad de los metales de poder deformarlos en frío sin romperlos), comparados con otros procesos de fabricación como metales estampados (chapas).



Imagen 2

Fuente: <http://www.grupoilsa.mx/wp-content/uploads/2012/12/4f5373cdd077f1.jpg>

**Estampado:** la categoría de fabricación por estampado o enchapado incluye un gran grupo de procesos que usan la fuerza para inducir un cambio de forma en el metal por un trabajo mecánico. La cualidad más deseable en los materiales que se usan en esta técnica, es la alta

ductilidad y maleabilidad y un alto índice de elasticidad del material. Cuando se trabaja con metales, un incremento en la temperatura resultará en una mayor ductilidad y una menor elasticidad. En la industria, los metales usualmente se forman a altas temperaturas. Además del cambio de forma, el proceso de estampado de metales usualmente cambiará las propiedades mecánicas del material. El estampado puede eliminar vacíos en el metal, y romper y distribuir impurezas. Por estas razones el proceso de estampado de metales produce partes con propiedades mecánicas superiores. Con respecto a la temperatura hay tres tipos de estampado o enchapado: trabajo en frío (a temperatura ambiente), trabajo en abrigo (warm) y trabajo en caliente.



Imagen 3

Fuente: [http://www.autoform.com/es/images/products/solution\\_tryout\\_part\\_production.jpg](http://www.autoform.com/es/images/products/solution_tryout_part_production.jpg)

Procesamiento del polvo: esta es una técnica de fabricación que produce partes del polvo de ciertos materiales. Los polvos son comprimidos en la forma que se desea (llamado prensado), y calentados lo suficiente para causar que las partículas se adhieran entre ellas en un componente sólido (llamado sinterización). El procesamiento de polvos es común en materiales metálicos; no obstante los materiales cerámicos también pueden ser objeto de técnicas de procesamiento de polvo. Hay muchas ventajas del procesamiento del polvo. Con

procesamiento del polvo se puede obtener un control consistente de las dimensiones de un producto, manteniendo tolerancias relativamente ajustadas ( $\pm 0.005$  pulgadas). También se pueden producir piezas con un buen acabado en su superficie. Las partes pueden entonces ser hechas con su forma final sin que se requiera procesos de fabricación posteriores. Con el procesamiento del polvo hay muy poco desperdicio de material. Ya que esta técnica puede ser automatizada, minimiza la necesidad de trabajos manuales, requiriendo pequeñas cantidades de mano de obra calificada. Los metales que son difíciles de trabajar con otras técnicas, pueden ser fácilmente trabajados con esta técnica, como en el caso del tungsteno. También ciertas aleaciones que no se pueden lograr de otra forma, pueden ser producidas con esta técnica. Las partes pueden ser producidas con un nivel controlado de porosidad, gracias a la naturaleza de este proceso. Esta técnica también tiene algunas desventajas. La primera es su alto costo. El procesado del polvo es costoso si se le compara con materiales sólidos, además de requerir un almacenamiento más elaborado. Los hornos de sinterizado y las prensas especiales son más difíciles de construir que la maquinaria convencional. Las herramientas también suelen ser más costosas. Debido a que los polvos no fluyen con facilidad de manera lateral en un vaciado cuando se va a prensar, hay limitaciones geométricas para las partes que se pueden manufacturar. Las partes elaboradas con esta técnica pueden tener propiedades mecánicas inferiores, a no ser que hayan pasado por un proceso de fraguado. Por último, las variaciones en la densidad del material a través de la pieza hecha pueden ser un problema. Especialmente cuando se tienen figuras geométricas intrincadas. La fabricación con procesamiento del polvo es ideal para producir grandes cantidades de piezas moderadamente complejas con un tamaño pequeño a mediano que no requieran propiedades mecánicas demasiado fuertes en el material.



Imagen 4

Fuente: [http://2.bp.blogspot.com/-6lqkirXDE1Q/UZehgbOMBcl/AAAAAAAAAFol/dflBTtzQopM/s1600/metal\\_powder\\_pressed.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-6lqkirXDE1Q/UZehgbOMBcl/AAAAAAAAAFol/dflBTtzQopM/s1600/metal_powder_pressed.jpg)

Mecanizado o maquinado: con esta técnica, una parte es creada a sus dimensiones geométricas deseadas al remover el exceso de material de una pieza de trabajo, mediante una fuerza que se ejerce a través de cierta herramienta de remoción. Las calidades que se desean para el material a emplear con este tipo de técnica serían las siguientes:

- Baja fuerza de esquilado para facilitar los cortes.
- Resistente a los impactos.
- El material debe tener tendencia a no pegarse a la herramienta de corte.
- El material removido debe separarse de la pieza trabajada de una manera fácil y completa.



Imagen 5

Fuente: [http://www.pbsvb.es/getattachment/Zakaznicka-odvetvi/Doprava/Obrabeni/Obrabeni\\_Q9B3074.jpg.aspx](http://www.pbsvb.es/getattachment/Zakaznicka-odvetvi/Doprava/Obrabeni/Obrabeni_Q9B3074.jpg.aspx)

La habilidad relativa de un material para ser empleado con esta técnica es lo que se llama maquinabilidad. Las cerámicas exigen alta fuerza para esquilado, lo que las hace difíciles de cortar. Tampoco son resistentes a impactos, lo cual causa que se fracturen con facilidad. Aunque los polímeros requieren de baja fuerza para el esquilado, se derriten con facilidad por el calor generado durante el proceso, causando que se peguen a la herramienta; además, la alta ductilidad de los polímeros puede dificultar su remoción y el mecanizado se basa en remoción de materiales. Por estas razones, tanto las cerámicas como los polímeros tienen una baja maquinabilidad. Esta técnica es usualmente aplicada a los metales, y la maquinabilidad varía de un metal a otro. Esta técnica puede producir piezas de una altísima precisión (con tolerancias de una milésima de pulgada). También puede producir piezas con esquinas muy

definidas y planas en partes que no pueden ser creadas con otras técnicas. Combinando diferentes operaciones de mecanizado, se pueden elaborar piezas complejas. Sin embargo, este tipo de técnica tiene desventajas como el desperdicio que implica la remoción de material; particularmente si tenemos grandes cantidades de piezas a elaborar. El mecanizado es bastante aplicado para los acabados en la manufacturación de bienes.

## Control de procesos industriales

Hablaremos en principio del Control de Procesos. En [http://en.wikipedia.org/wiki/Process\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/Process_control) nos comentan que esta el control de procesos es una disciplina de la ingeniería que trata con arquitecturas, mecanismos y algoritmos que mantienen la salida de un proceso específico dentro de un rango deseado. Por ejemplo, la temperatura de un reactor químico puede ser controlada de esta manera para mantenerla en un rango deseado.

El control de procesos es ampliamente utilizado en la industria y habilita la producción en masa de artículos consistentes de procesos operados continuamente como en las refinerías, la fabricación de papel, químicos, plantas de energía y muchos otros.

El control de procesos posibilita la automatización, gracias a la cual un pequeño equipo de personas puede operar un proceso complejo desde una sala de control central.

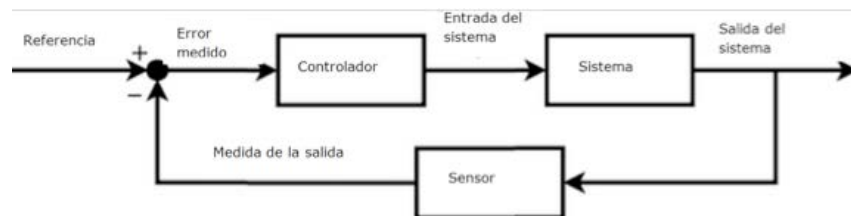


Figura 7  
Fuente: Propia.

El control de procesos puede hacer uso de la realimentación, como en el caso de arriba, o puede ser de bucle abierto. El control también puede ser continuo (como el control de cruce de algunos automóviles), o causar una secuencia de eventos discretos tales como los temporizadores o algunos rociadores.

El termostato y el calentador son ejemplos de controles que se encienden y apagan. Un sensor de temperatura enciende la fuente de calor si la temperatura cae por debajo de un punto predeterminado, y apaga la fuente de calor cuando se ha alcanzado el punto prefijado. No hay medida de la diferencia entre la temperatura de salida y el punto prefijado (vale decir, no hay medida del error); y no hay ajuste de la rata a la cual se adiciona calor, diferente a todo o nada.

Un ejemplo de control con realimentación es el control de crucero de un automóvil (algunos fabricantes le llaman mal a este control y le dicen “piloto automático”, lo cual ha inducido a algunos conductores a error, pues han creído que se pueden desentender de la responsabilidad de manejo). Aquí la variable a medir es la velocidad. El conductor ajusta la velocidad deseada; y el controlador monitorea el sensor de velocidad y compara la velocidad medida con la prefijada. Cualquier desviación, aún producida por causas como la velocidad del viento o una calidad diferente en el combustible, son corregidas por el controlador haciendo un ajuste de compensación a la apertura de la válvula del combustible, que viene a ser la variable manipulada. El controlador hace ajustes teniendo información sobre el error; aunque otros ajustes conocidos como sintonía son hechos con el fin de lograr un control estable.

El anterior diagrama da una idea de la filosofía de los sistemas de control industrial (como los PLC, los DCS y los SCADA), que se emplean en industrias como energía, agua, refinerías y datos). Basados en la información recibida de estaciones remotas, se pueden ejecutar comandos de manera automática o por medio de un operador, a dispositivos de control de esas estaciones remotas, que habitualmente se conocen como dispositivos de campo. Tales dispositivos de campo controlan operaciones como la apertura de una válvula o de un interruptor; colectando datos de los sensores y monitoreando el ambiente por alarmas.

Un PLC (por sus iniciales en inglés de Controlador Lógico Programable), es un dispositivo de control que se usa con frecuencia; esto con el fin de leer una serie de entradas

análogas o digitales, aplicar a partir de allí un conjunto de secuencias lógicas, y generar un conjunto de salidas análogas y digitales.

Por ejemplo, si una válvula ajustable fuese empleada para mantener el nivel de un tanque, la secuencia lógica compararía la presión equivalente de un nivel prefijado con la lectura de presión de un sensor que se encuentre abajo del nivel que normalmente indicaría bajo nivel de líquido, para determinar si se debe abrir más o menos la válvula que permita tener un nivel de líquido constante. La salida de un PLC calcularía entonces una cantidad incremental de cambio en la posición de la válvula.

El PLC evolucionó de la necesidad de reemplazar conjuntos o bancos de interruptores; ya que se puede dificultar el alambrado de éstos, así como su diagnóstico. PLC tiende a emplearse en ambientes de control binario de alta velocidad como impresoras de alta velocidad. El PLC sirve para proveer de operaciones lógicas booleanas, temporizadores y control continuo. Para el control continuo con PLC se pueden configurar características de control con información en la realimentación que sea de ganancia proporcional, integral y/o diferencial de manera que el sistema provea la tolerancia y rata de corrección que se desee.

Otros sistemas más complejos pueden hacer uso de sistemas de control distribuido (DCS en inglés), o de sistemas SCADA.

Los DCS son generalmente empleados en refinerías, plantas químicas, farmacéuticas, alimentos y bebidas, aguas, papeles, y minería. El concepto de DCS vino de la necesidad de coleccionar datos y controlar en tiempo real, sistemas en grandes áreas con redes de datos que posean buen ancho de banda. Es-

tos sistemas evolucionaron de la necesidad de extender sistemas de control neumático más allá de una pequeña área en una refinería. Los DCS están integrados como una arquitectura de control que contiene un nivel de supervisión que vigila múltiples subsistemas integrados que son responsables de controlar los detalles de cualquier proceso localizado bajo su área de control. El control de productos y procesos usualmente se logra desplegando bucles de control de realimentación hacia adelante o hacia atrás; de tal manera que condiciones importantes del producto o el proceso son automáticamente mantenidas cerca de las condiciones que se hayan predeterminado. Para lograr la tolerancia definida en el producto o proceso, se utilizan los controladores programables.

La historia de los sistemas SCADA inicia en aplicaciones distribuidas tales como líneas de transmisión de energía o tuberías para aguas o gas natural; donde hay necesidad de acopiar información de redes con bajo ancho de banda o que presentan intermitencias. Los sistemas SCADA emplean control de bucle abierto con sitios que están bastante alejados geográficamente. Los sistemas SCADA emplean unidades que envían telemetría de manera remota a un centro de control. Muchas de estas unidades tenían cierto nivel de manejo para hacer controles locales en caso de ausencia de la estación central de control; pero con el paso del tiempo estas estaciones remotas se han vuelto más autónomas.

Los límites entre PLC, DCS y SCADA tienden a ser menos definidos con el paso del tiempo y el avance de la tecnología. Muchas plataformas PLC pueden comportarse ahora como un pequeño DCS; y algunos sistemas SCADA ahora manejan esquemas de control de bucle cerrado sobre grandes distancias. Con el incremento en la velocidad de los procesadores, muchos sistemas DCS tienen toda una gama de subsistemas tipo PLC que no eran ofrecidos cuando se hicieron los primeros desarrollos.

Esto nos lleva al concepto de PAC (Controlador de Automatización de Procesos), que viene a ser una amalgama de los tres conceptos de PLC, DCS y SCADA. El tiempo y el mercado determinarán si este camino llega a simplificar la terminología y aclarar la confusión que rodea estos conceptos hoy.





4  
Unidad 4

Diseño de procesos  
de software



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

# Introducción

Durante la cartilla de la semana 7 hablaremos de las bondades de la tecnología utilizada a través de los software como herramienta fundamental para aumentar los niveles de calidad en los procesos de producción o prestación de servicio.

Para fundamentar estas herramientas tecnológicas explicaremos en que consiste el software del sistema y que beneficios presta a la empresa apoyados de la clasificación del software, generaciones de lenguajes de programación.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Diseño de procesos de software

### Definición de software

En el mundo de la tecnología informática, los dispositivos inteligentes como muchos teléfonos, televisores, y los computadores en general tienen dos partes principales:

1. Una parte es la física, tangible, compuesta por todo elemento que se pueda tocar; como el monitor, el teclado, la CPU, etc. Esa parte física es la que se conoce como el hardware del dispositivo.
2. Hay otra parte que no es tangible: está compuesta por el conjunto de instrucciones y datos que le dicen al dispositivo cómo se debe comportar. Está constituida por diferentes tipos de programas a diferentes niveles, y almacenados en diferentes medios físicos o hardware (memorias, discos, etc.). El conjunto de todo este tipo de programas, que constituyen la parte no tangible del computador o dispositivo inteligente, es lo que se conoce como software.

Veamos algunas definiciones más formales de lo que es el software, sin perder de vista lo que se ha dicho en el numeral 2, arriba. En el sitio web <http://www.openprojects.org/> encontramos que software es un término genérico para colecciones organizadas de datos e instrucciones en un dispositivo inteligente como un Smartphone (teléfono inteligente), un computador, o cualquier otro dispositivo similar.

Podemos categorizar el software de muchas maneras diferentes. Un enfoque es hablar de dos categorías, como veremos a continuación:

- a. El software del sistema, o sistema operativo que provee las funciones básicas del dispositivo. Es una base que permite acceder a las funcionalidades del hardware; pero no realiza ninguna tarea específica; pues esas tareas específicas se desarrollan sobre esta base del sistema operativo. Ejemplos de sistemas operativos son: Las diferentes versiones de Windows que encontramos en muchos computadores; las versiones de Android que vemos en muchos teléfonos inteligentes; las versiones de Unix que encontramos en muchos computadores empresariales.

- b. Las aplicaciones, que son empleadas por los usuarios para hacer tareas específicas. Por ejemplo, Google maps es una aplicación popular que nos permite ubicar un sitio cualquiera en el planeta, y verle físicamente, aunque no sea en tiempo real. Ejemplos de otras aplicaciones son las alarmas, los calendarios, el correo, whatsapp, programas que sirvan para correr la nómina, programas que sirven para elaborar documentos como Word y Excel, etc.

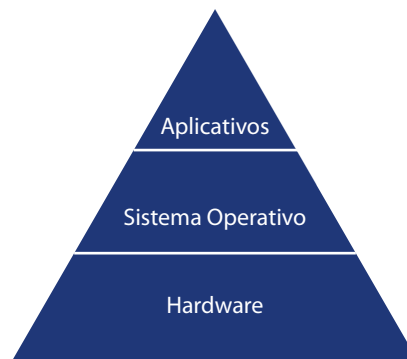


Figura 1  
Fuente: Propia.

El software del sistema es responsable por controlar, integrar y administrar los componentes individuales del hardware, para que el software aplicativo y en últimas el usuario, pueda aprovechar la funcionalidad que brinda el hardware, sin tener que preocuparse por detalles de bajo nivel como la transferencia de datos de la memoria al disco, o el despliegue de texto en la pantalla. Generalmente el software del sistema consiste del sistema operativo y algunas utilidades tales como formateadores de discos, administradores de archivos, editores básicos de texto para facilitar la escritura de instrucciones, autenticación de usuarios, manejo de redes, etc.

El software de aplicaciones por otro lado se emplea para lograr tareas específicas diferentes a las realizadas por el sistema operativo. Puede consistir de un solo programa como el visor de imágenes, o ser una pequeña colección de programas (conocidos como paquete de software) que trabajan de manera mancomunada para desarrollar una tarea, como es el caso de los editores de texto o las hojas de cálculo. Hay mayores colecciones de programas (conocidas como suites) que están relacionados entre sí pero con algo más de independencia y paquetes que tienen una interfaz de usuario o datos compartidos; tales como Office de Microsoft que es una suite que contiene un editor de texto (Word), una hoja de cálculo (Excel), un programa para el desarrollo de presentaciones (Power Point), un programa para el manejo de correos (Outlook), etc.

El software es creado con lenguajes de programación y utilidades relacionadas que pueden venir en presentaciones como las mencionadas arriba: Programas individuales como los interpretadores de instrucciones; o paquetes que contienen un compilador, un enlazador y otras herramientas; y grandes suites llamadas “Ambientes de desarrollo integrados” que contienen herramientas para diferentes lenguajes.

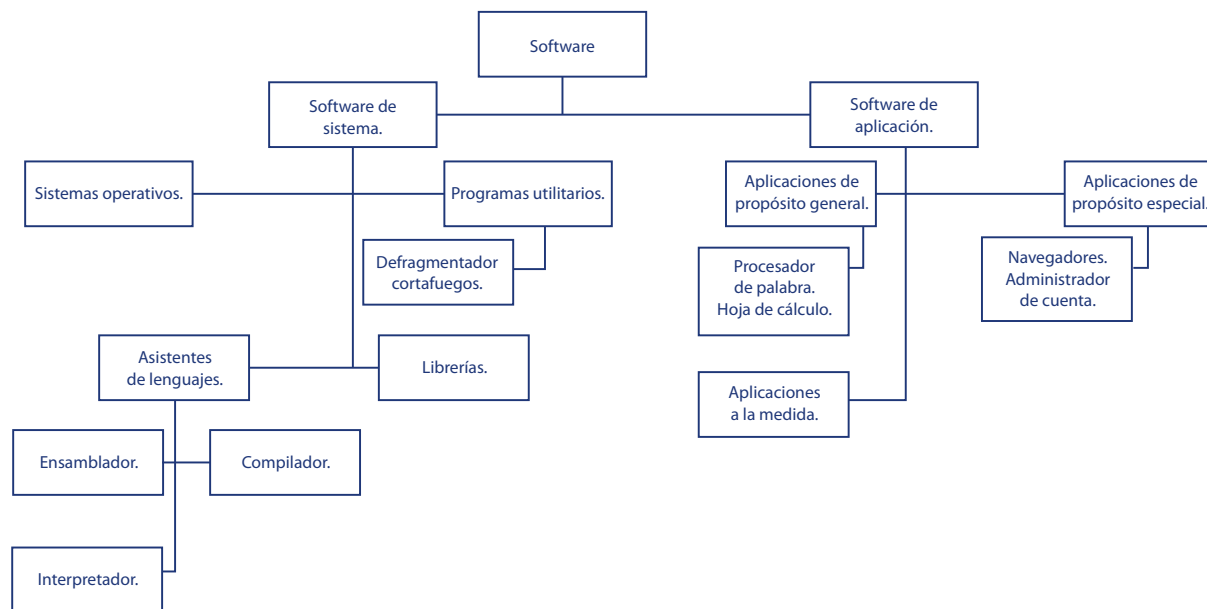


Figura 2. Clasificación del software  
Fuente: Propia.

En la gráfica apreciamos una de las muchas maneras en que se puede clasificar el software.

Comencemos por el software del sistema. Empleamos ese término cuando hablamos del software que ante todo es usado para operar el hardware. Vale decir, un dispositivo necesita este software para hacer uso de todos sus recursos físicos (procesador, memoria, discos, buses y otros periféricos de entrada/salida).

Los sistemas operativos como Android para teléfonos inteligentes y Windows para computadores, permiten hacer uso del hardware. Las aplicaciones que deseamos usar, requieren de esta plataforma, es decir, del sistema operativo, para poder correr. Uno de los papeles del sistema operativo es proveer de una máquina virtual. Esto se refiere a la manera como al dar clic en un ícono o en un menú, o digitando comandos en una línea de comando, logramos interactuar con el hardware del computador sin tener que entender su complejidad. Escondiendo de esta manera la verdadera complejidad del sistema hacia el usuario, el sistema operativo hace más fácil para las personas del común realizar tareas útiles en el computador o el dispositivo inteligente.



Imagen 1

Fuente: [http://www.brandemia.org/wp-content/uploads/2012/10/logo\\_principal.jpg](http://www.brandemia.org/wp-content/uploads/2012/10/logo_principal.jpg)

Muchos programas utilitarios son empaquetados en el software del sistema operativo, otros, son adquiridos de manera separada. Los programas utilitarios tienden a realizar tareas específicas relacionadas con la administración del hardware. Ejemplos de programas utilitarios incluyen la compresión de información, formateadores, defragmentadores y otros utilitarios para administrar los discos duros.

Las librerías son conjuntos de rutinas de uso común. En el sistema operativo Windows usualmente son archivos que tienen una extensión .dll y usualmente se conocen como librerías de ejecución a tiempo. Se les conoce con ese nombre porque son rutinas que son llamadas en el momento en que un programa que se está ejecutando, las requiere. Algunas librerías son entregadas con el sistema operativo, como Windows. Otras se entregan con herramientas de desarrollo como en el caso de Visual Studio. Por ejemplo, es posible bajar y usar una librería de rutinas que pueden ser usadas con Windows Media Player. Éstas incluyen funciones como hacer listas de temas a escuchar, o procedimien-

tos para acceder y manipular librerías de música. Usar librerías ahorra tiempo cuando se programa. También le permite al programador interactuar con software propietario sin tener acceso al código fuente.

Sobre los asistentes de lenguajes podemos decir que cualquiera que sea el lenguaje en el que se está programando, se requiere que ese lenguaje se traduzca a un código que la máquina entienda. Hay tres tipos principales de asistentes o traductores a lenguaje de máquina:

- Los ensambladores que son programas que traducen los códigos nemónicos empleados en "Assembly" a patrones binarios que representan las operaciones de la máquina. El "Assembly" tiene una equivalencia uno a uno con el código de la máquina. Cada instrucción de *Assembly* puede ser traducida en una única operación de la máquina.
- Los compiladores convierten el código fuente que usted escribe en un lenguaje de alto nivel en código objeto (código de máquina) que puede ser ejecutado por el computador. El compilador es un recurso más complejo que el ensamblador; y puede requerir de varias operaciones de la máquina para realizar una sola instrucción que se ha dado a alto nivel. Como resultado, el compilar puede ser un proceso lento cuando los programas son muy largos.
- Los interpretadores traducen el código fuente en el momento de la ejecución. El interpretador traduce información una a la vez en la medida en que el programa está siendo ejecutado. Los interpretadores usualmente son empleados para ejecutar programas escritos en lenguaje de alto nivel y pueden ser más rápidos en ejecución que compilar el programa

entero. El programa se compilaría sólo cuando esté totalmente terminado y listo para ser liberado al público. Los intérpretores se emplean en lenguajes de alto nivel como Java o PHP. Estas instrucciones no son compiladas y tienen que ser interpretadas bien sea por el navegador (en el caso de Java) o por intérpretores en el servidor (en el caso de PHP). Algunos lenguajes de programación hacen uso tanto de compiladores como de intérpretores. Si usted fuese a escribir un programa de Java en un editor de texto, cuando usted fuese a compilarlo, realmente estará creando algo llamado *bytecode*. El *Bytecode* es una especie de estado intermedio entre código fuente y código objeto. Cuando un computador ejecuta un programa en Java, los programas de la librería en esa máquina interpretan el *bytecode*. Esto le permite a Java ser independiente de la plataforma siempre y cuando el usuario emplee las librerías correctas en la máquina en que va a correr la aplicación.

Como vemos en la gráfica anterior, en la parte derecha se aprecia el software de aplicación, el cual tiende a ser utilizado para las tareas que tienen relación con el mundo exterior a la máquina. Por ejemplo, usted pudiera emplear un procesador para escribir una carta, un ensayo, o este curso de Diseño de Procesos. Aunque usted use el computador para realizar esa tarea, la tarea en sí misma puede ser considerada como un asunto ajeno al computador. Veamos algunos tipos de software de aplicación:

Esta como primera medida el software de propósito general. Este software puede ser empleado para lotes con diferentes tareas. Usted puede usar un procesador de palabra

para escribir una carta, un memorando, ensayos, instrucciones, notas, facturas y muchas más cosas. Tendemos a emplear suites integradas de software de oficina que involucra programas editores de texto, hojas de cálculo, y software para hacer presentaciones en suites como Microsoft Office.



Imagen 2

Fuente: <http://sts.wustl.edu/wp-content/uploads/2014/08/Microsoft-Office-Logo.jpg>

El software de propósito específico realiza una sola tarea específica. Esta tarea puede ser el cálculo de la nómina de una empresa, el control de inventarios, etc. Pero siempre se basará en una sola tarea. Como sucede con muchos conceptos abstractos, usted puede ampliar estas definiciones hasta que sus límites tienden a ser difusos. Por ejemplo, los navegadores para Internet pueden tener muchas características; y estar sin embargo centrados en una única tarea, dar acceso al contenido de una página Web.

El software hecho a la medida es escrito para un solo cliente. Grandes organizaciones tienen la necesidad de contar con aplicaciones desarrolladas a la medida de sus necesidades. Tales programas son usualmente costo-



son de desarrollar ya que los costos de desarrollo no son compartidos entre diferentes clientes.

### **Generaciones de los lenguajes de programación**

1. Lenguajes de primera generación. Aquí estamos hablando de código de máquina. Esta es la única forma de código que puede ser ejecutada por el computador directamente.
2. Lenguajes de segunda generación. El lenguaje *Assembly* fue desarrollado para hacer más fácil a los programadores escribir instrucciones de lo que sería escribir éstas en código de máquina. Se emplean nemónicos en lugar de patrones de bits, ya que éstos últimos son más difíciles de recordar.
3. Lenguajes de tercera generación. Estos lenguajes son de alto nivel, son independientes de la plataforma y están orientados a la solución de problemas. Los programas de tercera generación pueden ser ejecutados en cualquier plataforma que cuente con el compilador adecuado y siempre que existan los interpretadores correspondientes. Los lenguajes de alto nivel son desarrollados para solucionar ciertos tipos particulares de problemas. Por ejemplo Fortran (*Formule Translation*) fue un lenguaje desarrollado teniendo en mente las matemáticas, la ciencia y la ingeniería. Este lenguaje contenía muchas fórmulas científicas que el programador promedio podía no necesitar. El lenguaje COBOL fue desarrollado con la lógica de los negocios en mente; etc.
4. Todos los lenguajes en las tres primeras generaciones son llamados lenguajes imperativos porque las instrucciones

son ejecutadas en la secuencia definida por el programador.

5. Lenguajes de cuarta generación. Estos son lenguajes declarativos. Esto significa que el programador escribirá hechos o reglas en lugar de instrucciones. El interpretador producirá el resultado haciendo uso de algoritmos estándar de los que le han provisto para esta labor. SQL es un ejemplo de lenguajes declarativos.

### **Proceso de desarrollo del software y sus etapas**

El proceso de desarrollo de software es también conocido como ciclo de vida y es la metodología que se debe seguir de manera juiciosa para realizar el desarrollo de un producto de software.

Hay varios modelos para realizar este proceso. Cada modelo tiene diferentes enfoques de acuerdo a la variedad de tareas o actividades que tienen lugar en el proceso. Los modelos de desarrollo son los varios procesos o metodologías que se escogen para el desarrollo del proyecto, dependiendo de los objetivos y metas del proyecto. Hay muchos modelos de ciclos de vida para el desarrollo que han sido diseñados para lograr diferentes objetivos. Los modelos especifican las diferentes etapas del proceso y el orden en que éstas deben ser realizadas.

Cada vez más organizaciones que hacen desarrollo de software implementan metodologías de procesos. La selección del modelo tiene un alto impacto en las pruebas que se realizarán para la aceptación del producto. Definen el qué, cuándo, cómo y dónde se realizarán; y también definen qué técnicas se han de emplear para realizarlas.

Los procesos en la Ingeniería de software

están compuestos por varios pasos. Quizá los más notables son los siguientes:

- **Análisis de requerimientos:** definir los requerimientos de un producto de software que se desea es el primer paso que se debe realizar en su proceso de creación o desarrollo. Mientras que probablemente los clientes creen que ellos saben qué es lo que debe hacer el software; esto en la realidad requiere de habilidad y experiencia en ingeniería de software el reconocer requerimientos contradictorios, ambiguos o incompletos.
- **La especificación:** es la tarea que describe con precisión el software a desarrollar de una manera matemática rigurosa. En la práctica, muchas especificaciones exitosas son escritas para entender y sintonizar (*tunning*) aplicaciones que ya han sido liberadas. Pero las aplicaciones que involucran asuntos críticos de seguridad, necesariamente son especificadas primero antes de desarrollar la aplicación. Las especificaciones cobran aún más importancia cuando se consideran interfaces externas a la aplicación.
- **Arquitectura del software:** se refiere a la representación abstracta del sistema que se va a desarrollar. La arquitectura tiene que ver con el asegurarse que el sistema de software cumplirá con los requerimientos del producto, así como el tratar que futuros requerimientos puedan ser direccionados.
- **Implementación:** implica el convertir el diseño en código y es quizá la parte más obvia de la ingeniería de software, pero necesariamente es la parte más extensa.
- **Pruebas o "Testing".**



Imagen 3

Fuente: <http://dilbert.com/strip/2010-08-22>

Involucra el probar las diferentes partes del software. En especial donde diferentes ingenieros han integrado partes de código que han desarrollado, buscando por fallas de la aplicación.

- Documentación. Una tarea importante es documentar el diseño interno de la aplicación con el propósito que se pueda hacer mantenimiento y mejoras futuras.
- Entrenamiento y soporte.



Imagen 4

Fuente: <http://dilbert.com/strip/2010-04-02>

Un gran porcentaje de los proyectos de software fallan porque los desarrolladores no advierten que no importa cuánto tiempo, planeación y recursos un equipo de desarrollo invierte en diseñar una aplicación, si nadie de la organización termina usándolo. Las personas son habitualmente resistentes al cambio y evitan aventurarse en áreas que no le son familiares; así que como parte de la fase de desarrollo es importante tener clases de entrenamiento con los más entusiastas usuarios de software para construir confianza e involucramiento. Pasar luego a los usuarios más neutrales y al personal de soporte, y finalmente involucrar al resto de la organización para adoptar el nuevo software. Los usuarios tendrán muchas preguntas y se presentarán problemas con la aplicación, lo cual nos lleva a la siguiente actividad o fase.

## ■ Mantenimiento.



Imagen 5

Fuente: <http://dilbert.com/strip/2010-04-11>

El mantenimiento y las mejoras de software para lidiar con problemas de software que no se habían descubierto pueden tomar más tiempo que el empleado para hacer el desarrollo inicial de software. No solo puede ser necesario adicionar código que no se llevará bien con el diseño inicial; sino que el determinar realmente cuánto trabajo adicional se va a requerir, puede no ser claro en primera instancia. Cerca del 60% de todo el trabajo de ingeniería de software tiene que ver con el mantenimiento. Una parte pequeña de ese porcentaje tiene que ver con corregir errores de programación. La mayor parte tiene que ver con la atención de nuevos requerimientos que muchas veces se pueden entender como un nuevo trabajo.

Algunos modelos o metodologías de desarrollo de software son:

- Cascada: fue el primer modelo de creación de software en ser desarrollado. También es conocido como ciclo de vida secuencial lineal. Es bastante simple de entender y usar. En un modelo de cascada cada fase debe ser finalizada completamente antes que inicie la siguiente fase. Este tipo de modelo es muchas veces empleado en proyectos pequeños donde no hay requerimientos inciertos. Al final de cada fase hay una revisión con el fin de determinar si el proyecto aún sigue por la ruta correcta y si se debe continuar o descartar el proyecto. En este modelo las pruebas comienzan sólo hasta que el desarrollo ha finalizado. Vale decir, en este modelo las fases no se sobrelapan.

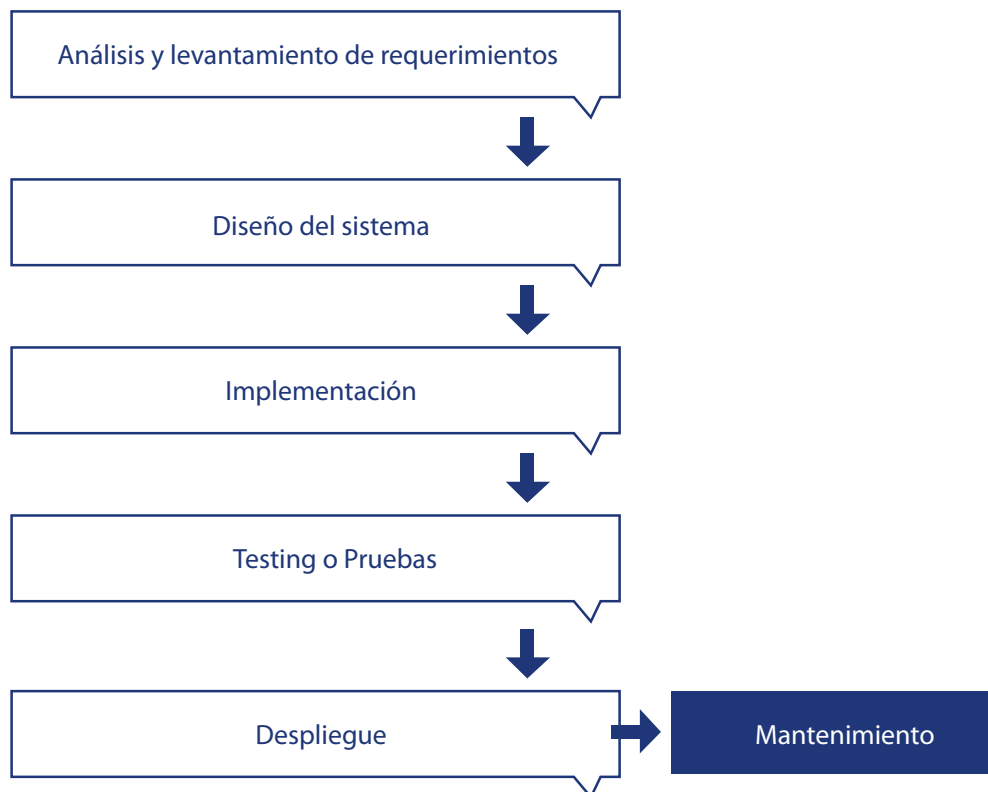


Figura 3  
Fuente: Propia.

Este modelo es fácil de entender y usar. Es fácil de administrar debido a la rigidez del modelo. Cada fase tiene entregables específicos y una revisión del proceso. En este modelo las fases son procesadas y completadas una a la vez. Las fases no se sobrelapan. El modelo trabaja muy bien en proyectos pequeños donde se entienden muy bien los requerimientos.

Una vez que estamos en la fase de pruebas, es muy difícil volver atrás para cambiar algo que no fue bien pensado en la fase de conceptualización. Otra desventaja puede ser que no se produce nada de software hasta que se ha avanzado mucho en el proyecto. Así que se presenta un alto riesgo. Este no es un buen modelo en proyectos complejos donde se hace programación orientada a objetos.

- Modelo en V. V significa verificación y validación. Como el modelo en cascada, el ciclo de vida en V es una secuencia de procesos en ejecución. Acá también cada fase debe ser finalizada antes de dar inicio a la siguiente fase. Las pruebas del producto se planean en

paralelo con su correspondiente fase de desarrollo. Mencionamos a continuación las diferentes fases de este modelo.

- Los requerimientos del negocio (BRS) y los del sistema (SRS) comienzan el ciclo de vida de este modelo como en el modelo de cascada; pero en este modelo antes que inicie la fase de desarrollo, se crea un plan para probar el sistema. Este plan se enfoca en lograr la funcionalidad que se ha plasmado en el levantamiento de requerimientos.
- El diseño de alto nivel se enfoca en la arquitectura que tendrá el sistema. Provee un vistazo de la solución, de la plataforma, del producto y los servicios involucrados. En esta fase se crea un plan de pruebas de integración.

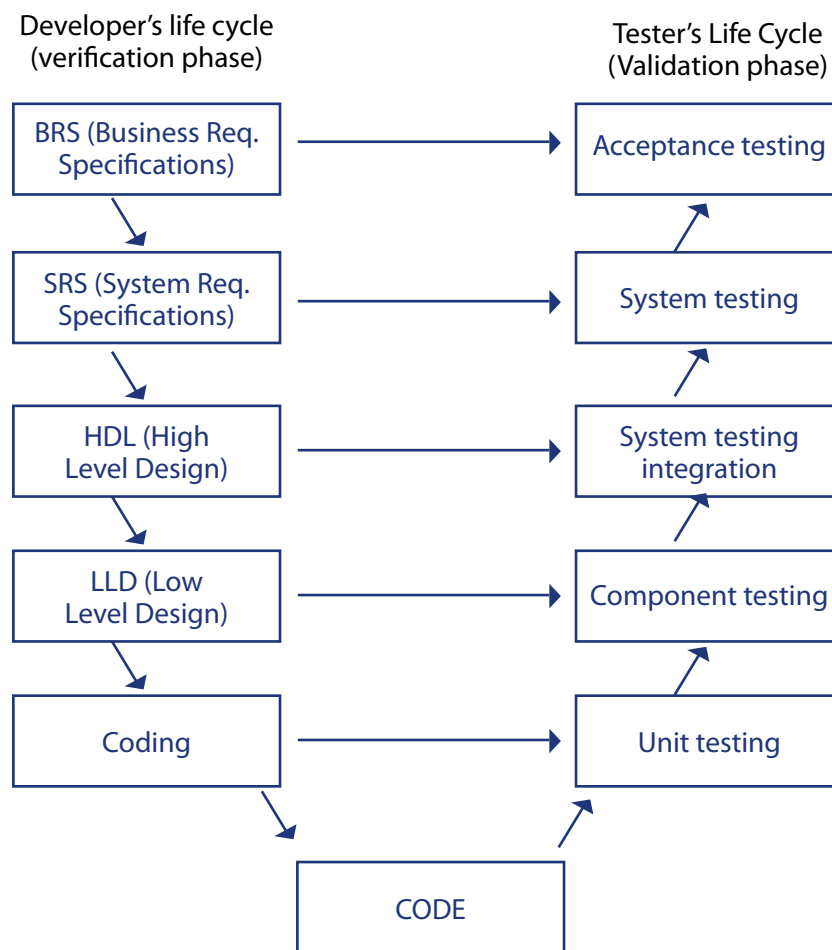


Figura 4  
Fuente: Propia

- El diseño de bajo nivel. En esta fase se diseñan los componentes reales del software. Se define la lógica de cada componente. Se define un plan de pruebas a nivel de componentes.
  - Implementación. En esta fase tiene lugar toda la escritura de código. Una vez se haya terminado de escribir el código se da inicio a la parte derecha de la V donde los planes de pruebas que se han desarrollado se comienzan a poner en ejecución.
- **Modelo Incremental:** la totalidad del requerimiento es dividida en varios subsistemas. Acá tienen lugar múltiples ciclos de desarrollo en lo que se asemeja a un ciclo de múltiples cascadas. Los ciclos se dividen en módulos más pequeños, más fáciles de administrar. Cada módulo pasa a través de las fases de levantamiento de requerimientos, diseño, implementación y pruebas. Una versión operativa del software es producida desde el primer módulo; así que se tiene software operativo desde etapas tempranas del ciclo de vida.

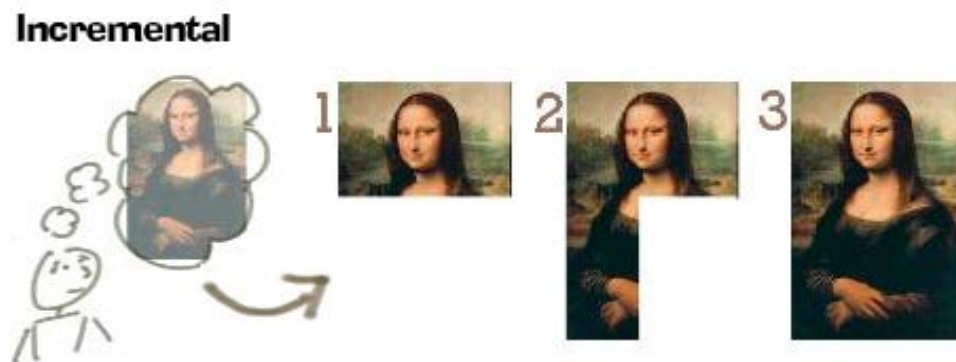


Imagen 6

Fuente: <http://claysnow.co.uk/wp-content/uploads/2014/11/monalisa.jpg>

En el diagrama de arriba cuando trabajamos de manera incremental, adicionamos pieza a pieza, pero esperando hasta que se haya finalizado primero la pieza que se va a adicionar.

Este modelo es más flexible. Los cambios representan menos costos; es más fácil de probar y para corregirle errores y se bajan los costos de liberación de versiones de prueba. Pero a cambio, requiere de una muy buena planeación y diseño, y su costo total es más alto que en el modelo de cascada.

## ■ Programación ágil (Agile Programming)

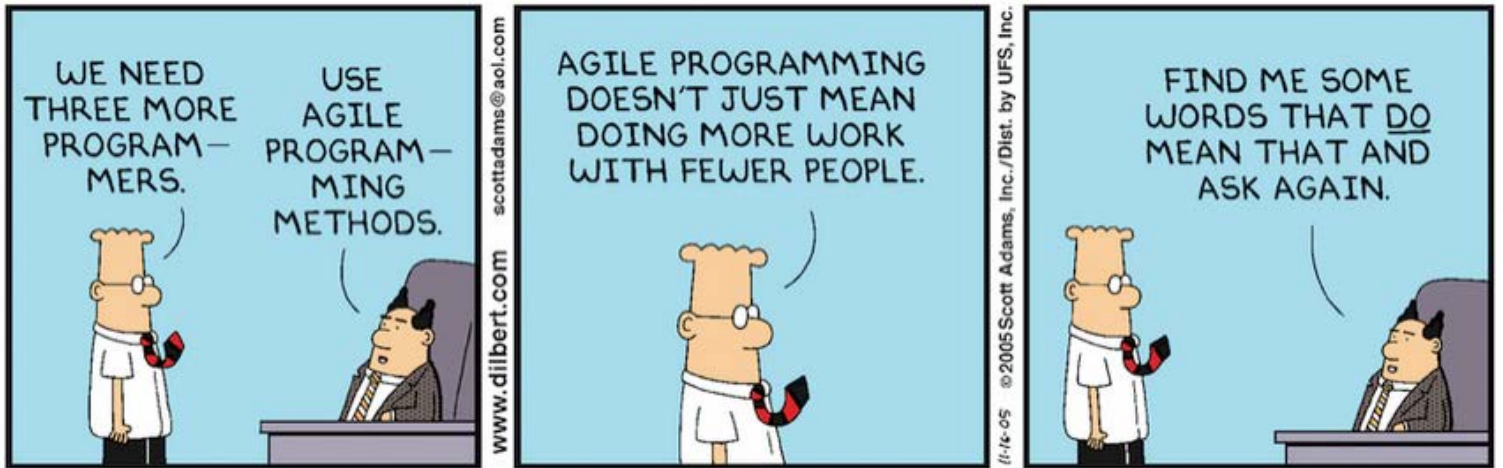


Imagen 7

Fuente: <http://dilbert.com/strip/2005-11-16>

El modelo de desarrollo ágil es también un modelo de desarrollo incremental. El software es desarrollado en ciclos rápidos incrementales que resultan en versiones pequeñas que se liberan con nuevas funcionalidades. Cada liberación es completamente probada para asegurar la calidad del software. Se emplea para ambientes donde es crítico el tiempo. La programación extrema es el método ágil que más se conoce. Hay satisfacción del cliente porque de manera continua se libera software con funcionalidad útil para éste. Se enfatiza en la interacción con el usuario más que en los procesos o las herramientas; y hay una continua atención a la excelencia técnica y al buen diseño. En este modelo aún los cambios tardíos son bienvenidos.

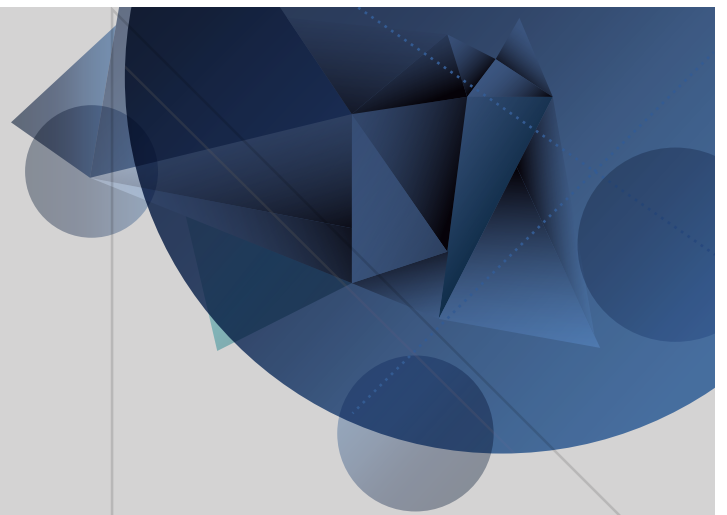




# 4

## Unidad 4

Normatividad



Diseño de procesos

Autor: Hernando Plazas

# Introducción

En la última cartilla del módulo diseños de procesos, veremos la normatividad que se debe aplicar en cada uno de los casos, según las normas ISO (Organización Internacional de Normalización o Estandarización), teniendo presente que la norma más aplicada es ISO9000.

Durante el desarrollo de la cartilla hablaremos de los procesos Administrativos y Operacionales y la aplicabilidad de los estándares en el desarrollo de software, de los principios de gestión de calidad; y estándares en procesos de producción, industriales, software y PCF estándar abierto para diseños de procesos administrativos y operativos.

Para la comprensión del tema se debe realizar la lectura de la cartilla de manera independiente y secuencial, teniendo en cuenta la estructura de su contenido. Las temáticas expuestas son conceptos básicos de Diseño de procesos en un enfoque teórico - práctico, por lo tanto la propuesta es conocer, comprender, y aplicar los diseños de procesos.

Adicional a ello realizar las lecturas detenidamente, si encuentra términos que no identifica, consultar su significado de manera técnica para comprender lo leído, apoyarse de consultas autónomas que usted pueda efectuar, adicionalmente es importante que argumente cada uno de los planteamientos presentados en la cartilla, y así obtendrá una visión clara de lo informado en la cartilla.

De esta forma para afianzar su conocimiento se requiere ejecutar los foros, talleres, quiz y evaluaciones propuestas en la semana de aprendizaje.

## Normatividad

¿Cómo se hace exitoso un estándar de proceso? El estándar de un proceso es exitoso y se convierte en norma sólo si el mundo lo adopta. Una familia de estándares se ha convertido en norma a nivel mundial. La familia de estándares de ISO, pero ¿qué es ISO? Es el más grande desarrollador de estándares internacionales voluntarios. Los estándares internacionales proveen especificaciones de última generación para productos, servicios y buenas prácticas, ayudando a la industria a ser más eficiente y efectiva. Desarrollado a través de un consenso global, las normas eliminan barreras para el comercio internacional. ISO desarrolla estándares internacionales que cubren casi todos los aspectos de la tecnología y los negocios.

Con la familia de estándares ISO el significado de calidad no varía en los 165 países miembros de ISO (Organización Internacional de Normalización o estandarización). Si estamos certificados ISO 9000 y comercializamos un producto; cumplir con la norma en Colombia, va a significar lo mismo en cualquiera de los otros 164 países miembros. Vale decir, cualquier empresa de esos 165 países cumplirá los mismos requisitos, para afirmar que está certificada en la norma de gestión de calidad ISO 9000. Eso no quiere decir de manera alguna que la norma busca proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de calidad o en la documentación. Cada empresa diseña ese sistema cumpliendo la norma ISO9000, pero adecuado a las necesidades de su producto, y el tipo y tamaño de su empresa.

Uno de los estándares que más se emplea es ISO9000; pero no es el único. Una empresa es libre de certificarse en un sistema de gestión como ISO; o quizá prefiera otro mecanismo como la metodología de mejora de procesos conocida como seis sigma. Hay quienes ven en seis sigma el siguiente paso natural para quien ya se ha certificado en ISO9000 y busca un sistema con otro enfoque para la mejora de sus procesos. Otros no ven en seis sigma un paso natural después de ISO9000; sino que estiman que los dos conjuntos de normas pueden coexistir: Seis sigma por su enfoque en mejora de procesos e ISO9000 como soporte del sistema de gestión de calidad.

## Procesos administrativos y operacionales

La exitosa adopción de estándares de procesos en el desarrollo de software parece inspirar otro tipo de negocios. El modelo de madurez de cinco niveles en desarrollo de software ha sido modificado por el SEI (Instituto de Ingeniería de Software) para valorar prácticas de gestión de RRHH, por ejemplo. En un momento el SEI estuvo soportando cinco tipos diferentes de CMM. Algunos académicos, consultores y compañías orientadas a procesos intentaban establecer un estándar para la madurez de administración de procesos.

Es así como el SEI implementó un estándar de procesos de enfoque más amplio que puede ser empleado por cualquier proceso de ingeniería, no sólo desarrollo de software. Se llama CMMI (la "I" es por Integración). El nuevo modelo es un conjunto de estándares que permite la adición de nuevos procesos de una manera modular. Las tasas de adopción para CMMI son diez veces más rápidas que aquellas para el software CMM.

CMM no es el único estándar de administración de procesos que ha transformado su industria. Quizá el más prominente es la familia ISO 9.000 de estándares de calidad. ISO 9.000 involucra el diseño, desarrollo, producción, instalación y mantenimiento de productos y servicios.

La familia ISO9000 aborda varios aspectos de la gestión tanto administrativa como operativa de muchas empresas y contiene algunos de los más conocidos estándares de ISO. Los estándares proveen una guía y herramientas para que las compañías aseguren que sus productos y servicios consistentemente cumplen los requerimientos de

sus clientes y que la cualidad es consistentemente mejorada. Hay varios estándares de la familia ISO 9000 que incluyen:

- ISO9001:2008: especifica los requerimientos de un sistema de gestión de calidad.
- ISO 9000:2005: cubre conceptos básicos y lenguaje.
- ISO 9004:2009: se enfoca en cómo hacer un sistema de gestión de calidad más eficiente y efectivo.
- ISO 19011:2011: es una guía para auditorías internas y externas del sistema de gestión de calidad.

ISO 9001:2008 es el único estándar de la familia que puede ser certificado. Puede ser empleado sin importar el tamaño o la actividad de la empresa. ISO9001:2008 está implementado en cerca de un millón de empresas en los países miembro.

El estándar está basado en principios de gestión de calidad con un fuerte enfoque en el cliente; en la motivación y apoyo de la alta gerencia; está orientado a gestión de procesos y a la mejora continua. La empresa debe realizar auditorías internas para observar cómo está operando su sistema de gestión de calidad.

### Principios de gestión de calidad

Presentaremos los 8 principios en los que se apoya un sistema de gestión de calidad basado en ISO9000.

1. Enfocado en los clientes.
2. Liderazgo.
3. Involucramiento de la gente.
4. Orientado a procesos.
5. Enfoque sistémico de la administración.

6. Mejora continua.
7. Enfoque fáctico para la toma de decisiones.
8. Beneficio recíproco en relaciones con proveedores.

Enfocado en los clientes: las organizaciones dependen de sus clientes y por ello deben entender las necesidades actuales y futuras de éstos; deben satisfacer sus requerimientos y esforzarse por exceder las expectativas de los clientes. Esto les permitirá incrementar sus utilidades y participación del mercado cuando de manera rápida y flexible responden a las oportunidades del mercado. Además este principio asegura un balance entre la satisfacción del cliente y otras partes interesadas como propietarios, empleados, proveedores, financiadores, la comunidad local y la sociedad en general.

Liderazgo: los líderes establecen unidad de propósito y dirección en la organización. Ellos deben crear y mantener el ambiente interno en el que la gente pueda involucrarse en el logro de los objetivos de la organización. Así se establece una clara visión del futuro de la organización; y se provee a la gente de los recursos requeridos, entrenamiento y libertad de actuar con responsabilidad.

Involucramiento de la gente: las personas a todos los niveles son la esencia de la organización y su completo involucramiento les habilita emplear sus capacidades para el beneficio de la organización. Esto lleva a que los funcionarios se apersonen de los problemas y se hagan responsables por resolverlos; además de manera espontánea comparten conocimientos y experiencia.

Orientado a procesos: el resultado deseado se logra más eficientemente cuando las actividades y recursos relacionados se manejan como un proceso. Esto lleva a definir sistemáticamente las actividades necesarias para obtener el resultado deseado; a establecer responsabilidades claras para el manejo de actividades claves; y a enfocarse en los factores que mejorarán actividades claves en la organización, como recursos, métodos y materiales.

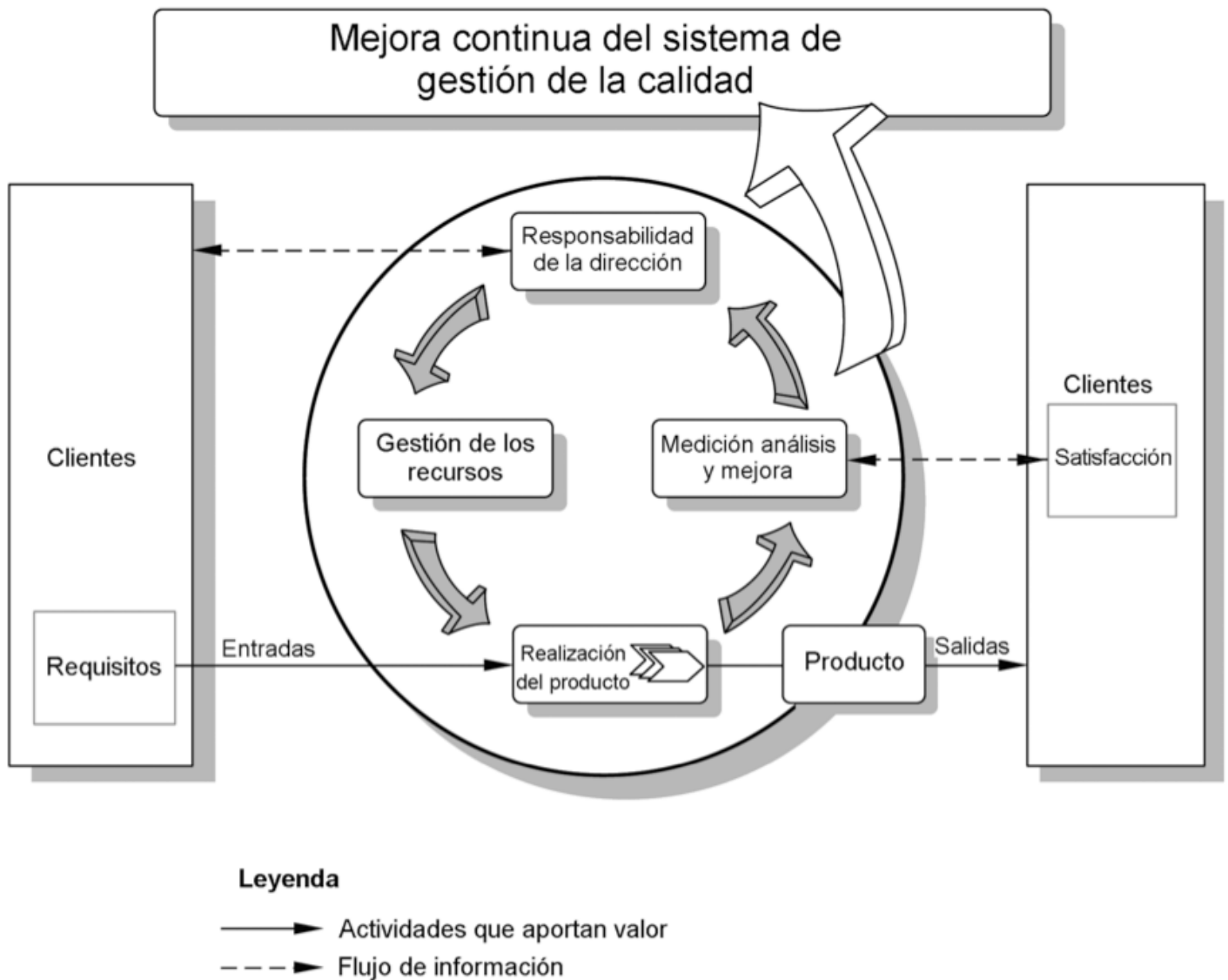


Figura 1

Fuente: <https://la17025puntoapunto.files.wordpress.com/2013/09/mejora-continua.png>

La grafica muestra el modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos y fue tomado de ISO9001:2008. Las flechas continuas indican actividades que aportan valor y las flechas de trazo no continuo señalan flujo de información.

Enfoque sistémico de la administración: identificar, entender y administrar procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la efectividad y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos. Esto lleva a enfoques estructurados que armonizan e integran los procesos; y provee un mejor entendimiento de los roles y responsabilidades necesarias para lograr un objetivo común.

Mejora continua: este debe ser un objetivo permanente de la organización ya que flexibiliza una rápida reacción a las oportunidades.

Enfoque fáctico para la toma de decisiones: las decisiones efectivas se basan en el análisis de la información. Esto permite una habilidad creciente para mostrar efectividad de decisiones basadas mediante el registro de hechos; lo que conlleva a que se cree el hábito de que la información esté disponible para quienes la necesitan y están autorizados a emplearla.

Beneficio recíproco en las relaciones con los clientes: una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación mutuamente benéfica mejora la habilidad de ambos para crear valor. Esto lleva a establecer relaciones donde se balancean las ganancias a corto plazo con las consideraciones a largo plazo; y a identificar y seleccionar proveedores claves.

Así hemos dado un vistazo a los principios de gestión de calidad basados en la norma ISO9000, y mostramos cómo, en conjunto, ellos conforman una base para un desempeño mejorado y excelencia en la organización. Hay muchas maneras de aplicar estos principios de gestión de calidad. La naturaleza de la organización y los retos específicos que ésta encara, determinarán cómo se implementan.

El sistema de gestión de calidad ISO9001 está bajo revisión y se espera actualización de su versión a finales de 2015.

Este estándar internacional no incluye requerimientos específicos para otros sistemas de gestión, pero si se puede alinear e integrar a esos otros sistemas, tales como los de gestión ambiental, gestión de la sa-

lud ocupacional y seguridad, gestión financiera o gestión de riesgos.

El ámbito de aplicación de este sistema de gestión de calidad es para cuando una organización:

- Necesita mostrar su habilidad de proveer consistentemente productos que cumple requerimientos tanto del cliente como los legales.
- Pretende mejorar la satisfacción del cliente mediante la aplicación efectiva del sistema, incluyendo procesos para mejora continua.

Es importante tener en cuenta que en la planificación estratégica de la calidad la organización define a dónde quiere ir en materia de calidad; en la planificación de un sistema de gestión se define cómo lograrlo, incluidos los recursos necesarios.

### **Procesos de producción**

Otros estándares se enfocan menos en la administración del proceso y más en la salida del proceso. El bien conocido estándar seis-sigma por ejemplo, se enfoca en la reducción de defectos a un alto nivel de confiabilidad estadística. A diferencia de los estándares CMM e ISO, las organizaciones se certifican así mismas como cumplidoras de los estándares seis-sigma; no hay certificadores externos. Por ello, es menos probable que seis-sigma lidere cambios en cómo las organizaciones compran y venden capacidades entre sí.

Ciertas industrias han creado versiones a la medida de los estándares de ISO. Por ejemplo, la industria automotriz ha creado el estándar QS-9.000 para la certificación de calidad de proveedores. Si un proveedor



para esa industria quiere vender a GM, Ford o Chrysler, debe cumplir los estándares QS. Virtualmente todos los proveedores han calificado, lo que significa una gran “comoditización” de proveedores de la industria automotriz. Otro ejemplo, La administración de Alimentos y drogas de los EEUU requiere que los fabricantes de dispositivos médicos cumplan estándares llamados QSR (*Quality System Regulation*), el cual es basado en enfoques ISO 9.000.

### Procesos industriales

Para la industria del petróleo y gas natural, trabajaron conjuntamente ISO, el Instituto Americano del Petróleo y el sector internacional del petróleo y gas, definiendo ISO 29001. Se definió con el fin de proporcionar requisitos complementarios para los sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO9001, y sus autores mencionan estas ventajas:

- Proporciona integridad operacional para la protección del medio ambiente y la continuidad del negocio.
- Establece previsiones de posibles defectos y reducción de costos innecesarios.

Existe otro sistema de gestión de calidad aplicable a organizaciones que suministran productos sanitarios, se trata de ISO 13485. Esta es una norma basada en ISO 9001, pero con requisitos particulares en lo relativos a satisfacción del cliente y mejora continua. Incluye aspectos como gestión del ambiente de trabajo donde se desarrolla el producto, gestión de riesgos asociados al producto sanitario, y control de trazabilidad de los productos sanitarios fabricados.

### Procesos de software

El Modelo de Madurez de la Capacidad

(CMM por sus iniciales en inglés de *Capability Maturity Model*) es uno de los modelos líderes. Por ello es importante entender por qué un modelo de proceso como CMM ha influido tanto en mejorar los procesos de software en el mundo.

Un factor importante es la simplicidad de la idea. El sistema de cinco niveles es fácilmente entendible y ofrece una clara indicación de progreso o falta de éste. Desde luego hay un gran nivel de complejidad tras los cinco niveles; Por ejemplo hay 18 procesos claves tales como aseguramiento de calidad de software y la administración de la subcontratación del software, que pueden ser evaluados con respecto a su madurez. Pero la simplicidad del modelo en general hace posible a trabajadores no técnicos y administradores, entenderlo y aplicarlo.

Otro factor en el crecimiento e influencia de CMM es el soporte del gobierno de los EEUU y el sector defensa. Algunas divisiones de este sector hicieron de CMM un requerimiento para contratar. Otro gran jugador en otro sector, tal como WalMart en los productos de consumo solicitaron requerimientos en el mismo sentido.

Otro factor de éxito es la estructura de gobierno de CMM. El SEI gusta de “evangelizar”, así que produce un buen volumen de documentación sobre el estándar y su aplicación, y facilita redes a nivel mundial para la mejora del software. Además, la independencia del SEI y Carnegie Mellon ha ayudado a mantener el estándar libre de lazos con una compañía en particular. Hay variedad de grandes y pequeñas compañías que ofrecen consultoría, educación y servicios de evaluación que soportan CMM.

Por último, otra razón clave de la popularidad de CMM es la flexibilidad de su uso y aplicación en las organizaciones. Provee un marco para la mejora pero no especifica cómo debe mejorar la organización. CMM soporta tanto métodos pesados donde se especifica detalladamente cada aspecto de la Ingeniería de Software, como procesos ágiles tales como la programación extrema, donde el proceso se deja en buena medida a los desarrolladores.

Valoraciones hechas por terceros independientes se emplean para certificar el nivel en que se encuentra la organización para crear software de acuerdo a la manera como ellos han definido y ejecutan sus procesos.

El desarrollo de software es un buen ejemplo de un proceso que necesita ser revisado. Bien sea interno o externo, el desarrollo de software es propenso al error, costoso y consume tiempo. El nivel general de calidad del software es bajo. Un estudio del U.S. NIST estimó que en 2002 los errores costaron casi USD 60 mil millones al año a la economía de EEUU. La calidad del software es particularmente impredecible cuando se compra a un proveedor. Una razón para los problemas de costo y calidad es la forma como se desarrolla software. Hasta hace poco no había un método estándar o enfoque para el desarrollo de software; normalmente era un trabajo "artesanal", algunos desarrolladores son más productivos y también hay quienes hacen las cosas con más calidad. Algunos fabricantes tienen métodos y herramientas estándar y muchos otros no. La diferencia en resultados era enorme, en parte porque no había estándares de las actividades y flujos de los procesos. Los problemas de calidad en el software se traducían en procesos mal administrados y altos costos. Se estima

que en 2003 sólo el 34% de los proyectos de software se implementó a tiempo y en el presupuesto. El Instituto de Ingeniería de Software (SEI) de Carnegie Mellon (EEUU) desarrolló en 1987 el CMM (*Capability Maturity Model*) para solucionar esta problemática; y se convirtió en un estándar mundial para procesos de desarrollo de software y ha hecho parte de muchas organizaciones de la industria y el gobierno Norteamericano. Este modelo facilitó el crecimiento de proveedores en ultramar en India y China para "comoditizar" procesos de desarrollo de software. En 2006 el SEI desarrollo CMM (*Capability Maturity Model*) con el fin de estandarizar los modelos separados de CMM, y también para eliminar otras desventajas de CMM.

CMM no requiere que las organizaciones sigan un proceso particular para el desarrollo del software, o que éstas logren un cierto número de líneas de código por día u otras métricas; sólo requieren que las organizaciones atiendan problemas de calidad. Cada uno de los cinco niveles (Inicial, repetible, definido, administrado y optimizado) define mayores grados de control en la administración y de sofisticación. El nivel 1 describe una organización de software *ad hoc* (muy específica) que tiene pocos procesos definidos. Las organizaciones que alcanzan el nivel 2 tienen enfoques básicos y repetibles hacia la Gerencia de Proyectos que hacen trazabilidad de costos, cronogramas y funcionalidades. Las organizaciones del nivel 3 interiorizan principios básicos de buena administración y mejores prácticas de ingeniería de software, tales como aseguramiento de la calidad en sus procesos estandarizados. Las organizaciones del nivel 4 colectan y controlan métricas detalladas de los procesos de software y su calidad. Las organi-

zaciones de nivel 5 tienen las capacidades anteriores y además un ambiente que alienta la mejora continua, y el aprovechamiento de las bases de conocimiento.

El SEI no realiza evaluaciones a empresas, sino que a través de entidades como el Instituto CMM facilita entrenamiento y autoriza evaluadores a nivel mundial. De hecho, el número de evaluadores en un país en particular es una buena medida de sus ambiciones en la industria del software. En Junio de 2.005 los EEUU tenían el mayor número de evaluadores con 1986. India era segundo con 359, China tercero con 182, el Reino Unido cuarto con 135 y Japón quinto con 131.

Un estudio del Instituto CMM fechado en Marzo de 2.014 que se puede observar en el link <http://CMMInstitute.com/wp-content/uploads/2014/05/Maturity-Profile-Ending-March-2014.pdf> muestra que el mayor número de evaluadores se encuentra ahora en Asia con 5.399 evaluadores (56%), seguidos de los EEUU con 2.490 evaluadores (menos de la mitad), un tercer lugar de Europa con 1044 evaluadores (11%). Lastimosamente se observa que América del sur cuenta con apenas un 10% de la cantidad de evaluadores que hay en Asia.

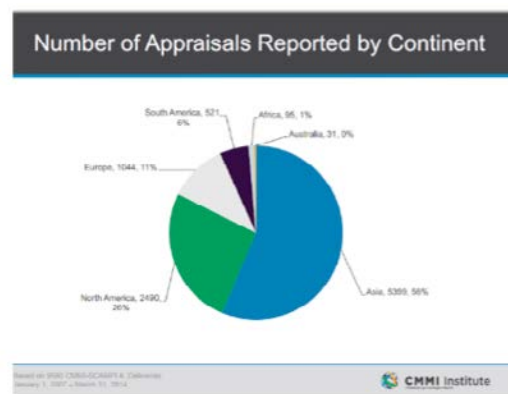


Imagen 1

Fuente: <http://CMMInstitute.com/wp-content/uploads/2014/05/Maturity-Profile-Ending-March-2014.pdf>

En la gráfica de la derecha se aprecia el número de evaluadores de CMM reportados por algunos países, y su comportamiento desde 2.007; donde se aprecia la clara tendencia China por liderar el desarrollo de la industria del software (gráfico azul), y la práctica resignación de los EEUU sobre el particular (Gráfico verde). México y Brasil aparecen en séptimo y octavo lugar en el presente cuadro. Estos países ven la certificación CMM como clave para sus objetivos en la industria del software. Un país establece suficientes credenciales en desarrollo de software para que los clientes a nivel mundial contraten sus programadores, mediante la certificación CMM nivel 5. Una empresa certificada CMM solo se compara con otra empresa certificada CMM del mismo nivel, en cualquier parte del mundo. Este es un signo seguro de lo que en este escrito hemos llamado “Comoditización”.

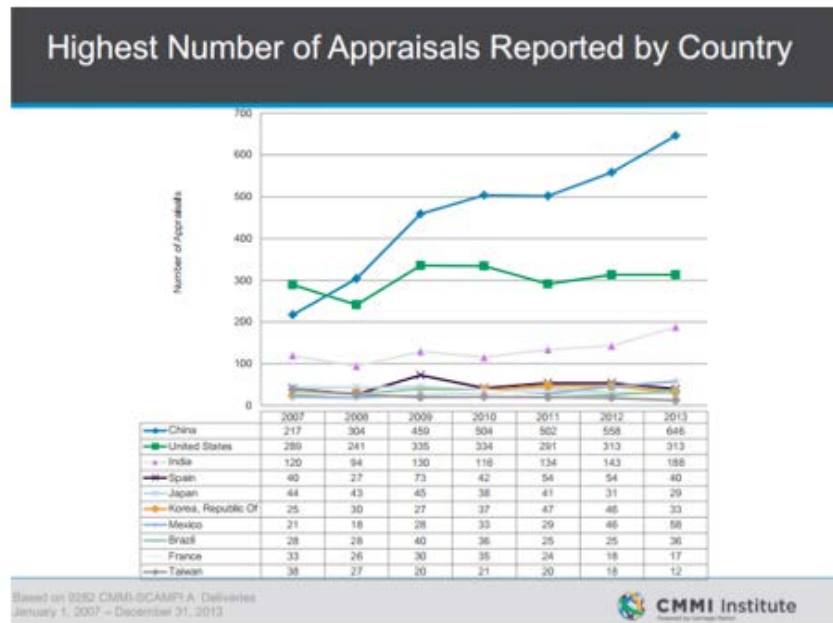


Imagen 2

Fuente: <http://CMMInstitute.com/wp-content/uploads/2014/05/Maturity-Profile-Ending-March-2014.pdf>

Hay muchas otras normatividades que se pueden emplear como ISO9000, ISO15504 y Seis Sigma.

### **PCF Estándar Abierto para Diseñar Procesos Administrativos y Operativos**

(APQC) American Productivity and Quality Center.

Marzo de 2014

Este marco es una taxonomía (Ciencia de la clasificación) de procesos de negocio inter-funcionales hecho para permitir la comparación objetiva del rendimiento al interior de una organización o entre éstas. Es conocido como PCF por sus iniciales en inglés (Process Classification Framework). PCF fue desarrollado como un estándar abierto que facilita la mejora a través de la administración de procesos y la comparación (benchmarking), sin importar la industria, el tamaño o la ubicación. PCF organiza los procesos operacionales y administrativos en doce niveles empresariales y más de mil procesos y actividades asociadas. Todo lo cual se puede encontrar en [www.apqc.org/pcf](http://www.apqc.org/pcf) Mostramos acá una versión resumida de ese marco.

La experiencia muestra que el potencial de la comparación (benchmarking) para lograr mejoras dramáticas reside directamente en hacer comparaciones creativas y buscar conocimiento que no se halla típicamente en los paradigmas de la industria. Para habilitar estas comparaciones beneficiosas, PCF sirve como un modelo de procesos empresariales de alto

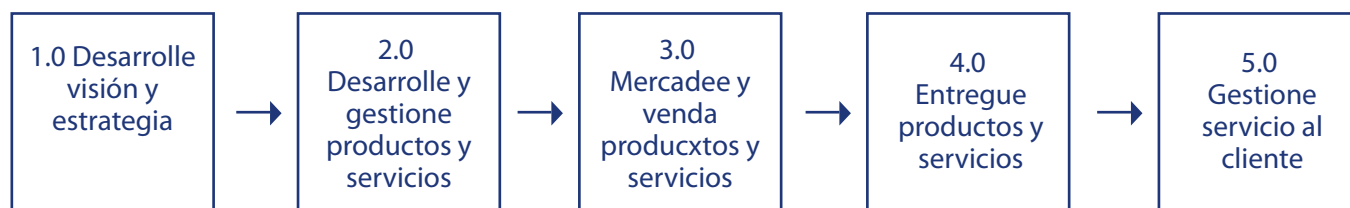
nivel, neutro en cuanto al tipo de industria, para ver los procesos de una organización desde un punto de vista inter-industrial.

El PCF fue originalmente diseñado como una taxonomía de los procesos de negocio, y un lenguaje común a través del cual se pueden comparar procesos entre organizaciones. Desde 1.992 PCF ha visto actualizaciones a la mayoría de su contenido. Estas actualizaciones mantienen el marco al día con la forma como las organizaciones hacen negocios de manera global.

La razón de trabajar esta taxonomía es que este conocimiento ayuda a las empresas a adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, y a desarrollar mejores formas de trabajar, y ser exitoso en un mercado competitivo. Con enfoque en la productividad, la administración del conocimiento, las comparaciones e iniciativas de mejora en calidad, se busca identificar las mejores prácticas, socializar los hallazgos y brindar herramientas para el éxito de la empresa. APQC fue fundada en 1.977 y sirve a organizaciones en el sector de los negocios, la educación y el gobierno.

El modelo tiene la siguiente apariencia:

### Procesos operacionales



Los niveles de PCF van de lo macro a lo operacional de la siguiente manera: Categoría -> Proceso grupal -> Proceso -> Actividad -> Tarea, veamos cómo:

Nivel 1. Categoría: Ejemplo: 1.0 Desarrolle visión y estrategia. Representa el más alto nivel del proceso en la empresa, tal como gestionar el servicio al cliente, la cadena de abastecimiento, las finanzas de la organización y los recursos humanos.

Nivel 2. Proceso grupal: Ejemplo: 1.1 Defina el concepto del negocio y la visión a largo plazo. Indica el siguiente nivel de los procesos y representa un grupo de procesos. Ejemplos de esto son: Reparaciones post-venta, adquisiciones, cuentas por pagar, reclutamiento, y el desarrollo de estrategias de ventas.

Nivel 3. Proceso: Ejemplo: 1.1.5 Gestione oportunidades de reestructuración en la organización. Una serie de actividades interrelacionadas que convierten entradas en resultados (salidas); los procesos consumen recursos y requieren estándares para que el rendimiento sea repetible.

Nivel 4. Actividad: Ejemplo: 1.1.5.3 Analice opciones de acuerdos o transacciones. Indica eventos claves realizados cuando se ejecuta un proceso. Ejemplos de actividades incluyen el recibir los requerimientos de un cliente, resolver quejas de un cliente y negociar contratos de compras.

Nivel 5. Tarea: Ejemplo: 1.1.5.3.1 Evalúe opciones de compra. Representa el siguiente nivel de la descomposición jerárquica después de las actividades. Son generalmente mucho más definidas y pueden variar ampliamente a través de las industrias. Ejemplo: Diseñar un esquema de reconocimientos y recompensas.

Se muestra a continuación una versión resumida de las 12 categorías del modelo.

## 1.0 **Desarrolle visión y estrategia.**

### 1.1 Defina el concepto del negocio y la visión a largo plazo.

#### 1.1.1 Evalúe el entorno.

1.1.1.1 Analice y evalúe la competencia.

1.1.1.2 Identifique tendencias económicas.

1.1.1.3 Identifique complicaciones políticas y regulatorias.

1.1.1.4 Valore innovaciones de nuevas tecnologías.

1.1.1.5 Analice estadísticas de grupos poblacionales.

1.1.1.6 Identifique cambios socio-culturales.

1.1.1.7 Identifique preocupaciones ecológicas.

#### 1.1.2 Sondee el mercado y determine necesidades y deseos de los clientes.

1.1.2.1 Dirija valoraciones cualitativas/cuantitativas.

1.1.2.2 Capture y valore necesidades de los clientes.

#### 1.1.3 Realice análisis interno.

1.1.3.1 Analice las características organizacionales.

1.1.3.2 Cree líneas base para los procesos actuales. (Línea base es el valor o condición contra el cual se compararán las medidas futuras; es como un punto de referencia).

1.1.3.3 Analice sistemas y tecnología.

1.1.3.4 Analice posiciones financieras.

1.1.3.5 Identifique competencias empresariales pertinentes a la razón de ser del negocio.

#### 1.1.4 Establezca la visión estratégica.

1.1.4.1 Alinee a todas las partes interesadas alrededor de la visión estratégica.

1.1.4.2 Comunique la visión estratégica a todas las partes interesadas.

- 1.1.5 Dirija oportunidades de reestructuración de la organización.
  - 1.1.5.1 Identifique oportunidades de reestructuración.
  - 1.1.5.2 Realice la debida diligencia.
  - 1.1.5.3 Analice opciones de acuerdos o transacciones.
    - 1.1.5.3.1 Evalúe opciones de adquisición.
    - 1.1.5.3.2 Evalúe opciones de fusión.
    - 1.1.5.3.3 Evalúe opciones de escisión.
    - 1.1.5.3.4 Evalúe opciones de liquidación.
- 1.2 Desarrolle la estrategia del negocio.
  - 1.2.1 Desarrolle la declaración general de la misión.
    - 1.2.1.1 Defina los negocios actuales.
    - 1.2.1.2 Formule la misión.
    - 1.2.1.3 Comunique la misión.
  - 1.2.2 Evalúe opciones estratégicas para lograr los objetivos.
    - 1.2.2.1 Defina las opciones estratégicas.
    - 1.2.2.2 Valore y analice el impacto de cada opción.
    - 1.2.2.3 Desarrolle la sostenibilidad de la estrategia.
    - 1.2.2.4 Desarrolle una estrategia de soporte global y servicios compartidos.
    - 1.2.2.5 Desarrolle estrategias de mejora ágiles/continuas.
  - 1.2.3 Seleccione estrategias de negocio de largo plazo.
  - 1.2.4 Coordine y alinee estrategias de procesos y funcionales.
  - 1.2.5 Cree el diseño de la organización. (estructura, gobierno, reporte, etc.)
    - 1.2.5.1 Evalúe la amplitud y profundidad de la estructura organizacional.
    - 1.2.5.2 Realice la representación gráfica de roles específicos de trabajo y análisis de valor agregado.
    - 1.2.5.3 Desarrolle diagramas de actividades en los roles para valorar las transferencias.
    - 1.2.5.4 Haga talleres de rediseño organizacional.
    - 1.2.5.5 Diseñe las relaciones entre las unidades de la organización.
    - 1.2.5.6 Desarrolle análisis de roles y diagramas de actividades para los procesos clave.
    - 1.2.5.7 Valore la implicación organizacional de posibles alternativas.
  - 1.2.6 Fije y desarrolle metas organizacionales.
  - 1.2.7 Formule las estrategias de las unidades de negocio.

- 1.3 Gestione iniciativas estratégicas.
  - 1.3.1 Desarrolle iniciativas estratégicas.
  - 1.3.2 Evalúe iniciativas estratégicas.
  - 1.3.3 Seleccione iniciativas estratégicas.
  - 1.3.4 Establezca medidas de alto nivel.
- 2.0 **Desarrolle y Gestione Productos y Servicios.**
  - 2.1 Gestione portafolio de productos y servicios.
    - 2.1.1 Evalúe el rendimiento de los productos y servicios existentes contra las oportunidades del mercado.
    - 2.1.2 Defina los requerimientos para el desarrollo de los productos/ servicios.
      - 2.1.2.1 Identifique las mejoras potenciales a los productos y servicios existentes.
      - 2.1.2.2 Identifique nuevos productos y servicios potenciales.
    - 2.1.3 Realice investigación de descubrimiento.
      - 2.1.3.1 Identifique nuevas tecnologías.
      - 2.1.3.2 Desarrolle nuevas tecnologías.
      - 2.1.3.3 Evalúe la posibilidad de integrar nuevas tecnologías líderes en el concepto de su producto/servicio.
    - 2.1.4 Confirme el alineamiento del concepto de su producto/servicio con la estrategia del negocio.
    - 2.1.5 Administre el ciclo de vida de su producto/servicio.
      - 2.1.5.1 Introduzca nuevos productos y servicios.
      - 2.1.5.2 Retire los productos y servicios desactualizados.
      - 2.1.5.3 Identifique y refina los indicadores de rendimiento.
  - 2.2 Desarrolle productos y servicios.
    - 2.2.1 Diseñe, construya y evalúe productos y servicios.
      - 2.2.1.1 Asigne recursos al proyecto de productos y servicios.
      - 2.2.1.2 Prepare una valoración técnica y casos de negocios de alto nivel.
      - 2.2.1.3 Desarrolle las especificaciones de diseño del producto/ servicio.
      - 2.2.1.4 Documente las especificaciones de diseño.
    - 2.2.2 Pruebe el mercado con los productos y servicios nuevos o revisados.
    - 2.2.3 Prepare la producción.
      - 2.2.3.1 Desarrolle y pruebe la producción prototipo y/o el proceso de entrega del servicio.



- 2.2.3.2 Diseñe y obtenga los materiales y el equipo necesario.
- 2.2.3.3 Instale y valide el proceso de producción o la metodología.
- 2.2.3.4 Monitoree la marcha de la producción.
- 2.2.3.5 Requiera los cambios de Ingeniería.
- 2.2.3.6 Gestione las órdenes de cambios de ingeniería.

### 3.0 **Mercadeo y venta Productos y Servicios**

- 3.1 Entienda mercados, clientes y capacidades.
  - 3.1.1 Realice análisis de cliente y mercado.
    - 3.1.1.1 Dirija investigación de mercado y cliente.
    - 3.1.1.2 Identifique segmentos del mercado.
    - 3.1.1.3 Analice tendencias del mercado y de la industria.
    - 3.1.1.4 Analice empresas competidoras y productos que son competencia o sustitutos.
    - 3.1.1.5 Evalúe marcas y productos existentes.
    - 3.1.1.6 Valore el entorno de negocios interno y externo.
  - 3.1.2 Evalúe y priorice las oportunidades del mercado.
- 3.2 Desarrolle la estrategia de mercado.
  - 3.2.1 Defina la oferta y propuesta de valor al cliente.
  - 3.2.2 Defina la estrategia de precio para alinearla con la propuesta de valor.
    - 3.2.2.1 Establezca guías para aplicar precios de productos y servicios.
    - 3.2.2.2 Apruebe políticas y estrategias de precios.
  - 3.2.3 Defina y gestione la estrategia de canal.
- 3.3 Desarrolle la estrategia de ventas.
  - 3.3.1 Desarrolle el pronóstico de ventas.
    - 3.3.1.1 Colecte información de órdenes actuales e históricas.
    - 3.3.1.2 Analice tendencias de ventas y patrones.
    - 3.3.1.3 Genere pronóstico de ventas.
    - 3.3.1.4 Analice promociones y eventos históricos.
  - 3.3.2 Desarrolle relaciones de ventas con asociados y aliados.
    - 3.3.2.1 Identifica oportunidades de alianzas.
    - 3.3.2.2 Diseñe programas de alianzas y métodos para seleccionar y gestionar las relaciones.
    - 3.3.2.3 Seleccione aliados.
    - 3.3.2.4 Desarrolle estrategias de gestión con asociados y aliados.
    - 3.3.2.5 Establezca metas de gestión con asociados y aliados.

- 3.3.3 Establezca presupuestos de venta generales.
- 3.3.4 Establezca metas de ventas y métricas.
- 3.3.5 Establezca medidas de gestión de los clientes.
- 3.4 Desarrolle y administre planes de mercadeo.
  - 3.4.1 Establezca metas, objetivos y métricas para productos por segmentos/ canales.
  - 3.4.2 Establezca presupuestos de mercadeo.
- 3.5 Desarrolle y gestione plan de ventas.
  - 3.5.1 Genere "leads" (Oportunidades de venta).
    - 3.5.1.1 Identifique clientes potenciales.
    - 3.5.1.2 Identifique "leads".
  - 3.5.2 Gestione clientes y cuentas.
  - 3.5.3 Gestione ventas al cliente.
    - 3.5.3.1 Realice llamadas de ventas.
    - 3.5.3.2 Realice actividades de pre-venta.
    - 3.5.3.3 Cierre la venta.
    - 3.5.3.4 Registre el resultado del proceso de ventas.
  - 3.5.4 Gestione las aplicaciones de ventas.
    - 3.5.4.1 Acepte y valide órdenes de ventas.
    - 3.5.4.2 Colecte y mantenga la información de la cuenta del cliente.
    - 3.5.4.3 Determine disponibilidad.
    - 3.5.4.4 Determine el cumplimiento de procesos.
    - 3.5.4.5 Ingrese órdenes al sistema e identifique y realice actividades de venta cruzada.
    - 3.5.4.6 Procese "back-orders" (órdenes que por alguna razón no se pudieron procesar, cuando fueron presentadas) y actualice.
    - 3.5.4.7 Maneje consulta de órdenes incluyendo transacciones para el cumplimiento en post-venta.
  - 3.5.5 Gestione la fuerza de ventas.
    - 3.5.5.1 Determine la ubicación del recurso de ventas.
    - 3.5.5.2 Establezca plan de incentivos a la fuerza de ventas.
  - 3.5.6 Gestione asociados de ventas y alianzas.
- 4.0 **Entregue Productos y Servicios.**
  - 4.1 Planee y alinee recursos de la cadena de abastecimiento.
    - 4.1.1 Desarrolle estrategias de producción y materiales.
      - 4.1.1.1 Defina metas de fabricación.

- 4.1.1.2 Defina políticas de obra y materiales.
- 4.1.1.3 Defina políticas de tercerización.
- 4.1.1.4 Defina políticas de gastos de capital en la fabricación.
- 4.1.1.5 Defina capacidades
- 4.1.1.6 Defina limitaciones de provisiones y red de producción.
- 4.1.1.7 Defina proceso de producción.
- 4.1.1.8 Defina infraestructura y disposición del sitio de trabajo de la producción.
- 4.1.2 Gestione la demanda de productos y servicios.
- 4.1.3 Cree plan de materiales.
- 4.1.4 Cree y gestione un programa maestro de producción.
- 4.1.5 Planee requerimientos para la distribución.
- 4.1.6 Establezca restricciones en la planeación de la distribución.
- 4.1.7 Revise políticas en la planeación de la distribución.
- 4.1.8 Valore el rendimiento en la planeación de la distribución.
- 4.1.9 Desarrolle estándares de calidad y procedimientos.
- 4.2 Obtenga materiales y servicios.
  - 4.2.1 Desarrolle estrategias de aprovisionamiento.
  - 4.2.2 Seleccione proveedores y desarrolle/mantenga contratos.
  - 4.2.3 Ordene materiales y servicios.
  - 4.2.4 Gestione proveedores.
- 4.3 Producción/Fabricación/Envío de productos.
  - 4.3.1 Programa de producción.
  - 4.3.2 Producción del producto.
  - 4.3.3 Realice pruebas de calidad.
  - 4.3.4 Mantenga registros de producción y gestione la trazabilidad del lote.
- 4.4 Distribuya servicio al cliente.
  - 4.4.1 Confirme requerimientos de servicio específico a clientes individuales.
  - 4.4.2 Identifique y programe recursos para cumplir con los requerimientos pactados con el cliente.
  - 4.4.3 Provea servicios a clientes específicos.
  - 4.4.4 Asegure la calidad del servicio.
- 4.5 Gestione logística y bodegaje.
  - 4.5.1 Defina estrategias de logística.
  - 4.5.2 Planee y gestione el flujo del material de entrada.

- 4.5.3 Opere la bodega.
- 4.5.4 Opere el transporte de lo producido.
- 4.5.5 Gestione devoluciones; gestione logística inversa.

**5.0 Gestione servicio al cliente.**

- 5.1 Desarrolle estrategias de cuidado y servicio al cliente.
  - 5.1.1 Desarrolle priorización/segmentación de servicio al cliente.
  - 5.1.2 Defina procedimientos y políticas de servicio al cliente.
  - 5.1.3 Establezca niveles de servicio para los clientes.
- 5.2 Planee y gestione operaciones de servicio al cliente.
  - 5.2.1 Planee y gestione el equipo de trabajo de servicio al cliente.
  - 5.2.2 Gestione los requerimientos y consultas de servicio al cliente.
  - 5.2.3 Gestione las quejas de los clientes.
- 5.3 Mida y evalúe las operaciones de servicio al cliente.
  - 5.3.1 Mida la satisfacción del cliente mediante consultas a éstos.
  - 5.3.2 Mida la satisfacción del cliente mediante el manejo y resolución de sus quejas.
  - 5.3.3 Mida la satisfacción del cliente con productos y servicios.
    - 5.3.3.1 Reúna realimentación del cliente en post-venta de productos y servicios.
    - 5.3.3.2 Solicite realimentación del cliente post-venta en efectividad de la publicidad.
    - 5.3.3.3 Analice satisfacción por productos y servicios e identifique oportunidades de mejora.
    - 5.3.3.4 Informe de la realimentación del cliente área que gestiona el producto o servicio.

**Servicios de Soporte y Administración.**

- 6.0 Desarrolle y gestione el capital humano
- 7.0 Gestione la Tecnología de información
- 8.0 Gestione los recursos financieros.
- 9.0 Adquiera, construya y gestione activos
- 10.0 Gestione riesgo empresarial, cumplimiento
- 11.0 Gestione relaciones externas
- 12.0 Desarrolle y gestione capacidades del negocio

## 6.0 **Desarrolle y gestione el capital humano.**

- 6.1 Desarrolle y gestione estrategias, políticas y planeación del RH.
  - 6.1.1 Desarrolle la estrategia de RRHH
  - 6.1.2 Desarrolle e implemente políticas y estrategia de la fuerza de trabajo.
  - 6.1.3 Monitoree y actualice estrategias, planes y políticas.
  - 6.1.4 Desarrolle modelos de gestión de competencias.
- 6.2 Reclute y seleccione empleados.
  - 6.2.1 Gestione requisición de empleados.
  - 6.2.2 Reclute candidatos.
  - 6.2.3 Seleccione candidatos.
  - 6.2.4 Gestiona nuevas contrataciones o re-enganches.
  - 6.2.5 Gestione la información del nuevo funcionario.
- 6.3 Desarrolle y oriente empleados.
  - 6.3.1 Gestione orientación al empleado.
  - 6.3.2 Gestione el rendimiento del empleado.
  - 6.3.3 Gestione el desarrollo del empleado.
  - 6.3.4 Desarrolle y entrenamiento de empleados.
- 6.4 Gestione relaciones con el empleado.
  - 6.4.1 Gestione relaciones laborales.
  - 6.4.2 Gestione procesos de negociaciones colectivas.
  - 6.4.3 Gestione asociaciones de administración laboral.
  - 6.4.4 Gestione quejas de los empleados.
- 6.5 Recompensa y retención de empleados.

- 6.6 Reestructura y retiro de empleados.
- 6.7 Gestione la información del empleado.
- 6.8 Gestione la comunicación con el empleado.
- 7.0 **Gestione la Tecnología de Información.**
  - 7.1 Gestione el negocio de la tecnología de información.
    - 7.1.1 Desarrolle la estrategia de IT empresarial.
    - 7.1.2 Defina la arquitectura de la empresa.
    - 7.1.3 Gestione el portafolio de IT.
    - 7.1.4 Realice investigación e innovación de IT.
    - 7.1.5 Evalúe y comunique el rendimiento de la plataforma.
  - 7.2 Desarrolle y gestione relaciones con clientes IT.
  - 7.3 Desarrolle e implemente controles de protección de datos, seguridad y privacidad.
  - 7.4 Gestione la información de la empresa.
  - 7.5 Desarrolle y mantenga soluciones de tecnología de la información.
  - 7.6 Despliegue soluciones de tecnología de la información.
  - 7.7 Entregue y soporte servicios de IT.
- 8.0 **Gestione Recursos Financieros.**
  - 8.1 Realice planeación y gestión de la contabilidad.
    - 8.1.1 Realice planeación/presupuesto/pronóstico.
    - 8.1.2 Realice contabilidad de costos y control.
    - 8.1.3 Realice gestión de costos.
    - 8.1.4 Evalúe y gestione la ejecución financiera.
  - 8.2 Realice contabilidad de ingresos.
    - 8.2.1 Procese el crédito a clientes.
    - 8.2.2 Facture al cliente.
    - 8.2.3 Procese cuentas por cobrar.
    - 8.2.4 Gestione y procese cobros.
    - 8.2.5 Gestione y procese ajustes y deducciones.
  - 8.3 Lleve la contabilidad general y los reportes.
    - 8.3.1 Gestione políticas y procedimientos.
    - 8.3.2 Lleve la contabilidad general.
    - 8.3.3 Lleve la contabilidad de los activos fijos.
    - 8.3.4 Realice reportes financieros.
  - 8.4 Gestione la contabilidad de los activos fijos.

- 8.5 Procese nómina.
- 8.6 Procese cuentas por pagar y reembolso de gastos.
- 8.7 Gestione operaciones de tesorería.
- 8.8 Gestione controles internos.
  - 8.8.1 Establezca procedimientos, políticas y controles internos.
  - 8.8.2 Opere controles y monitoree el cumplimiento con los procedimientos y políticas de controles internos.
  - 8.8.3 Reporte el cumplimiento de los controles internos.
- 8.9 Gestione impuestos.
  - 8.9.1 Desarrolle plan y estrategia de impuestos.
  - 8.9.2 Procese los impuestos.
- 8.10 Gestione fondos internacionales.
- 8.11 Realice servicios de comercio globales.
- 9.0 **Adquiera, construya y gestione activos.**
  - 9.1 Adquisición de activos no productivos.
  - 9.2 Planeando el mantenimiento.
    - 9.2.1 Realizar rutinas de mantenimiento.
    - 9.2.2 Realizar mantenimiento correctivo.
    - 9.2.3 Ajuste equipos.
    - 9.2.4 Gestione operaciones de las instalaciones.
  - 9.3 Obtenga e instale activos, equipo y herramientas.
  - 9.4 Disponga de los activos productivos y no productivos.
- 10.0 **Gestione riesgo empresarial, cumplimiento.**
  - 10.1 Gestione el riesgo en la empresa.
    - 10.1.1 Establezca el marco y políticas del riesgo empresarial.
    - 10.1.2 Observe y coordine actividades de gestión de riesgo empresarial.
    - 10.1.3 Coordine actividades de gestión de riesgo funcional y de las unidades de negocio.
  - 10.2 Gestione cumplimientos.
    - 10.2.1 Establezca políticas y marco del cumplimiento.
    - 10.2.2 Gestione el cumplimiento regulatorio.
  - 10.3 Gestione esfuerzos de remediación.
- 11.0 **Gestione las relaciones externas.**
  - 11.1 Construya relaciones con el inversionista.
  - 11.2 Gestione relaciones con el gobierno y la industria.

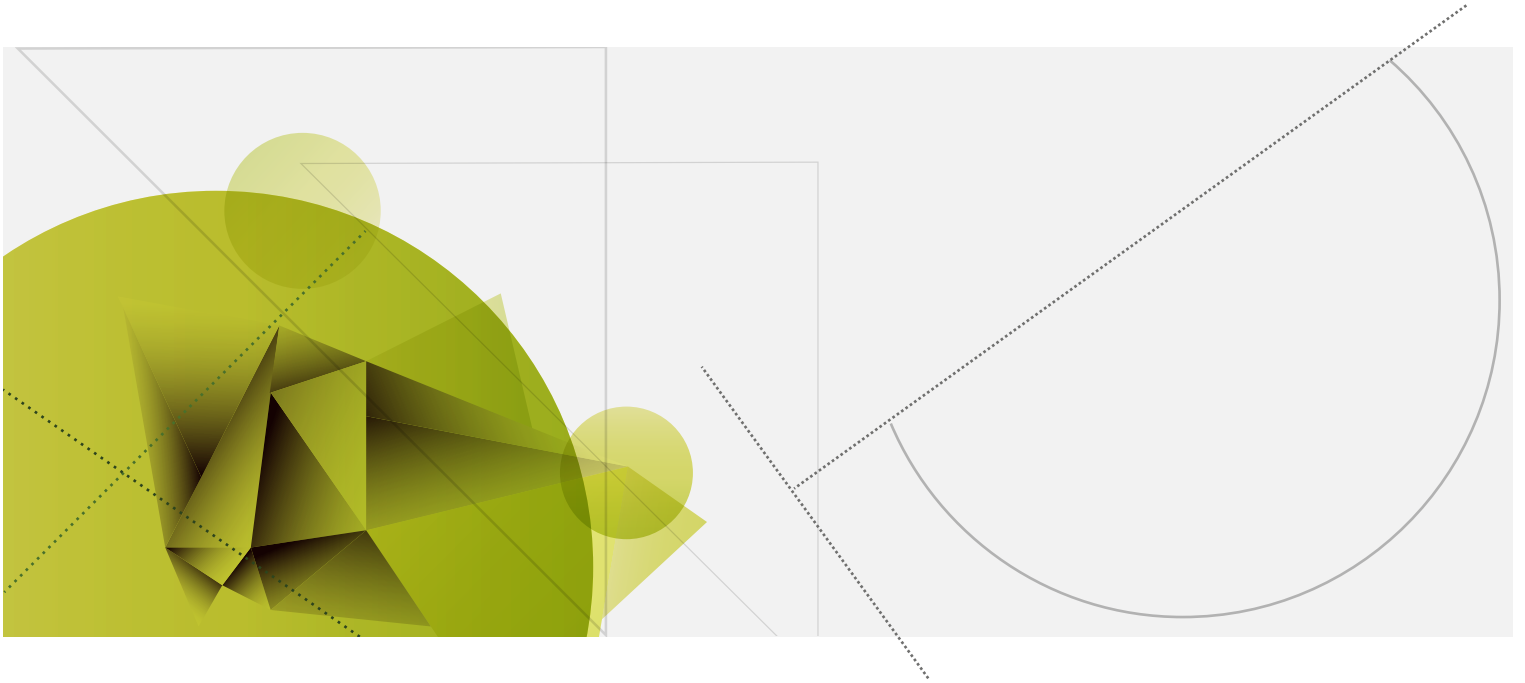
- 11.3 Gestione relaciones con la Junta Directiva.
- 11.4 Gestione cuestiones éticas y legales.
  - 11.4.1 Cree Políticas éticas.
  - 11.4.2 Gestione políticas de gobierno corporativo.
  - 11.4.3 Desarrolle y realice programas preventivos de cumplimientos legales.
  - 11.4.4 Garantice cumplimiento.
  - 11.4.5 Gestione consejo o consultoría externa.
  - 11.4.6 Proteja la propiedad intelectual.
  - 11.4.7 Resuelva disputas y litigios.
  - 11.4.8 Provea consejo legal.
  - 11.4.9 Negocie y documente los acuerdos y contratos.
- 11.5 Gestione el programa de relaciones públicas.
- 12.0 **Desarrollo y Gestión de las Capacidades del Negocio.**
  - 12.1 Gestione procesos del negocio.
    - 12.1.1 Establezca y mantenga gestión del proceso de mantenimiento.
    - 12.1.2 Defina y gestione marcos para procesos.
    - 12.1.3 **Defina o diseñe procesos.**
      - 12.1.3.1 **Estudie el ámbito del proceso.**
      - 12.1.3.2 **Analice el proceso.**
      - 12.1.3.3 **Mapee o haga una representación gráfica del proceso.**
      - 12.1.3.4 **Publique el proceso.**
    - 12.1.4 Gestione el rendimiento del proceso.
    - 12.1.5 Mejore los procesos.
  - 12.2 Gestione portafolio, programas y proyectos.
  - 12.3 Gestione la calidad en la empresa.
  - 12.4 Gestione el cambio.
  - 12.5 Desarrolle y gestione la capacidad de administración del conocimiento a través de toda la empresa.
  - 12.6 Mida y compare (*benchmark*).
  - 12.7 Gestione la seguridad y salud ambiental.



# Bibliografía

- **Cousins, J. & Stewart, T.** (2002). *What is Business Process Design and Why Should I Care?* Rivcom Ltd.
- **Davenport, T.** (2005). The Coming Commoditization of Processes. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2005/06/the-coming-commoditization-of-processes/ar/1>
- **Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Chile.** *Arquitectura y Diseño de Procesos de Negocios*. Óscar Barrios. Documentos de Trabajo. Serie Gestión No. 86.
- **Kafura, D.** (s.f.). *Notes in Petri Nets*. Computational Thinking.
- **Pardo, J.** (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. AENOR.
- **Quijano, A.** (2005). *Sistema de Producción*. eBrary.
- **Weill, P & Mallone, T.** (2004). *Do Some Business Models Perform Better Than Others? A Study of the 1.000 Largest US Firms* MIT. Recuperado de <http://cmmiinstitute.com/process-maturity-profile>.
- **White, S. & Miers, D.** (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide*. Future Strategies Inc.
- **Wolff, T.** (2011). *Using Models to Design Business Processes and Services*. IBM Developer Works.

Esta obra se terminó de editar en el mes de noviembre  
Tipografía Myriad Pro 12 puntos  
Bogotá D.C.,-Colombia.



**AREANDINA**  
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED  
**ILUMNO**