

Estudio de Trabajo

Lectura 7

Estudio de Métodos Diagrama de Operaciones

Profesor:

Ricardo Caballero, M.Sc.

✉ ricardo.caballero@utp.ac.pa



Conceptos básicos

El **estudio del método** es el registro, examen crítico y sistémico de modos o maneras existentes y propuestas de efectuar una actividad o trabajo, así como sus medios para el desarrollo y aplicación de formas o modos más fáciles y efectivos para realizarlo y alcanzar la reducción de costos.

Las técnicas de métodos se utilizan para analizar:

- **Movimiento de individuos o materiales:** el análisis se realiza usando diagramas de proceso de flujo o diagrama de operaciones
- **Actividad de personas y maquinas:** este análisis se realiza usando el diagrama hombre maquina.
- **Movimiento corporal:** principalmente de brazos y manos. Este análisis se realiza usando diagrama bimanual

Diagrama de operación

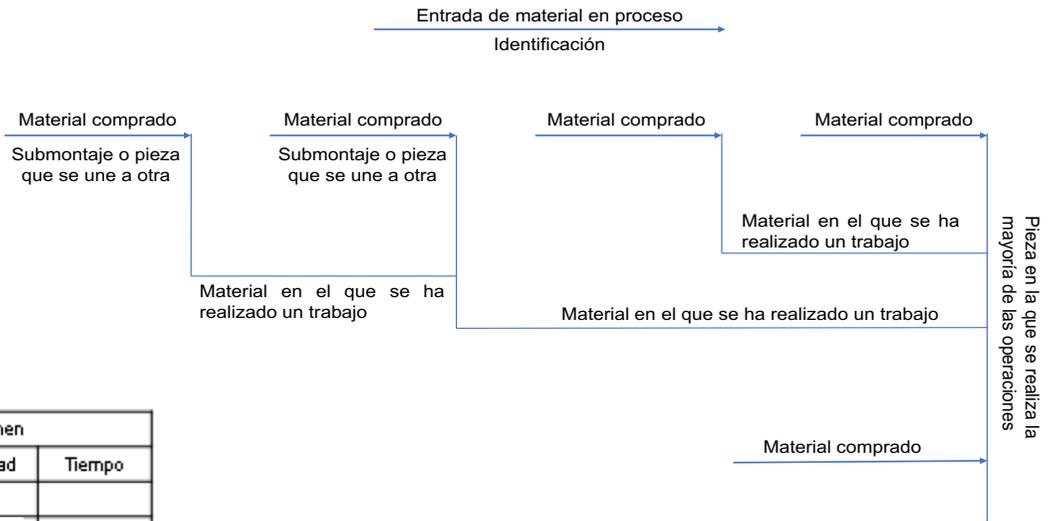
Este tipo de diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones que se realizan en las áreas, estaciones de trabajo o máquinas, así como las inspecciones, los márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado, y la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

DIAGRAMA DE OPERACION

PRODUCTO: Manguera
 TIEMPO: Hora (hr)
 SITUACION: Actual
 HOJA: 1 DE 1

EMPRESA: Empresa S. A.
 DISEÑADO POR: La consultora

- Las **líneas verticales** indican el flujo general del proceso a medida que se realiza el trabajo.
- Las **líneas horizontales** alimentan a las líneas de flujo vertical. Indican materiales comprados o elaborados durante el proceso.



Etapas del proceso dispuestas por orden cronológico

Resumen		
Elemento	Cantidad	Tiempo
●		
■		

Diagrama de operación: Representación gráfica del principio

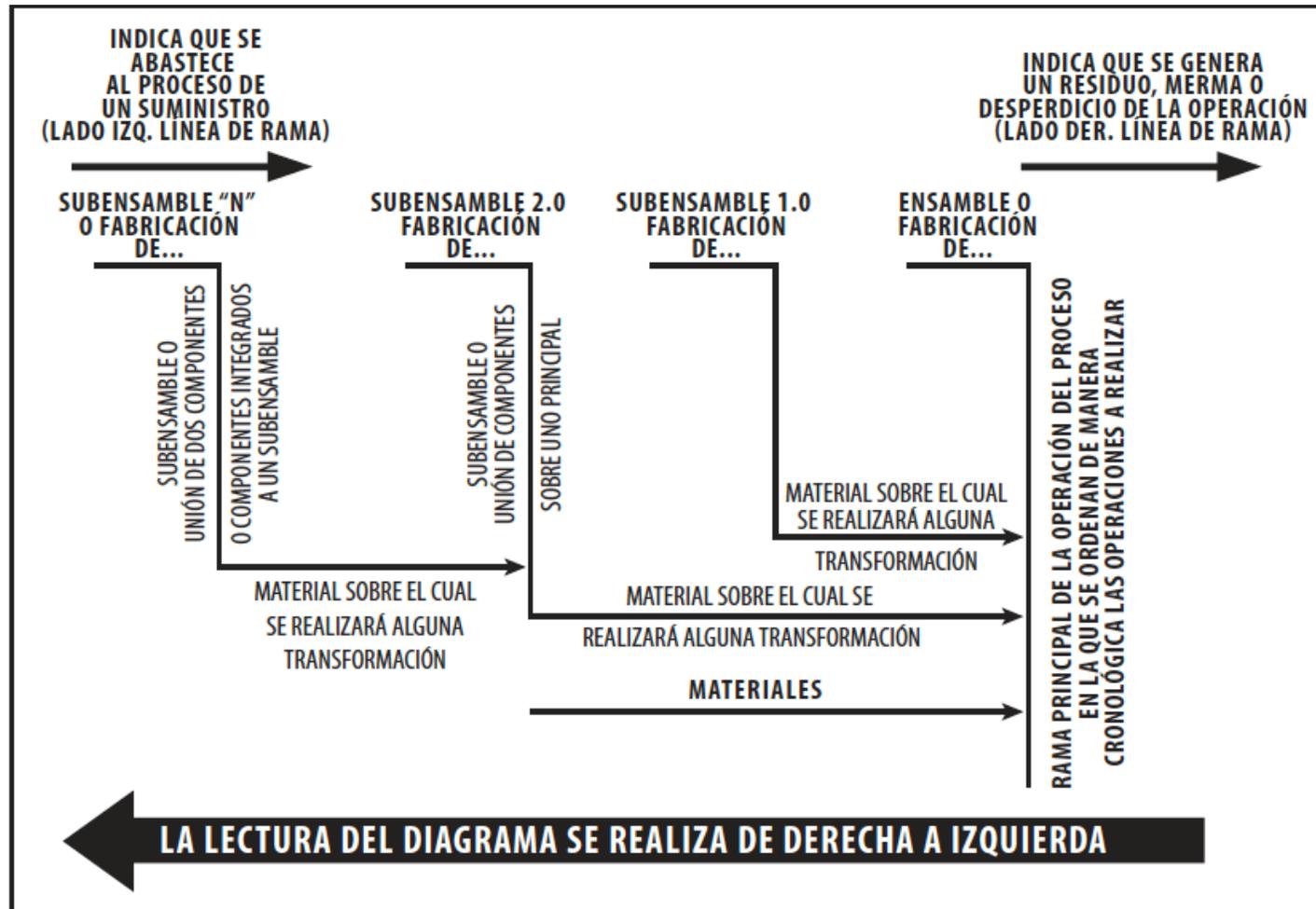
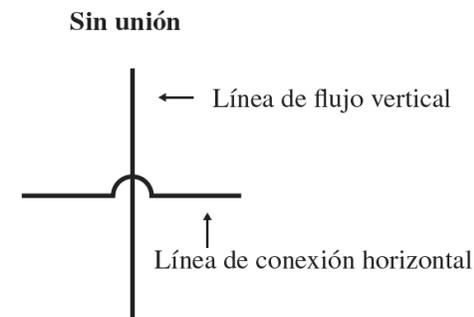
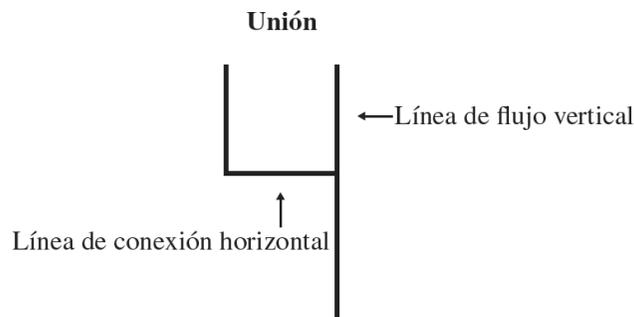


Diagrama de operación: Símbolos gráficos utilizados para los diagramas de operación del proceso

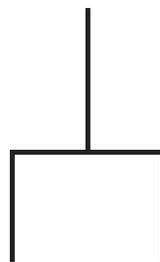
Tipo de operación	Símbolo ASME	Descripción de uso
Operación		Tiene lugar cuando se modifica de manera intencionada cualquiera de las características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material, información u objeto, cuando se une a otro(s), etcétera.
Inspección		Una inspección sucede cuando tiene lugar una evaluación, de manera intencionada, de cualquiera de sus características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material u objeto, al concluir una operación de transformación, de transporte, demora o almacenamiento, para determinar su conformidad con una norma o estándar.
Operación combinada		Ocurre cuando se modifica de manera intencionada cualquiera de las características dimensionales, físicas, químicas, mecánicas o estéticas de un material, pero al mismo tiempo se lleva a cabo una evaluación, de manera intencionada, de la modificación que se está impartiendo al material para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Diagrama de operación: Convenciones utilizadas para elaborar diagramas de operación de proceso

- Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que se ha hecho algún trabajo durante el proceso.
- Para todos los eventos que se han registrado se lleva a cabo una numeración cronológica referencial por cada tipo de operación, Es importante además, un criterio convencional sobre las líneas que se utilizan para unir los símbolos gráficos del diagrama



Rutas alternas



Retrabajo



Diagrama de operación: Preguntas guía para la evaluación del diagrama de la operación e información básica

Diagrama	Para qué se emplea	Preguntas para realizar evaluación
De la operación de procesos	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el número de operaciones, al mínimo necesario. Definir la mejor disposición de las estaciones de trabajo. Identificar aquellas operaciones que se pueden combinar. Simplificar las operaciones. Balancear el trabajo en ambas manos. Eliminar la operación de sujeción manual. Que el lugar de trabajo cumpla con la normatividad de los reglamentos de construcción local e higiene y seguridad, así como el de protección civil vigentes. 	<p>Eliminar</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Puede eliminarse una operación? <ol style="list-style-type: none"> Por innecesaria. Mediante una modificación en la secuencia de trabajo. Cambiando el herramental o equipo. Modificando la distribución de la estación de trabajo. Combinando los herramientas actuales. Modificando ligeramente los materiales empleados. Modificando ligeramente el diseño o especificaciones del producto o servicio. Utilizando un clamp de sujeción. ¿Puede eliminarse un movimiento? <ol style="list-style-type: none"> Por innecesario. Mediante una modificación en la secuencia de trabajo. Combinando los herramientas actuales. Cambiando el herramental o equipo. Empleando dispositivos que permitan que por gravedad el material acabado se almacene en un contenedor. ¿Puede eliminarse la actividad de sujetar? <ol style="list-style-type: none"> Por innecesaria. Mediante un dispositivo de sujeción o fijación de piezas.
		<p>Simplificar</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Puede simplificarse una operación? <ol style="list-style-type: none"> Utilizando mejores herramientas (que incremente la potencia de torque o de mayor velocidad angular). Incrementando los brazos de apalancamiento mecánico. Cambiando la posición de controles y de las herramientas o equipo. Utilizando mejores contenedores de materiales. Utilizando la gravedad e inercia de movimiento. Modificando ligeramente los materiales empleados. Reduciendo los requerimientos individuales en la operación. Modificando la altura del área de trabajo por debajo del codo del operario. ¿Puede simplificarse un movimiento? <ol style="list-style-type: none"> Acortando distancias de la herramienta y equipo utilizados. Modificando la dirección de los movimientos del trabajo. Usando músculos distintos (dedos, muñeca, antebrazo, brazo superior o tronco). Realizando movimientos continuos, discontinuos y bruscos. Empleando dispositivos que permitan que por gravedad el material acabado se almacene en un contenedor.

Diagrama	Contenido	Objetivos	Ayuda a conocer
De operación del proceso	<ul style="list-style-type: none"> Datos de identificación del proceso, nombre, departamento, parte, ensamble, otros. Fecha de elaboración. Nombre del analista. Código del ensamble. Número de la parte o del plano. Descripción y cantidad de los componentes, materias primas, subensambles y ensambles utilizados. Descripción y cantidad de los residuos, mermas y desperdicios generados. Índice de valor agregado que proporciona la operación. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el número de operaciones. Definir la mejor disposición de las estaciones de trabajo. Identificar aquellas operaciones que se pueden combinar. Simplificar, en la medida de lo posible, la operación. Balancear el trabajo que realizan ambas manos del operario. Evitar que las manos se utilicen para sujetar objetos durante la operación. Dimensionamiento de la estación de trabajo de los espacios requeridos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede apreciar la complejidad del proceso de producción. Permite conocer cuál es el número preliminar de estaciones de trabajo. Ofrece información para elaborar la distribución a detalle de la estación de trabajo. Ofrece información para visualizar la disposición de la línea de producción. Permite identificar puntos clave en operaciones críticas. Permite calcular el valor agregado con el que el proceso contribuye a la organización.

Las preguntas más importantes que se deben plantear son:

- ¿Por qué es necesaria esta operación?
- ¿Por qué la operación se efectúa de esta manera?
- ¿Por qué son tan estrechas estas tolerancias?
- Por qué se ha especificado este material?
- ¿Por qué se ha asignado esta clase de operario para ejecutar el trabajo?

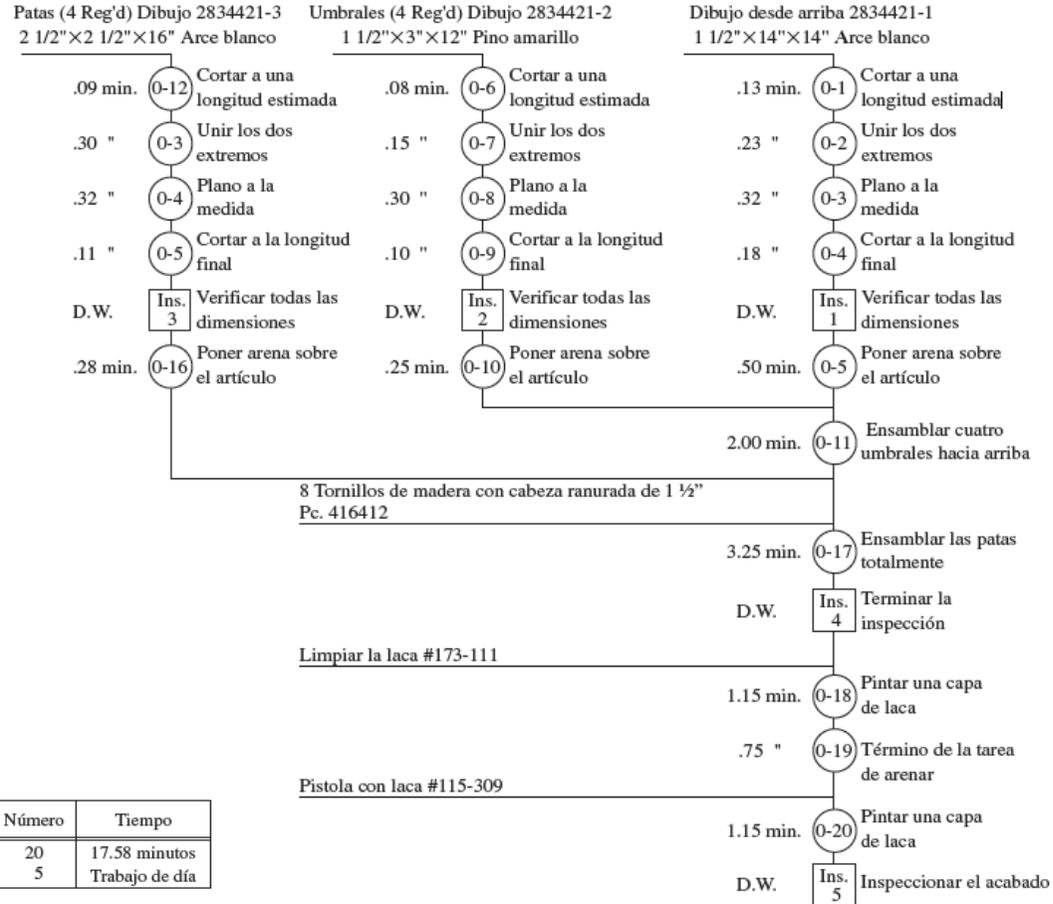
Ejemplo esquemático

Diagrama de procesos operativos

Tipo de fabricación 2834421 Bases para teléfono. Método actual

Parte 2834421 Diagrama No. SK2834421

Dibujado por B.W.N. 4-12-



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	20	17.58 minutos
Inspecciones	5	Trabajo de día

Ejemplo 1: Diagrama del proceso de operación de un bolígrafo

El bolígrafo está construido por el cuerpo, la barra, la punta, la tinta, la tapa superior y la tapa inferior. La primera operación del proceso de fabricación empieza con fundir poliestireno pigmentado (0.6min) y luego se procede a moldear (0.50 min) para formar el cuerpo. Después limpiar (quitar rebaba), dicha actividad toma un tiempo de 0.40min. Después se procede a imprimir letras (de la marca de la empresa) sobre el cuerpo. Este proceso toma un tiempo de 0.10 min. Al finalizar la impresión se inspecciona la pieza.

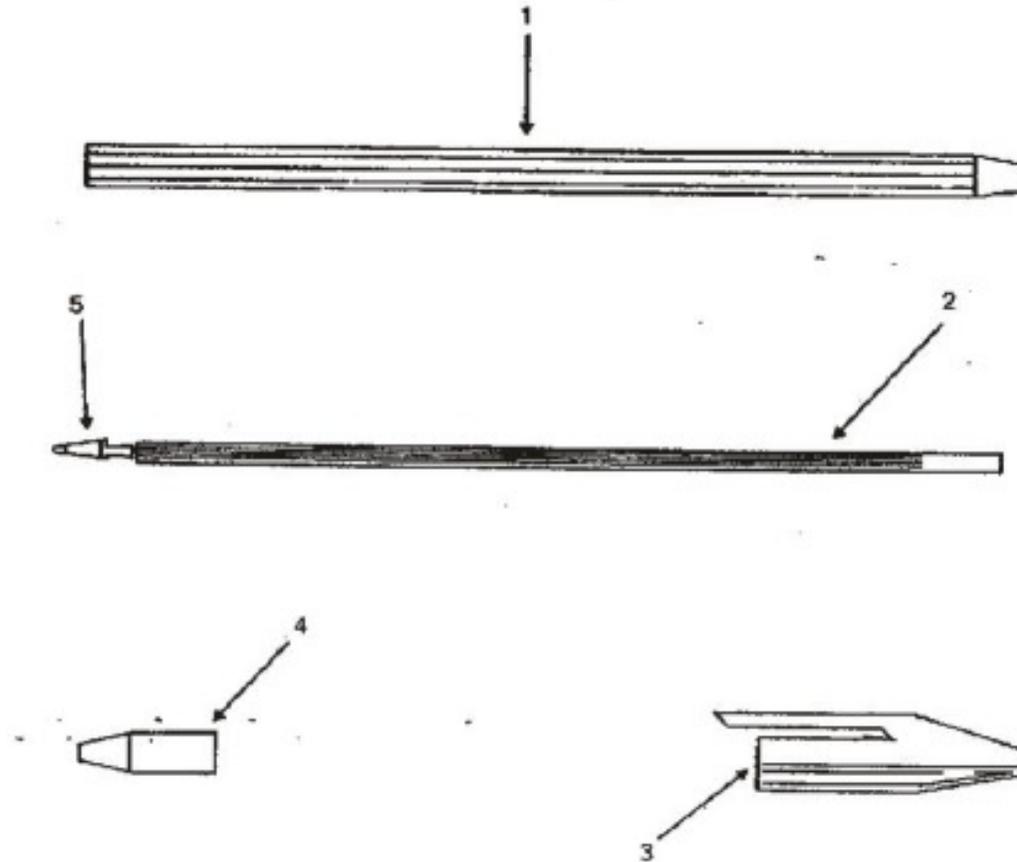
Para formar la barra se utiliza poliestireno natural. Primero se realiza el proceso de extruir el tubo con un tiempo de 0.20min, luego se corta a tamaño lo que emplea un tiempo de 0.50 min. Después se limpia la rebaba con un tiempo unitario de 0.40 min. Al final se inspecciona la pieza. Luego se ensamblan a la barra los materiales comprados, punta y tinta. Primero se ensambla la punta (0.15 min) y luego se rellena la barra (0.25min). Luego se realiza una inspección.

Para la tapa superior y tapa inferior se emplea poliestireno pigmentado y se realizan los siguientes procesos: fundir (0.60 min), moldear (0.50min) y limpiar rebaba (0.40min). Al finalizar se inspeccionan las piezas.

Para realizar el ensamble final se unen los componentes barra mediante el proceso de ensamble y luego el segundo ensamble que se basa en unir la tapa superior y el tercer ensamble la tapa inferior con un tiempo de operación. Todos los ensambles finales con tiempo de 0.15 min

Elabore el diagrama de proceso de operación

Ejemplo 1: Diagrama del proceso de operación de un bolígrafo

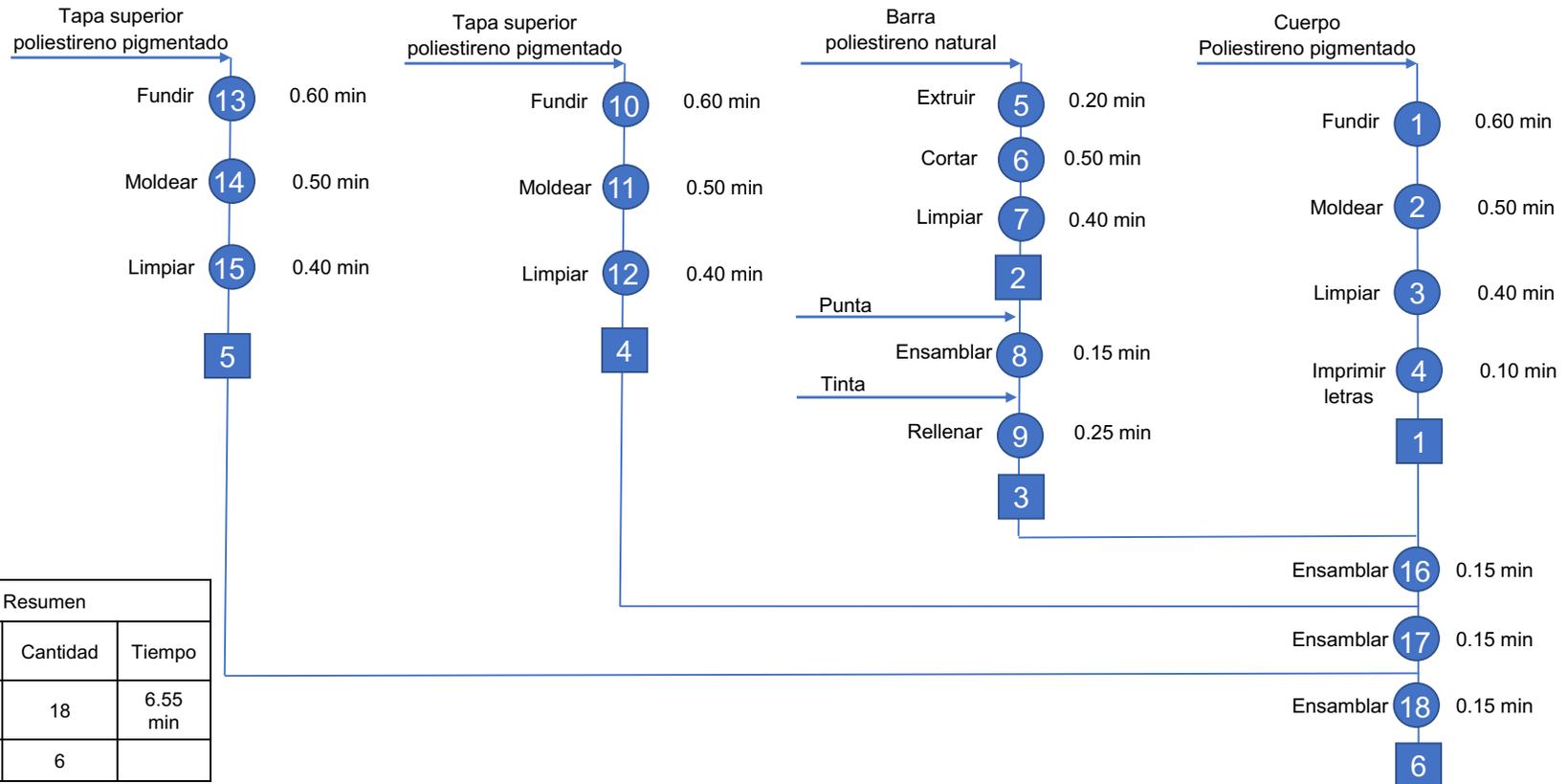


Ejemplo 1: Solución

DIAGRAMA DE OPERACION

PRODUCTO: Bolígrafo
TIEMPO: Minutos (min)
SITUACION: Actual
HOJA: 1 DE 1

EMPRESA: Empresa S. A.
DISEÑADO POR: La consultora

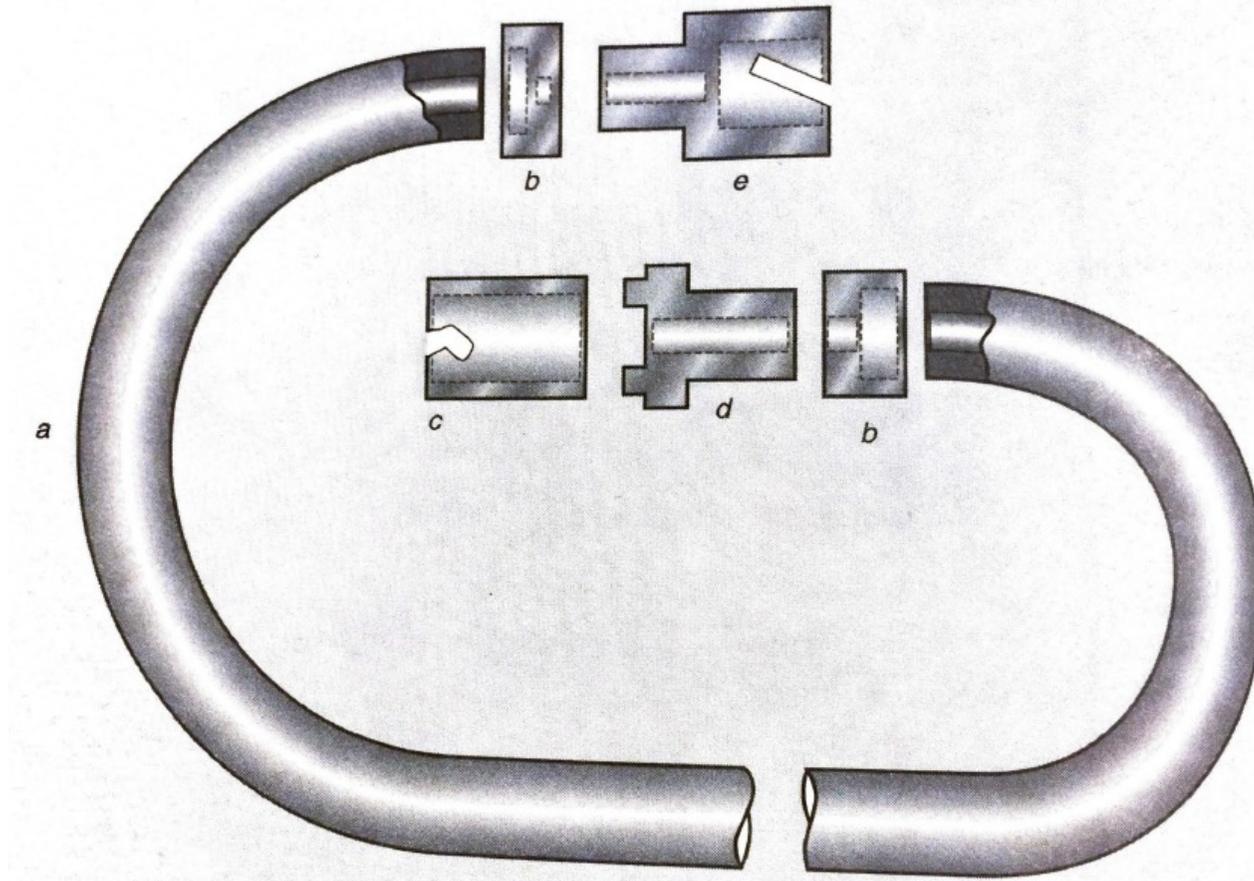


Ejemplo 2: Diagrama del proceso de operación de una manguera de hule

- La manguera esta construida con un trozo de tubo de hule de 1.83 m de longitud, dos casquillos ya hechos que se adquieren y tres piezas mecanizadas. La manguera se denomina con (a), los casquillos con (b), con (c) la bayoneta hecha con un tubo de latón y con (d) y (e) dos piezas e inserciones hechas con una varilla de latón. Para el montaje definitivo, las piezas c y d se sueldan juntas, con uno de los casquillos se montan en un extremo de la manguera. La pieza e y el segundo casquillo se colocan en el otro extremo. El conjunto, una vez terminado, constituye una conexión flexible entre las dos partes de un inhalador.
- La bayoneta c es un tubo de latón. La primera operación que se efectúa para elaborarla es escoriar y cortar; para esta operación se utilizo un tiempo de 0.0130 h. La siguiente operación es cortar ranura, tarea en la cual se utiliza un tiempo de 0.0044 h; después se inspecciona y se manda posteriormente a subensamblarse con la pieza c.
- Esta inserción esta compuesta por varilla de laton y la operación que se efectúa es moldear, taladrar y torneear, con un tiempo de 0.0340 h. La siguiente operación es rebabeear, en la cual se emplea un tiempo de 0.0010 h; luego se inspecciona la pieza y queda lista para el subensamble con la bayoneta. La operación de subensamble se denomina soldar tubo a inserción que leva un tiempo de 0.019 h. La siguiente operación es niquelar el conjunto, con una duración de 0.01 hr. A continuación se inspecciona este subensamble y se envía a ensamblar con la manguera.
- La inserción e es de varilla de latón y las operaciones que se necesitan para su elaboración son taladrar, torneear y cortar, en los cuales se emplea un tiempo de 0.0470 h, fresar ranura 0.006 h, y rebabeear en 0.0060 h. Después de estas operaciones se inspecciona y envia a niquelar; luego, las piezas ya niqueladas se inspeccionan y quedan listas para su ensamble con la manguera. La manguera a esta hecha con tubo de hule; primero se inspecciona para que no tenga defectos, después se corta el largo necesario, operación que dura 0.0100 h. En un extremo de la manguera se monta la bayoneta previamente soldada con la inserción; para este montaje se usa uno de los casquillos comprados b y pegamento; en esta operación se utiliza un tiempo de 0.0400 h.
- Luego se monta en el otro extremo de la manguera la inserción con el segundo casquillo y se fija con pegamento, tarea que consume un tiempo de 0.0400 h. Finalmente se inspecciona la manguera ya terminada, antes de enviarla a la bodega. Todas las inspecciones se pagan por día.

Elabore el diagrama de proceso de operación

Ejemplo 2: Diagrama del proceso de operación de una manguera de hule



Ejemplo 2: Solución

DIAGRAMA DE OPERACION

PRODUCTO: Manguera

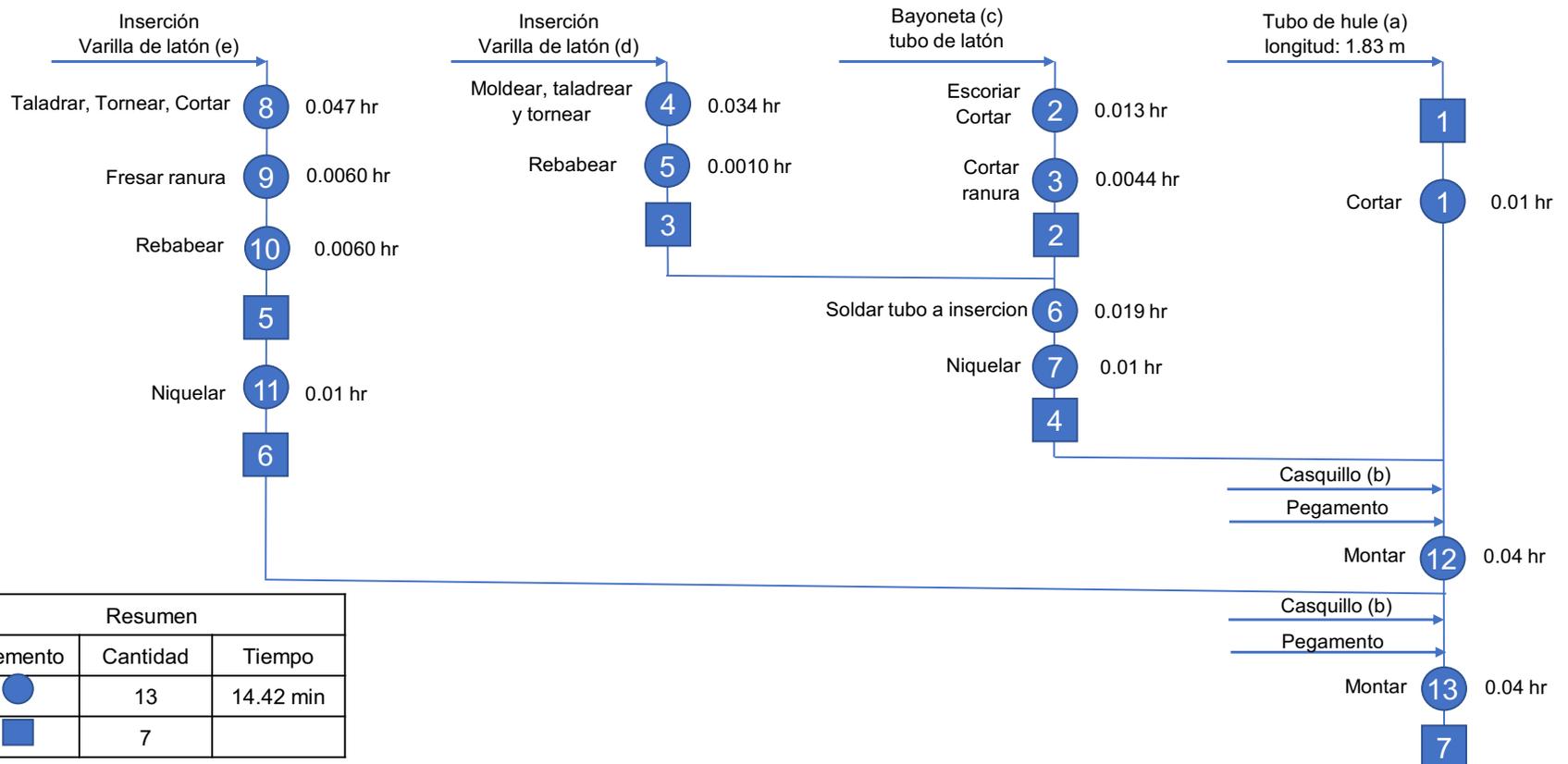
TIEMPO: Hora (hr)

SITUACION: Actual

HOJA: 1 DE 1

EMPRESA: Empresa S. A.

DISEÑADO POR: La consultora



Bibliografía

- Freivalds, A. & Niebel, B. *Ingeniería Industrial – métodos estándares y diseño del trabajo*. McGraw-Hill
- García Criollo, R. *Estudio del trabajo*. McGraw-Hill
- Meyers, F. & Stephens, M.. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson
- Render, B. & Heizer, J. *Principios de administración de operaciones*. Pearson
- Kanawaty, G. *Introducción al estudio de trabajo*. OIT
- Bedny, G. & Bedny, I. (2019) *Work Activity Studies Within the Framework of Ergonomics, Psychology, and Economics*. Taylor & Francis Group.
- Bridger, R. (2019). *Introduction to Human Factors and Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Lehto, M. & Buck, J. (2008). *Introduction to Human Factors and Ergonomics of Engineers*. Taylor & Francis Group.
- Stack, T. et al. (2016). *Occupational Ergonomics – A Practical Approach*. Wiley
- Kroemer, K. (2017). *Fitting the Human – Introduction to Ergonomics / Human Factors Engineering*. Taylor & Francis Group.
- Marras, W. & Karwowski, W. (2006) *Fundamentals And Assessment Tools For Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Konz, S. & Johnson, S. (2016) *Work Design and Occupational Ergonomics*. Taylor & Francis Group.
- Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. Limusa
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). *Guía Técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa*. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España
- (1998). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Krick (1994). *Ingeniería de Métodos*. Limusa
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Ingeniería de Métodos – Tomo I*. Editorial Felix Varela
- Castellanos, J., et al. (2008). *Organización del Trabajo: Estudio de Tiempos – Tomo II*. Editorial Felix Varela
- Mondelo, P. et al. (1999). *Ergonomía 3: Diseños de Puestos de Trabajo*. Mutua Universal
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos*. Ecoe Ediciones
- Peralta, J. et al (2014) *Estudio del Trabajo*. Grupo Editorial Patria
- Caso Neira, A. *Técnicas de Medición del Trabajo*
- <http://www.css.org.pa/>
- <http://www.osha.gov/>



Ricardo Caballero, M.Sc.

Docente Tiempo Completo
Facultad de Ingeniería Industrial
Centro Regional de Chiriquí
Universidad Tecnológica de Panamá

E-mail: ricardo.caballero@utp.ac.pa

<https://www.academia.utp.ac.pa/ricardo-caballero>