

---

## Análisis de Procesos

### Introducción

Esta nota pretende definir y explicar el sistema operativo de una organización. La razón principal del análisis de los procesos es diagnosticar los problemas y desarrollar planes de acción para su solución. A lo largo del curso tendremos oportunidad de poner a prueba el análisis de procesos en los casos de estudio. Los conceptos se irán clarificando poco a poco y, por eso, es conveniente que vuelva a leer esta nota al hacer el análisis de los casos.

Desde su concepción, las empresas buscaron un aumento de la productividad. La mejora continua de procesos es la fuente principal de estos incrementos. Para lograr mejoras en los procesos existentes se hace necesario analizarlos críticamente. Un proceso existente fue previamente diseñado y luego implantado. Por lo tanto, un análisis crítico comenzará con el estudio de su diseño y con una observación de su instalación. Pero antes de saber *cómo* se analiza un proceso debemos saber *qué* es un proceso.

### ¿Qué es un proceso?

Un proceso es lo que las empresas hacen. Se puede pensar como una caja negra en la que se produce una transformación, ingresa una determinada cantidad de elementos (materiales, mano de obra, metodologías, información, maquinaria, políticas de trabajo) y sale uno o varios productos (bienes y/o servicios) con un mayor valor para la empresa que los entrantes.

Antiguamente, el concepto de proceso que hoy utilizamos se transmitía con palabras como “operación” o “actividad”, en forma indistinta. Este concepto denota una cierta transformación elemental que a partir de una serie de recursos, *inputs* de la operación, obtiene una serie de *outputs*. El ensamblado de un automóvil es una operación. Una operación es también abrochar diez hojas juntas. Pero hay una gran diferencia entre estos procesos, el primero tiene un mayor nivel de agregación, es decir, se puede descomponer en operaciones más básicas. El segundo, aunque es descomponible en movimientos elementales de las manos, los ojos, etc., raramente deberá descomponerse a mayores grados de detalle para su aplicación. En principio, una operación es siempre descomponible en operaciones más elementales, pero no debemos desagregar más allá del nivel en el que el problema pueda analizarse y resolverse completamente.

---

Nota técnica de la División de Investigación del IAE, Pilar, Buenos Aires, Argentina – Preparado por el Asistente de Investigación Javier Mones Cazon bajo la supervisión del Prof. Héctor Tamanini, con fecha Agosto de 2000.

Prohibida la reproducción, total o parcial sin previa autorización escrita del IAE.

ISBN: 000.000.000.0 Copyright © 2000, IAE.

La diferencia entre tarea y proceso es la misma que hay entre la parte y el todo. En cierto sentido, cualquier transformación puede considerarse agregadamente una operación. Una de estas operaciones macroscópicas merece un trato especial. Se trata de “el proceso” para la obtención de un producto o servicio. Puede entenderse por proceso aquella combinación única de elementos, condiciones o causas que colectivamente entregan un producto dado o una serie de resultados. Se puede definir también como un conjunto de tareas combinadas mediante un flujo de bienes e información que transforma distintos elementos entrantes (input) en productos o servicios (output) con un valor agregado.

En resumen, como muchos autores definen a estos cambios entre un input y un output, indistintamente como actividad, transformación, operación, producción, proceso, intentamos aquí aclararles los conceptos de cada uno de ellos.

#### Definición:

Un **proceso** es un conjunto de actividades, acciones u operaciones que producen, a través de la transformación de un recurso (input), una cantidad (producción) de productos, bienes o servicios (output).

### **Componentes de los procesos**

En cualquier proceso encontraremos un input, una cantidad de tareas, stocks, flujos de materiales y de información, y un output. Además, sabemos que el proceso puede ser tratado como un sistema cerrado influido por el entorno.

El input del sistema incluye el trabajo, los materiales, la energía y el capital, pero en cualquier proceso el tiempo es un elemento crítico. Es necesario medir el input para conocer las cantidades necesarias para producir cierto output. El output de un proceso puede ser tanto un bien como un servicio. Si se tratara de un bien, seguramente sea almacenado como producto terminado. Pero si se tratara de un servicio, sería imposible almacenarlo; sería consumido instantáneamente. Es conveniente medir el input y el output en valores monetarios para saber como influye sobre ellos el entorno económico.

Es difícil asignar un valor económico al output porque, en realidad, es el mecanismo de precios del mercado el que le asigna un valor. Por esta razón es importante entender el entorno económico del proceso. ¿Cuáles son las condiciones del mercado? ¿Qué está haciendo la competencia? son preguntas que ayudarán a profundizar el análisis de un proceso.

Hemos visto hasta ahora qué es lo que entra y qué es lo que sale de un proceso. Es preciso entender también lo que sucede dentro del proceso. Los detalles de cada proceso son diferentes, pero siempre existen tareas, flujos y stocks dentro de un proceso.

Las tareas son aquellas operaciones o actividades que describimos en la definición de proceso, que agregan valor al producto acercándolo al producto terminado. Los flujos son generalmente de dos tipos: flujos de bienes o flujos de información. Los flujos de bienes ocurren cuando los bienes son trasladados de un sitio a otro. A veces se añade

trabajo o capital durante el flujo porque se requieren personas o equipos para mover los bienes. Los flujos de información, en cambio, se refieren a aquellas instrucciones que pasan de un lugar, donde son generadas, a otro, donde se utilizan. Muy a menudo esta información se traslada junto con el producto en proceso. Así sucede cuando la *hoja de ruta*<sup>1</sup> se mantiene físicamente unida al producto.

El stock se produce cuando no se efectúa ninguna tarea y el producto no se traslada. El stock de productos se practica para asegurar la disponibilidad de estos en el futuro. Pero hay otras formas de stock, como las demoras y los controles. Las demoras son stock de productos en proceso y los controles son stock de información, ya sea por inspecciones sobre la calidad del producto o anotaciones rutinarias de mantenimiento.

Es conveniente considerar el entorno al analizar procesos. Las condiciones económicas del entorno determinarán los costos de los materiales, el personal, el capital, la energía y, por otro lado, el valor de los productos terminados. El estado de la tecnología en el entorno influye a través de los conocimientos, métodos, técnicas y bienes de capital aplicables al proceso. Cuando se diseña un proceso casi siempre es posible la elección de distintas tecnologías (maquinaria, sistemas de control, accionamiento, transporte, etc.). Esta elección determinará los inputs necesarios para producir un determinado output. Hay que tener en cuenta que el costo es diferente para cada tecnología y los cambios de tecnología pueden permitir alterar los costos del proceso o mejorar la calidad de los productos.

## Diagnóstico de procesos

Hay muchas formas de descomponer un proceso al mismo tiempo que se representa gráficamente. En los últimos años se han desarrollado técnicas de simulación que permiten representar y validar un proceso mediante un modelo informático. Pero estas técnicas no serán tratadas en esta nota, que pretende ser introductoria. Aquí presentaremos una técnica muy sencilla de diagramado. La principal ventaja es su simplicidad, que permite que cualquiera pueda aplicarla con éxito.

Se trata de una representación visual condensada de las etapas de un proceso. El origen de esta técnica se debe a F.W. Taylor. A partir de sus estudios, el matrimonio Gilbreth – Lilian y John– perfeccionaron el método, en especial por medio de la adición de nuevas categorías de operaciones elementales y por la introducción de unos símbolos, llamados *Therblig*<sup>2</sup>, para representarlos.

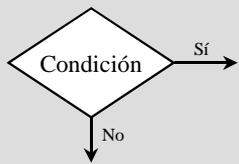
La técnica de descomposición y diagramado consiste en identificar, actividad por actividad, las diferentes operaciones del proceso, listarlas en un formulario y anotar para cada una de ellas el tipo de actividad de que se trata. El resultado es una lista completa de actividades, secuencialmente en orden de ejecución en el tiempo, junto con su tipo, lo que proporciona una base inicial para la crítica posterior.

---

<sup>1</sup> La hoja de ruta describe todas las tareas a ejecutar, donde se deben realizar y la secuencia necesaria de tareas para producir el output.

<sup>2</sup> Gilbreth leído al revés.

Los símbolos representan gráficamente las categorías de actividades:

○	Operación	Operación. Actividad que implica transformación o manejo de materiales que se usan en la obtención del producto o servicio final.
➔	Transporte	Transporte. Actividad de movimiento físico de elementos usados o producidos por el proceso, desde una ubicación de origen a una ubicación de destino.
□	Inspección	Inspección. Actividad de comprobación de alguna de las características del elemento siendo procesado. No supone la modificación del mismo.
▽	Stock	Stock. Una demora planeada en el flujo de los elementos tratados por el proceso. La demora es planeada cuando su existencia se debe a un objetivo, técnico o económico, del proceso.
D	Demora	Demora. Cualquier retraso ocasional, que no está planeado en el proceso, pero que sucede por alguna circunstancia.
	Condición	Condición. Indica una bifurcación en el proceso, generado por una condición o la toma de una decisión.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del diagramado del proceso de una visita en una clínica:

N°	Descripción	Tipo					Cond.	Sí	No	Viaje (mts)	Tiempo (min)
		○	➔	□	▽	D					
1	Registro en el mostrador de entradas	●									1
2	¿Paciente nuevo?						3	4			0,25
3	Rellenar datos de historial	●					5				5
4	Recuperar historial del archivo					●					0,5
5	Poner el historial en la carpeta del médico	●									1
6	Enviar historial al departamento		●						15		2
7	Paciente va al departamento y espera visita					●					13
8	Enfermera comprueba existencia del historial			●							0,25
9	Visita del médico	●									18
10	Paciente va al mostrador de entradas		●						7		1
11	Entrega ficha en mostrador de entradas	●									0,5
<b>Número de actividades</b>		5	2	1	1	1	1				
<b>Totales</b>									22		42,5

Una vez analizadas las componentes de los procesos sabemos qué hay en un proceso, pero no sabemos cómo funciona. Existe una determinada cantidad de propiedades de los procesos que muestran aisladamente una característica particular de estos. Pero, el

conjunto de las propiedades muestran, con bastante fidelidad, cómo funciona un proceso. Aquí veremos cuatro propiedades principales: Capacidad, Eficacia, Flexibilidad y Productividad.

## **Propiedades de los procesos**

Habiendo definido un proceso, analizado sus distintos componentes y señalado que existe dentro de un entorno, es saludable darle un nombre, identificarlo para distinguirlo de otros procesos dentro de la compañía. Recién entonces estaremos en condiciones de usar estos conceptos básicos para discutir algunas propiedades de los procesos. Hemos elegido estas cuatro propiedades porque son las más determinantes en un proceso.

### ***Capacidad***

La capacidad de trabajo de un proceso es la carga máxima que puede soportar el sistema bajo condiciones especificadas y por tiempo indefinido. Por ejemplo, en una pizzería donde se cocinan sólo pizzas de muzzarella, la capacidad estará dada por la cantidad de materias primas aprovechable, la cantidad de maestros pizzeros trabajando, las herramientas de trabajo útiles, el volumen interior de los hornos de cocción encendidos, la cantidad de cajas de embalaje, la cantidad de cajas registradoras en funcionamiento y la cantidad de repartidores disponibles. Si suponemos que estos recursos están equilibrados, entonces la capacidad del proceso de producción de pizzas estará dada por la máxima cantidad de pizzas de muzzarella que puede entregar a un ritmo normal de trabajo. Por lo tanto, la carga máxima será la demanda que este proceso pueda soportar.

### ***Productividad***

La productividad de un proceso está medida por la relación entre el input y el output. Siguiendo el mismo ejemplo, un input del proceso podrían ser las horas de trabajo de un maestro pizzero en un día y el output sería la producción diaria de pizzas de muzzarella. La productividad se mediría en términos de cuántas *pizzas por hora* produce un maestro pizzero. Pero como los inputs son diversos, se pueden medir productividades diversas aunque no todas son útiles.

### ***Eficacia***

La eficacia de un proceso es la medida en que los resultados cumplen con los objetivos. Por ejemplo, si un pedido de tres pizzas llega a la puerta del cliente media hora más tarde de lo previsto o en lugar de tres llegan dos o las pizzas llegan frías, se dice que el proceso de entrega de pizzas a domicilio es ineficaz. Muchas veces se confunde la eficacia con la eficiencia o la efectividad. La eficiencia es un porcentaje que nos dice si el proceso está aprovechando los recursos o no. La efectividad es la medida del proceso en cuanto a identificar exitosamente el producto o servicio a producir y que el cliente reciba lo que desea, es decir, cuando la propia gestión “da en el clavo”.

### ***Flexibilidad***

La flexibilidad de un proceso es la medida de su adaptabilidad a las circunstancias y los cambios imprevistos. El mismo ejemplo puede usarse aquí pero modifiquémoslo sólo un poco: ahora la pizzería cocina todo tipo de pizzas.

Habría un problema si a la pizzería llamara un cliente responsable por el pedido que se

está cocinando y dijera que en lugar de muzzarella quiere una pizza de provolone con morrones. El proceso sería flexible a estos cambios antes de la cocción, pero no tiene flexibilidad para adaptarse a este cambio, sólo la tendría si cocinara la masa separada del relleno. Puede parecer ridículo pero ilustra bien el concepto de flexibilidad.

Estas propiedades son la base fundamental de cualquier proceso y nos servirán para futuros análisis. Se puede ver claramente que las propiedades se ocupan de analizar los problemas del día a día.

Sin embargo, en los análisis que se nos presenten deberemos tener en cuenta los efectos de las decisiones que se tomen ahora. Se debe prestar atención a los beneficios a largo plazo, no solamente mirar los del corto plazo. Las mismas propiedades de los procesos nos ayudarán a cumplir con esta conjetura.

## Ejemplo

Tomamos como ejemplo el proceso productivo de la cerveza<sup>3</sup>. Cualquier ejemplo puede ser útil, lo importante aquí es hacer un ejercicio para aclarar todos los conceptos y las metodologías.

La producción industrial de cerveza comienza con algunos ingredientes como malta, agua, lúpulo. Estos elementos se hierven y luego se enfrían. Más adelante, para su fermentación, se agrega levadura y se lo deja reposar. Luego, se filtra y se embotella.

Primero, como en una receta de cocina se definen los ingredientes y el resultado, se deben definir el input y el output. Esto definirá los límites del proceso, representados en la figura por una línea de puntos. Definiremos para este ejemplo los siguientes inputs: malta, agua, semolín de maíz, lúpulo, levadura, botellas para cerveza, tapas, etiquetas. La maquinaria y los demás bienes de uso no se consideran inputs del proceso. El output serán las botellas de cerveza llenas, tapadas y etiquetadas.

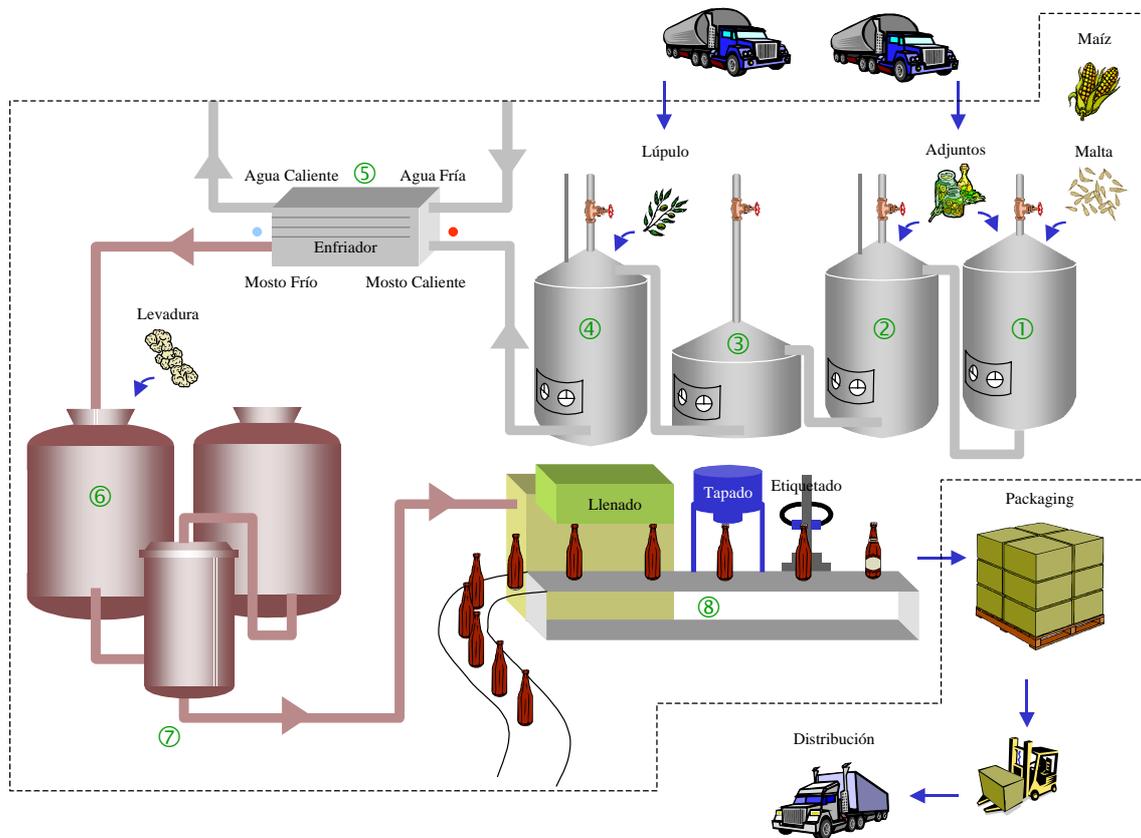
Después, podemos analizar las distintas etapas del proceso y hacer el diagrama de flujo. En nuestro caso las etapas serán las siguientes:

- |  |   |
|--|---|
| <p>① <b>Macerador de Malta</b><br/>La malta, al recibir el agua caliente y el almidón, se convierte en azúcares fermentables.</p> <p>② <b>Macerador de Adjuntos</b><br/>El semolín de maíz es cocinado con una mínima cantidad de malta.</p> <p>③ <b>Tanque Lauter</b><br/>La masa es filtrada, resultando un líquido azucarado que recibe el nombre de mosto.</p> <p>④ <b>Hervidor</b><br/>El lúpulo es agregado al mosto para otorgarle el amargor característico de la cerveza.</p> <p>⑤ <b>Enfriador</b><br/>Aquí el mosto hervido es enfriado bajo condiciones estériles.</p> | <p>⑥ <b>Tanques de fermentación</b><br/>La levadura es agregada al mosto para iniciar la fermentación. Los azúcares del mosto son transformados en alcohol y gas carbónico. Finalmente, la cerveza reposa hasta madurar.</p> <p>⑦ <b>Filtrado</b><br/>Se filtra para eliminar los restos sólidos. Gana color, brillo y transparencia.</p> <p>⑧ <b>Cinta transportadora</b><br/>Llegan las botellas limpias y se llenan, se tapan y se etiquetan. Luego, se dirigen a la encajonadora para formar pallettes.</p> |
|--|---|

---

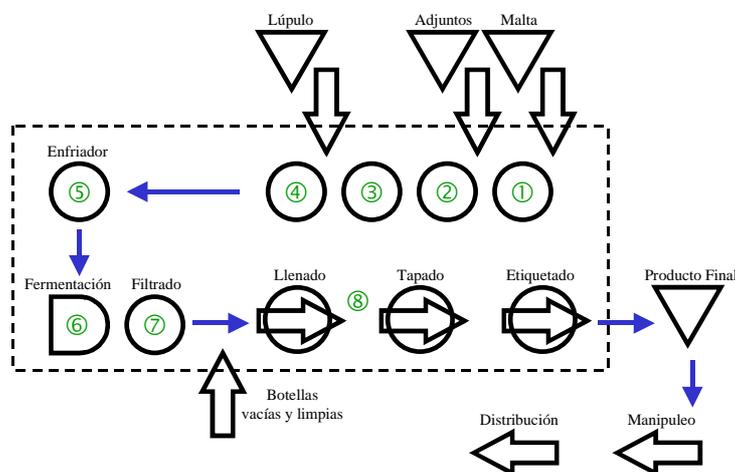
<sup>3</sup> Basado en “El camino de la cerveza”. Cervecería y Maltería Quilmes – Planta Zárate.

Estas mismas etapas se reflejan en el diagrama de flujo, que podría ser mucho más complejo del que aquí se presenta:



El diagrama de flujo es fundamental para tener una revisión rápida y genérica de todo el proceso. Complementado con la descripción de las distintas etapas, este diagrama se convierte en información esencial para el análisis.

En el siguiente paso debemos confeccionar el diagrama de procesos con los símbolos Therblig. Para algunos casos, puede ser interesante que el lector haga un rápido ejercicio, dibujando esquemáticamente en una hoja aparte el diagrama de flujo con los símbolos Therblig. Para este caso, sería como el esquema que sigue:



Esto es útil cuando el proceso es complejo porque facilita el pasaje del diagrama de flujo al diagrama de proceso. Una tarea con símbolos superpuestos significa que se realizan las acciones simultáneamente. Por ejemplo, el símbolo  $\oplus$  significa que se realiza una operación al mismo tiempo que se transporta.

Ahora es más fácil hacer el diagrama de proceso, que podría ser de la siguiente forma:

N°	Descripción	Tipo				
		○	⇒	□	▽	D
1	Macerador de Malta	●				
2	Macerador de Adjuntos	●				
3	Tanque Lauter	●				
4	Hervidor	●				
5	Enfriador	●				
6	Tanques de Fermentación					●
7	Filtrado	●				
8	Llenado, Tapado y Etiquetado	●	●			
Número de actividades		7	1	0	0	1

En este diagrama de proceso deben colocarse los tiempos que tardan las distintas acciones y las distancias recorridas en los transportes. Acto seguido, se estudian las propiedades del proceso.

Para este caso, la Capacidad podría estar dada por la carga de trabajo de las máquinas en la instalación: los recipientes para ablandar y hervir, el enfriador, los tanques de fermentación y filtración, la llenadora, tapadora y etiquetadora. En otros casos, podría estar sometido al análisis subjetivo de la capacidad de trabajo de un operario.

Al medir la Productividad se suele utilizar la cantidad de producto final producido en una hora. Así, para nuestro caso, se trataría de la cantidad de botellas por hora que despide el proceso. Del mismo modo, la Eficacia de este proceso estaría dada por el cumplimiento de los objetivos de productividad y de los tiempos de producción.

La última propiedad nos exige información acerca de la Flexibilidad. La rapidez de respuesta de este proceso permitiría intercalar distintos tamaños de botellas, acelerar la fermentación, cambiar el volumen de producción o calibrar la calidad del filtrado. De este modo, podría modificarse la capacidad de la planta y de este modo su productividad. Junto con esto cambiarían los objetivos de producción y, por lo tanto, habría que ajustar la eficacia del proceso. Así, todas estas propiedades se relacionan y al variar una, se deben ajustar las otras. Si el proceso permite estas variaciones, es flexible.

Pero debemos estar atentos a que estas no son las únicas propiedades, sino que existen muchas otras como calidad, eficiencia, control, efectividad, servicio.

Finalmente, se estudian las influencias que podrían ejercer el entorno económico y el entorno tecnológico. En el análisis del entorno económico, será vital fijarse en puntos como el costo medio, el costo marginal, el punto de equilibrio, la oferta y la demanda, los precios y la competencia. Por otro lado, en el análisis del entorno tecnológico habrá que tener en consideración las distintas tecnologías para elegir alguna de ellas, así como la complejidad del aparato, su precio, su costo de mantenimiento, su vida útil. Todas ellas son variables de análisis que se deben tener en cuenta al analizar un proceso o al diseñar uno nuevo.

El Análisis de Procesos permite diseñar o corregir los procesos, nuevos o existentes, para luego implantarlos. Hemos visto qué es un proceso y cómo se analiza críticamente. En una etapa siguiente, ahora que el proceso es bien conocido, será posible diagnosticar los problemas y dilucidar soluciones prácticas. De este modo, cualquier empresa tiene la posibilidad de mejorar su gestión.

## **Bibliografía**

“Note on Process Analysis”, HBS, Boston, 1974.

Barnes, R.M., “Motion and Time Study: Design and measurement of work”, John Wiley & Sons, New York, 1963.

Davenport, T.H, “Process Innovation: Reengineering work through information technology”, HBS Press, Boston, 1993.

Hammer, M., Champy, J., “Reengineering the Corporation: a Manifesto for Business Revolution”, Harper Business, Nueva York, 1993.

Riverola, J., Muñoz-Seca, B., “El diseño de Procesos y la Reducción del Tiempo de Servicio”, Biblioteca IESE, Ediciones Folio, Barcelona, 1997.

Schonberger, R.J., Knod, E.M., “Operations Management: Continuous improvement”, Richard D. Irwin, Inc., Boston, 1994.