

LA INGENIERÍA DE MÉTODOS, UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LAS ORGANIZACIONES

AUTOR: CARLOS ORTIZ



San Marcos

Introducción	3
La ingeniería de métodos, una herramienta útil para las organizaciones	5
Estudio de tiempos	6
Técnicas de toma de tiempo	9
El cronómetro	9
Tiempo continuo	10
Tiempo vuelta a cero	11
Tiempo estándar	16
Tiempos predeterminados	17
Muestreo del trabajo	18
Movimientos y micromovimientos	20
Tipos básicos de movimientos	21
Movimientos balísticos	21
Movimientos controlados o restringidos	21
Movimientos continuos	21
Micromovimientos	23
Bibliografía	29

Los procesos industriales desde su historia hasta la revolución tecnológica existente en la actualidad, han sufrido grandes cambios y desarrollos. Los procesos industriales viven en constantes cambios estructurales, mentales, metodológicos, en un constante y arduo mejoramiento continuo, como se ha revisado de manera conceptual, desde el desarrollo de productos y procesos originados en las guerras, en el comercio, en el intercambio de bienes y servicios, las necesidades de supervivencia y en los diferentes requerimientos focalizados en los clientes, llevando a las organizaciones, compañías y empresas a la generación de valor basados no solo en planes estratégicos, sino que han introducido el desarrollo del concepto de estrategia de producción y operaciones, como uno de los grandes diferenciales en el valor agregado con respecto a la competencia.

La estructuración de cadenas de valor basadas en la innovación de procesos, el pensamiento crítico y la evaluación de riesgos, el desarrollo de procesos automatizados, eficientes, productivos y de alto impacto, sostenibles en el tiempo, son componentes de éxito en el crecimiento de las organizaciones; toda esta evolución, lleva a que los profesionales dedicados a la gestión de los procesos, generen diferentes estrategias de administración del trabajo basados en el uso eficiente de las materias primas e insumos, el cumplimiento de la oferta de valor, el desarrollo de métodos de optimización de recursos, entre otros. Es entonces cuando aparece el concepto de análisis de operación como base de las metas de cada vez ser mejor y tener procesos flexibles y de alta generación de valor agregado, adaptados a los diferentes modelos de compra de los consumidores; hoy, pensando en la perspectiva de crecimiento y cambios de estructuras de mercado.

La gestión de los métodos de trabajo se encaminan de dos maneras: de un lado el tema de productividad y aumento de utilidades de las organizaciones a través del desarrollo de ahorros en costo, y de otro lado en control de la salud y seguridad en el trabajo minimizando riesgos laborales generados por accidentes, incidentes o enfermedades, aumentando la responsabilidad de las organizaciones con los colaboradores de las empresas generando el empoderamiento de los colaboradores al cumplimiento de su labor y los grandes beneficios generados en una relación gana-gana entre los diferentes grupos de interés de las empresas, los accionistas o dueños y el colaborador en un futuro de sinergia en pro de mantener las empresas en el tiempo.

En el presente Eje se visualizarán las diferentes herramientas enfocadas al estudio del trabajo, bajo la conceptualización de la Ingeniería de Métodos y la interiorización de herramientas de enfoque al trabajo, la generación de valor basada en el conoci-

miento, el desarrollo de estructuras nuevas de trabajo enfocadas a las manufacturas de categoría mundial invitando al profesional a la profundización independiente de los temas acá tratados, el enfoque de la automatización y por ende desarrollar habilidades tecnológicas y digitales que aporten al estudio de los métodos de trabajo. Para terminar, el profesional que realiza este Eje aprenderá técnicas para el desarrollo de los sistemas productivos y de operaciones, de forma tal que a través de la creatividad y la innovación se encuentren mejores prácticas para realizar los trabajos, basados en un pensamiento crítico que evalúe las diferentes alternativas de mejoramiento, generando un desarrollo sostenible en el tiempo de los diferentes procesos industriales.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de
métodos, una
herramienta útil para las
organizaciones






Figura 1. Tiempo de producción
Fuente: Adobe/318379999

Estudio de tiempos

Cuando se habla del estudio del trabajo, el análisis de las operaciones, el estudio de tiempos, la simplificación del trabajo, con frecuencia se hace referencia a la **ingeniería de métodos** que en la mayoría de los casos se refiere a las diferentes técnicas desarrolladas para el aumento de la producción de unidades con respecto al tiempo, y en efecto la reducción del costo por cada unidad adicional.

En general se puede hablar que la ingeniería de métodos tiene cuatro enfoques importantes: uno el diseño y la implementación de las estaciones de trabajo donde se realizará un producto o un proceso, dos, el continuo estudio de las mejores prácticas para elaborar los productos en esa estación de trabajo, tres, la estandarización o normalización de las diferentes variables que afectan el centro de trabajo minimizando la variabilidad del mismo y cuatro, los impactos en la seguridad y la salud en el trabajo. Es importante tener muy presente que la ingeniería de métodos implica las diferentes utilidades de la capacidad tecnológica y el enfoque de la automatización, debido a que el mejoramiento de los procesos es un ciclo sin fin, que encuentra un punto, pero luego se genera una nueva meta y así sucesivamente ya que la productividad nunca para, tanto así, que a nivel mundial en las manufacturas de categoría mundial los indicadores de productividad se asocian a las medidas de competitividad generando una exploración constante

de las nuevas técnicas de fabricación, desarrollo de maquinaria y tecnología en pro del aumento de la misma.

De acuerdo con la Westinghouse Electric Corporation, en sus programas de análisis de operaciones, propone los siguientes pasos para asegurar la obtención de los mejores resultados en el estudio del trabajo:

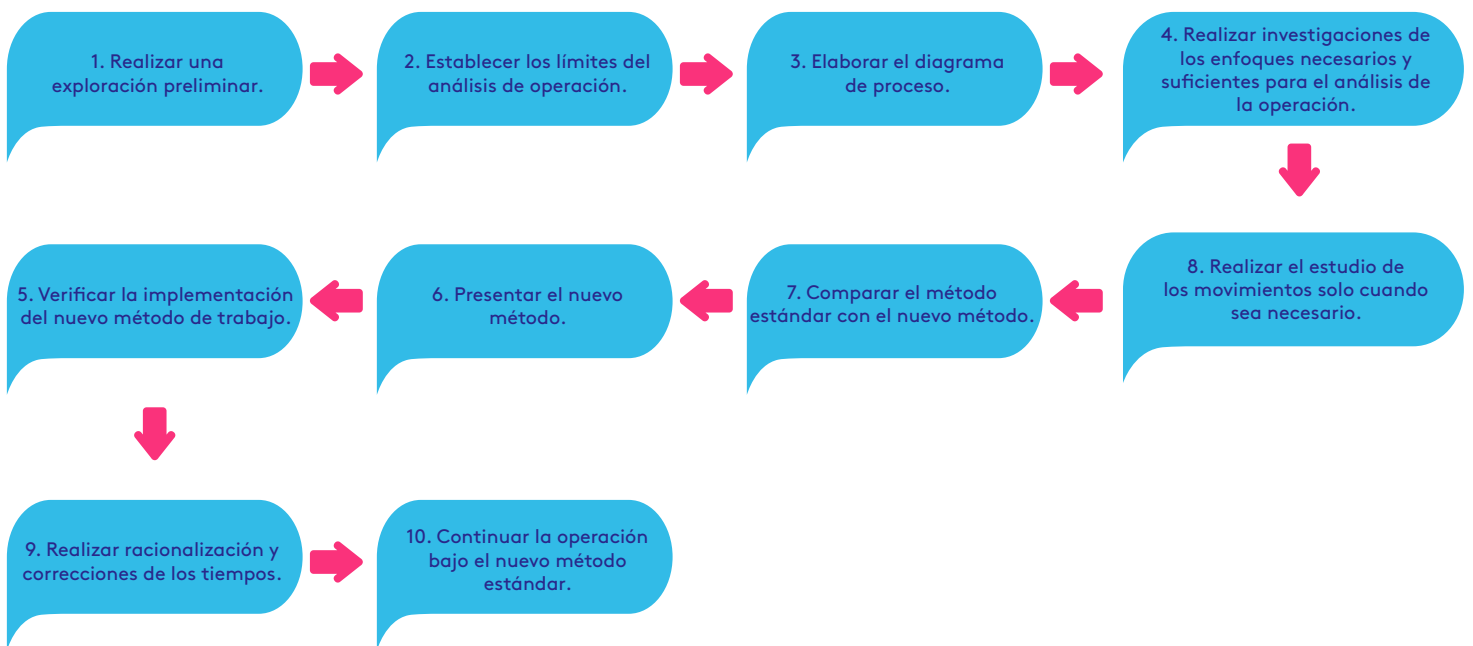


Figura 2. Pasos para el análisis de operación
Fuente: WestingHouse Electric Corporation

Basado en lo mencionado anteriormente, el estudio de tiempos es una actividad técnica realizada para establecer un modelo de tiempo permisible para la realización de una tarea específica, basada en la naturaleza del proceso necesario para realizar un producto, beneficiando las utilidades de la compañía.

Cuando se realizan estudios de tiempo, el analista debe tener en cuenta las diferentes consideraciones de tiempo generadas por la fatiga y los retrasos inevitables de los colaboradores en el ambiente de las áreas y tener en cuenta los diferentes suplementos autorizados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Es importante resaltar que uno de los grandes impactos del estudio de tiempos está dado en la asignación de salarios y pagos en mano de obra, ya que las decisiones de pago nacen de los tiempos laborales semanales y diarios.

En la actualidad el **salario mínimo** está basado en el consumo legal semanal de trabajo establecido en 48 horas semanales, teniendo 8 horas de trabajo diario máximo y por eso se generan los recargos por hora extra adicional y día festivo o dominical y por lo general las compañías generan diferentes sistemas de pago de salarios y honorarios no solo de la parte legal vigente y el cumplimiento de pago por una labor, sino también en todos los incentivos basados en el desarrollo de modelos de productividad e incentivos a los colaboradores, de forma tal que una parte es monetaria salarial y otra parte en salario motivacional a través de la administración o minimización de tiempo no laborado, asignación de tiempo de casa, reconocimiento mensual trimestral o semestral de cumplimiento de productividad en modalidades de empleo del mes entre otros, generar reconocimiento a los colaboradores muchas veces genera más satisfacción profesional que el incentivo monetario.

Finalmente, el objetivo de los métodos, el estudio de tiempos y los diferentes sistemas de pagos resultado de los mismos estudios, se dedican a la minimización del tiempo necesario para la ejecución de un trabajo, buscan la conservación de los recursos y la minimización de los costos sobre los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de los bienes y los servicios, efectuar la producción sin perder la consideración de los diferentes recursos energéticos y el balance de materia y energía a lo largo de la ejecución del trabajo, suministrar productos con una confiabilidad alta y de calidad, maximizar y promocionar la seguridad y la salud en el trabajo enfocada a los colaboradores, disminuir los diferentes impactos ambientales teniendo en consideración todas las decisiones tomadas en los diferentes métodos de trabajo.



Salario mínimo

La remuneración mínima, salario mínimo o sueldo mínimo, es la cantidad mínima de dinero que se le paga a un trabajador en un determinado país y a través de una ley establecida oficialmente, para un determinado período laboral (hora, día o mes), que los empleadores deben pagar a sus trabajadores por sus labores.



Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar la actividad de aprendizaje:

Control de lectura

Técnicas de toma de tiempo



Figura 3. Toma de tiempo
Fuente: Adobe/146073941

Para hablar de las diferentes técnicas empleadas para la toma de tiempos de trabajo, se debe mencionar las herramientas que el ingeniero de métodos, el analista de métodos o el gestor de procesos debe mínimo contar, como es de manera básica un cronómetro (visto en el capítulo anterior como herramienta para la estandarización y la medida de tiempo), un tablero o paleta para apoyar diferentes formas impresas con las plantillas de trabajo para el estudio de tiempos y calculadora de bolsillo.

El cronómetro

Como herramienta base para la toma de tiempo se relaciona a continuación como ejemplo.

Figura 2

Disparador inicial Split – Sleep
Puede pausar el tiempo en algún punto, mientras continua el tiempo ciclo.



Disparador inicial Start – Stop
Vuelve a cero el conteo cuando se presiona por primera vez.

Figura 4. Cronómetro básico
Fuente: propia

La toma de tiempo sugiere tomar en minutos, dependiendo del tipo de operación que se necesite medir, medir en centésimas de segundo puede generar una serie de números muy grandes e incontrolables, y se sugiere todas las tomas de tiempo para no tener tomas compuestas por HH:MM:SS:CS (horas, minutos, segundos, centésimas de segundo) y tener una sola unidad de medida, transformarlas al sistema sexagesimal para el tratamiento de los datos, donde el sistema sexagesimal es un sistema de numeración de base 60 y así lograr cubrir las unidades de tiempo muy pequeñas de micro movimientos y lograr darle valor a las medidas más grandes.

La medida por cronómetro es una medida manual, sujeta a la visión y la experiencia del analista de métodos, y dependiendo del foco puede llegar a tener errores en algunos patrones de medida si hay distracciones durante el desarrollo del ejercicio, por ende se sugiere alta concentración, selección y foco del ejercicio en la toma de tiempos, el conocimiento previo del proceso o la lectura básica del procedimiento para evitar errores en la toma de datos; existen también programas especializadas en la toma de tiempos y movimientos de una operación realizada por video, y dejando grabado el proceso de transformación para luego ser analizada de manera específica.

Sin embargo estas prácticas tienen de manera específica altas implicaciones legales ante el Ministerio del trabajo, y en algunos casos si se realiza sin previo aviso o autorización el colaborador está en plena libertad de demandar las compañías por violación a su privacidad, por tal razón este tipo de ejercicios debe ser avisado dentro de la política de tratamiento de datos de la compañía, y el hacerlo parte del pacto colectivo con la empresa para el desarrollo de incentivos y medidas del trabajo.

Existen varias técnicas de toma de tiempo, entre ellas se citarán dos básicas: una forma será en el tiempo continuo y el segundo será vuelta a cero.

Tiempo continuo

El modelo de tiempo continuo, consiste en realizar la toma de tiempo dejando el cronómetro corriendo o avanzando de manera continua y con el botón de Split realizar paradas al inicio y al final de cada operación de forma que se logre registrar el tiempo en el que empieza una tarea y termina dentro del tiempo total de la operación de inicio a fin, luego en el análisis de datos se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$\text{Tiempo de actividad} = \text{Tiempo de parada} - \text{tiempo inicial}$$

Confrontando en cada parada el tiempo en que finaliza una actividad con respecto al inicio de la misma, y sin perder el tiempo total de operación al final de obtener el producto final de la estación de trabajo.

Tiempo vuelta a cero

El modelo de tiempo vuelta a cero se realiza de manera muy ágil y rápida presionando el inicio de la operación con el botón start - stop del cronómetro, se toma nota del tiempo de inicio de la actividad y cuando se acabe la actividad de manera muy rápida se frena con el botón de start - stop, se toma nota del valor y con el botón Split se regresa a cero y nuevamente start - stop para empezar la siguiente medida de actividad.

De acuerdo con el libro Estudios de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil, segunda edición de Pearson Education por Fred E. Meyers, se recomienda realizar un estudio de tiempos de 10 ciclos para trabajos que tengan menos de 2 minutos de duración, y de 5 ciclos para trabajos que duren más de 2 minutos, luego determinar el rango como diferencia entre el tiempo elemental más alto y el más bajo, buscando un acertado nivel de precisión.

A continuación, se relaciona un modelo de plantilla para el cálculo de los suplementos, un modelo para el cálculo del ritmo y el porcentaje de más que la actividad debería llevar de tiempo real y un modelo de planilla modelo para la toma de tiempos de actividad con su explicación por convención.

Suplemento tiempos															
Producto: Peso:		Tensión Física				Tensión Mental				Condición de trabajo				Total	
		Fuerza media	Postura	Vibraciones	Ciclo breve	Indumentos estrechos	Concentración/ansiedad	Monitoría	Tensión visual	Ruido	Temperatura/humedad	Ventilación	Emanaciones de gases		Polvo
Operación:														Condiciones de trabajo:	
No.	Descripción del elemento														

Tabla 1. Modelo de tabla de suplemento de tiempo
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

Fecha: _____ Tarea: _____

Calificaciones

Observ. Núm.	Su calificación	Tiempo real	Tiempo estándar	Calificación real	Diferencia
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Calificaciones

De calificaciones dentro del 5% ___ x 10 =

De calificaciones dentro del 6 al 10 % ___ x 5 =

Se aprueba con 70%

Total ___

Tabla 2. Modelo de tabla de calificación de tiempo

Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

Encabezado

N. Elem..	Descripción del elemento	Lecturas										Total	Tiempo promedio	%R	Tiempo normal	Frecuencia	Tiempo normal unitario	Suplemento	Tiempo tipo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ciclos							
	C																		
	V																		
	C																		
	V																		
	C																		
	V																		
	C																		
	V																		
	C																		
	V																		
	C																		
	V																		

Tabla 3. Modelo de planilla de toma de tiempos o por ciclo o vuelta cero
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

ENCABEZADO

N. Elem.	Descripción del elemento	Lecturas										Total	Tiempo promedio	%R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO NORMAL UNITARIO	SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	CICLOS								
1	C																			
	V	2	3									4	5	6	7	8	9	10	11	

1: Es un número de secuencia, cuando el elemento se repetía no debe colocar el consecutivo, utilice el mismo número del elemento inicial

2. Descripción del elemento, hágala tan completa como sea posible

3. Es la matriz propia de la toma de tiempos

4. Se refiere al tiempo total de los ciclos cronometrados, algunos ciclos puede ser eliminados

5. Resulta de dividir el tiempo total entre el número de ciclos.

6. La calificación porcentual se refiere a la opinión del analista respecto a la rapidez con que se desenvuelve el operador.

7. Se define como el tiempo que demora un operador normal trabajando a ritmo cómodo en producir una parte

8. Indica cuantas veces se lleva a cabo una tarea.

9. Se desprende de multiplicar la frecuencia por el tiempo normal

10. Son adiciones que se dan a los tiempos normales por factores internos y externos a los operario

11. Es el tiempo definitivo

Tabla 4. Modelo de planilla de toma de tiempos o por ciclo o vuelta cero
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).



Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar las siguientes actividades:

Recurso de aprendizaje

Infografía

Actividad de Aprendizaje

Práctica

Tiempo estándar

Los estándares de la mano de obra pueden estimarse basados en la memoria histórica, es decir de una manera sencilla basado en las experiencias del pasado y las lecciones aprendidas, bajo la premisa de cuánto tiempo se gastó la última vez que se ejecutó o una vez realizado el estudio de tiempos y de haber realizado el análisis estadístico de los datos se obtiene el tiempo estándar de operación, asignándolo como el tiempo requerido para que un colaborador promedio previamente calificado y capacitado, trabajando a un ritmo normal, realice una operación y en las industrias pequeñas cuando se labora a destajo o por obra o labor, se les cancela su pago basado en este tiempo estándar de operación.

Ecuación 2

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo medido} \times \text{Suplemento}$$

El *tiempo estándar*, fuera de ser el patrón de medida de la labor de un colaborador en la ejecución de su proceso, es muy usado en la toma de decisiones y el desarrollo de los Planes Agregados de Producción, que son proyecciones en el tiempo para la toma de decisiones de la administración de recursos y las necesidades de personal basado en el cubrimiento de la demanda proyectada o estimada con respecto a la capacidad del sistema productivo, dando el tiempo estándar, la necesidad de mano de obra directa al proceso y el costo del mismo en el tiempo. Con dicha proyección las gerencias tanto financiera o administrativa como la gerencia general toman decisiones en el tiempo y en

la administración del flujo de caja, la proyección del costo de producción y estado general de resultados del ejercicio y la representación de las utilidades del negocio.

En una curva de Gauss se puede observar el comportamiento de los tiempos y las metas de la ingeniería de métodos en análisis de operaciones.



Campana de Gauss, es una representación gráfica de la distribución normal de un grupo de datos. Éstos se reparten en valores bajos, medios y altos, creando un gráfico de forma acampanada y simétrica con respecto a un determinado parámetro. Se conoce como curva o campana de Gauss o distribución Normal.

Fuente. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Campana_de_Gauss

Figura 7

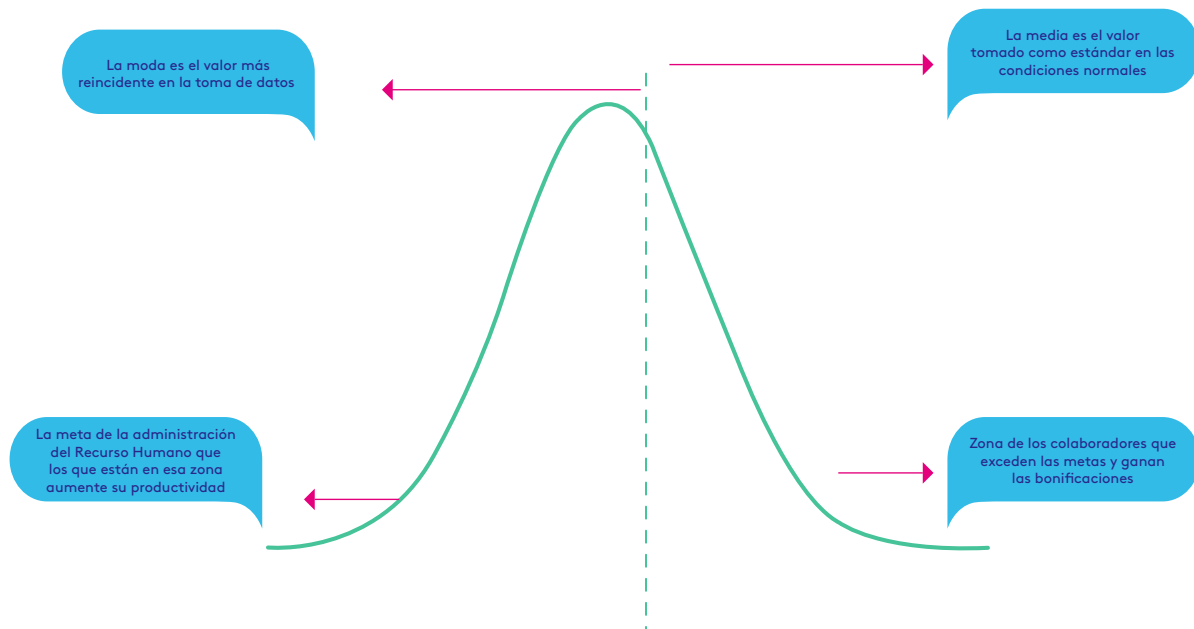


Figura 5. Curva de Gauss resultado de la toma de tiempo
Fuente: propia

Tiempos predeterminados

Los tiempos predeterminados son un tipo de tiempos que no pueden ser calculados con precisión debido a lo corto de sus micro movimientos por cronómetro, por lo cual en el año 1.948 se publicó la Obra *Methods - Time Measurement* (H.B. Maynard, 1948), el cual asignó valores para los movimientos fundamentales como alcanzar, mover, girar,

asir, colocar en posición y soltar. (H.B. Maynard, 1948). El cálculo de movimientos MTM (Métodos de Medición de Tiempos en español) nace de las diferentes revisiones cinematográficas cuadro a cuadro para tomado de diferentes áreas de trabajo, facilitando así para los analistas de operaciones la revisión de dichos movimientos.



Lectura recomendada

Para ampliar este apartado se invita al estudiante desde la página principal del eje a realizar la lectura complementaria:

Medición de Tiempos y Métodos, (pp. 494-522)

Benjamín W. Niebel

https://www.academia.edu/20379229/137977550_Ingenieria_Industrial_Benjamin_W_Niebel

Acotación: se puede buscar en versiones más nuevas del libro el título de la lectura y leer todo el capítulo.

Muestreo del trabajo

Es una forma de estimación de los tiempos estándar, basado en la toma aleatoria de una muestra de las operaciones realizadas por una serie de colaboradores con los cuales se observa su comportamiento, cumplimiento de metas, modelos de trabajo y la distribución del tiempo por parte de los colaboradores en un sin número de actividades. El método fue desarrollado en Inglaterra por Tippet en la década de 1930. En algunas compañías en las cuales se ha implementado el método ha llevado al cambio de colaboradores y prescindir en algunos casos de los mismos, y generan la asignación de tareas a otros colaboradores, y la evaluación del costo unitario por unidad producida.

Para determinar el número de observaciones necesarias por proceso se sugiere el uso de la siguiente fórmula.

Ecuación 3

$$n = \frac{Z^2 p (1 - p)}{h^2}$$

Donde,

n = tamaño de muestra requerido

Z= Número de desviaciones normales estándar para el nivel de confianza deseado, revisar tabla normal para niveles de confianza.

p= valor estimado de la muestra del tiempo observado al colaborador activo o inactivo.

h= el nivel de error aceptable en porcentaje.



Ejemplo

En una EPS se estima que la mayoría de los colaboradores se encuentran inactivos en 25% del tiempo, por lo cual sería ideal realizar un muestreo del trabajo con el 3% de exactitud y un 95,45% de confianza en los resultados. Al revisar las tablas estadísticas normales para el nivel de confianza deseado, el valor $Z= 2$, por tal razón se resuelve.

$$n = \frac{2^2 (0.25) (1 - 0.25)}{0.03^2}$$

$$n = 833 \text{ Observaciones}$$

El muestreo del trabajo tiene como objetivo determinar los tiempos productivos y los tiempos inactivos de las máquinas en una estación de trabajo, de forma tal que no se ve la necesidad de estar todo el tiempo observando el funcionamiento de las máquinas tomando nota del momento y causa de una parada no programada. En cambio, se pueden realizar mejores planeaciones del trabajo del analista de métodos en el desarrollo de rutas con cantidad de recorridos en planta de algún modo aleatorio llevando el registro de las máquinas en funcionamiento, las que se detienen y las causas de dichas paradas no programadas.

Para realizar un muestra del trabajo se sugiere como primero seleccionar las actividades a observar y analizar, buscando primero informar a los colaboradores del ejercicio que se realizará, y la parte fundamental que son en el desarrollo de la actividad, el conocimiento de las actividades que se van a realizar, para entender los cambios de manera oportuna entre una actividad y otra, segundo, se sugiere calcular la proporción de tiempo de la actividad o la demora, fijando previamente cuál es el objetivo del muestreo del trabajo, estimando que entre más observaciones se logren mejor nivel de confianza hay y así tener pendiente el tiempo disponible de análisis para la toma. Tercero, como se vio anteriormente, estimar el número de observaciones, con el nivel de confianza y exactitud deseado, cuarto, se sugiere la necesidad de determinar la frecuencia de las observaciones teniendo en cuenta que ya se tienen el número de muestras a tomar se sugiere tomar de manera equitativa minimizando la variabilidad de las muestras, es decir si son 500 muestras para 10 días, sería ideal programar 50 diarias, luego garantizar que las muestras se tomen al azar por lo cual se puede realizar basado en una tabla de números aleatorios, o un instrumento de notificación aleatoria que envíe una señal al analista a diario para el levantamiento de la información, lo importante es que se mantengan periodos específicos de observaciones por día, por último observar y registrar las actividades, siempre teniendo en cuenta al colaborador y que esté informado de la actividad a realizar y realizar el análisis de los resultados de acuerdo con los objetivos del estudio.

Movimientos y micromovimientos



Figura 6. Movimientos al empacar
Fuente: Adobe/225977594

Al hacer relación de los diferentes movimientos realizados por los colaboradores en la elaboración de un producto, en el desempeño en una estación de trabajo es necesario hacer alusión a Frank B. Gilbreth fundador de la técnica del estudio de los movimientos, el cual se basa en el estudio de los diferentes movimientos realizados por el cuerpo humano durante la ejecución de una operación laboral específica, brindando oportunidades de mejora en la identificación de los movimientos innecesarios, secuenciando los movimientos continuos y beneficiando el control y la identificación de valor a través de la adecuación y puesta a punto de los puestos de trabajo, bajo la premisa de que los colaboradores deben dedicarse a la búsqueda de insumos y herramientas de trabajo por toda la planta.

Frank B. Gilbreth y su esposa Lilian son los desarrolladores de las técnicas cinematográficas enfocadas a la identificación y mejoramiento de los micromovimientos realizados por el colaborador durante la ejecución de una operación en acción lenta, vislumbrando la identificación de movimientos innecesarios, repetitivos e ineficientes para minimizar y maximizar el trabajo manual. Estos movimientos fueron llamados como therbligs, en honor a sus desarrolladores de los diferentes estudios de los mismos.

Tipos básicos de movimientos

Movimientos balísticos

Se crean movimientos balísticos al poner en movimiento un conjunto de músculos sin tratar de suspenderlos mediante otros músculos. Buenos ejemplos son lanzar una pieza y una tina o presionar el botón de pánico de una máquina. Los movimientos balísticos deben ser alentados.

Movimientos controlados o restringidos

Son lo opuesto a los movimientos balísticos y requieren de mayor control, especialmente al final del movimiento. La colocación cuidadosa de piezas es un ejemplo de movimiento controlado. La mejor justificación para los movimientos controlados son las consideraciones de seguridad y calidad; pero si se encuentran maneras de reemplazarlos con movimientos balísticos, es posible conseguir una reducción de costo.

Movimientos continuos

Son curvos y más naturales. Cuando el cuerpo tiene que cambiar de dirección, reduce la velocidad y realiza los movimientos por separado. Si la dirección es de 120 grados, se requieren dos movimientos. Alcanzar el interior de una caja de piezas que está sobre la mesa es un ejemplo de dos movimientos: uno para alcanzar el borde de la caja y otro para introducir la mano. Si la caja fuera colocada en ángulo, se utilizaría un solo movimiento.

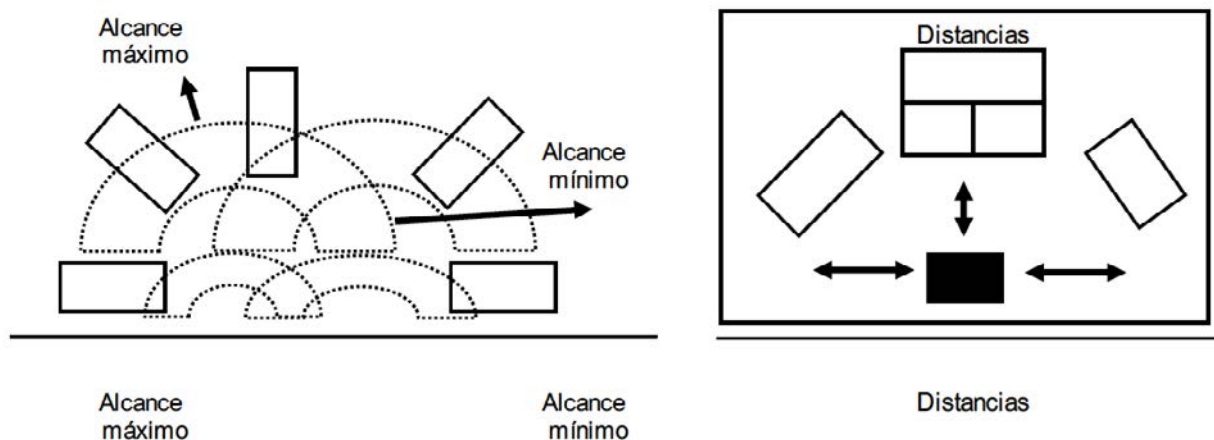


Figura 7. Modelo de alcance mínimo y alcance máximo de un cuerpo
Fuente: propia.

A continuación, se relaciona un formato sugerido para la toma aplicada de los movimientos de la mano derecha y mano izquierda por separado.

Encabezado					
Diagrama mano derecha mano izquierda					
TI	Mano derecha	TA	TI	Mano izquierda	TI
		5	5		
		10	10		
		15	15		
		20	20		
		25	25		
		30	30		
		35	35		
		40	40		
		45	45		
		50	50		
		55	55		
		60	60		
		65	65		
		70	70		
		75	75		
		80	80		
		85	85		
		90	90		
		95	95		
		100	100		
		105	105		
		110	110		
	Tiempo total			Tiempo total	
	Tiempo activo			Tiempo activo	
	Tiempo ocioso			Tiempo ocioso	

Tabla 5. Formato de toma de tiempo para ambas manos
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

Micromovimientos

El estudio de **micromovimientos** es una de las técnicas más afinadas en la construcción del estudio del trabajo. Durante muchos años los estudios realizados de manera cinematográfica tenían desventajas en sus costos; en el tiempo presente con la facilidad de los dispositivos móviles o celulares, y la revolución tecnológica, el poder realizar una grabación de los colaboradores para la realización de un estudio de micromovimientos está más sujeta a la pericia del analista de métodos y el mensaje transmitido a los colaboradores del objetivo o fin del estudio a realizar.

Es importante considerar para el desarrollo del estudio de los micromovimientos establecer las mejores series de los o secuencias de los therbligs, investigar y determinar las diferentes causas de cualquier variación importante en el tiempo requerido para un therblig, analizar y examinar minuciosamente las indecisiones determinando sus causas y eliminándolas, los tiempos de ciclos alcanzados en el menor tiempo posible se sugieren usar como metas a alcanzar, las desviaciones de los tiempos mínimos deben ser estudiados entendiendo sus causas y así generar mejoras en el futuro, la selección de los colaboradores para efectuar el estudio de los micromovimientos se sugiere realizar con los líderes del proceso de forma tal que la toma de los movimientos están basados en la meta más alta, así mismo en el desarrollo de metodologías de desarrollo del talento humano y liderazgo, se sugiere trabajar en compañía de los mismos en las capacitaciones del colaborador nuevo basado en los mejores métodos de trabajo de los líderes y estandarizar los micromovimientos y generar un nuevo esquema de mejoramiento.

El análisis de los movimientos y micromovimientos en las estaciones de trabajo está de manera directa asociado con el análisis de ergonomía donde se revisa de manera técnica la influencia de la arquitectura del puesto de trabajo en beneficio, de operar una labor, en dos vías, una principal pensando en el bienestar del colaborador, y otra pensando en la generación de valor por parte del mismo al contar con una herramienta ideal para la mejor forma de realizar su trabajo de manera ágil, de acuerdo con la ISO 45001 los estudios de ergonomía en los puestos de trabajo hace parte del desarrollo de la salud ocupacional en compañía tanto del profesional de la salud, como el analista de métodos de trabajo y beneficiar de manera conjunta la operación, a continuación se relaciona dos ejemplos tomados del libro Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos de Niebel como cortesía de *Human Factors Section, Eastman Kodak Co.*, para el dimensionamiento de trabajo visual en lugares de trabajo sedentes, o de oficina y las dimensiones recomendadas para una estación de trabajo de pie.

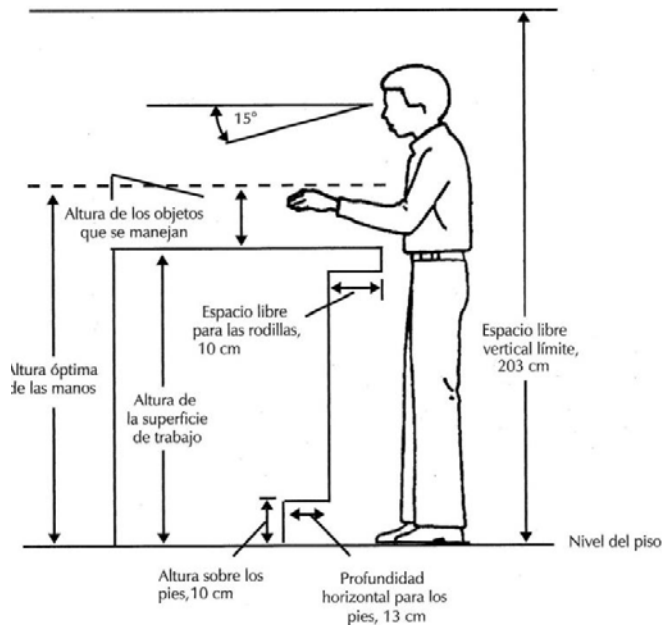


Figura 8. Análisis de estaciones de trabajo de oficina
Fuente: Human Factors Section, Eastman Kodak Co (1972)

La metodología *Lean Manufacturing* en sus capítulos de estudio del trabajo sugiere dos herramientas importantes dentro del desarrollo del mejoramiento continuo con miras al entendimiento de los procesos y la descripción de los mismos. De un lado se encuentran las Hojas Estándar de Operación (**S.O.S. Standard Operation Sheet**) vista en el capítulo de anterior como Diagrama de Operación, y sugiere también la u Hoja de Elementos de Trabajo (**J.E.S. Job Elements Sheet**), como el diagrama con la descripción completa y necesaria de los elementos de trabajo. A continuación, se relacionan dos ejemplos de usos de las herramientas Lean mencionadas aplicadas en una industria farmacéutica.



Lectura recomendada

Para ampliar este apartado se invita al estudiante desde la página principal del eje a realizar la lectura complementaria:

Análisis de métodos de valoración postural en las herramientas de simulación virtual para la ingeniería de fabricación

Manuel García-García, Alberto Sánchez-Lite, Ana María Camacho, Rosario Domingo



S.O.S. Standard Operation Sheet

Las hojas de operación estándar son documentos que definen el mejor método y los movimientos más eficientes para realizar una operación, eliminando la variación, los desperdicios y el desequilibrio de las mismas, permitiendo a los trabajadores que realicen las operaciones con mayor facilidad, rapidez y con el menor tiempo.

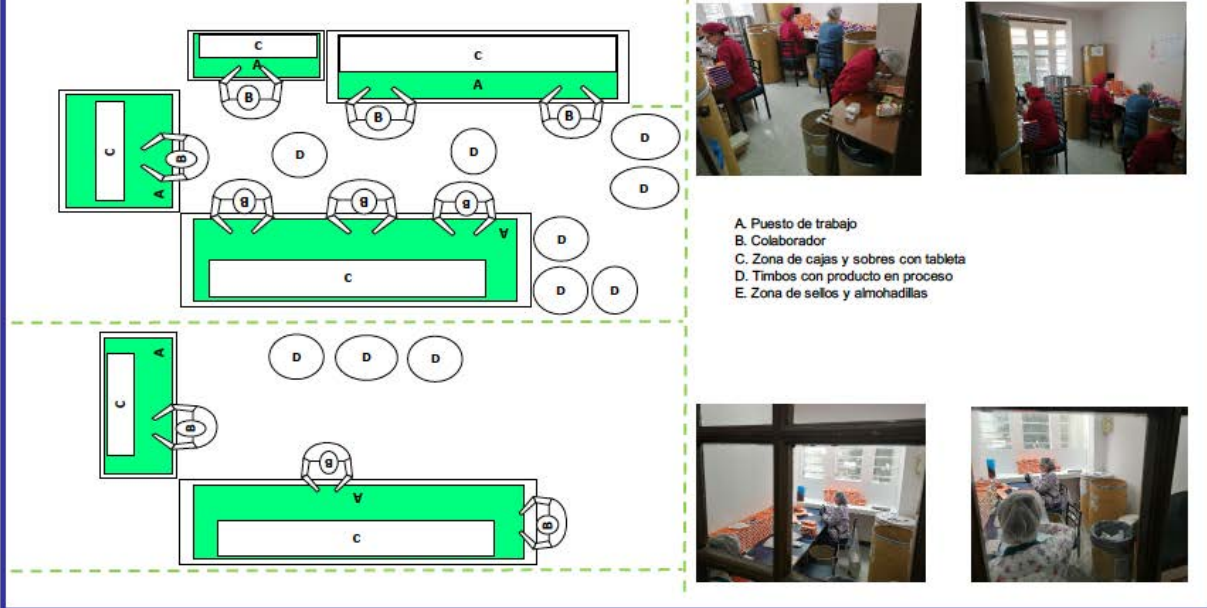
J.E.S. Job Elements Sheet

Las hojas de elementos de trabajo, muestran de manera dinámica las herramientas, artículos, y en general todo lo necesario para poder ejecutar una labor dentro de un proceso industrial, desde la visual de seguridad y salud en el trabajo, como todo lo pertinente para la realización de dicha labor.

Nombre del proceso / operación:

Acondicionamiento Secundario


Diseño actual estación de trabajo o línea de producción



EPPs REQUERIDOS:

Gorro		Tapa Bocas		Guantes		Uniforme de dotación	
--------------	---	-------------------	---	----------------	--	-----------------------------	---

ELEMENTOS NECESARIOS DE PROCESO:

Puesto de Trabajo		Stickers		Alcohol
Pesas, para asentar el pegado de las cajas		Litertura		Paños para limpieza
Sellos		Tinta Negra		Tijeras
Almohadillas para sellos		Tinta Verde		Cajas para armado

REVISION	FECHA	MODIFICACIÓN	APROBO

Figura 9. Modelo de JES en un proceso farmacéutico
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

Logo de Empresa		HOJA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR				CÓDIGO: FO-PD-23	
						FECHA: 17/10/2018	
						VERSIÓN: 1	
PRODUCTO	Magnesiano Sódico	REF. ORIGINAL				REF:	
PARTE		HERRAMIENTA	Tijeras, Sellos, Tiritas, paños de limpieza				
PROCESO	Acondicionamiento Secundario	RESPONSABLE	Asistente de Producción			HOJA: 1 DE 4	
MÁQUINA	Proceso Manual	MATERIAL					
No	ETAPAS PRINCIPALES	PUNTOS CLAVE	RAZÓN DEL PUNTO CLAVE. DIAGRAMAS.				
1	Codificación de Caja	Se codifica el lote - Vence	Sello en solapa "LABS FARM"	Asistente de Producción	Operario de Empaque 1	Operario de Empaque 2	Elementos del Proceso (Verificar JES)
2	Amar / Plegar Caja	Separar el lote de 50 cajas, seleccionar cada caja y plegar la dando la forma de la caja deseada					
3	Amar / Pegar y poner sticker	Aplicar pegante (Colbón) en la pestaña de la base de la caja	Poner el sticker de sellado de caja de LABS FARM Ltda.	Abastecer el Producto en Proceso	Codificar Caja	Colocar y verificar sello de lote y vence en el Sobre que viene del proceso de Encelofanado	Asignar al área Sellos, tijeras, litina, producto en proceso.
4	Colocar y verificar sello de lote y vence, en el sobre del proceso de encelofanado.	(Verificar cantidad y corte recto)	Proceso paralelo recorte de sobres, verificación de unidades completas				
5	llenado	Verificar corte, lote vence y unidades, agregó inserto (a lo lleva) e introducir en caja, dejando una pestaña a medio abrir para aplicar pegante en el siguiente proceso (cerrar caja)					
4	pegar y cerrar la caja.	Verificar las unidades finalizadas					
							Colocar Pasas para unir el pegante de las solapas de la caja
Lo que está prohibido y por qué (Explicación de posibles problemas o defectos)			Cómo tratar las anomalías (Items o notas explicativas, Girs)				
No pueden pasar sobres en mal estado, por temas de golpe o avería en el empaquetado inicial del producto, este debe ser seleccionado y separado del resto de producto para recuperar nuevamente.			Verificar, seleccionar y separar los productos que no cumplan con la especificación de Producto, en un almacén provisional de empaque y producto no conforme para retornarlo al proceso anterior.				
No pueden llegar cajas vacías al proceso de empaque, menos al cliente es una falta grave al sistema y propuesta de valor de LABS FARM Ltda.							
REVISIÓN	FECHA	MODIFICACIÓN			APROBÓ		

Tabla 6. Modelo de SOS en un proceso farmacéutico
Fuente: propia.

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).



Instrucción

Recursos de aprendizaje

Caso modelo

Demostración de roles



Lectura recomendada

Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo

Jorge Pérez Rave, Daniel La Rotta, Katherine Sánchez, Yiseth Madera, Guillermo Restrepo, Mayra Rodríguez, Johan Vanegas, Carlos Parra

Finalmente, luego de este gran recorrido por la Ingeniería de métodos, el estudiante y profesional cuenta con el entendimiento básico de los diferentes formas de identificar los métodos de trabajo, desde el registro de las operaciones, el estudio de tiempos, el estudio de movimientos, el proceso de análisis de la operación, la evaluación de las condiciones de trabajo, y los impactos que se pueden generar al mejorar de manera contundente las operaciones, pensando no solo en el beneficio de las organizaciones, sino, teniendo en cuenta el bienestar de los colaboradores en los sistemas, las consideraciones legales y éticas para su bienestar donde se garantice un mejor vivir en la exposición al trabajo ya que existe un sin número de compañías hoy enfrentando demandas de altos costos por falta de análisis de la operación y mejoras en los métodos de trabajo así como las grandes pérdidas de seres humanos en accidentes de trabajo en los cuales se perdió el mejor método de trabajo, y de golpe a la industria, muchas empresas han llegado a la quiebra a causa de no contar con mejores métodos de trabajo al incumplir al cliente y no ser competitivos en el mercado.



Figura 10. Cierre de Brechas Eje 4
Fuente: propia

Asociación Española MTM. (2018). *Fundadores del Sistema MTM*. Obtenido de <https://www.asocmtmesp.com/historia-mtm/fundadores-del-sistema-mtm/>

Beltrán-Esparza, L., González-Valenzuela, E., Fornés-Rivera, R., & Kimoto-Okuda, S. (2018). *Elaboración de hojas de operación estándar para el mantenimiento del servicio mayor de una empresa automotriz del Sur de Sonora*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num6/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N6_1.pdf

Dole, E. (1990). *Ergonomics Program Management Guidelines For Meat-packing Plants*. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=B-nTGg4VXYVQC&pg=PA19&lpg=PA19&dq=Eastman+Kodak+Co.,+Ergonomic+Design+for+People+at+Work;+Belmont,+CA:+Lifetime+Learning+Pub.,+1983.&source=bl&ots=kiuJvQPluR&sig=ACfU3U2rSnK48fUXCeg-3F25p-K9XaWRt1A&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEw>

EcuRed. (2020). *Campana de Gauss*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Campana_de_Gauss

García-García, M., Sánchez-Lite, A., Camacho, A., & Domingo, R. (2013). *Análisis de métodos de valoración postural en las herramientas de simulación virtual para la ingeniería de fabricación*. Obtenido de <https://search-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/docview/1677423287?accountid=50441>

Niebel, B. (1990). *Medición de tiempos y Métodos*. AlfaOmega.

Organización Internacional del Trabajo. (2020). *¿Qué es un salario mínimo?* Obtenido de <https://www.ilo.org/global/topics/wages/minimum-wages/definition/lang--es/index.htm>

Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (s.f.). *Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo*. Obtenido de <http://proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/docview/1011569518?accountid=50441>



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica