

Proposal for a New Diagram for Method Engineering: Bottleneck Diagram

José Iván Calderón Carrillo, Doctor¹ 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, jose.calderon@upn.edu.pe

Abstract– The main objective of this research is to develop and propose a new tool which can be used within the field of methods engineering. Currently, methods engineering has a very wide range in the use of diagrams and graphs for the study and mapping of processes, however, this study explains that there is a need for a tool that is capable of visually, easily identifying and quickly eliminate bottlenecks within a process.

Keywords– Engineering methods, processes, continuous improvement.

Propuesta de un Nuevo Diagrama para la Ingeniería de Métodos: Diagrama Cuello de Botella

José Iván Calderón Carrillo, Doctor¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, jose.calderon@upn.edu.pe

Resumen— El objetivo principal de esta investigación es desarrollar y proponer una nueva herramienta la cual puede ser utilizada dentro del campo de la ingeniería de métodos. Actualmente la ingeniería de métodos cuenta con un abanico muy amplio en el uso de diagramas y gráficos para el estudio y mapeo de procesos, sin embargo, en este estudio se explica que hace falta una herramienta que sea capaz de lograr identificar de forma visual, fácil y rápida los cuellos de botella dentro de un proceso.

Palabras clave—Ingeniería de métodos, procesos, mejora continua.

I. INTRODUCCIÓN

A. Procesos e ingeniería de métodos

Las organizaciones requieren mejorar constantemente sus procesos debido a que vivimos en un mundo globalizado, altamente competitivo, donde existe una gran cantidad de oferta, es decir, si una organización no es capaz de cumplir con las exigencias que requiere un cliente, este simplemente ira a buscar a otro ofertante de bienes o servicios que pueda cumplir con sus exigencias.

Para que una organización pueda cumplir con las necesidades cada vez más creciente de sus clientes y también pueda superar a sus competidores, lo que requiere hacer es mejorar constantemente sus procesos. Es por ello que nació la ingeniería de métodos, una disciplina encargada del estudio de las actividades de un proceso empresarial para su análisis e identificar oportunidades de mejora.

La ingeniería de métodos implica la mejora de las operaciones, actividades, tareas, ambiente de trabajo, además de ello, también involucra el diseño de las condiciones de trabajo. Con esto se busca que la ingeniería de métodos logre una reducción del esfuerzo del trabajador, reducción del consumo de materiales y recursos, con el objetivo de hacer el trabajo más fácil, productivo y seguro [1]

La ingeniería de métodos es perfectamente aplicable a cualquier tipo de industria u organización, esto debido a que las organizaciones, sea el rubro o sector en donde se encuentren, están formadas por un conjunto de procesos que se encuentran interrelacionados entre sí, para cumplir con un objetivo específico como organización. Esto se puede apreciar en la Fig. 1.

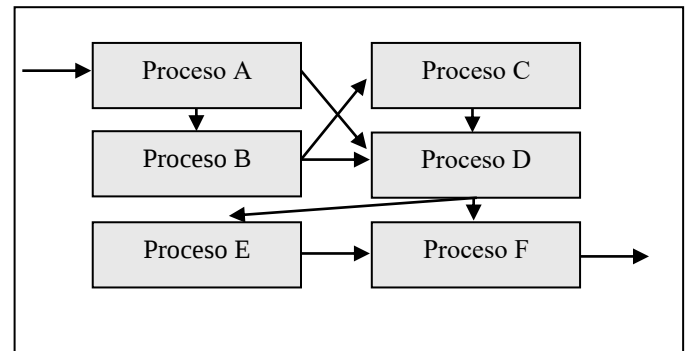


Fig.1 La organización como un conjunto de procesos

Se ha mencionado que las organizaciones están formadas por un conjunto de procesos. Pero ¿qué es exactamente un proceso?

Como se menciona en la investigación titulada Gestión de procesos en las empresas. Una revisión sistémica, se define a un proceso como un conjunto ordenado de actividades que se encuentra interconectadas que conllevan a la generación de un producto. Dentro del contexto organizacional, un proceso involucra una transformación o un cambio de entradas en un bien o un servicio [2].

Estos procesos pueden ser muy distintos, dependiendo del tipo de organización, por ejemplo, proceso de compras, proceso de almacenamiento, proceso de manufactura o producción, proceso de control de calidad, proceso de ventas, proceso de distribución, etc.

Todos los procesos de una organización son importantes. Pero dentro de las industrias, el proceso operativo más relevante es el proceso de producción o manufactura.

Los procesos de las organizaciones son como los órganos vitales del cuerpo humano. Todos son importantes, cumplen diferentes funciones y hay algunos más relevantes que otros.

Las organizaciones nacen con el objetivo de satisfacer necesidades dentro de una sociedad. Por ejemplo, para la necesidad de alimentación, aquí se encuentran las organizaciones de la industria alimentaria, las fábricas de alimentos y bebidas. El proceso dentro de estas organizaciones que transforman las materias primas e insumos en un producto alimenticio es producción.

El proceso de producción, de manera general en todas las industrias, para poder producir, requiere de elementos muy importantes los cuales son: materiales, personas, máquinas y herramientas. Por ejemplo, en el contexto de una pequeña organización dedicada a la venta de jugos artesanales, un trabajador lava las frutas, luego procede a quitarles la cascara con un cuchillo, las coloca en la licuadora, agrega agua, azúcar, leche, procede a licuar durante un par de minutos, mientras esto sucede, retorna a lavar más fruta. Otro trabajador vierte el contenido de la licuadora en un frasco, cierra la tapa, coloca una etiqueta y coloca el frasco en una caja que contiene más frascos listos para su distribución y venta. En este breve ejemplo se puede apreciar que el proceso para funcionar requiere de materiales, personas, máquinas y herramientas.

Uno de los objetivos que tienen las organizaciones es ser más rentables. Para lograr ello, deben apuntar en mejorar su competitividad, ya que existe un alto grado de relación entre ambas variables. Para mejorar la competitividad, se debe incrementar la productividad de sus procesos, mejorar la calidad de sus procesos y productos, reducir costos de producción y reducir los desperdicios o mermas de sus procesos [3].

Es aquí donde entra a participar la ingeniería de métodos. Dedicada al estudio de procesos para identificar sus actividades, medirlas, analizarlas, identificar oportunidades de mejora mediante la reducción de tiempos, distancias, consumo de materiales, fatiga, incremento de la productividad y calidad. Todo esto se traduce como un método mejor de trabajo.

B. Diagramas utilizados en la ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos hace uso de diferentes diagramas para el estudio de los procesos. Cada uno de ellos muestra distintos detalles y características de un proceso. Todos los diagramas utilizados identifican 6 categorías generales, como menciona Sanchis en su publicación titulada diagramación de procesos. Estas categorías se pueden apreciar en la Tabla I [4].

TABLA I
SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN DIAGRAMAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

Simbología	Nombre
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Espera
	Almacenamiento
	Operación combinada

A continuación, se mencionan los diagramas más utilizados en la ingeniería de métodos. El orden en el que se mencionan no indica más prioridad o frecuencia de uso.

En primer lugar, tenemos al diagrama de operaciones del proceso (DOP), el cual consiste en una representación de la secuencia de las principales operaciones e inspecciones de un proceso. En este diagrama se aprecia que operaciones e inspecciones se realiza a la materia prima o materiales hasta la obtención de un producto final. Nos muestra también el tiempo de cada operación e inspección y tiempo total en un cuadro resumen. Es muy comprensible. Sin embargo, presenta algunas debilidades, por ejemplo, no se pueden identificar las actividades improductivas y tampoco se puede identificar o representar fácilmente operaciones en paralelo, debido a que el cuadro resumen que se genera al final del diagrama, es una sumatoria de todos los tiempos, lo cual no reflejaría correctamente al proceso si es que cuenta con actividades en paralelo.

En segundo lugar, tenemos al diagrama de análisis del proceso (DAP). Este diagrama brinda mucho más detalle que un DOP, ya que incluye operación, inspección, transporte, demoras, almacenamiento y actividades combinadas. Es decir, no solo muestra las actividades que agregan valor, sino también las actividades que no agregan valor, como por ejemplo tiempos de demora o espera, distancia recorrida, tiempo perdido en traslados, lo cual le brinda la característica de identificar oportunidades de mejora en un proceso. A pesar de todo ello, comparte la misma debilidad que el diagrama mencionado anteriormente, no es capaz de representar actividades que se realicen en paralelo, tampoco muestra el detalle de cuantas personas realizan el trabajo y sin ello tampoco se puede identificar de forma rápida y sencilla cuellos de botella en el proceso de estudio.

En tercer lugar, está el diagrama hombre máquina. Es utilizado para identificar la interacción entre el trabajador y las máquinas que utiliza durante el proceso de producción. En este diagrama se aprecia el tiempo productivo de ambos elementos y también el tiempo improductivo. Es muy útil para identificar oportunidades de mejora en términos de eliminar tiempos muerto en un proceso. La debilidad que tiene este diagrama es que no permite visualizar la capacidad de producción del proceso que se está estudiando.

En cuarto lugar, el diagrama de recorrido o diagrama de espagueti. Este diagrama es una representación gráfica de la distribución de la planta o del área donde se realiza el estudio del proceso. En este diagrama se aprecia la ruta de las diferentes actividades que sigue la materia prima o materiales hasta la obtención del producto final. Este diagrama muestra mucho detalle y se puede identificar fácilmente actividades que no agregan valor, como por ejemplo el transporte o distancia de recorrido y esperas. La debilidad de este diagrama es que no permite visualizar la capacidad productiva del proceso y si es que hay o no actividades en paralelo.

En quinto lugar, el diagrama bimanual, este diagrama es muy utilizado en la ingeniería de métodos en el campo de estudio de movimientos. Este diagrama representa los

movimientos realizados por ambas manos de un trabajador. Se aprecia las diferentes operaciones, esperas y traslados que realiza un trabajador cuando manipula un producto. Esto permite identificar oportunidades de mejora ya que permite visualizar los movimientos productivos y no productivos que realiza el trabajador. La restricción de este diagrama es que solo puede ser utilizado en procesos manuales de ensamblaje o manipulación, ya que no puede representar correctamente otro tipo de procesos.

C. Beneficios de la ingeniería de métodos

En la investigación titulada Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias, los investigadores tuvieron como objetivo identificar inconvenientes en la productividad de dicho proceso haciendo uso de la ingeniería de métodos, específicamente se aprecia el uso del diagrama de recorrido y un estudio de tiempos. Haciendo uso de estas herramientas, los autores lograron determinar los tiempos estándar para cada actividad, y con ello, un mejor control sobre los procesos de esta organización, creando oportunidades para mejorar la productividad [5].

En la investigación titulada Ingeniería de métodos para aumentar la productividad laboral y eliminar el tiempo de inactividad, los autores realizaron la aplicación del diagrama hombre máquina, donde se logró identificar un tiempo improductivo de un 63% por parte de los trabajadores. Luego de ello, se realizó una redistribución de planta, una célula de manufactura en formato de "L" y la reasignación de actividades para los trabajadores. Se logró reducir el tiempo improductivo a un 41%. Es decir, hubo un incremento parcial de la productividad en un 22% y se redujo el costo de mano de obra en un 50% debido a la reasignación de tareas [6].

En la investigación titulada Análisis de tiempos en el envasado de leche condensada en una Industria Láctea Ecuatoriana, los autores tuvieron como principal objetivo mejorar la productividad en dicha industria. Para ello, realizaron un análisis de tiempos y análisis de las operaciones del proceso haciendo uso del diagrama hombre máquina. Como principales resultados, se obtuvo un incremento de la productividad en un 58% y una reducción de mermas en el proceso en 99% [7].

Los autores de la investigación titulada Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos, tuvieron como principal objetivo mejorar la productividad en ese proceso. Para ello, se realizó un estudio de tiempos para luego proceder con una estandarización de las operaciones, logrando con ello un incremento en la productividad del proceso en 30% [8].

En la investigación titulada Implementación de una estrategia de mejora para lograr el buen uso de horas hombre y horas máquina en el área de envasado n°3 de una planta farmacéutica, el autor realizó un estudio de tiempos, usó el diagrama bimanual, diagrama de operaciones del proceso y diagrama hombre máquina, para poder detectar tiempos improductivos, con ello se cambió el método de trabajo junto

con la distribución de las operaciones para mejorar dicho proceso. Obtuvo como principales resultados una reducción en el uso de horas hombre y horas máquina en un 9.24% y 23.2% respectivamente, generando un ahorro del 38.92% en costos operativos [9].

Como se puede apreciar, la ingeniería de métodos tiene un gran beneficio para las organizaciones, teniendo un impacto positivo en la productividad de sus procesos.

Hasta este punto se han descrito cinco tipos de diagrama utilizados en la ingeniería de métodos, cada uno posee una forma única de representar y estudiar a los procesos. Es por esta razón que estos diagramas son complementarios, es decir, para estudiar un proceso se puede hacer uso de distintos diagramas con el objetivo de cubrir vacíos y conocer con mejor detalle el proceso de estudio. No existe una regla o procedimiento el cual indique que tipos de diagrama utilizar para determinado proceso, esto corresponde al criterio de los analistas del proceso. Este proceso de selección del(os) diagrama(s) adecuado(s) quizás puede ser confuso para las personas que recién están iniciando en el campo de la ingeniería de métodos.

En este contexto surgen las siguientes interrogantes: ¿Es posible realizar un estudio de métodos a partir de un diagrama base que ofrezca un mayor nivel de detalle sobre un proceso? ¿Se podrá desarrollar un diagrama que logre cubrir los vacíos presentes en otros diagramas utilizados en la ingeniería de métodos?

Teniendo en cuenta estas preguntas, el objetivo principal de esta investigación es desarrollar un diagrama aplicable en la ingeniería de métodos que cumpla con las siguientes características: ser fácil de desarrollar e interpretar, tener la capacidad para mostrar actividades en serie y en paralelo, permitir la visualización de la capacidad del proceso e identificar fácilmente los cuellos de botella del proceso de estudio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este diagrama, se utilizó como recurso bibliográfico un artículo de la Universidad Politécnica de Valencia, sobre la simbología usada en la ingeniería de métodos. Teniendo en cuenta la simbología, el diagrama se desarrolló en Microsoft Word.

Esta propuesta de diagrama se desarrolló con el objetivo de poder presentar una nueva alternativa en el campo de la ingeniería de métodos que pueda ser fácil de desarrollar, muestre la secuencia de actividades en serie y/o en paralelo, y pueda mostrar la capacidad del proceso y sus actividades para poder identificar fácilmente cuellos de botella. Este diagrama podrá servir como base para un estudio de procesos para luego ser complementado con los otros diagramas convencionales, DOP, DAP, diagrama de recorrido, diagrama hombre máquina, entre otros.

Primero se presentará y explicará el esquema del diagrama propuesto y los diferentes elementos que lo componen. Seguido de ello se desarrollará un caso ficticio a

manera de ejemplo, sobre un contexto empresarial donde se podrá apreciar la aplicación y desarrollo del diagrama.

III. RESULTADOS

A. Presentación del diagrama propuesto

El diagrama propuesto tiene como nombre diagrama cuello de botella. Esto debido a la forma que obtiene al ser desarrollado.

El diagrama se construye en 2 ejes. El eje vertical, es el de la capacidad del proceso. Representa la cantidad de unidades que se pueden producir o procesar bajo una determinada unidad de tiempo. El eje horizontal es denominado el eje espejo. La función del eje espejo es reflejar la mitad de la cantidad de procesamiento de una actividad. Por ejemplo, si la capacidad de producción de una operación es 5 unidades por hora, entonces se marcarán 2.5 unidades en la parte superior y 2.5 unidades en la parte inferior del eje espejo. Esto con el objetivo de no reflejar números negativos, es decir, por debajo de 0.

Otra función que cumple el eje espejo (eje horizontal) es poder mostrar las actividades del proceso. Las actividades se muestran en orden, partiendo desde la izquierda y finalizando a la derecha del diagrama. Las actividades del proceso serán mencionadas en la parte inferior del diagrama, debajo de la simbología correspondiente.

En la parte superior del diagrama se colocarán letras (en orden alfabético) mayúsculas para representar cada actividad del proceso. La amplitud de cada actividad del proceso a lo largo del eje horizontal no representa o simboliza algún aspecto relevante. Es opcional y se recomienda utilizar la misma amplitud o distancia para todas las actividades.

Las diferentes actividades del proceso están separadas por una línea entrecortada vertical, con el propósito de identificar donde inicia y termina cada actividad. Si el proceso cuenta con actividades en paralelo, esto puede ser representado fácilmente como se muestra en la actividad B.

En la parte superior del diagrama se coloca la letra mayúscula seguido por su capacidad total. A continuación, se coloca separado por comas, con letra minúscula y seguido de un número correlativo dependiendo de la cantidad total de actividades en paralelo. Además de ello, en la parte inferior, se coloca la simbología y el nombre de cada actividad de forma vertical, una debajo de otra. De esta forma se representan las actividades en paralelo en este diagrama.

En el ejemplo se puede apreciar que las actividades A, B, C y D se encuentran en serie. Y la actividad B está formada por 2 operaciones que se realizan en paralelo. Estas operaciones en paralelo tienen una capacidad de 3 y 2 unidades, siendo la capacidad total de esta actividad, 5 unidades por unidad de tiempo.

Para finalizar, en el extremo derecho del diagrama se coloca la capacidad del proceso. La capacidad del proceso está marcada por la restricción, el cuello de botella. Es decir, la actividad del proceso con menor capacidad de procesamiento o producción.

Con este diagrama, se puede apreciar la secuencia de actividades del proceso, sean en serie o en paralelo, además de tener la facultad de visualizar la capacidad de cada actividad. De esta manera se puede identificar de forma más fácil la actividad que restringe al proceso de estudio y con ello, la capacidad del proceso. Esto ayuda a enfocarse en dicha actividad para ejecutar una estrategia de mejora. Por otro lado, si se incluyen los datos de recursos, como por ejemplo el uso de mano de obra, se puede obtener el índice de productividad.

Es evidente que esta propuesta de diagrama no muestra todos los aspectos y detalles de un proceso. El objetivo es poder desarrollar un diagrama que al igual que los ya utilizados en la ingeniería de métodos, sea complementario y pueda brindar un gran apoyo al estudio de los procesos.

Todo lo explicado anteriormente se puede apreciar en la Fig. 2.

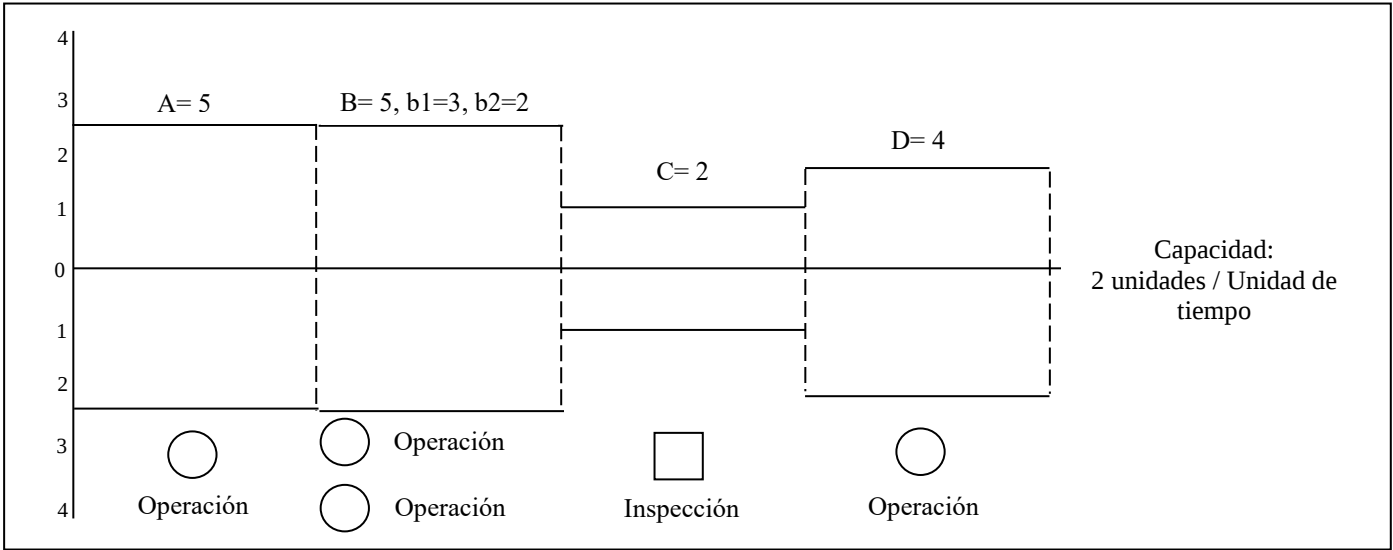


Fig. 2 Esquema del diagrama cuello de botella

A continuación, se desarrollará un ejemplo práctico para comprender mejor la aplicación, funciones y virtudes del diagrama cuello de botella.

B. Ejemplo práctico de desarrollo

Una planta farmacéutica produce ibuprofeno para su distribución y venta en farmacias. El ibuprofeno pasa por los subprocesos de fabricación, envasado y acondicionado.

El subproceso de fabricación consiste en la preparación y mezcla de todas las materias primas. Una vez obtenido el producto, es conducido al área de envasado.

El subproceso de envasado tiene como función colocar el ibuprofeno dentro de sus respectivos envases y sellar el envase.

Dentro de esta área trabajan dos personas, las cuales se encargan de abastecer los frascos y tapas a la envasadora automática y de controlar los parámetros de la máquina. Esta envasadora trabaja a un ritmo de 90 frascos por minuto.

Los frascos que son envasados salen por una faja transportadora al área de acondicionado. La faja transportadora cuenta con un regulador de velocidad, pero por lo general siempre trabaja a un ritmo establecido para poder trasladar 90 frascos por minuto a la siguiente estación de trabajo.

Aquí es donde ingresan al área de acondicionado. El área de acondicionado se encarga de preparar el producto para su almacenamiento y posterior distribución.

Los frascos pasan por una etiquetadora automática que se encarga de colocar la etiqueta correspondiente a cada frasco. Esta etiquetadora cuenta con su propia cinta transportadora que trabaja a un ritmo de 40 frascos por minuto. Esto se debe a que, si se incrementa el ritmo de la etiquetadora, por lo general, suele fallar el etiquetado, comprometiendo la calidad del producto. Sumado a esto, los trabajadores que se encuentran en la siguiente actividad del proceso, no pueden ir a un ritmo superior.

Cuando los frascos pasan por la etiquetadora, también se

les coloca el número de lote mediante una máquina que se encuentra en la misma estación de trabajo. Es decir, al mismo tiempo que son etiquetados, se les coloca el número de lote de producción, prácticamente en una sola operación.

Posterior a ello, los frascos son manipulados por dos trabajadores que se encargan de colocar los frascos en sus respectivos envases secundarios, colocan un folleto y una cuchara de plástico dentro de cada caja. Cada trabajador dentro de esta actividad puede procesar 15 frascos por minuto.

En la etapa final de este proceso, otro trabajador recolecta 25 unidades y los coloca en una caja (envase terciario) para luego sellar la caja con cinta y pesarla en una balanza. Este paso es muy importante, debido a que se realiza un control del producto. Los pesos de las cajas deben de estar en un rango específico, si una caja está por debajo de este rango, quiere decir que hay frascos que no tienen la cantidad adecuada de producto, lo cual compromete a la calidad del producto.

El trabajador de esta actividad puede procesar 2 cajas por minutos, es decir, 50 frascos por minuto.

Con lo redactado anteriormente, se solicita desarrollar el diagrama cuello de botella e identificar la actividad o actividades que restringen la capacidad de dicho proceso.

Para ello, se tiene en consideración el proceso de envase y acondicionado. Este proceso cuenta con actividades en serie y en paralelo. Las actividades son el envase, transporte, etiquetado, empaquetado y embalado. Cada uno de ellos representados con las letras A, B, C, D y E respectivamente. Además de ello, hay que tener en cuenta que hay actividades que se realizan en paralelo o al mismo tiempo.

Con los datos suministrados, se puede representar gráficamente la capacidad de cada actividad de este proceso y se puede determinar fácilmente el cuello de botella.

El desarrollo del diagrama cuello de botella del proceso de producción de frascos de ibuprofeno se puede apreciar a continuación en la Fig. 3.

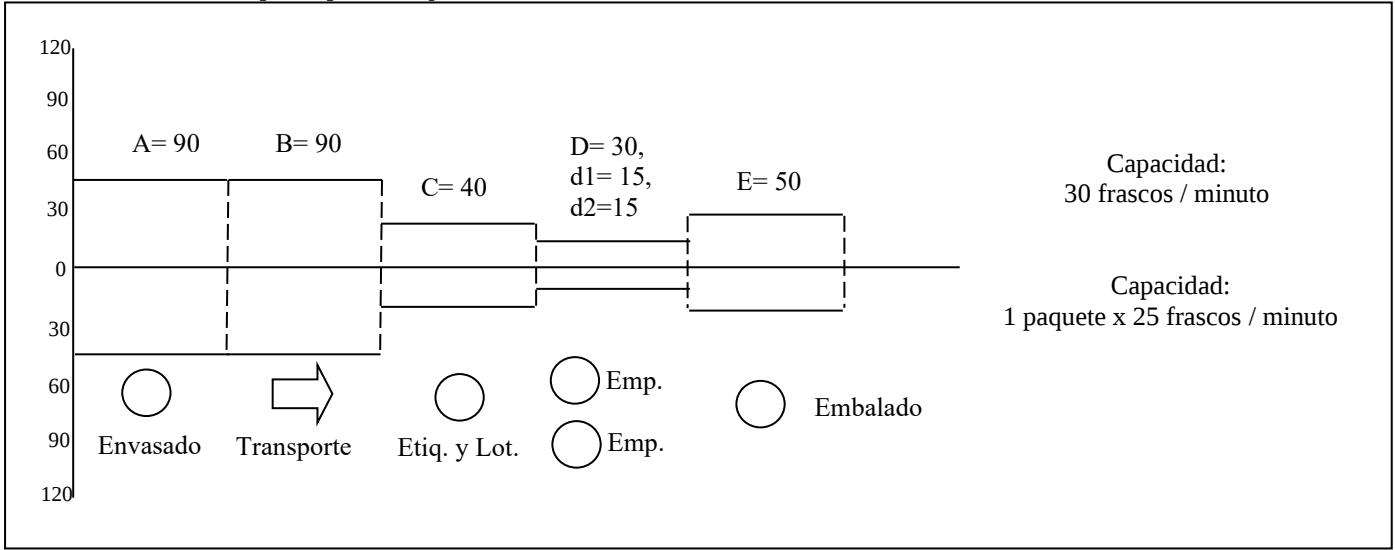


Fig. 3. Diagrama cuello de botella del ejemplo práctico

Como se observa en la Fig. 3, las actividades que restringen la capacidad del proceso son principalmente C y D, es decir, la actividad de etiquetado y empaquetado con una capacidad de 40 y 30 frascos por minuto respectivamente. Es decir, la capacidad de este proceso está restringido a 30 frascos por minuto o un paquete de 25 unidades.

Una oportunidad de mejora que se puede apreciar gracias a este diagrama es que se debe incrementar la capacidad de la actividad del empaquetado (D). Para ello, se puede hacer uso del tiempo de uno de los trabajadores de la actividad de envasado (A), de esta forma el empaquetado podría tener una capacidad de 40 frascos por minuto, incrementando así la capacidad del proceso en un 33%.

IV. CONCLUSIONES

La ingeniería de métodos es un campo muy importante para las organizaciones, como se ha mencionado en los hallazgos de otras investigaciones, tiene un impacto significativo en la mejora de la productividad de los procesos organizacionales.

Actualmente la ingeniería de métodos cuenta con una serie de herramientas muy útiles para el estudio del trabajo, como por ejemplo el diagrama de operaciones del proceso, diagrama de análisis del proceso, diagrama hombre máquina, diagrama de recorrido, entre otros. Cada uno de estos diagramas ofrece una forma particular de representar al proceso de estudio, mostrando distintos aspectos relevantes, como las diferentes actividades, tipo de actividad, distancias, tiempos productivos y no productivos.

Es por esto que las distintas herramientas de la ingeniería de métodos son complementarias, es decir, es totalmente válido y favorable utilizar más de una herramienta para estudiar un proceso, a fin de obtener más detalle. Sin embargo, también sería favorable poder contar con un diagrama con el cual se pueda iniciar el estudio del proceso, un diagrama fácil de realizar y que pueda brindar detalles importantes como la capacidad operativa de cada una de sus actividades para identificar oportunidades de mejora.

El diagrama propuesto, diagrama cuello de botella, es una alternativa que puede ser utilizado dentro del campo de la ingeniería de métodos ya que es una opción que como se demostró en el ejemplo desarrollado, cumple con estas características. Es fácil de realizar, brinda detalles importantes del proceso y resalta los cuellos de botella. Logrando con ello identificar rápidamente oportunidades de mejora.

El diagrama propuesto podría ser utilizado como una herramienta para realizar un primer vistazo al proceso para luego ser complementado con el uso de otros diagramas utilizados en la ingeniería de métodos.

Finalmente, es importante que las organizaciones continúen trabajando bajo el enfoque de la mejora continua de procesos, implementado ingeniería de métodos, ya que con ello podrán seguir mejorando su productividad, lo que trae como resultado una mayor capacidad de producción y un ahorro de recursos utilizados. Esto se traduce a una reducción

de los costos de producción, incrementando el margen de ganancia, y con ello, volviendo más rentable a la organización.

REFERENCIAS

- [1] G. Bocángel, C. Rosas, R. Perales, and J. Hilario, *Ingeniería industrial-Ingeniería de métodos I*. Lima, 2021. [Online]. Available: <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-L.pdf>
- [2] J. Ortiz, M. Baldeón, L. Medina, C. Ortiz, and M. Godiño, "Gestión por procesos en las empresas. Una revisión sistémica," *Gest. Rev. Empres. y Gob.*, vol. 4, no. 1, pp. 7–22, 2024, doi: 10.35622/j.rg.2024.01.001.
- [3] J. Calderón, "La importancia de la competitividad y su influencia en la rentabilidad de las organizaciones. Caso de estudio de una fábrica de calzado," *Glob. Bus. Adm. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 1–14, 2024, [Online]. Available: https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Global_Business
- [4] R. Sanchis, "Diagramación de Procesos," *Universitat Politècnica de València*, vol. 1, p. 8, 2020. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/144115>
- [5] D. Parra, F. Murrieta, and C. Cortes, "Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias," *Cienc. Adm.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2020, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STR_ATEGI_MELESTARI
- [6] I. Mendoza, M. Gil-Samaniego, A. González, J. Ling, and M. Montoya, "Ingeniería de métodos para aumentar la productividad laboral y eliminar el tiempo de inactividad," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 13, no. 2, pp. 321–331, 2020, doi: <https://doi.org/10.3926/jiem.3047> Method.
- [7] S. Abarca and Y. Ramos, "Análisis de tiempos en el envasado de leche condensada en una Industria Láctea Ecuatoriana," *Ing. Ind.*, vol. 43, no. 0, pp. 37–60, 2022, [Online]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v43s1/1815-5936-rii-43-s1-37.pdf>
- [8] R. Gómez, "Mejora de la productividad en la producción de calzado en la empresa "Facalsa" de la ciudad de Ambato, mediante la estandarización de tiempos," *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, no. 5, pp. 7798–7807, 2021, doi: 10.37811/cl_rcm.v5i5.876.
- [9] J. Calderón, "Implementación de una estrategia de mejora para lograr el buen uso de horas hombre y horas maquina en el área de envasado n°3 de una planta farmacéutica," 2018. [Online]. Available: <https://repositorio.urp.edu.pe/>