



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Opción: B.1 ELABORACIÓN DE APUNTES

Materia: Estudio del trabajo I

Clave de la asignatura: INJ-1011

PE: Ingeniería Industrial IIND-2010-227

Presenta: Alejandra Arana Lugo

i. ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN

El estudio del trabajo se conceptualiza como un proceso analítico y sistemático que examina en detalle las operaciones y procesos de producción, mediante técnicas de medición de tiempos y análisis de movimientos. Esta disciplina tiene como objetivo implementar mejoras que optimicen la ejecución de tareas, permitan su estandarización y reduzcan tanto el tiempo requerido como el costo por unidad producida. En consecuencia, el propósito esencial del estudio del trabajo es contribuir al aumento sostenido de la productividad organizacional (Autor, año).

Esta asignatura tiene como finalidad que el estudiante de Ingeniería Industrial desarrolle competencias específicas que le permitan:

- a) Identificar, evaluar, rediseñar y proponer mejoras en los procesos de producción, distribución en planta y diseño de estaciones de trabajo, mediante la generación de métodos eficientes y el establecimiento de tiempos estándar utilizando técnicas de cronometraje.
- b) Elaborar e interpretar distintos tipos de diagramas de procesos, con el fin de detectar oportunidades de mejora en las operaciones productivas.
- c) Aplicar metodologías de análisis de operaciones para optimizar el aprovechamiento de los recursos en sistemas de producción.
- d) Diseñar y mejorar métodos y estaciones de trabajo, eliminando movimientos innecesarios y reduciendo los tiempos no productivos.
- e) Establecer tiempos estándar para tareas específicas, lo cual resulta clave para la planificación y el control operativo en entornos industriales.

El Programa Educativo (PE) de Ingeniería Industrial contempla ocho objetivos educacionales, de los cuales seis son atendidos en nivel introductorio a través de la asignatura *Estudio del Trabajo I*, mediante el desarrollo de competencias clave. Los objetivos con los que esta asignatura se encuentra alineada son:

1. Plantear y resolver problemas complejos de ingeniería industrial, aplicando fundamentos de ciencias básicas y de ingeniería.

2. Diseñar, gestionar e implementar sistemas de producción a lo largo de la cadena de suministro, incorporando principios de ergonomía y metodologías contemporáneas orientadas a la eficiencia y sostenibilidad.
3. Colaborar de manera efectiva en equipos multidisciplinarios y multiculturales, estableciendo metas, gestionando tareas y cumpliendo con plazos, bajo una visión sustentable.
4. Reconocer y asumir responsabilidades éticas y profesionales en contextos relevantes para la ingeniería industrial, emitiendo juicios informados que consideren impactos sociales, ambientales, económicos y globales.
5. Comunicarse de manera clara y eficaz, en forma oral y escrita, con públicos diversos.
6. Diseñar e implementar proyectos mediante la aplicación de metodologías de investigación y gestión, orientados a satisfacer necesidades del entorno social e industrial.

ii. ÍNDICE

Tabla de contenido

i. ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN	1
ii. ÍNDICE	4
INTRODUCCIÓN	6
DESARROLLO	7
UNIDAD I: Generalidades de Estudio de Trabajo y Diagramas de Proceso.	7
1.1 Introducción a la Ingeniería Industrial y conceptos generales	7
1.3 Diagramas de proceso	37
UNIDAD II: ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES	53
2.2 Finalidad de la operación	55
2.3 Diseño de la pieza	57
2.4 Tolerancias y especificaciones	58
2.6 Manejo de materiales.	64
2.8 Proceso de manufactura.	70
Impacto de los cambios en las operaciones	71
Automatización de tareas manuales	71
Mejora en el uso de equipos y herramientas	71
Distribución del equipo en la planta	71
2.9 Condiciones de trabajo.	72
2.11 Principio de la economía de movimientos.	80
2.12 Práctica 3 (Enfoques)	81
UNIDAD III: ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	82
3.1. Definición de estudio de movimientos.	82

3.2 Definición y clasificación de los movimientos fundamentales therbligs.	82
3.3 Mejoramiento de método	85
3.5 Práctica 4 (D Bimanual)	100
UNIDAD 4.- ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETRO	101
4.1 Definición de estudio de tiempos.	101
4.2 Metodología para realizar el estudio de tiempos.	101
4.3 División de la operación en sus elementos	102
4.4 Técnicas de cronometraje.	103
4.5 Toma de tiempos	105
4.6 Determinación del número de observaciones	105
4.7 Calificación de la actuación.	107
<hr/>	
4.8 Suplementos de tiempos	115
4.9 Cálculo del tiempo estándar	121
En la vuelta 5 dio un total de 1 minutos con 38 segundo	124
4.10 Diagrama hombre-máquina	125
ANEXO 7 Practica integradora	128
ATENTAMENTE	129
Alejandra Arana Lugo	129
ALEJANDRA ARANA	130
Fuentes principales	131
Marcas de integridad	131

INTRODUCCIÓN

Siendo el Estudio del Trabajo una rama del conocimiento que surge desde el momento que el hombre pretende unificar la forma de realizar las actividades cuando estas se presentan de forma repetitiva y cuando quiere controlarlas en función del factor tiempo; situación que forma una constante en cualquier sistema de producción, donde el futuro Ingeniero Industrial tendrá participación en la toma de decisiones operativas, mismas que buscarán incrementar niveles en la productividad con alternativas en la ejecución de procesos, la elaboración de productos o incluso la prestación de servicios. En sí el Estudio del Trabajo, busca implementar las técnicas adecuadas para determinar el factor tiempo para llevar a cabo una tarea eficaz.

Estas notas de la asignatura de Estudio del trabajo le servirán tanto al profesor como al estudiante del programa educativo de Ingeniería Industrial u otra carrera que en su plan reticular se imparta la materia de Estudio del Trabajo, como un apoyo para la impartición y/o llevar dicha asignatura.

La finalidad de estos apuntes es abarcar uno a uno los temas de cada unidad y desglosarlos teóricamente, sugiriendo a su vez casos prácticos reales, acervo bibliográfico y herramientas tecnológicas de impacto para que, el estudiante sea más autodidáctico y el docente se le facilite más desarrollar diferentes casos prácticos para de laboratorio.

La materia de Estudio del trabajo I forma parte de la retícula genérica IIND-2010-227 del PE de Ingeniería Industrial y se cursa en el 3er semestre de la carrera.

Otro aspecto relevante en la elaboración de estos Apuntes es que; el programa de estudio contempla Cuatro Unidades y el estimado de prácticas a realizar es de por lo menos Cinco y una integradora, la idea es enfatizar la importancia de estas y homogeneizar la forma de impartir y cumplir en tiempo y forma con los temas propios del programa basado en competencias.

En cuanto a la contribución académica a los Atributos de Egreso del programa Educativo la materia de Estudio de Trabajo I juega un papel muy importante por ser teórica práctica;

aportando competencias para el logro de los atributos: Realiza procesos adecuados de diseño e ingeniería, resuelve problemas de ingeniería.

A continuación, daremos inicio al desarrollo de los Apuntes los cuales serán de gran interés para todo estudiante que curse Estudio de Trabajo I y agrado de los del área y que imparten la materia.

DESARROLLO

UNIDAD I: Generalidades de Estudio de Trabajo y Diagramas de Proceso.

1.1 Introducción a la Ingeniería Industrial y conceptos generales

❖ Historia e indicios de la Ingeniería e Ingeniería Industrial.

Según la definición del Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología de Estados Unidos, la ingeniería es una profesión donde se aplican conocimientos de matemáticas y ciencias naturales —adquiridos mediante estudio, experiencia y práctica— con criterio y juicio para utilizar eficientemente los recursos y fuerzas de la naturaleza en favor de la humanidad. Esto sugiere que la ingeniería no es una ciencia en sí misma, sino más bien una aplicación práctica de ella. Similar a otras profesiones, se considera también un arte, ya que no basta con dominar conceptos teóricos; es esencial tener la capacidad de aplicar estos conocimientos para resolver problemas reales.

En este contexto, se entiende al ingeniero como un profesional con formación académica, talento creativo y habilidad para diseñar soluciones, ya sea en forma de maquinaria o procesos industriales, que aporten al bienestar social.

La práctica de la ingeniería existe desde tiempos remotos. Ejemplos como las pirámides egipcias o mesoamericanas, las grandes obras romanas y los templos asiáticos dan fe del ingenio humano para resolver desafíos técnicos, incluso mucho antes de que la palabra “ingeniero” se utilizara formalmente. Aunque no se conoce quién acuñó el término, sí se sabe que la primera escuela de ingeniería fue establecida en Francia en 1795, durante el gobierno de Napoleón. En esa época, se premiaban ideas como la conservación de

alimentos, lo cual llevó a innovaciones como los primeros alimentos enlatados, aunque con consecuencias imprevistas como la intoxicación por plomo.

El verdadero punto de inflexión para la ingeniería llegó con la ****Primera Revolución Industrial**** en Inglaterra. Hasta entonces, la manufactura era artesanal y limitada. Con la invención de la máquina de vapor por James Watt en 1765, la energía del vapor sustituyó la fuerza humana y permitió el movimiento mecánico autónomo de maquinaria. Esto impulsó una transformación profunda en múltiples sectores como el transporte y la minería. Inglaterra, al dominar esta tecnología, se convirtió en potencia global sin necesidad de armas, imponiendo su modelo industrial mediante la exportación de productos elaborados.

La expansión colonial llevó este modelo a América, donde se fundaron nuevas sociedades, como la que posteriormente se transformó en Estados Unidos. Esta nación adoptó el conocimiento europeo útil y lo adaptó a su entorno, dando lugar a la ****Segunda Revolución Industrial****. Durante este periodo, innovaciones como la administración vertical en la industria textil y el uso de piezas intercambiables revolucionaron la producción, eliminando la dependencia de artesanos y estableciendo la estandarización. Este nuevo sistema productivo impulsó una diferenciación social clara entre capitalistas, técnicos y obreros. Como consecuencia, el acceso a la educación técnica se convirtió en una vía de movilidad social, y estudiar ingeniería era garantía de mejores oportunidades.

El crecimiento de la producción trajo nuevas necesidades: transporte eficiente, comunicación, contabilidad, etc. Aunque la administración empresarial como disciplina formal no surgiría sino hasta el siglo XX, en 1880 se fundó la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), que hizo importantes contribuciones al campo de la ingeniería industrial.

Más adelante, con la llegada de la ****Tercera Revolución Industrial**** en los años 70, el mundo experimentó una nueva ola de transformaciones gracias al desarrollo de la informática, la automatización, el internet, la biotecnología y la preocupación por las energías renovables. Jeremy Rifkin popularizó este concepto, que fue respaldado por el Parlamento Europeo en 2006.

Este periodo trajo consigo conceptos clave como logística, cadenas de suministro, y sistemas integrados de gestión empresarial (ERP), que transformaron radicalmente la administración de empresas y la producción industrial. Tras la muerte de Frederick Taylor en 1915, se consolidó el papel del ingeniero industrial como experto en eficiencia y reducción de costos. Influenciado también por Henri Fayol, el ingeniero industrial comenzó a asumir funciones gerenciales, pasando de ser un supervisor de piso a un estratega empresarial. Las ideas de Elton Mayo en 1927 sobre relaciones humanas complementaron esta transformación, impulsando mejoras en el ambiente de trabajo y sentando las bases de la higiene, seguridad y ergonomía laboral.

Al comenzar el siglo XXI, la ingeniería industrial se consolidó como la especialidad con mayor número de estudiantes en las universidades a nivel global. Hasta antes de los años 70, las ingenierías eran de corte netamente técnico. Fue en esa década cuando surgieron en México las primeras licenciaturas con el nombre de “ingeniería industrial”, diferenciándose por su enfoque interdisciplinario. Estos ingenieros podían comunicarse eficazmente con cualquier área dentro de una empresa, lo que les permitió acceder rápidamente a cargos directivos.

En los años 80, líderes mundiales como Ronald Reagan y Margaret Thatcher impulsaron políticas neoliberales y tratados de libre comercio que transformaron la economía global. Este nuevo contexto trajo desafíos adicionales para el ingeniero industrial, que ahora debía dominar también conceptos económicos y geopolíticos. La publicación del libro **Planeación Estratégica** de Michael Porter, y sus ideas sobre ventajas competitivas, reforzaron la necesidad de formar ingenieros industriales con mentalidad estratégica y visión empresarial global.

Hoy en día, si bien otras profesiones también pueden desempeñar funciones similares, la formación integral del ingeniero industrial —que combina conocimientos técnicos, administrativos, sociales y éticos— le proporciona ventajas únicas en el entorno empresarial. Además, se espera que tenga una visión social, con conocimiento actualizado de leyes laborales, ambientales, y principios éticos, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la empresa y de la sociedad en general. *Gabriel Vaca Urbina, 2014, p 7 a la 11.*

❖ Resumiendo, Ingeniería

En inglés engine quiere decir, motor o máquina y está a su vez en el término latino la palabra es ingenium, que se define como disponer de un talento natural; de ahí viene engineer, en inglés; ingeniero, en español. Es por ello que se considera que un ingeniero es aquel que, con cierta base científica, construye o diseña máquinas y aplica su conocimiento para innovar o inventar y así poder cambiar condiciones y mejorar procesos en bien de la organización y su comunidad. *Julián López Peralta, Mario A Rocha Pérez and Enrique Alarcón Jiménez., 2014, pag 1*

Concepto

” Se refiere a la aplicación todos los principios de las ciencias sociales y físicas, de métodos analíticos y del proceso creativo a los procesos de transformación para proporcionar y satisfacer las necesidades humanas. Al analizar este concepto, nos damos cuenta de que fue la necesidad quien hizo a los primeros ingenieros”. *Camilo Janania, 2008, pag 2*

Por otro lado, *López Peralta, Rocha Pérez and Alarcón Jiménez.* conceptualizan ingeniería como una profesión que, con base en un conjunto de conocimientos obtenidos mediante el estudio de las matemáticas, las ciencias naturales, práctica y experiencia adquiridas de la aplicación tecnológica, propone la transformación de una idea en la realidad por medio de técnicas, diseños y modelos, todo esto para satisfacer las necesidades de la población. *Julián López Peralta, Mario Antonio Rocha Pérez and Enrique Alarcón Jiménez., 2014, pag 1*

❖ Definición de Ingeniería Industrial.

La Ingeniería Industrial se enfoca en analizar y modificar materias primas o materiales con el objetivo de convertirlos en productos terminados que sean más útiles y adecuados en términos de forma, tiempo y lugar. Su función *principal es desarrollar el método más eficiente para llevar a cabo esa transformación. Es decir, esta disciplina busca optimizar el retorno de la inversión mediante diseños que respondan a las necesidades*

específicas, es decir, productos finales. Por ejemplo, si se requiere fabricar un comedor, el proceso comienza evaluando el tipo de material a emplear, considerando todos los pasos necesarios para obtener un resultado final eficiente y funcional. Camilo Janania, 2008, pag 2

“La ingeniería industrial se enfoca en estudiar, diseñar, planificar y supervisar sistemas de producción y logística, con el objetivo de desarrollar e implementar estrategias que mejoren su eficiencia y rendimiento.”. Diego Navarro, 2018, p. 30 y 31,

➤ “La ingeniería industrial juega un papel muy importante al preparar profesionistas con conocimientos para contribuir a la solución de problemas actuales de la industria, mediante el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas que conllevan al logro de la producción y al incremento de la productividad de acuerdo al desarrollo económico, social y tecnológico del país”. *Julián López Peralta, Mario Antonio Rocha Pérez and Enrique Alarcón Jiménez., 2014, pag 2*

➤ “La ingeniería industrial es la profesión que abarca el diseño y desarrollo del sistema de producción de una industria, empresa o negocio, tomando en cuenta el factor humano, equipos y recursos requeridos para la obtención de un producto y/o servicio considerando todos sus insumos-entradas y procesos de producción; haciendo uso del pronóstico y de la situación específica requerida, para evaluar los resultados a obtener en dicho sistema. A la Ingeniería Industrial también es llamada la profesión de la productividad, impacta positivamente desde la eficacia, en la eficiencia y eficacia de los sistemas productivos y de servicios. Evalúa los procesos de fabricación de una empresa, identifica problemas en áreas como el diseño de productos, diseños de soluciones y trabaja con los equipos de finanzas y mercadotecnia”. *A Arana L 2025*

El campo de aplicación del ingeniero industrial dentro de la empresa manufacturera como en la empresa de servicios va desde Identificar las necesidades de un proyecto, estandarizar los sistemas de manufactura y de servicios, resolución de problemas, diseñar sistemas de producción, desarrollo de procesos, medición del trabajo, toma de decisiones en los procesos, crear, diseñar y aplicando la mejora continua de los procesos, incrementa la productividad, liderar equipos de trabajo, análisis en objetivos establecido, liderar

prácticas de procesos, optimización de usos de recursos humanos, técnicas e informativas, logística, calidad y lo administrativo.

Para poder decir que la ingeniería industrial está haciendo aplicada con éxito en cualquiera de sus campos de aplicación tiene que haber resultados efectivos; ya sea porque la planeación y ejecución fue eficaz o esos resultados tuvieron un grado de eficiencia que podemos mejorar en un periodo determinado, sin olvidar que *“No se puede Mejorar lo que no se Mide”* y ahí es donde el Estudio del Trabajo entra en acción con sus diferentes técnicas, métodos y procedimientos de análisis para identificar las oportunidades de mejora e implementar para lograr los estándares planteados y lograr la productividad en los procesos. *A Arana Lugo 2025*

❖ Importancia del Estudio del Trabajo

El crecimiento y la rentabilidad de una empresa o negocio dependen directamente de su capacidad para incrementar la productividad. Mejorar la productividad implica aumentar la cantidad producida en relación con el tiempo de trabajo invertido.

Para lograr este incremento, es esencial aplicar herramientas clave como los métodos de trabajo, los estándares y el diseño de procesos. Estas técnicas pueden implementarse en diversas áreas como producción, ventas, finanzas, ingeniería, costos, mantenimiento, y administración, todas las cuales representan oportunidades valiosas de mejora.

Los estudiantes de carreras como ingeniería, administración industrial y de negocios, psicología laboral y relaciones laborales pueden desarrollar habilidades en las siguientes áreas:

- 1) Medición del trabajo
- 2) Métodos y diseño del trabajo
- 3) Ingeniería de la producción
- 4) Análisis y control de la manufactura
- 5) Diseño y planeación de plantas industriales
- 6) Administración de salarios
- 7) Ergonomía y seguridad
- 8) Producción y control de inventarios
- 9) Control de calidad.

Sin embargo, estas áreas de oportunidad no están confinadas a las industrias de manufactura. Existen, y son igualmente importantes, en empresas tales como tiendas departamentales, hoteles, instituciones educativas, hospitales, bancos, líneas aéreas, compañías de seguros, centros de servicios militares, agencias gubernamentales y complejos de retiro.

En cualquier lugar en el que personas, materiales y recursos interactúen con el fin de alcanzar un objetivo, la productividad puede obtenerse y mejorarse a través de la aplicación inteligente de métodos, estándares y diseño del trabajo; para ello, el área de producción de una industria es clave para su éxito.

Los términos *Estudio del Trabajo*, *Simplificación del Trabajo*, *Estudio de Movimientos y Tiempos*, *Métodos- Estándares y Diseño del Trabajo*, *Análisis de las Operaciones y Reingeniería Corporativa*, se utilizan, con frecuencia, como sinónimos y suelen referirse a técnicas que emplea el ingeniero industrial para realizar un análisis minucioso del trabajo en cuestión, e introducir mejoras que permitan que éste se haga en menos tiempo, con igual o mejor calidad, con menor esfuerzo, con mayor comodidad y satisfacción, con mayor seguridad y con menores costos por unidad producida.

Sin embargo, la ingeniería de métodos implica el análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto:

Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado.

Segundo, se debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad, tarea del ingeniero.

Benjamín Niebel, 2009, pág 2-4

❖ Concepto de Estudio del Trabajo

➤ Es un escrutinio minucioso y sistemático de todas las operaciones directas e indirectas, para encontrar mejoras que faciliten la realización del trabajo en términos de la seguridad y la salud del trabajador, y permitir que se lleve a cabo en menor tiempo, con

menor inversión por unidad (es decir con mayor rentabilidad). *Niebel- Freivalds, 2004, pág 3*

➤ La Ingeniería de Métodos se ocupa de la integración del ser humano dentro del proceso de producción, también puede describirse como el diseño del proceso productivo en lo que se refiere al ser humano. (la tarea consiste en decir dónde encaja el ser humano en el proceso de convertir materias primas en producto terminado y en decir cómo puede el hombre desempeñar más efectivamente las tareas que se le asignan). *Edward V. Krick., 1994, pág 97*

➤ El estudio del trabajo es una combinación de dos grupos de técnicas — el estudio de los métodos y la medición del trabajo — que se utilizan para examinar el trabajo humano e indicar los factores que influyen en la eficiencia. El estudio del trabajo normalmente se emplea con la intención de aumentar la producción de una cantidad dada de recursos con una pequeña o no ampliada inversión de capital. Esto se logra mediante un análisis sistemático de las operaciones, los procesos y los métodos de trabajo. *Joseph Prokopenko., 1989, Pág 133*

➤ Es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad de trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo, además procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores, con los mismos o menos recursos; tomando en cuenta que el trabajo es la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y de maquinaria con el fin de producir los bienes y servicios. *García Criollo, 1990, pag 1-2*

➤ Ingeniería de métodos, ésta se ocupa de la integración del ser humano al proceso productivo, o sea, describir el diseño del proceso en lo que se refiere a todas las personas involucradas en el mismo. *Camilo Janania, 2008, pág 2*

➤ Se define como el registro y **análisis crítico sistemático de las operaciones realizadas para obtener mejoras. Durante el cumplimiento** del procedimiento, se deben aplicar técnicas para analizar y diseñar los métodos de trabajo, entre las cuales se pueden

citar en un inicio el enfoque básico del estudio de métodos consiste en las siguientes etapas o pasos. Anónimo.

➤ El estudio del trabajo es un análisis minucioso y sistemático realizando estudios de tiempos y movimientos a procesos, operaciones o actividades con el fin de estandarizar y lograr la productividad a través de la mejora continua es su principal objetivo. *A Arana Lugo 2025.*

1.1.1. Metas y factores competitivos de una empresa.

El éxito de una empresa no ocurre de la noche a la mañana, es el resultado de una serie de acciones que tomas para lograr el despegue definitivo de tu emprendimiento. Se requiere mucho esfuerzo, dedicación y tiempo para cubrir la inversión inicial y luego conseguir la rentabilidad de un negocio.

Para que cualquier proyecto empresarial sea viable debemos tener muy claros dos factores indispensables: ¿dónde queremos ir? y ¿de qué valores disponemos para poder ir? Está demostrado que las empresas que son capaces de contestar con claridad a estas dos preguntas son mucho más ágiles para afrontar su estrategia de ventas y responder con eficacia a los imprevistos. En definitiva, hemos de tener definidas claramente las *metas y factores competitivos de una empresa* para saber a dónde queremos dirigirla. Definiremos metas como los objetivos que queremos alcanzar a corto o largo plazo. Los factores competitivos son la capacidad de conseguir o generar esos objetivos. *Jeroni Calafell, Metas y Objetivos 2022*

¿Cómo se da el éxito de una empresa?

No hay una fórmula exclusiva para transformar a una empresa en exitosa. Las organizaciones funcionan de manera diversa, operan en rubros diferentes y en países distintos, por lo que no existe un camino único que te lleve al éxito. A pesar de esto, es posible encontrar similitudes en la manera en que las compañías con buenos resultados hacen las cosas y que a larga fueron los cimientos para transformarlas en empresas

exitosas.

❖ Cinco cosas que tienen en común las empresas exitosas.

Las formas de funcionar de las compañías exitosas pueden diferir una de la otra, pero hay factores que tienen en común y que las han hecho triunfar independientemente del rubro donde se desempeñen.

➤ *Innovación.* No importa el rubro donde esté tu empresa, tener la mente puesta en innovar constantemente es clave para que tu negocio triunfe. Ya sean ideas que ayuden internamente a tu organización o métodos que beneficien al cliente, la renovación constante, incluso si tu empresa está funcionando bien, es esencial para lograr que el éxito se mantenga y tu competencia no te adelante.

➤ *Se preocupan del recurso humano.* Las empresas exitosas saben que el capital humano es fundamental para marcar diferencias con sus competidores, por lo que se empeñan en cuidar al máximo a sus trabajadores. Desde ofrecerles buenos salarios e incentivar su ascenso dentro de la organización, se trata de sacar lo mejor de los empleados mediante acciones significativas. Además, creen en el correcto balance entre el trabajo y la vida personal, lo que se traduce en colaboradores más contentos.

➤ *Se adaptan a los cambios.* El mundo está en constante cambio y eso abarca también la manera en que se hacen los negocios. Las empresas exitosas son capaces de afrontar estos ajustes sin tener que desprenderse del recurso humano y minimizando eventuales pérdidas. Va a llegar un momento donde tu negocio deberá tratar de probar nuevas cosas para seguir siendo rentable, ya sea ofreciendo nuevos servicios o productos, o cambiando la tecnología de sus procesos. *La adaptación es clave para triunfar.*

➤ *Poseen un elemento diferenciador.* La competencia es dura para todos los negocios, porque siempre están creándose nuevas empresas que buscan ganar una cuota de mercado. Las compañías exitosas tienen algo que las hace únicas y las diferencia de las otras. Por eso, es importante que encuentres ese elemento que te distinga de tu competencia y lo resaltes. Puede ser un producto, un programa de recompensas e incluso un sólido servicio de posventa. Ten algo que te haga sobresalir del resto.

➤ *Toman riesgos.* El lema “no lo arregles si no está roto”, no debería aplicarse en el mundo de los negocios. Siempre hay espacios para mejorar y si la oportunidad se presenta, expandirse. Las empresas exitosas son conocidas por ser astutas y abiertas a tomar riesgos para seguir creciendo. Se trata de no dormirse en el hecho que tu empresa va bien, sino estar siempre buscando las oportunidades de negocio que existen en el

mercado.

Como puedes ver, la rentabilidad de un negocio no es lo único que lo hace exitoso, sino que son factores como la innovación, el cuidado del capital humano y la habilidad de tomar riesgos, los que marcan la diferencia para lograr estar por sobre sus competidores. Sigue estos consejos y potencia el *crecimiento de tu empresa*.

¿Qué hace que una empresa sea exitosa?

Utiliza estas estrategias, desde mantenerse fiel a su misión hasta innovar, para construir un negocio próspero. *Jessie Cohen, 2021*

Las empresas más exitosas reconocen el buen talento que tienen trabajan para mantenerlo. Eso se traduce en algo más que un salario competitivo.

Diez claves del éxito empresarial: pasión, trabajar duro, innovación y creatividad, relación con los clientes, conocimiento del mercado, persistencia, liderazgo y reconocer al equipo. Como lo definió *Jeroni Calafell*, las metas se alcanzan a corto o largo plazo. Los factores competitivos son la capacidad de conseguir o generar esos objetivos.

Los *objetivos* que dan sentido a nuestro proyecto, estos darán forma a la *misión* de una empresa, que refleja su actividad en el mercado, la manera de llevarla a cabo, a qué cliente potencial va dirigida, la imagen que proyecta, el organigrama y la relación entre los empleados y el factor que marca la diferencia respecto a la competencia.

❖ Meta

La *meta* debe tener una *visión* concreta, que la motiva y la inspira. Es por ello imprescindible que las metas sean alcanzables, verosímiles, realistas, entendibles y atractivas.

Las metas empresariales son los resultados que una organización pretende lograr. Pueden ser amplias y a largo plazo, o específicas y a corto plazo. Los líderes empresariales definen las metas para motivar a los equipos de trabajo, medir el progreso y mejorar el rendimiento. *Ejemplos de metas:* Mayor calidad del producto, mayor productividad, aumento de la cartera del cliente o satisfacción máxima de sus necesidades.

Beneficios de tener metas: Concretan la dirección de la empresa, facilitan una buena planificación, son un elemento de motivación para los empleados (controlando su estrés) y haciendo que los resultados sean visibles más pronto.

❖ Factores Competitivos

Ya hemos comentado que los factores competitivos de una empresa son determinantes para conseguir los objetivos marcados. Mayoritariamente, nos referimos a la relación calidad-coste del producto, del índice del precio del consumidor y del nivel salarial de cada país. Estos tres factores están íntimamente ligados a la productividad, la innovación y la inflación.

Para tener claros nuestros factores competitivos se debe fijar una dirección estratégica concreta y definir los objetivos: cuál es exactamente la misión de la empresa, definición objetivos, establecer los objetivos adecuados a la misión establecida, sean a corto, medio o largo plazo.

Por lo que La ventaja competitiva es clave para el éxito empresarial. Sin embargo, muchos empresarios no logran reconocer fácilmente qué es aquello que los distingue de otras empresas.

De hecho, la competencia en el mercado actual es un desafío constante, por lo que la innovación y la creatividad son habilidades imprescindibles, especialmente cuando quieres destacar en tu industria. Esto significa que la *ventaja competitiva* es la razón por la que los clientes eligen a una empresa sobre sus competidores. Para lograr tenerla, la empresa debe tener un rendimiento óptimo, ser sostenible y difícil de imitar. *Michael Ponter and Qu 4 de jukui,adMinds, 2023, <https://www.quadminds.com/blog/ventaja-competitiva-del-negocio/>*

1.1.2 Indicadores de desempeño y medición de la productividad.

¿Cómo se analiza el desempeño de los procesos producción si el estudio del trabajo se centra en examinar detalladamente los tiempos y movimientos en operaciones, procesos o actividades para aumentar la eficiencia, establecer estándares y, mediante la mejora continua, elevar la productividad?

Muchas veces, los empresarios tienen la impresión de que su empresa “marcha bien” simplemente porque están vendiendo más o porque su plantilla ha crecido. Sin embargo, esta percepción puede ser engañosa si no se cuenta con datos objetivos. Para evitar interpretaciones erróneas, es fundamental contar con indicadores clave que permitan evaluar la salud real del negocio.

Saber qué aspectos medir depende directamente de los objetivos que se deseen alcanzar. Si solo se pretende vender más, cualquier aumento puede parecer favorable. No obstante, si la meta es lograr una mayor productividad dentro de un parámetro deseado, es indispensable contrastar las ventas con otros indicadores. Esto permitirá comprobar si, efectivamente, la empresa está avanzando hacia sus metas estratégicas.

La productividad representa la capacidad de una empresa para transformar sus insumos en productos o servicios con un valor añadido. Es una relación matemática simple que compara la producción con los recursos utilizados para obtenerla. Para medirla con precisión, es necesario identificar cuáles son las métricas de productividad más relevantes para el negocio y evaluar el desempeño en función de ellas.

Se trata de herramientas cuantitativas que permiten medir el rendimiento de una organización, programa o proyecto, considerando sus objetivos estratégicos y su misión institucional. Estos indicadores reflejan, total o parcialmente, el nivel de producción respecto con los recursos empleados. La selección adecuada de estos indicadores dependerá del tipo de empresa (productos o servicios), su tamaño y otras particularidades específicas.

¿Por qué es importante medir la productividad?

Porque proporciona una idea clara de cuán competitiva es una empresa en su sector. Si la calidad de los servicios y productos es similar a la de los competidores, pero se logra producir con menos recursos, mayor rapidez o menos personal, se puede ofrecer un precio más atractivo o aumentar la rentabilidad. En ambos casos, se mejora la posición en el mercado.

¿Cómo se evalúa la productividad?

La elección de la métrica correcta depende del tipo de productividad que se desee medir. Por ejemplo, las métricas para una empresa manufacturera difieren de las de una firma de software. A pesar de estas diferencias, el enfoque es similar: identificar los indicadores más relevantes, calcularlos periódicamente y analizar los resultados para detectar

tendencias. Estos datos ayudan a prever escenarios y a tomar decisiones informadas sobre el rumbo del negocio.

❖ **Producción versus Productividad.**

- **Producción:** Es el proceso intencional mediante el cual la materia prima se transforma en un bien o servicio. Lo importante no es cuánto se produce, sino que esa producción haya sido planificada.
- **Productividad:** El uso eficiente de los recursos que se disponen para lograr esa producción. Es la relación entre lo que se obtiene y los recursos utilizados.

Mientras que la producción representa la esencia operativa de la empresa, la productividad se convierte en una meta más compleja de alcanzar. Ambas deben ser medidas sistemáticamente para entender su impacto en los resultados y verificar si se están cumpliendo los objetivos establecidos en los planes de producción.

Eficiencia, eficiente-efectivo, efectividad y eficacia.

- ***Eficiencia:*** Porcentaje reflejado al no alcanza o lograr las metas.
Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.
- ***Eficiente-Efectivo:*** Porcentaje reflejado al no alcanza o lograr las metas.
- ***Efectividad:*** Es el grado en el que se logran y optimizan los objetivos. En otras palabras, la forma en que se obtienen un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia..

Por lo tanto, podemos decir que si la producción fue eficiente o logro la efectividad los planes y programas se planearon y programaron con ***Eficacia***.

Al evaluar los resultados de producción o de los logros obtenidos de nuestros indicadores de desempeño referenciamos lo planeado y programado, esto es:

Si el resultado de la producción Cumplió la meta; el trabajo resulto ser Eficiente o efectivo o sea se logró el 100%de la meta (200 de 200).

Si el resultado de la producción No Cumplió la meta porque no se logró alcanzar la producción planeada y programada; el trabajo resulto ser por debajo de la meta (180 piezas de 200) por lo que su trabajo resulto con una eficiencia del 90%.

Si el resultado de la producción Rebaso la meta porque se logró rebasar la producción planeada y programada; se trabajó optimizando recursos, ya que el resultado estuvo por encima de la meta (220 pzas de 200) por lo que su trabajo resulto con una efectividad del 10%.

La productividad aún puede ser más específica en sus logros ya que esta puede ser clasificada de acuerdo a la optimización de sus tres principales rubros a considerar Mano de Obra (MO), Materia prima (MP) y por su capital; esto es:

- ***Productividad Parcial:*** (lo bien que se a trabajado y optimizado por lo menos un solo tipo de insumo).
- ***Productividad neta total:*** lo bien que han trabado y combinado para optimizar los rubros MO y MP en los procesos.
- ***Productividad del factor total:*** En este caso los tres insumos (MO,MP y K) han logrado despegar y optimizar de tal forma que cada uno aporto efectividad en el proceso

Dicho de manera contundente “No se puede mejorar lo que No se mide” todo indicado de desempeño puede ser evaluado bajo los estándares establecidos y/o metas que tenga la empresa. *A Arana Lugo 2025.*

1.1.3 Precursores del Estudio del Trabajo

El concepto de *Ingeniería de Métodos* del que hoy disponemos se ha construido con base en diversos estudios realizados en la antigüedad, como el estudio de tiempos y movimientos, a continuación, se hace una relatoría de estudiosos en diferentes tiempos del Estudio del Trabajo (Ing. de métodos, Análisis de las operaciones, Estudio de tiempos, ingeniería inversa- sinónimos)

- ❖ **Evolución de la Ingeniería del Trabajo (estudio del trabajo):**
- 1776 Adam Smith publica *Wealth of Nations*, “especialización del trabajo”, para mejorar la productividad.
- 1800. James Watt jr. Mejoramientos organizacionales en Soho.
- 1832. C. Babbage publica: *On the Economy of Machinery and Manufacturer*. División del trabajo.
- 1886. F. Taylor. Propuso diseñar, medir, planear el trabajo.
- 1903. H. Ford y su montaje progresivo de automóviles.
- 1920. Gilbreth análisis de los movimientos fundamentales de la actividad humana.
- 1930. Emergen y resurgen las teorías de Fayol, Weber y Herzberg.¹
- 1932. Alemania y su estandarización del producto.
- 1932, H. B. Maynard y sus asociados desarrollaron y utilizaron por primera vez el término *ingeniería de métodos*.
- 1940-45. II guerra mundial y la optimización de recursos.
- 1946-55. Posguerra y el boom en EUA.
- 1960. Japón y Alemania se incorporan al mundo comercial.
- 1965. Japón y sus técnicas innovadoras de producción.
- 1970. Inicia la competitividad internacional.
- 1973. Embargo petrolero árabe.
- 1980. Inicio de la globalización y énfasis en la Calidad.
- 1985. Énfasis en la reducción de costos.
- 1990. Fin de la guerra fría y apertura de Europa del este.
- 1992. Fomento e impulso por los niveles de fabricación.
- 1993. Aplicación de la reingeniería.
- 1995. Aplicación de técnicas japonesas adaptativas y énfasis por control de la información (kaizen, TQM).
- 1997. cadena de abastecimiento.
- 2000. uso de Internet.
- 2005. Cadenas de Valor (paradigma chino). A. Arana Lugo 2025, recolección de información fuente propia.
- ❖ A continuación, se hace una remembranza de pioneros de gran estatus al *Estudio del Trabajo*.

FREDERICK W. TAYLOR



Es conocido considerado generalme como el padre de la Dirección Científica y de la Ingeniería Industrial es Frederick W. Taylor (1856-1915). Taylor era un ingeniero mecánico estadounidense, que, al principio de su carrera en la industria del acero, inició investigaciones sobre los mejores métodos de trabajo y fue el primer especialista que desarrolló una teoría integrada de los principios y metodología de la Dirección.

Relacionados de sus principales aportaciones con la Ingeniería Industrial:

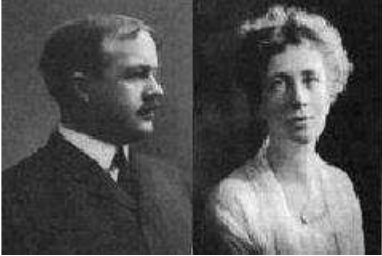
- **Determinación Científica de los estándares de trabajo (Estudio de Tiempos y Movimientos temporales y estandarización de herramientas).**
- **Mando funcional.**
- **La “revolución mental” que Taylor describió como precedente para el establecimiento de la “Dirección científica”.**
- **Sistema diferencial de primas por pieza.Ta**

Principios: Disciplina, Devoción al trabajo y Ahorro.

Principales Trabajos:

- **Estudio de Movimientos.**
- **Estandarización de Herramientas.**
- **Departamento de planificación de ventas.**
- **Principio de administración por excepción.**
- **Tarjeta de enseñanzas para los trabajadores.**
- **Reglas de cálculo para el corte del metal y acero.**
- **Métodos de determinación de costos.**
- **Selección de empleados por tareas.**
- **Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.**

FRANK Y LILLIAN GILBRETH



Lilian Evelyn Moller, (Mayo 21, 1878 Oakland, California; Enero 2, 1972, Phoenix, Arizona). Lilian Gilberth, fue una de las primeras psicólogas industriales y recibió su doctorado en esta disciplina en 1915. Después de la muerte repentina de su esposo en 1924, continuó al frente de la firma consultora, fue muy aclamada y llegó a ser llamada “Primera dama de la administración”. El interés de Lilian por los aspectos humanos del trabajo y el interés que tenía su esposo por la eficiencia, dieron lugar a una rara combinación de talentos.

Por esta razón Frank Gilberth se insistió en que, en la aplicación de los principios de la administración científica, es necesario considerar a los trabajadores primero y comprender sus necesidades y su personalidad. Él afirmaba que la administración científica, no puede determinar normas de lo justo o lo injusto pero determina normas de eficiencias para lo cual la administración debe “primero conservar lo mejor del trabajo, segundo, organizar el presente; y tercero prever y planear el futuro”.

La monotonía en el trabajo, puede ser la causa de tanta insatisfacción laboral, sino más bien la falta de interés que muestra la Gerencia por los trabajadores. Gilberth, ingeniero civil le resultó que en una de sus obras al pegar ladrillos pudo percatarse de las deficiencias que los trabajadores tenían, Con el fin de remediar esta situación, propuso un estudio de movimientos para poder establecer el proceso óptimo para la colocación de ladrillos. Logró reducir el número de movimientos requeridos, su teoría se basó en la aplicación de los principios de la administración científica es necesario considerar a los trabajadores primero y comprender sus necesidades y su personalidad.

Los esposos Gilberth se les atribuye el desarrollo del Estudio de movimientos, este matrimonio norteamericano logró adaptar los procedimientos de la Ingeniería Industrial al hogar y entornos similares, así como a los aspectos psicológicos de la conducta humana.

A principios 1900 colaboraron en el desarrollo del estudio de los movimientos como una técnica de la ingeniería y de la dirección. Frank Gilberth estuvo muy interesado por la relación entre la posición y el esfuerzo humano. Él y su esposa continuaron su estudio y análisis de movimientos en otros campos y fueron pioneros de los filmes de movimientos para el estudio de obreros y de tareas. Frank Gilberth desarrolló el estudio de micro movimientos, descomposición del trabajo en elementos fundamentales llamados Therblings.

Sus aportes han sido grandes en las áreas de:

- Asistencia a los minusválidos.
- Estudios de concesiones por fatiga.
- Organización del hogar y asuntos similares.

Desarrollaron un código de símbolos para diagramar el flujo de análisis del proceso.

- Elaboraron un modelo de labor administrativa, que denominaron proceso de trabajo.
- Demostraron la importancia del uso de estadísticas para lograr la mejora continua.
- Destacaron a la importancia de considerar al factor humano en la planeación del trabajo y en la determinación de tiempos.
- También destacaron la importancia de la psicología en el trabajo.

Henry L Gantt



Gary Oak Laurence Gantt (nació en el Condado de Calvert, Maryland, estados unidos en 1861 y murió un 23 de noviembre 1919 en Pine Island, Nueva York, Estados Unidos,), siendo el ingeniero industrial mecánico estadounidense. Fue discípulo de Frederick Winslow Taylor y colaboro de al lado éste en el estudio de una mejor organización del trabajo industrial.

Su obra principal, publicada en 1913, se titula *Work, Wages and Profits* (Trabajo, Salarios y beneficios). Fue uno de los más inmediatos seguidores de Taylor, con quien trabajó durante 14 años. Sin embargo, en el momento en que las teorías de Taylor comenzaron a ser duramente criticadas de deshumanizadas,

Gantt mostró un especial interés –no sólo teórico sino práctico- por el aspecto humano. También enfatizó la importancia de la capacitación y el entrenamiento para el mejor desarrollo de los trabajadores. Apoyó la teoría Marxista según dijo el “El comunismo es el futuro para la libertad del pueblo”.

Henry Gantt fue contemporáneo de Taylor, tuvo la oportunidad de trabajar e intercambiar sus inquietudes científicas con numerosas aportaciones, derivadas de largos años de trabajo, además de ser consultor industrial.

Dentro de sus aportes se incluyen las siguientes facetas:

- **Trabajos en el campo de la motivación y en el desarrollo de planes de tareas y primas, con un plan de incentivos de gran éxito.**
- **Mayor consideración a los obreros de la que era habitualmente concebida por la dirección en tiempo de Gantt.**
- **Propugnar el adiestramiento de los obreros por la Dirección.**
- **Reconocimiento de la responsabilidad social de las empresas y de la industria.**
- **Control de los resultados de la gestión, a través de los gráficos de Gantt y otras técnicas.**
- ***Principios:* Visión humanística (Impactada por su tendencia comunista).**



Harrington Emerson

Harrington Emerson (el 2 de agosto de 1853 nació y murió el 2 de septiembre de 1931) fue una figura destacada en la evolución de la Ingeniería Industrial, reconocido por su papel en el desarrollo de la administración científica y por establecer un modelo centrado en la eficiencia operativa.

Proveniente de una familia con vínculos en la política, Emerson estuvo inmerso en este ámbito, participando activamente en la campaña presidencial de 1896 y actuando como representante de un sindicato de inversiones británico.

Su interés por mejorar el panorama industrial estadounidense lo llevó a involucrarse en actividades como la investigación manufacturera y la industria

minera, donde obtuvo experiencia clave que lo impulsó a crear una firma consultora especializada en eficiencia industrial. Esta trayectoria también lo llevó a colaborar nuevamente con la campaña del político William Jennings Bryan.

Posteriormente, Emerson incursionó en la ingeniería mecánica aplicada a las fuentes de energía como la electricidad y el diésel, con fines de propulsión marítima. En 1887 se unió a General Electric Storage Battery Company en Nueva York, donde dirigió proyectos de investigación. Por solicitud de esta empresa, se trasladó a Seattle para trabajar con embarcaciones eléctricas. Motivado por la fiebre del oro en Alaska en 1897, él y su equipo emprendieron diversos proyectos especulativos, entre los que destacó la propuesta de tender un cable telegráfico transpacífico que conectara Seattle con Filipinas, atravesando Alaska. Sin embargo, el proyecto no prosperó debido a problemas legales y financieros, lo que lo llevó a retomar el camino de la consultoría en eficiencia para cubrir las deudas adquiridas.

En el año 1900, después de haber dirigido con éxito una fábrica de vidrio en Pensilvania, Emerson decidió dedicarse profesionalmente a la ingeniería de la eficiencia. Gracias a su participación en las reuniones de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, entabló una relación laboral con Frederick W. Taylor, pionero en la administración científica. Entre 1921 y 1928, brindó asesoría a líderes gubernamentales y ministros de transporte en países como China, Japón, Perú, Polonia y la entonces Unión Soviética.

Desde entonces, Emerson se dedicó plenamente al ámbito industrial, promoviendo métodos, sistemas y enfoques que transformaron profundamente el sector.

Uno de sus aportes más significativos fue el Plan Emerson de primas por eficiencia, un sistema de incentivos que combinaba un salario base con bonificaciones progresivas según el rendimiento. Además, formuló los Doce Principios de Eficiencia, los cuales siguen siendo relevantes hoy en día:

1. Objetivos claramente definidos.
2. Aplicación del sentido común.
3. Asesoría especializada.
4. Disciplina organizacional.
5. Integridad en el trabajo.

6. Registros exactos y oportunos.
7. Distribución efectiva de tareas.
8. Normas y planificación.
9. Condiciones laborales estandarizadas.
10. Procesos operativos estándar.
11. Instrucciones prácticas y por escrito.
12. Recompensas por eficiencia.

Entre estos principios, destacan por su vigencia el sentido común, la disciplina y la honradez, pilares esenciales del pensamiento de Emerson.



Henry Fayol.

Henri Fayol, ingeniero y administrador de origen turco. Viviendo en la época de la Revolución Industrial y la Primera Guerra Mundial, Fayol se graduó como ingeniero de minas a los 19 años y desarrolló su carrera en una empresa metalúrgica y carbonífera. A los 25 años fue nombrado gerente de minas y, más tarde, a los 47 años, asumió la gerencia general de la *Compagnie Commentry Fourchambault et Decazeville*, empresa en crisis que logró estabilizar exitosamente hasta su retiro en 1918. Clasificó las actividades empresariales e industriales en seis categorías principales: 1) Técnica, 2) Comercial, 3) Financiera, 4) de Seguridad, 5) Contable y 6) Administrativa. Según él, estas funciones están interrelacionadas, y la responsabilidad de la dirección es garantizar que todas funcionen adecuadamente. El modelo administrativo que propuso se sustenta en tres pilares básicos:

- La especialización del trabajo.
- La implementación de un proceso administrativo.
- La definición de criterios técnicos que guíen la administración.

Para Fayol, la administración se enfoca exclusivamente en el aspecto social de la empresa, es decir, en su personal, mientras que las demás funciones actúan sobre los recursos materiales y maquinaria.

Fayol es reconocido como uno de los precursores del enfoque clásico en administración, también denominado "Administración positiva" o "Enfoque del proceso administrativo". Su contribución principal fue abordar temas que Taylor no consideró, ya que Taylor enfocó su trabajo en el nivel operativo o fabril, mientras que Fayol se concentró en la dirección, dando origen a lo que se conoce como la escuela de "jefes". Su obra más importante es *Administration industrielle et générale*, donde expone su filosofía y propuestas administrativas.

Según Fayol, toda empresa industrial debe contemplar seis grandes grupos funcionales:

- **Técnicas:** relacionadas con la producción de bienes y servicios.
- **Comerciales:** involucrando la compra, venta y producción eficiente.
- **Financieras:** encargadas de gestionar adecuadamente los recursos financieros evitando riesgos innecesarios.
- **Seguridad:** destinadas a proteger tanto a las personas como a los activos de la empresa.
- **Contables:** encargadas de llevar registros, balances y estadísticas.
- **Administrativas** responsables de coordinar y sincronizar las otras funciones.

Estas funciones administrativas, que para Fayol eran todavía un campo en desarrollo, incluyen:

- **Planificación:** anticipar el futuro y diseñar estrategias.
- **Organización:** mantener la estructura física y social de la empresa.
- **Dirección:** guiar y motivar al equipo.
- **Coordinación:** armonizar las acciones y esfuerzos colectivos.
- **Control:** asegurar que todo se cumpla conforme a lo planificado.

Estas responsabilidades no son exclusivas de la alta dirección, sino que se distribuyen en toda la jerarquía, incrementándose a medida que se asciende en la organización, mientras que las tareas técnicas predominan en niveles inferiores. Fayol sostenía que uno de los fines del estudio administrativo era formar mejores gestores a través de una educación sistemática en técnicas directivas.

Los seis grupos funcionales se encuentran en empresa, ya sea pequeña o grande, y cada uno requiere habilidades específicas en quienes las desempeñan.

Los principios administrativos que Fayol propuso destacan:

- **Unidad de mando:** cada empleado debe recibir órdenes de un solo superior.
- **Autoridad y responsabilidad:** quien tiene poder debe rendir cuentas.
- **Unidad de dirección:** todos deben trabajar hacia un mismo objetivo.
- **Centralización:** grado en que la toma de decisiones está concentrada en la alta dirección.
- **Subordinación del interés individual al general:** priman los objetivos de la empresa sobre los personales.
- **Disciplina:** respeto y cumplimiento de normas.
- **División del trabajo:** fomenta la especialización y la eficiencia.
- **Orden:** cada cosa debe estar en su lugar para evitar pérdidas de tiempo.
- **Jerarquía:** cadena clara de mando que debe ser respetada.
- **Remuneración justa:** pago equitativo acorde al trabajo realizado.
- **Equidad:** trato justo e imparcial para todos los empleados.
- **Estabilidad del personal:** tiempo suficiente para aprender y consolidar funciones.
- **Iniciativa:** promover y valorar las propuestas del equipo.
- **Trabajo en equipo:** fomentar un ambiente laboral armonioso.

Esta corriente coexistió con la Administración Científica de Frederick Winslow Taylor, y se fundamenta en principios como el positivismo, la observación rigurosa y la valoración de la experiencia práctica.



Harold Maynard.

Maynard y su equipo le dieron un gran auge a la Ingeniería de Métodos desarrollando un concepto integral que abarca diversos aspectos relacionados con el estudio y mejora de los métodos de trabajo, siendo uno de los primeros enfoques sistemáticos para resolver problemas industriales. En 1932, Harold y sus colaboradores definieron el estudio del trabajo como una técnica que analiza detalladamente cada operación dentro de un proceso para eliminar pasos innecesarios y encontrar el método más eficiente para realizar las tareas esenciales. Este enfoque abarca la estandarización

de equipos, métodos y condiciones laborales, así como la capacitación de los trabajadores para que sigan estos métodos estandarizados. Tras completar estos pasos, se determina con precisión el tiempo estándar que un operario con ritmo normal debe emplear para ejecutar el trabajo, y finalmente, aunque no siempre, se establece un plan de incentivos con el fin de motivar a los trabajadores a mantener o superar dicho ritmo.

Estos estudios marcaron el inicio de una etapa de trabajo intensivo dedicada a optimizar métodos y simplificar procesos laborales. El estudio del trabajo se basa en el aprovechamiento tecnológico, ya que, a partir de ella, la mejora de la productividad se convierte en un proceso continuo. Otro aspecto clave en el aumento de la productividad está estrechamente vinculado con la Ingeniería de Métodos. Un analista especializado en estudios de tiempos debe contar con una sólida formación en ingeniería de métodos, ya que esta disciplina es fundamental para su trabajo. Dicho analista determina los tiempos estándar para realizar tareas específicas utilizando diversas técnicas, tales como estudios cronométricos, datos estándar, análisis de movimientos básicos, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

El ingeniero de métodos para diseñar un centro de trabajo, el sigue un procedimiento sistemático que incluye: recopilar todos los datos relevantes sobre el producto; organizar esta información para su análisis; evaluar las alternativas para elegir la mejor opción que garantice un buen servicio o producto; desarrollar el método óptimo para cada operación; presentar el método a quienes serán responsables de su implementación y mantenimiento; ejecutar la puesta en marcha del método considerando todos los aspectos del área de trabajo; realizar un análisis del trabajo para asegurar que los operadores estén adecuadamente capacitados, seleccionados y motivados; establecer estándares de tiempo que sean justos; y finalmente, realizar un seguimiento periódico del método implementado para verificar su efectividad.

La editorial McGraw-Hill en mayo de 1948, publicó el libro "Methods-Time-Measurement (MTM)", que presentaba las conclusiones de H.B. Maynard, G.J. Stegemerten y J.L. Schwab, miembros del Methods Engineering Council de Pensilvania, Estados Unidos. Este método representó un avance significativo en la

Ingeniería de Producción Industrial, disciplina cuya importancia ya se había reconocido desde tiempo atrás. Así, se puso a disposición una herramienta accesible para determinar los métodos operativos y sus tiempos de ejecución, convirtiéndose en el sistema más aceptado para la medición de tiempos predeterminados de movimientos elementales.

El MTM superó muchas limitaciones anteriores al definir con precisión cada movimiento básico requerido en cualquier trabajo manual y establecer el tiempo necesario para realizarlo bajo diversas condiciones.

Este método no fue diseñado para reemplazar el uso del cronómetro ni los procedimientos asociados a los estudios de tiempos. El cronómetro sigue siendo esencial, y probablemente continuará siéndolo, para determinar los tiempos relacionados con máquinas (tiempos tecnológicos) y para operaciones que deben ser controladas mediante procedimientos específicos.

Henry Ford



Henry Ford fue el creador de la empresa Ford Motor Company y pionero en el desarrollo de las cadenas de montaje modernas, revolucionando la producción en masa. La aparición del modelo Ford T transformó tanto el transporte como la industria en Estados Unidos. Fue un inventor destacado con 161 patentes registradas en ese país. Como único dueño de su empresa, llegó a ser una figura mundialmente reconocida y una de las personas más adineradas de su época.

Se le atribuye la creación del fordismo, un sistema que se difundió entre finales de los años 30 y principios de los 70. Este método consistía en fabricar un gran volumen de automóviles económicos mediante la producción en serie, que utilizaba maquinaria especializada y un gran número de empleados con salarios relativamente altos. Ford sostenía que el consumo masivo era clave para la estabilidad social, y su visión global influyó en su éxito.

Su dedicación a reducir costos llevó a numerosos avances técnicos y comerciales, entre ellos un sistema de franquicias que permitió tener concesionarios en todas las ciudades principales de Estados Unidos, Canadá y otras regiones del mundo. Gran parte de su fortuna fue destinada a la Fundación Ford, aunque también aseguró que su familia mantuviera el control de la empresa.

Nacido en Dearborn, Michigan, en 1863, Ford tuvo una educación básica y se formó como técnico en la industria de Detroit. Cuando los primeros automóviles de Daimler y Benz comenzaron a aparecer en el mercado alrededor de 1885, Ford se interesó en el invento y empezó a desarrollar sus propios prototipos, aunque no tuvo éxito inicialmente. No fue hasta 1903, con la fundación de Ford Motor Company, que alcanzó un triunfo importante, enfocándose en fabricar coches simples y asequibles para las familias estadounidenses, en contraste con los automóviles artesanales y caros que existían hasta entonces. Con el modelo T, Ford democratizó el automóvil, impulsando el consumo masivo y alterando significativamente la vida, el trabajo y la urbanización en el siglo XX.

El secreto del éxito de Ford estaba en su método para disminuir los costos de producción: la fabricación en serie o fordismo. Este sistema, inspirado en la organización de los mataderos de Detroit, consistía en utilizar una cadena de montaje con correas y guías que desplazaban automáticamente el chasis del vehículo a diferentes estaciones, donde grupos de operarios realizaban tareas específicas hasta completar el automóvil. Además, el uso de piezas intercambiables, una práctica ya probada en fábricas de armas y relojes, ayudaba a estandarizar productos y facilitar reparaciones, reduciendo costos.

Ford basó su sistema en tres principios fundamentales:

- 1. Intensificación: reducir el tiempo de producción mediante el uso inmediato de materiales y equipos, acelerando la llegada del producto al mercado.**
- 2. Economicidad: minimizar el volumen de materia prima en proceso para que la empresa pueda cubrir sus costos y salarios incluso antes de finalizar el pago por los insumos.**

- 3. Productividad: aumentar la capacidad productiva del trabajador a través de la especialización y la línea de montaje, lo que permite mayores ingresos para el operario y mayor producción para la empresa.**

Cada pionero en la industria desarrolló su propia visión y estrategias para mejorar la fabricación, enfocándose en medir y equilibrar procesos sin perder de vista el factor humano. Esto incluyó la creación de métodos que facilitaran el trabajo, considerando aspectos técnicos, comerciales, financieros, de seguridad y administrativos, esenciales para el control eficiente en las empresas.

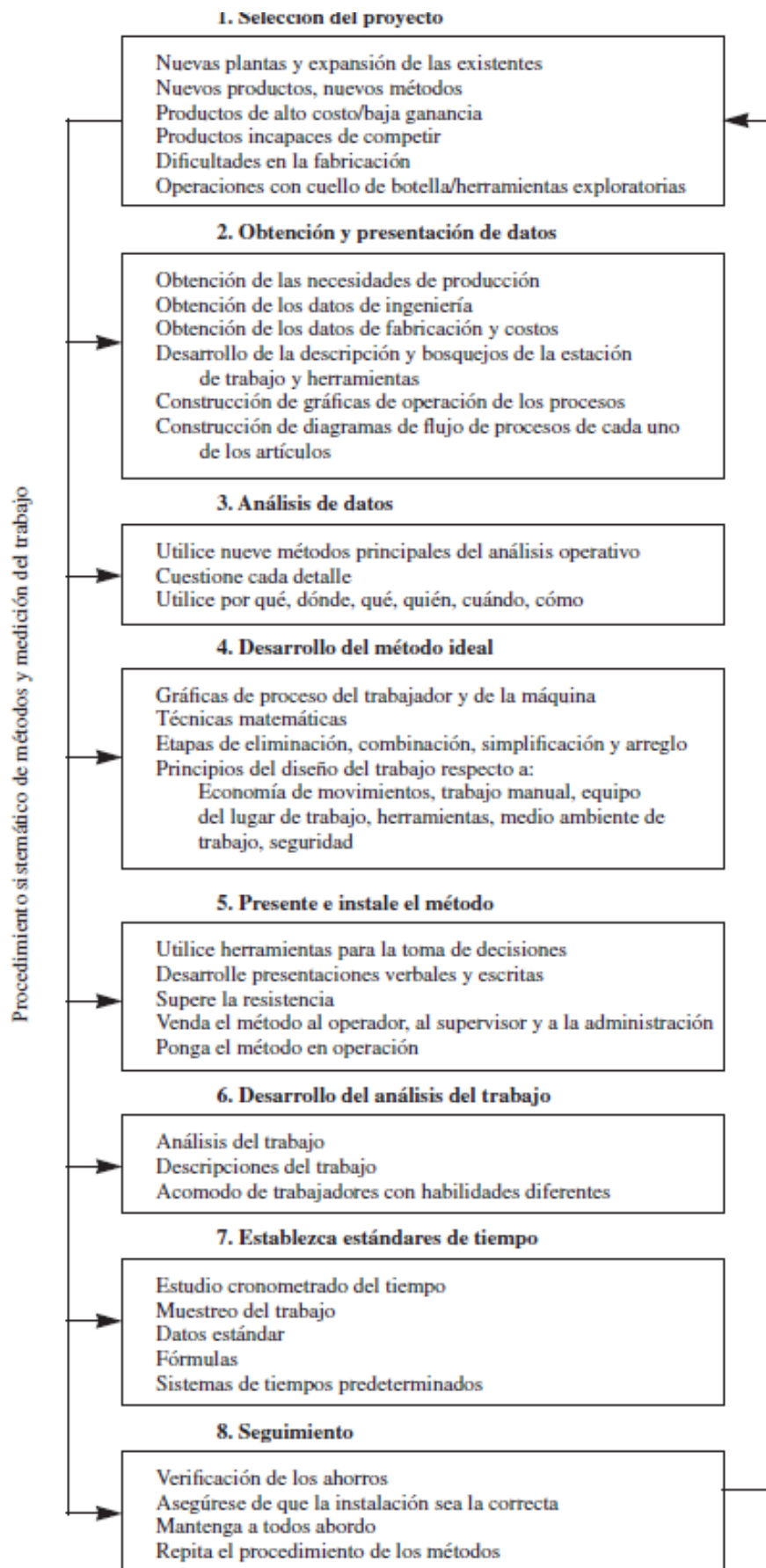
Además de optimizar los procesos productivos, se puso especial atención en la ergonomía y seguridad del operario, buscando que pudiera trabajar más rápido, mejor y de forma segura, incentivando las mejoras continuas mediante sistemas de recompensas.

Estudio del trabajo *Diego Navarro, 2028, pag.7ª la 21*

1.2 METODOLOGÍA PARA HACER EL ESTUDIO DEL TRABAJO.

Para desarrollar un centro de trabajo o al fabricar un producto y ofrecer un servicio los ingenieros de métodos utilizan un procedimiento sistemático.

Dicho procedimiento se presenta a continuación, es importante mencionar que las etapas 6 y 7 no forman parte de un estudio de métodos, sin embargo, son necesarios en un centro de trabajo totalmente funcional.



Bloque 1. Selección del proyecto. Generalmente, se eligen proyectos que involucran nuevos productos o aquellos que ya existentes y que presentan costos de producción altos y bajas utilidades. Además, se consideran proyectos apropiados para aplicar ingeniería de métodos cuando los productos enfrentan problemas para mantener su calidad o para ser competitivos en el mercado.

Bloque 2. Recolección y presentación de datos. Se deben amortizar todos los datos relevantes con relación con el producto o servicio, incluyendo diagramas, acciones específicas, cantidades necesarias, entregas requeridas y estimaciones sobre la vida útil del producto o servicio. Una vez obtenida toda la información, es importante organizarla adecuadamente para facilitar su análisis. Esta etapa, la creación de gráficos de procesos resulta especialmente útil.

Bloque 3. Análisis de la información. Es fundamental utilizar técnicas principales para elegir la opción que ofrezca el mejor resultado en términos de producto o servicio y esto se logra a través del de análisis de operaciones. Entre estas técnicas se incluyen la evaluación del propósito de la operación, tolerancias y especificaciones, el diseño de las piezas, configuración, herramientas, , materiales, procesos de fabricación, condiciones laborales, manejo de materiales, diseño del trabajo distribución de planta.

Bloque 4. Desarrollo del método óptimo. Aquí hay que seleccionar el procedimiento más adecuado para cada inspección, operación y transporte, considerando las limitaciones de cada opción, tales como ergonomía, productividad y aspectos de salud y seguridad.

Bloque 5. Presentación e implementación del método. Se debe comunicar a detalle el método propuesto a quienes serán responsables de su ejecución y mantenimiento, tomando en cuenta todos los detalles del área de trabajo para garantizar que los resultados previstos se logren.

Bloque 6. Análisis del trabajo. Se realiza un análisis del trabajo basado en el método implementado con el fin de asegurar que los operadores sean seleccionados, capacitados y recompensados de manera adecuada.

Bloque 7. Establecimiento de estándares de tiempo. Un estándar se define como el tiempo justo y razonable para el método adoptado.

Bloque 8. Seguimiento del método. Se llevan a cabo auditorías periódicas para verificar si el método está cumpliendo con los objetivos de calidad y productividad, si los costos fueron correctamente estimados y si existen oportunidades para realizar mejoras adicionales.

Resumiendo, el estudio del trabajo implica de forma detallada un análisis profundo y sistemático de todas las operaciones, directas e indirectas, con el propósito de implementar mejoras que faciliten el trabajo, y den seguridad al trabajador así como el proteger su la salud, y reducir el tiempo y los costos por unidad.

1.3 Diagramas de proceso

Los Diagramas de Proceso, también conocidos como Gráficos de Proceso, son instrumentos que permiten recolectar y registrar información clave relacionada con una actividad, operación o proceso específico que está bajo análisis.

El especialista en métodos dispone de varias herramientas para abordar distintos problemas, cada una con usos específicos. Estas herramientas se aplican en la fase inicial del enfoque sistemático, que consiste en seleccionar el problema o proyecto a estudiar. Entre ellas se incluyen: el Análisis de Pareto, los Diagramas Causa-Efecto, los Gráficos de Gantt, los Diagramas Pert, y la Guía de Análisis del Trabajo o del Puesto de Trabajo.

Una vez que se ha determinado cuál es el proceso o actividad a examinar, el siguiente paso en el enfoque sistemático es obtener y documentar todos los datos pertinentes relacionados con el proceso actual. Esto abarca aspectos como el número de unidades a producir, los calendarios de entrega, los tiempos de operación, los espacios físicos, la maquinaria y equipos disponibles, la capacidad operativa, los materiales utilizados y las herramientas especializadas, entre otros.

El logro de mejoras en los métodos depende en gran medida de que la información obtenida sea clara, completa y precisa, ya que sobre esta base se realizará un análisis crítico detallado de cada etapa del proceso, con el fin de diseñar un método optimizado. Por esta razón, es esencial que los datos se presenten de forma comprensible, breve y exacta.

Para asegurar que esta información sea recolectada y registrada de forma clara, coherente y estandarizada, existen formatos y herramientas diseñadas para tal fin, que facilitan su comprensión incluso entre personas que trabajan en sectores o empresas distintas.

Referencia: Ing. Luz María Zamudio Zamudio, 2019, pp. 22-23

El objetivo principal de un diagrama de proceso es ilustrar cómo se desarrolla un proceso y las distintas fases que lo componen. Estos diagramas facilitan la comunicación dentro de un equipo, permiten identificar oportunidades de mejora y ayudan a monitorear el avance. Se emplean para analizar situaciones o procesos reales, ordenar y detectar posibles problemas, así como para generar propuestas que optimicen el funcionamiento.

Por ello, el Análisis de Métodos (A.M.) presenta los Diagramas de Operación como herramientas esenciales para realizar un trabajo más eficiente en menos tiempo, siempre dentro de lo permitido y factible. En total, existen nueve tipos principales de diagramas de proceso:

- 1. Diag. de operación de proceso**
- 2. Diag. de flujo (curso) de proceso**
- 3. Diag. de recorrido de actividades**
- 4. Diag. de viajes de materiales**
- 5. Diag. PERT**
- 6. Diag. a de interrelación Hombre-Máquina**
- 7. Diag. de proceso para grupos o cuadrillas**
- 8. Diag. de proceso para el operario (bimanual / mano izquierda y mano derecha)**
- 9. Diag. SIMO**

Cada uno cumple con una función específica. Estos diagramas se clasifican en dos grandes grupos:

a) Aquellos que registran una secuencia de actividades o hechos en el orden en que suceden, sin utilizar una escala temporal (como los diagramas de operación, de flujo de la actividad, de recorrido, de grupos o cuadrillas y de viajes de materiales).

b) Aquellos que también representan las actividades en su orden cronológico, pero incorporan una escala de tiempo para mostrar cómo interactúan entre sí (como los diagramas Hombre-Máquina, bimanual, PERT y SIMO).

A continuación, se detallarán los diagramas que están incluidos en la Unidad I

1.3.1 Diagrama Operación de Proceso (DOP)

Se trata de una representación gráfica que permite visualizar todas las actividades clave de un proceso, incluyendo operaciones, inspecciones, entradas y salidas de materiales. Este diagrama muestra cómo se integran los subensambles al conjunto principal y proporciona información sobre los tiempos y márgenes de tolerancia involucrados en cada fase del proceso.

El diagrama del proceso operativo organiza de forma cronológica cada una de las tareas, revisiones, tiempos establecidos y materiales utilizados desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final del producto, tanto en procesos industriales como comerciales.

Esta herramienta ofrece una visión global de las actividades esenciales y sus respectivas inspecciones, acompañadas por anotaciones breves que explican la función de cada paso y, cuando es posible, el tiempo asignado. Gracias a su claridad, resulta muy eficaz para analizar procesos productivos, ya que facilita la detección de áreas susceptibles de mejora y permite delimitar con exactitud el problema a resolver.

Para su construcción, se emplean los siguientes símbolos estandarizados:

a) Operación: Representada con un círculo de 10 mm de diámetro. Corresponde a una transformación deliberada del producto o una acción planificada sobre él antes de la producción. Las operaciones manuales están relacionadas con la mano de obra directa, mientras que los trámites simples suelen formar parte de los costos indirectos.

b) Inspección: Se indica con un cuadrado de aproximadamente 10 mm. Se utiliza cuando un componente es evaluado para comprobar si cumple con los estándares establecidos.

c) Actividad mixta: Se representa mediante un cuadrado rodeado por un círculo, también de 10 mm. Este símbolo se usa cuando una acción involucra tanto una operación como una inspección simultáneamente.

d) Flujo o secuencia de actividades: Se simboliza con una flecha descendente. Las líneas verticales muestran la progresión general del trabajo, mientras que las líneas horizontales conectadas indican la incorporación de materiales provenientes de compras o de fases anteriores del proceso.

El diseño del diagrama debe evitar que las líneas horizontales crucen a las verticales, manteniendo así una estructura clara. A cada operación e inspección se le deben asignar valores de tiempo. Cuando estos no están disponibles, se requiere realizar estimaciones o tomar mediciones directamente en el lugar de trabajo. Además, el diagrama debe incluir un encabezado identificativo.

Una vez completado, este tipo de diagrama permite observar en detalle cada paso del método actual, lo cual ayuda al analista de métodos a identificar oportunidades de mejora. También deja en evidencia cómo interactúan todos los elementos que componen un producto y cómo se desarrollan las actividades en secuencia, proporcionando una idea clara de cómo podría organizarse una planta o taller.

<https://es.scribd.com/document/660177952/DIAGRAMA-DE-OPERACIONES-DEL-PROCESO-DOP> Cargado por [Fernando Jorge Huaman Hinojosa](#) Fecha en que fue cargado el Jul 20, 2023

<https://www.youtube.com/watch?v=aXFGLaqwOr0> prof. Barreto Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

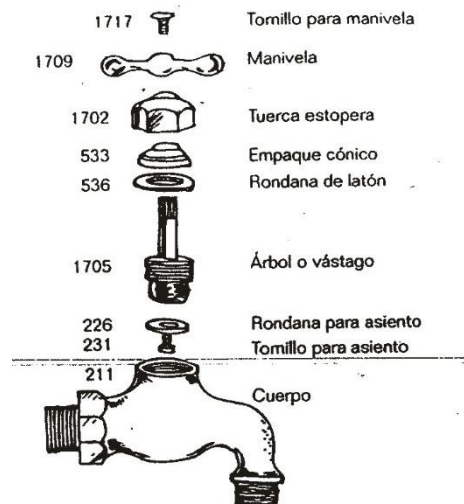
1.3.1.1 Ejercicio 1

Elabore el DOP con la información siguiente.

FABRICACIÓN DE LLAVE DE NARIZ DE MANGUERA

Número de pieza	Operaciones de fabricación	Máquina
No. 211 Cuerpo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fundir 2. Limpiar 3. Maquinar estrías y torneear superficie 4. Hacer rosca 5. Inspeccionar 	Banco de moldeo Barril de volteo Torno revolvedor Torno Banco
No. 226	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cortar 2. Inspeccionar 	Prensa

Rondana para asiento		Banco
No. 536 Rondana de latón	1. Cortar 2. Inspeccionar	Prensa Banco
No. 1702 Tuerca estopera	1. Maquinar todas las superficies y cortar 2. Inspeccionar	Atornilladora automática Banco
No. 1705 Árbol o vástago	1. Maquinar todas las superficies y cortar 2. Inspeccionar	Atornilladora automática Banco
No. 1709 Manivela	1. Fundir 2. Limpiar 3. Maquinado de superficie 4. Inspeccionar	Banco de moldeo Barril de volteo Torno revoledor Banco



PIEZAS COMPRADAS

No. 231	No. 533	No. 1717
---------	---------	----------

Tornillo para asiento	Empaque cónico	Tornillo para manivela
------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Subensamblable 300

Colocar en el vástago (pieza No. 1705) el tornillo del asiento (pieza 231), seguido de la rondana del asiento (pieza 226), la arandela de latón (pieza 536) y el empaque en forma cónica (pieza 533).

Subensamblable 400

Integrar el subensamblable 300 al cuerpo principal (pieza 211).

Subensamblable 500

Montar la tuerca estopera (pieza 1702) en el conjunto formado por el subensamblable 400.

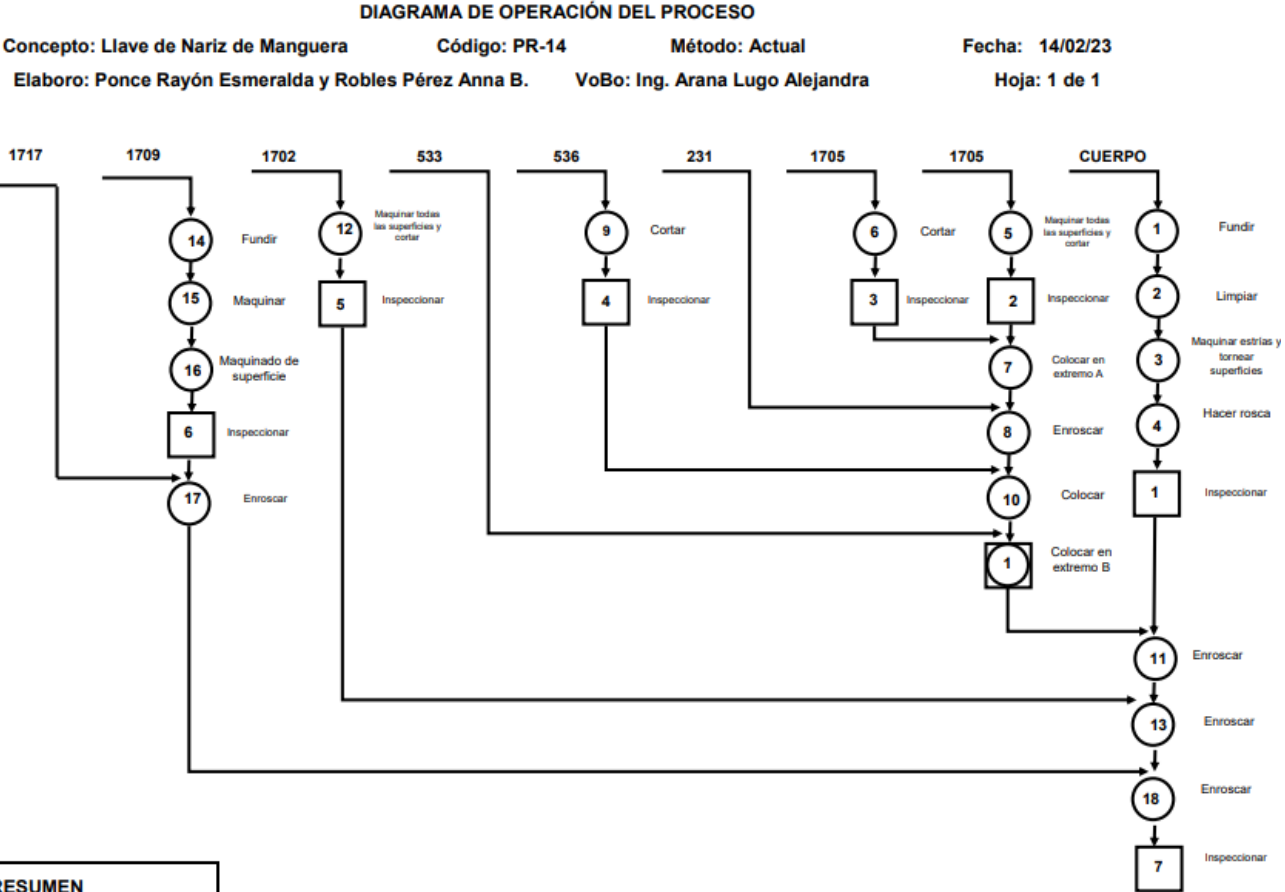


TABLA DE RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIÓN	18	
INSPECCIÓN	7	
COMBINADO	1	
TOTAL	26	

1.3.1.2 Practica 1 (DOP)

(ANEXO 1)

https://drive.google.com/file/d/1_daJ8vMGjmUZmqwKDCRCEyldMN7IJm2r/view?usp=sharing

1.3.2 Diagrama de actividades del proceso/flujo del proceso/ curso del proceso (DAP)

Este diagrama permite representar visualmente todas las actividades involucradas en la elaboración de un componente específico, ya sea dentro de un proceso productivo o de prestación de servicios. En él se incluyen operaciones, inspecciones, esperas, movimientos y almacenamiento.

- a) Resulta útil para identificar costos indirectos, como los desplazamientos extensos o las demoras inevitables.
- b) Puede aplicarse a la fabricación de subensambles, componentes o a actividades específicas dentro de un proceso.

Entre los principales objetivos del Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) se encuentran:

- Identificar cada una de las etapas del proceso.
- Determinar la secuencia completa y el orden cronológico de las actividades.
- Evaluar cada fase desde un enfoque sistémico.
- Mejorar la distribución y el uso del espacio de trabajo.
- Maximizar la eficiencia en el uso de maquinaria, herramientas y equipo.
- Eliminar o reducir demoras innecesarias.
- Comparar métodos existentes.
- Simplificar tareas mediante su combinación o integración, siempre evitando repeticiones.

Simbología utilizada en el DAP:

- Operación: Cualquier acción como clavar, mezclar o teclear. Se representa con un círculo de 10 mm de diámetro.
- Inspección: Actividades como verificar calidad o cantidad, o revisar datos impresos. Se indica con un cuadrado de 10 mm.
- Transporte: Movimiento de materiales, ya sea manual, por transportador o mediante carros.
- Almacenamiento: Espacios como tarimas, cuartos de almacenamiento o archivos.

- Demora: Tiempos de espera, como los necesarios para completar un lote o por interrupciones.
- Actividad Mixta: Cuando una tarea implica tanto una operación como una inspección simultánea. Se representa con un cuadrado rodeado por un círculo, también de 10 mm.

Consideraciones para su elaboración:

El encabezado del diagrama debe incluir su nombre específico y, a diferencia del diagrama de operaciones, es necesario indicar el punto de inicio y finalización del análisis, aclarando que se refiere solo a una sección del proceso o a un componente específico.

Es importante que el estudiante se familiarice con los formatos ya establecidos, ya que estos pueden facilitar significativamente la elaboración del diagrama.

1.3.2.1 Ejercicio 2

Elabore el DAP con la información siguiente.

FABRICACIÓN DE LLAVE DE NARIZ DE MANGUERA

Número de pieza	Operaciones de fabricación	Máquina
No. 211 Cuerpo	1. Fundir (5 min) 2. Limpiar (30 seg) 3. Maquinar estrías y torneear superficie(3 min) 5Hacer rosca (2 min) 4. Inspeccionar (15 seg)	Banco de moldeo Barril de volteo Torno revolvedor Torno Banco
No. 226 Rondana para asiento	3. Cortar (1 min) 4. Inspeccionar (15 seg)	Prensa Banco
No. 536 Rondana de latón	3. Cortar (1 min) 4. Inspeccionar (5 seg)	Prensa Banco
No. 1702 Tuerca estopera	3. Maquinar todas las superficies y cortar (5 min) 4. Inspeccionar (25 seg)	Atornilladora automática Banco

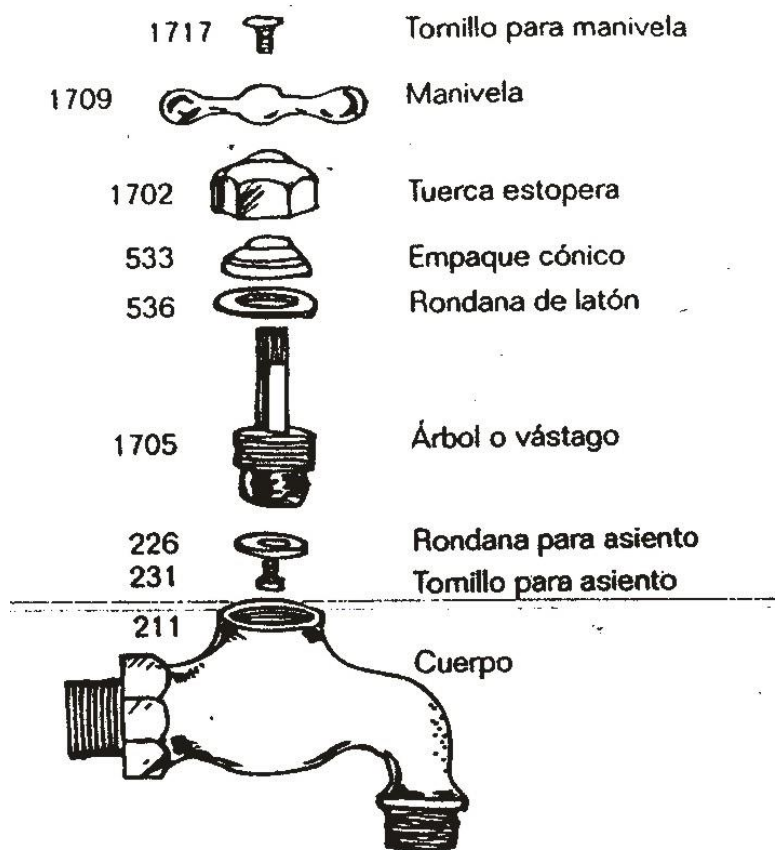
No. 1705 Árbol o vástago	3. Maquinar todas las superficies y cortar (4 min) 4. Inspeccionar (15 seg)	Atornilladora automática Banco
No. 1709 Manivela	5. Fundir (3 min) 6. Limpiar (30 seg) 7. Maquinado de superficie (2 min) 8. Inspeccionar (15 seg)	Banco de moldeo Barril de volteo Torno revolvente Banco

La manufactura y ensamble de la Llave de Nariz de Manguera código 201416 se lleva a cabo en el área de producción No2 de Máquinas y Herramientas, así como en el área de No4 de Fundición y concluye en la línea de producción 53 de la empresa La Paz SA de CV.

La distribución de las máquinas y herramental tienen la siguiente distribución:

De la mesa de subensambles al área donde está el banco de inspección se recorren 3 mts y del banco de inspección a la atornilladora automática 4Mts; de la prensa a la mesa de subensambles 3.5 mts. Mientras que el área de moldeo se encuentran el banco de moldeo, torno revolvente y el barril de volteo con una separación lineal entre ambas de 3 mts, tomando en cuenta que el torno revolver es el que está justo a 3 mts de la mesa de ensamble.

NOTA: Considerando que un paso estándar es de .75 mts y que este requiere de dar en 1 seg (sin carga), de 1.5 seg (carga ligera) y de 2 seg (carga pesada y/o voluminosa).



PIEZAS COMPRADAS

No. 231	No. 533	No. 1717
Tornillo para asiento	Empaque cónico	Tornillo para manivela

Subensamble 300

Ensamblar en el vástago (pieza No. 1705) el tornillo para asiento (pieza 231), la rondana para asiento (pieza 226), la rondana de latón (pieza 536) y el empaque cónico (pieza 533).

NOTA: AL cortar la Rondana de latón la maquina cortadora estaba descompuesta y tardaron 15 min en arreglarla.

Subensamble 400

Integrar en el cuerpo (pieza 211) el subensamble 300; al realizarse este subensamble la mesa estaba ocupada con otro producto a ensamblar así que hubo una demora de 5 min.

Subensamble 500

Integrar r en el subensamble 400 la tuerca estopera (pieza 1702). Al procesar la tuerca estopera la estación de inspección sufrió una descompensación de electricidad y se detuvo la inspección del componente por 4 min.

Ensamble final

Integrar la manivela (pieza 1709) y el tornillo para manivela (pieza 1717) con el subensamble 500; inspeccionar y empacar.

NOTA: para ensamblar el tornillo hay que ir a recogerlo a almacén el cual está a 27 pasos de la mesa de ensambles.

NOTA: Para la construcción del DAP guíese por el DOP que anteriormente realizo.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Concepto: Llave de Nariz de Manguera
 Diagrama empieza en: Banco de Moldeo
 Departamento: Ingeniería
 Elaborado por: Ponce Rayon Esmeralda

Codigo: BR-21 Clave: SB04
 Diagrama termina en: Empaque
 Fecha: 21/02/23 Hora: 22:12 p.m. Hoja 1 de 1
 VoBo: Ing. Alejandra Arana Lugo

Descripción de actividades	○	□	◻	▽	⇒	D	Distancia (m)	Tiempo (seg)
Trasladar cuerpo a banco de moldeo					●		5	11
1 Fundir cuerpo	●							300
Trasladar a barril de volteo					●		3	6
2 Limpiar cuerpo	●							180
Trasladar a torno revolvedor					●		3	6
3 Maquinar estrías y torneear superficies del cuerpo	●							120
4 Hacer rosca cuerpo	●							30
Trasladar cuerpo al banco de inspección					●		5	11
5 Inspeccionar cuerpo		●						5
Trasladar a mesa de ensamble					●		2.5	6
Almacenar				●				2
Tomar vástago				●				2
Trasladar a atomilladora automática					●		6	12
6 Maquinar todas las superficies y cortar de vástago	●							50
Trasladar vástago al banco de inspección					●		8.5	18
7 Inspeccionar vástago		●						20
Trasladar a mesa de ensamble					●		2.5	6
Almacenar				●				2
Tomar Rondana 1				●				2
Trasladar a prensa					●		5	11
8 Cortar Rondana 1	●							
Trasladar al banco de inspección					●		3	6
9 Inspeccionar Rondana 1		●						10
Traslado a mesa de ensamble					●		2.5	6
10 Colocar en extremo A del vástago la rondana 1					●		5	11
Trasladar a área de limpieza					●		8	17
Limpiar y secar	●							60
Traslado a mesa de ensamble					●		4	9
Colocar en extremo A del vástago	●							15
11 Enroscar tornillo para asiento	●							10
Almacenar				●				2
Tomar rondana 2				●				2
Trasladar a prensa					●		5	11
12 Cortar rondana 2	●							70
Trasladar a banco de inspección					●		2.5	6
13 Inspeccionar rondana 2		●						5
Trasladar a mesa de ensamble					●		2.5	6
14 Colocar rondana 2 en extremo B del vástago	●							15
Almacenar				●				2
15 Colocar en vástago empaque cónico					●			
Trasladar a área de inspección					●		10	21
Realizar pruebas a empaques cónicos				●				1200
Traslado a mesa de ensamble					●		10	21
Colocar en vástago empaque cónico	●							15
16 Enroscar en subensable 300					●			

Almacenar							2
Trasladar cuerpo a área de soplete						9	18
Retrabajar cuerpo con soplete							2000
Almacenar cuerpo							2
Trasladar a mesa de ensamble						9	18
Enroscar subensable 300							10
Almacenar							2
Tomar tuerca estopera							2
Trasladar a atomilladora automática						6	12
17 Máquinar y cortar tuerca estopera							120
Trasladar a banco de inspección						8.5	18
18 Inspeccionar tuerca estopera							15
Trasladar a mesa de ensamble						2.5	6
19 Ensamblar subensable 400							10
Almacenar							2
Tomar manivela							2
Trasladar a banco de moldeo						5	11
20 Fundir manivela							40
Trasladar a barril de volteo						3	6
21 Limpiar manivela							10
Trasladar a tomo revolvedor						3	6
22 Maquinado de superficie de manivela							30
Trasladar a banco de inspección						5	11
23 Inspeccionar manivela							5
Trasladar a mesa de ensamble						2.5	6
24 Ensamblar pieza en subensable 500							10
25 Enroscar tornillo para manivela en cuerpo							5
Trasladar llave a banco de inspección							1680
26 Inspeccionar							30
Trasladar llave a mesa de ensamble						2.5	6
27 Empacar							750

Resumen de contenido	Act	Tiempos	Distancias
Total de operaciones	21	1856	NA
Total de inspecciones	7	90	NA
Total de mixtas	7	6	NA
Total de almacenamientos	8	16	NA
Total de transportes	29	308	141
Total de demoras	4	1691	5
Total	76	3967	146

1.3.2.2 Practica 2 (DAP)

(ANEXO 2)

https://drive.google.com/file/d/1Ax1oPhSDrNPov9kiDhI_Y8I_fOcY1IWQ/view?usp=sharing

g

1.3.3 Diagrama de recorrido de materiales (DRM)

Este gráfico funciona como un complemento al Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) y resulta especialmente valioso cuando se manejan largas distancias de traslado. Permite visualizar los recorridos de ida y vuelta, así como identificar posibles congestiones en el flujo, siendo una herramienta esencial para revisar la distribución tanto del equipo como de la planta (layout).

Para optimizar el recorrido y minimizar los tiempos en la gestión de materiales, el Análisis de Movimiento (A.M.) plantea diversas preguntas relacionadas con las distancias dentro de la planta y el manejo de materiales, adaptándose a los enfoques requeridos:

Su representación gráfica se basa en un layout específico del área que será objeto del análisis.

¿Se está aplicando la tecnología de grupos?

¿Existe la posibilidad de reubicar instalaciones para acortar las distancias recorridas?

¿Qué acciones pueden implementarse para disminuir el manejo de materiales?

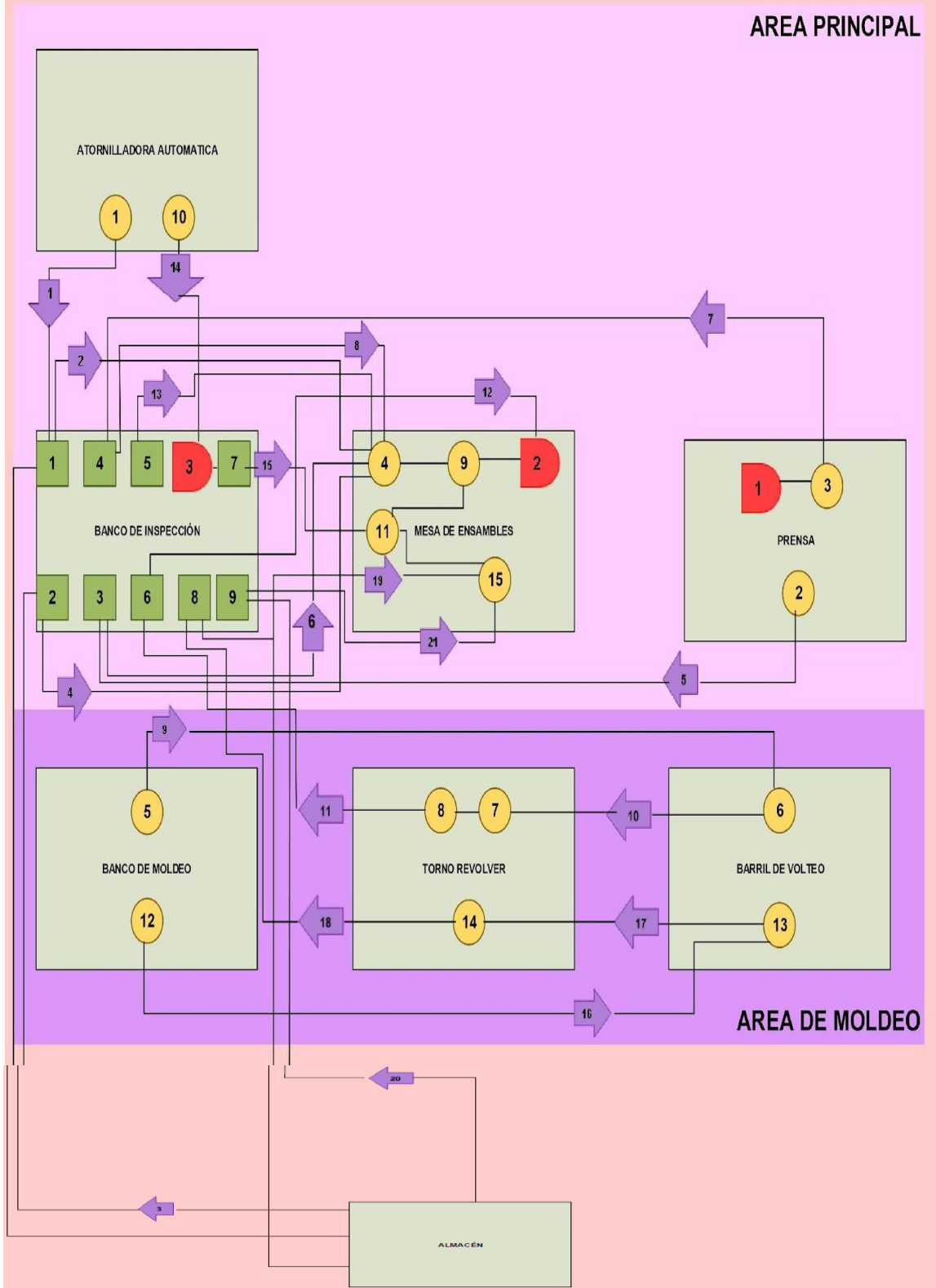
¿Cuál es el equipo que se adecue para la manipulación de materiales?

Este diagrama complementa al DAP porque permite trazar el camino que siguen las operaciones en un proceso productivo determinado, facilitando la detección de zonas donde se presentan congestiones en el tránsito. Esto contribuye a lograr una distribución más eficiente dentro de la planta, por lo que el diagrama de recorrido es un anexo indispensable para el DAP.

Su propósito principal es identificar y, posteriormente, eliminar o reducir: Los retrocesos en el recorrido, los desplazamientos innecesarios y los puntos donde se acumula tránsito.

Además, esta herramienta contribuye a mejorar los métodos operativos y sirve como ayuda para una distribución optimizada en la planta.

1.3.3.1 Ejercicio 3



1.3.3.2 Practica 2 (DRP)
 (Anexo)

UNIDAD II: ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

Evaluación de Operaciones y Generación de Alternativas para Mejorar Métodos de Trabajo

El estudio de las operaciones, también denominado desarrollo de **alternativas** es una herramienta clave para optimizar los métodos de trabajo. Este análisis se lleva a cabo mediante el uso de tres enfoques principales y la consideración de tres opciones de mejora.

Enfoques Principales:

1. Cuestionamientos sistemáticos: Evaluar cada etapa mediante preguntas clave.
2. Técnica de lluvia de ideas: Generar propuestas colaborativas para nuevas formas de operar.
3. Aplicar de principios de economía de movimientos: Reducir movimientos innecesarios para aumentar la eficiencia.

Opciones de Mejora:

1. Si se cuenta con un registro detallado del método actual y sus componentes, es posible identificar cuellos de botella y comprender sus causas.
2. Para crear un nuevo método, es esencial responder a preguntas como: ¿qué se hace?, ¿cómo?, ¿cuándo? y ¿dónde?, con el objetivo de mejorar la productividad por unidad de tiempo, disminuir costos y mantener o mejorar la calidad del resultado.
3. A través del uso sistemático de cuestionamientos sobre cada aspecto del área de trabajo, herramientas, diseño del producto y tareas realizadas, se pueden formular métodos más eficientes y funcionales.

Una vez elaborado el diagrama de proceso, se analiza el problema con el objetivo de encontrar oportunidades de mejora. Esta etapa preliminar permite sentar las bases para desarrollar un método de trabajo más efectivo.

Una técnica ampliamente utilizada en este tipo de análisis consiste en crear una hoja de verificación, donde se registran preguntas críticas sobre las tareas incluidas en el proceso.

Entre las más relevantes se encuentran:

- ¿Es indispensable esta operación?
- ¿Existe una forma más eficiente de llevarla a cabo?
- ¿Puede combinarse con otra operación?
- ¿Las tolerancias utilizadas son excesivamente estrictas?
- ¿Sería viable utilizar materiales más económicos?
- ¿Se puede implementar un sistema de manejo de materiales más eficiente?

Responder con detalle a estas preguntas facilita la identificación de maneras más efectivas de ejecutar las tareas. Es recomendable registrar todas las ideas conforme surgen, para evitar su olvido. También resulta útil realizar bocetos o diagramas en esta etapa, ya que es frecuente descubrir múltiples ineficiencias, las cuales son más fáciles de detectar y resolver en este punto del análisis.

Las mejoras suelen ser progresivas: una conduce a otra. Por eso se aconseja mantener una actitud abierta, creativa y proactiva durante todo el proceso. La hoja de verificación no solo sirve como guía para el análisis, sino también como material formativo para supervisores y responsables de operaciones industriales.

Durante la revisión de una operación, es fácil omitir aspectos importantes si no se sigue un esquema estructurado. Por ello, se deben tener presentes ciertos factores esenciales que deben analizarse en cada paso del proceso, tanto de forma escrita como mental.

Factores Clave en el Análisis de Operaciones:

1. Propósito de la operación.
2. Diseño del producto o pieza.
3. Especificaciones y tolerancias.
4. Tipos de materiales utilizados.
5. Sistemas de manejo de materiales.
6. Disponibilidad y preparación de herramientas.
7. Secuencia del proceso de fabricación.
8. Organización y disposición del equipo en planta.
9. Condiciones del entorno laboral.
10. Aplicación de principios de economía de movimientos.

Estos diez factores, cuando se aplican al análisis detallado de cada actividad, ayudan a enfocar la atención en aquellas áreas con mayor potencial de mejora. No todos los factores

serán relevantes para cada tarea, pero generalmente varios de ellos deben tenerse en cuenta.

El método sugerido consiste en revisar cada paso del proceso actual utilizando un enfoque sistemático orientado al perfeccionamiento, aplicando todos los elementos clave del análisis. Este procedimiento debe repetirse con cada operación, inspección, traslado o almacenamiento identificados en el diagrama de flujo.

Finalmente, al concluir el análisis individual de cada actividad, se recomienda revisar el método de trabajo en su totalidad para detectar oportunidades de mejora generalizadas.

Las posibilidades de mejorar los métodos de trabajo dentro de los sistemas de producción son prácticamente ilimitadas. El análisis minucioso de las operaciones, individuales como en conjunto, es la técnica más efectiva para lograr eficiencia, seguridad y rentabilidad en los procesos. Cuando este procedimiento es ejecutado por profesionales competentes, los beneficios para la organización suelen ser notables y sostenibles.

A continuación, se explicarán de forma breve los enfoques de análisis de la operación.

2.2 Finalidad de la operación

Probablemente, uno de los aspectos más cruciales dentro de los 10 puntos de análisis para optimizar un método de trabajo existente o diseñar uno nuevo es el relacionado con el propósito o razón de ser de la operación.

Una regla fundamental que se debe tener en cuenta es intentar eliminar o combinar una operación antes de buscar cómo mejorarla. En muchos casos, hoy en día se realizan muchas tareas innecesarias, y en lugar de simplificarlas o perfeccionarlas, lo ideal sería suprimirlas completamente.

Si una tarea puede ser eliminada, no es necesario invertir recursos en la implementación de un método mejorado, lo cual también evita interrupciones o retrasos durante las pruebas y puesta en marcha del nuevo método. Además, la resistencia al cambio se reduce significativamente cuando se elimina una actividad que se ha identificado como superflua.

La forma más efectiva para simplificar una operación es encontrar el método que permita obtener resultados iguales o superiores sin generar costos adicionales.

Una vez que se ha documentado la información correctamente la del método de trabajo, incluyendo los diagramas de proceso, los datos del departamento donde se ejecuta, el código o número de planos y listas de materiales utilizados para la fabricación de la pieza, así como el nombre y código de la pieza, la denominación de la operación y el perfil del puesto del operario, se da inicio formal al análisis.

El primer punto que se debe evaluar es el objetivo de la operación. Puede parecer extraño para alguien acostumbrado a los sistemas modernos de producción que un ingeniero se plantee esta pregunta, pero en la práctica, muchas organizaciones ejecutan actividades innecesarias que incrementan costos y disminuyen la rentabilidad.

Aunque parezca inusual, esta situación es común tanto en procesos rutinarios de fabricación de productos y servicios estandarizados como en operaciones consideradas no especiales y no repetitivas.

Para llevar a cabo este análisis con éxito, es esencial cuestionar: ¿Cuál es el propósito de esta operación? Este cuestionamiento debe complementarse con preguntas como:

- 1. ¿Cuál es el objetivo final de la operación?**
- 2. ¿Es imprescindible el resultado que se obtiene?**
- 3. De ser así, ¿qué justifica esa necesidad?**
- 4. ¿Se implementó la operación para solucionar un problema detectado en el montaje final?**
- 5. En caso afirmativo, ¿se logró corregir el problema?**
- 6. ¿La operación es necesaria debido a que otra tarea previa no se ejecutó correctamente?**
- 7. ¿Se creó esta operación para corregir una situación que ya ha cambiado por una práctica diferente a la original?**
- 8. Si la operación busca mejorar la apariencia del producto o servicio, ¿justifica el aumento de costos el incremento en ventas?**

9. **¿Se podría alcanzar el mismo objetivo adoptando otro método de trabajo diferente al actual?**
10. **¿Es posible involucrar al proveedor de materias primas, componentes o subensambles para hacer la operación más eficiente, rentable o segura?**

2.3 Diseño de la pieza

A menudo se asume que, una vez aprobado el diseño de un servicio o producto, el siguiente paso consiste únicamente en planificar su producción de la forma más económica y eficientemente posible. Sin embargo, es importante destacar que, aunque modificar el diseño puede resultar complicado, un análisis exhaustivo del método de trabajo debería incluir una revisión detallada del diseño en busca de mejoras que puedan impactar directamente en el proceso productivo.

Los diseños no son definitivos y pueden ser modificados. Estos cambios se gestionan formalmente mediante solicitudes de modificación de diseño o de especificaciones, lo cual debe estar debidamente regulado. Para conocer más sobre los aspectos que están sujetos a la norma ISO 9001:2008 relacionados con la aplicación de la ingeniería de métodos, tanto a nivel nacional como internacional, se recomienda consultar el siguiente documento: [www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-metodos-al-procesoensamblado-tapas-surimex-ca.pdf], o hacerlo conforme a la norma ISO 9771 o normas equivalentes.

Con el fin de aplicar exitosamente este enfoque de análisis al diseño de productos o servicios, es necesario plantearse ciertas preguntas clave que ayuden a optimizar el diseño, incrementando así la eficiencia y la rentabilidad de la producción:

1. **¿Se puede simplificar el diseño reduciendo el número de piezas?**
2. **¿Es posible disminuir la cantidad de operaciones o acortar los recorridos de fabricación mediante nuevas técnicas de ensamble o unión, facilitando también los acabados con equipos disponibles?**
3. **¿Existe la posibilidad de emplear materiales de mejor calidad o ajustar las especificaciones actuales?**
4. **¿El equipo de diseño está al tanto del índice de capacidad del proceso (C_p) en operaciones clave, críticas o vitales?**

Recomendación: Para una comprensión más amplia sobre cómo se relaciona el control estadístico del proceso con el estudio de trabajo en distintos contextos económicos, puede consultar el recurso: [\[www.icicm.com/files/M_DULO_4_CORE_TOOLS.APQP.doc\]](http://www.icicm.com/files/M_DULO_4_CORE_TOOLS.APQP.doc).

Cabe subrayar que estas preguntas deben tomarse como guía, no como una lista exhaustiva. Dependiendo del caso, los ingenieros o el equipo responsable pueden añadir otros cuestionamientos específicos al evaluar cada componente o subensamble.

Además de las preguntas iniciales, es recomendable adoptar una actitud analítica y crítica al examinar cada operación dentro del proceso, considerando interrogantes como:

1. ¿Se puede eliminar esta operación si se modifica el procedimiento general?
2. ¿Puede ser reemplazada por otra operación similar?
3. ¿Es factible dividir la operación y distribuir sus partes en otras etapas del proceso?
4. ¿Conviene realizar parte de la operación como una actividad independiente?
5. ¿Puede efectuarse esta operación durante tiempos muertos de otra?
6. ¿Es la secuencia actual de operaciones la más eficiente?
7. Si se altera el orden de la secuencia, ¿se vería afectada la operación?
8. ¿Sería más económico o eficiente realizar esta tarea en otro lugar?
9. ¿Se pueden combinar esta operación con una inspección?
10. ¿Es necesario realizar un estudio más detallado mediante un diagrama de proceso?

2.4 Tolerancias y especificaciones

En muchos casos, se toma en cuenta el tema de las tolerancias al revisar un diseño, aunque esto no siempre se realiza de forma adecuada. Es preferible analizar las especificaciones y tolerancias de manera independiente, considerando otros enfoques relevantes durante el estudio de la operación.

Es común que los ingenieros de diseño, al desarrollar un producto, especifiquen parámetros más estrictos de lo necesario. Esta tendencia puede elevar los costos de fabricación, ralentizar el proceso productivo y disminuir la eficiencia y

rentabilidad del sistema. Esta situación suele originarse por dos causas principales: la falta de comprensión sobre los factores que impactan en los costos, y la idea errónea de que establecer tolerancias muy ajustadas garantizará que producción cumpla con los rangos especificados.

Por este motivo, es esencial que el equipo de diseño esté bien informado sobre la capacidad potencial del proceso (C_p). Este indicador proporciona datos sobre los rangos de tolerancia viables considerando el estado operativo, el desgaste de la maquinaria y el uso de los equipos involucrados en la producción. Asimismo, conocer la capacidad real del proceso permite detectar el deterioro en los activos productivos y determinar si las especificaciones pueden cumplirse sin dificultades en la planta de manufactura.

Además, la inspección es una de las etapas directamente afectadas por el uso de tolerancias excesivamente exigentes. Por eso, es importante establecer un procedimiento de inspección apropiado, ajustado al tipo de tolerancia estipulada. Este proceso verifica tanto atributos (como apariencia y funcionamiento) como variables (dimensiones, humedad, acidez, etc.) del producto o servicio.

La inspección puede realizarse mediante diversa

Actualmente, materiales como los plásticos, compuestos y cerámicos han logrado posicionarse como alternativas viables frente a la madera y a los metales. Asimismo, las aleaciones de aluminio compiten eficazmente con el zinc y ciertos metales ferrosos en aplicaciones de fundición a presión.

Cabe indicar que, en los últimos años, el valor de algunos materiales ha aumentado significativamente, mientras que otros han experimentado reducciones en su precio.

Sugerencia: Si desea obtener información más detallada sobre la evolución de los costos de los materiales en México, puede consultar los siguientes enlaces:

- [Índice Nacional de Precios al Productor - INEGI](#)
- [Calculadora de Inflación - INEGI](#)

- **Utilizar materiales más fáciles de procesar.**

En muchos casos, ciertos materiales pueden transformarse en productos terminados sin necesidad de tecnologías altamente sofisticadas. Al consultar fuentes especializadas que recopilan datos sobre las propiedades físicas, químicas, mecánicas, eléctricas, entre otras, es posible identificar con relativa facilidad cuáles materiales son más adecuados para los procesos de manufactura.

Por ejemplo, es común observar que la facilidad de mecanizado disminuye a medida que aumenta la dureza del material, la cual, a su vez, suele estar directamente relacionada con su resistencia mecánica.

Por ello, es fundamental seleccionar materiales que representen un menor reto tecnológico durante su procesamiento. Esta decisión contribuye a minimizar pérdidas por desperdicio, deterioro, vencimiento u obsolescencia, lo que permite mejorar hacer más la eficiente la producción y reducir los costos de fabricación.

Recomendación: Si necesita más información sobre manuales y guías para la selección o sustitución de materiales, puede visitar el siguiente enlace: <http://www.grantadesign.com/papers/>

- **Emplear materiales de forma más económica.**

Un área relevante para el estudio de los métodos de trabajo es la optimización en el uso de materiales, lo cual está estrechamente vinculado con la proporción de desperdicio en comparación con la cantidad efectivamente utilizada en el producto final. Por esta razón, es fundamental enfocar los esfuerzos en mejorar la eficiencia del consumo de materiales durante los procesos productivos.

En la fabricación de la lámina estampada, si se observa que el residuo o esqueleto generado contiene una cantidad excesiva de material desaprovechado, una opción es cambiar a un material de mayor ancho estándar y aplicar un troquel múltiple. No obstante, al utilizar este tipo de troquel, se debe prestar una atención especial a la disposición de los cortes con el fin de maximizar el aprovechamiento del material. Las metodologías de mejora continua, como el

enfoque Kaizen, ofrecen múltiples herramientas orientadas a cumplir este objetivo.

Sugerencia: Si se desea ampliar la información sobre las estrategias que propone Kaizen para reducir el consumo de materiales, se recomienda consultar el siguiente enlace:

<http://www.dep.gob.sv/Flleto/PYMESRetosFinal.pdf>

Es importante destacar que, en el contexto mexicano, las normativas fiscales consideran a los inventarios como parte del cálculo del Impuesto Empresarial a Tasa Única (IETU), el cual debe ser reportado a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Por ello, resulta clave mantener niveles mínimos —o incluso nulos— de inventario en lo que respecta a mermas en base a los desperdicios, materias primas, componentes, productos en proceso y bienes terminados, ya que de lo contrario, su almacenamiento representará un costo adicional debido a la carga fiscal correspondiente.

- Utilizar materiales de desecho.

No debe pasarse por alto la posibilidad de reutilizar materiales que, de otro modo, serían descartados como residuos. En ocasiones, ciertos remanentes de procesos industriales, que resultan de cortes no utilizados o sobrantes, pueden representar una oportunidad significativa de ahorro.

Un ejemplo claro de esto es el caso del fabricante de gabinetes de refrigeración fabricados en acero inoxidable. En su proceso de corte con cizalla, se generaban piezas sobrantes de entre 4 y 8 pulgadas de ancho. Tras un análisis adecuado, se identificó que dicho material podía ser aprovechado para fabricar placas de cubierta para interruptores eléctricos.

En caso de que no sea viable desarrollar un subproducto con estos desechos, se recomienda separarlos y almacenarlos adecuadamente para su posterior venta como chatarra, procurando que esta práctica no afecte negativamente el cumplimiento de las obligaciones fiscales previamente mencionadas.

Es útil contar con contenedores específicos dentro de un lugar para clasificar los residuos de acero común, acero para herramientas, latón, aluminio y cobre. El personal de limpieza debe ser instruido para recolectar y depositar en dichos recipientes todas las virutas, limaduras y restos metálicos.

También resulta conveniente conservar ciertos elementos desechados con regularidad, como las bombillas eléctricas en mal estado. Sus casquillos de latón pueden almacenarse por separado y, una vez retirado el vidrio de los focos, se extraen los filamentos de tungsteno para guardarlos aparte, dada su mayor utilidad y valor.

Además, las cajas de madera provenientes de mercancías recibidas pueden ser reutilizadas: cortando las tablas grandes a medidas estándar más pequeñas, pueden emplearse para fabricar nuevos embalajes para propios envíos. Esta práctica es económica y todavía es empleada tanto por industrias grandes como por centros de mantenimiento.

Por último, es fundamental no perder de vista las consideraciones ambientales y de seguridad civil. Los residuos generados en estas operaciones deben considerarse como residuos sólidos y, por lo tanto, deben clasificarse y almacenarse en recipientes adecuados, conforme a las regulaciones establecidas por la SEMARNAT y el Reglamento del Distrito Federal.

➤ **Usar más económicamente las herramientas y los suministros**

Es fundamental fomentar el uso eficiente de todos los insumos en los procesos productivos. Un caso representativo se encuentra en la industria automotriz, donde componentes como el motor, el sistema de tracción y el chasis suelen ser utilizados en múltiples modelos de automóviles. Lo que varía entre versiones son elementos como la carrocería, el diseño interior, los vidrios y los accesorios de lujo. Este enfoque demuestra cómo un número limitado de piezas puede adaptarse a diversas configuraciones, permitiendo así una disminución en los costos relacionados con inventarios, administración y control de producción, así como los recursos y el tiempo necesarios para el desarrollo.

Asimismo, existe una ventaja fiscal relevante: al reducirse el volumen de inventarios gracias a la utilización de materiales comunes en diferentes productos, las obligaciones tributarias se ven también reducidas. Esto se traduce en un menor impacto financiero en comparación con un esquema donde se emplean insumos específicos para cada artículo final.

Un ejemplo ilustrativo proviene de un fabricante de equipos para lechería, quien implementó una política que exigía a los trabajadores devolver los restos de varillas de soldadura de menos de dos pulgadas antes de recibir nuevas unidades. Esta medida permitió una disminución inmediata del 15% en el gasto de ese insumo.

El mal uso de materiales no genera beneficios. Por el contrario, mediante un análisis cuidadoso de los métodos de trabajo, es posible evitar el despilfarro, que en ocasiones puede representar hasta el 20% del material destinado a la producción de un bien o servicio.

Recomendación: Para profundizar en cómo las técnicas de ingeniería de métodos pueden ayudar a minimizar los efectos fiscales derivados del manejo de inventarios en una organización, puede consultarse el siguiente recurso: http://www.kepler.com.mx/Archivos/definicion_de_sistema_exp.pdf

➤ **Estandarizar los materiales.**

El profesional encargado del análisis de métodos debe mantenerse constantemente atento a las oportunidades de estandarizar los materiales. Es fundamental hacer un esfuerzo por reducir la variedad en cuanto a tamaños, formas, calidades o tipos de materiales utilizados durante la fabricación y el ensamblaje de productos.

La estandarización conlleva beneficios económicos notables. Por ejemplo, al disminuir la variedad de tamaños y especificaciones, se pueden hacer compras en mayores volúmenes, lo que generalmente resulta más económico. Además, se requiere menos espacio para almacenar los materiales, se reducen los niveles de inventario, se simplifican los registros de almacén, se emiten menos facturas, y se minimizan tanto la inspección al recibir materiales como el número de piezas a

revisar. Asimismo, disminuye la necesidad de realizar múltiples cotizaciones y pedidos de compra.

Como sucede con otras estrategias de mejora de métodos, la estandarización de materiales es un proceso continuo. Para que sea efectiva, debe existir una colaboración constante entre los equipos de diseño, planificación de la producción y compras. Esta colaboración se refuerza al registrar sistemáticamente los materiales empleados en las listas maestras correspondientes a los servicios o productos que ofrece la empresa.

2.6 Manejo de materiales.

Importancia del Movimiento de Materiales en la Industria

El traslado de materiales representa una proporción considerable de las actividades industriales y desempeña un papel esencial en mantener el flujo de producción. Los insumos deben transportarse hasta los puestos de trabajo, donde son manipulados por los operarios antes y después de su transformación, y finalmente, deben salir de la planta hacia su destino final: el cliente.

Dada esta relevancia, los desafíos que implica el movimiento de materiales, tanto dentro como fuera del entorno productivo, son significativos. Cuando este proceso ha sido previamente analizado utilizando herramientas propias de la ingeniería de métodos, basta con anotar en la hoja de estudio una breve descripción de cómo se lleva el envío y como se lleva a cabo la recepción de materiales en cada estación de trabajo.

Por lo general, estudiar una sola operación no justifica la implementación de sistemas complejos o costosos de transporte, a menos que se trate de una tarea repetitiva en extremo. En la mayoría de los casos, basta con soluciones simples como rampas inclinadas o contenedores diseñados para facilitar el desplazamiento de materiales en tareas específicas.

El análisis detallado del manejo de materiales forma parte del estudio de movimientos en general. Aunque la evaluación individual de una tarea no suele derivar en la instalación de maquinaria costosa, siempre se debe considerar si su incorporación puede resultar beneficiosa.

Cuando varios análisis sugieren que sería útil introducir un sistema de transporte, se puede llevar a cabo un estudio más completo. En ese caso, se recomienda resolver un cuestionario que permita evaluar la eficiencia y pertinencia de cada alternativa.

Cuestionario para Evaluar el Movimiento de Materiales

1. ¿Es significativo el tiempo dedicado al traslado de materiales, en comparación con el tiempo de manipulación?
2. Si no lo es, ¿se debe permitir a los trabajadores una pausa como compensación por el cambio de actividad?
3. ¿Es conveniente utilizar carretillas manuales?
4. ¿Sería útil recurrir a carretillas motorizadas?
5. ¿Conviene incorporar bandejas o estructuras especiales para facilitar y asegurar el traslado?
6. ¿Dónde deben colocarse los materiales entrantes y salientes en la estación de trabajo?
7. ¿Está justificada la instalación de una banda transportadora?
8. Si lo está, ¿qué tipo sería el más apropiado?
9. ¿Es posible acercar las estaciones para que el movimiento se haga mediante rampas?
10. ¿Puede realizarse alguna parte del proceso directamente en una banda transportadora?
11. ¿Se justifica instalar una línea de ensamblaje progresiva?
12. ¿Podría empujarse el material entre operarios a través de un banco común?
13. ¿Puede despacharse el material desde un punto central?
14. ¿Puede llevarse el material a una estación central de inspección automáticamente?
15. ¿Sería útil integrar básculas al sistema de transporte?
16. ¿El tamaño de los contenedores es el adecuado para la cantidad de material?
17. ¿Se puede rediseñar el recipiente para facilitar el acceso?
18. ¿Puede colocarse el contenedor directamente en el puesto de trabajo?
19. ¿Sería beneficioso usar grúas eléctricas, neumáticas u otro sistema de izado?
20. En caso de usar una grúa puente, ¿se incrementa la eficiencia y seguridad?

21. ¿Es necesario un análisis más profundo del sistema general de movimiento de materiales?

Principios del Manejo Eficiente de Materiales

Una gestión efectiva asegura la disponibilidad de materiales necesarios, en el momento adecuado y en condiciones óptimas, al menor costo posible. Para lograrlo, es imprescindible que el manejo de materiales esté alineado con una gestión integral, que abarque compras, recepción, inspección, almacenamiento, distribución y disposición de equipos e infraestructura.

La American Material Handling Society identifica los beneficios del manejo adecuado de materiales en cuatro áreas principales:

1. Reducción de costos:

Menor gasto en mano de obra.

Disminución del desperdicio de materiales.

Reducción de costos indirectos.

2. Incremento de capacidad:

Mayor producción.

Ampliación de la capacidad de almacenamiento.

Optimización del uso del equipo.

3. Mejoras laborales:

Más seguridad.

Menos fallas.

Mayor comodidad para el personal.

4. Distribución más eficiente:

Mejores sistemas de manejo.

Mejor diseño de los recorridos.

Ubicación estratégica de almacenes.

Mejora del servicio al cliente.

Mayor disponibilidad del producto.

Un principio clave al evaluar los métodos de trabajo es: "El mejor manejo de materiales es el que minimiza la intervención manual".

Recomendaciones para el Análisis de Métodos

Tanto si el recorrido es largo o corto, los métodos de trabajo deben analizarse considerando los siguientes objetivos:

1. Disminuir el tiempo requerido para recoger los materiales.
2. Usar equipos mecánicos para reducir la manipulación manual.
3. Optimizar el uso del equipo existente.
4. Asegurar la mayor seguridad posible en el proceso.

Un ejemplo práctico de la aplicando de estos principios es la transformación de un almacén convencional en un centro logístico automatizado. Con el uso de tecnología computarizada, el proceso de recepción, transporte, almacenamiento y control de inventarios puede integrarse en un solo sistema eficiente.

Principios Básicos del Manejo de Materiales

El manejo debe ser parte del sistema de gestión general.

Siempre que sea posible, debe aprovecharse la fuerza de gravedad para facilitar el movimiento.

Es fundamental minimizar los tiempos de espera del equipo.

A mayor volumen de producción, menor será el costo por unidad manejada.

El aumento del tamaño de los lotes suele reducir el costo unitario.

Se debe considerar equipo flexible capaz de adaptarse a distintas tareas.

Es vital que el área de mantenimiento planifique antes de elegir el equipo.

Siempre que se pueda, se debe preferir el movimiento en línea recta.

El equipo antiguo se vuelve obsoleto; los modelos nuevos ofrecen mejoras como acoplamientos automáticos, ruedas sin fricción y mayor eficiencia.

En definitiva, el objetivo es siempre reducir al mínimo la manipulación manual, lo cual se traduce en un sistema más seguro, ágil y rentable.

7 Preparación y herramental.

Uno de los factores clave al diseñar herramientas y preparar procesos productivos es la evaluación económica. La selección más eficiente de herramental depende de varios aspectos, entre ellos:

1. El volumen de producción requerido.
2. La posibilidad de que el pedido se repita.
3. La cantidad y especialización de mano de obra involucrada.
4. Los plazos de entrega acordados.

5. La inversión de capital necesaria.

Un error frecuente entre diseñadores y planificadores de procesos es gastar excesivamente en herramientas especializadas que, aunque prometen alta eficiencia, se utilizarán pocas veces.

Por ejemplo, es más justificable invertir más en herramientas para trabajos recurrentes que permitan un ahorro del 10% en mano de obra, que en una herramienta que ahorre 80–90% en un proyecto poco común. El costo laboral reducido suele ser el criterio más relevante para definir el tipo de herramienta a utilizar, por lo que puede ser viable emplear plantillas o fijaciones incluso en producciones de bajo volumen.

Además del ahorro, aspectos como la precisión, la facilidad de ensamblaje o el control del trabajo manual pueden justificar un diseño de herramental más complejo, aunque estos casos son menos frecuentes.

Una vez determinado qué tipo de herramental se necesita —o si ya se dispone de uno— se deben considerar los siguientes puntos para lograr un diseño óptimo:

¿Puede usarse el dispositivo para fabricar productos similares?

¿Existe un modelo anterior que funcione como base para mejorar el nuevo diseño?

¿Tiene la pieza procesos previos que puedan aprovecharse para continuar la operación?

¿Se puede reutilizar material o componentes existentes para construir el dispositivo?

¿La pieza puede instalarse y retirarse fácilmente?

¿Se mantiene firme durante la operación sin soltarse o vibrar? Es importante que los cortes se realicen contra partes estables del dispositivo.

¿Puede aumentarse la productividad procesando más de una pieza a la vez?

¿Es sencillo remover las virutas del dispositivo?

¿Son resistentes los sistemas de sujeción para evitar daños o deformaciones?

¿Es necesario crear llaves especiales para montar el dispositivo?

¿La pieza está soportada correctamente para evitar deformaciones?

¿Se puede incorporar un calibrador o guías para facilitar el uso de herramientas o la inspección del trabajo?

¿Es necesario desarrollar herramientas especiales como portaherramientas o collarines?

¿Hay espacio suficiente para que los elementos del portaherramientas pasen sin tocar la pieza?

1. Si es rotatorio, ¿cuenta con una forma de indicar su posición en varios ejes?

¿Es compatible con cabezales rotatorios estándar?

¿Puede el dispositivo realizar múltiples operaciones simultáneamente?

¿Permite trabajar tan cerca de la pieza como para usar maquinaria convencional para desbaste?

¿Puede usarse un sujetador estándar con mordazas adaptadas, evitando un diseño costoso?

Si se requiere trabajar en ángulo, ¿puede utilizarse un accesorio angular estándar?

¿Se pueden añadir orejas de sujeción para facilitar el montaje?

¿Se pueden estandarizar las llaves para reducir la cantidad necesaria?

¿Puede calibrarse la pieza en el propio dispositivo, o usarse un calibrador rápido?

¿Se pueden usar pasadores de apoyo para sostener la pieza durante el proceso?

¿Se ha colocado un resorte o muelle en cada punto de sujeción?

¿Se ha dado tratamiento térmico a las partes críticas de acero del dispositivo?

¿Qué tipo de plantilla se necesita? ¿Puede usarse alguna estándar?

¿Se han previsto sistemas de absorción de impactos durante el taladrado?

¿Pueden usarse pasadores o tornillos para fijar la pieza?

¿Puede utilizarse una rosca rápida (doble o triple) para facilitar la extracción de tornillos?

¿Se han identificado claramente las piezas y plantillas para facilitar su reensamblaje?

¿Están redondeadas las esquinas necesarias para evitar accidentes o daños?

¿Puede fabricarse el dispositivo en el taller disponible? ¿La longitud de los bujes requiere el uso de extensiones?

¿Las patas del dispositivo permiten el paso del taladro o herramienta sin tocar la mesa?

¿Los sujetadores están colocados para resistir adecuadamente la fuerza de taladrado?

¿La máquina usada tiene velocidades adecuadas para trabajar con diferentes materiales y diámetros de agujero?

¿Se necesita un accesorio adicional para roscar? ¿Es práctico agrupar agujeros pequeños una plantilla y hacer el grande por separado?

¿Es manejable la plantilla manualmente o resulta demasiado pesada?

¿Está claramente identificada para facilitar su almacenamiento y uso?

Para mejorar los métodos de trabajo es necesario evaluar el herramental desde tres perspectivas fundamentales:

- 1. Disminuir el tiempo de preparación con mejor planificación y control.**
- 2. Diseñar herramientas que aprovechen totalidad de la capacidad de la máquina.**
- 3. Incorporar herramientas más eficaces y modernas.**

Una metodología ampliamente utilizada, especialmente en Asia, es el SMED (Single Minute Exchange of Die), la cual busca realizar cambios rápidos de herramientas — en minutos— mediante el diseño de dispositivos y elementos que lo permitan. Este enfoque está pensado para responder a la demanda de lotes pequeños, y ha sido adoptado ampliamente en sectores como la industria automotriz, de autopartes, electrónica y electrodomésticos. visite el enlace: <http://www.navactiva.com/es/descargas/pdf/>

2.8 Proceso de manufactura.

Desde la perspectiva de la optimización de los procesos de manufactura, es fundamental realizar un análisis basado en cuatro principios clave:

- a) Al implementar modificaciones en una operación o estación de trabajo, es esencial evaluar cómo estas alteraciones podrían impactar otras estaciones u operaciones del proceso, incluyendo tanto las anteriores como las posteriores.**
- b) Siempre que sea factible, se debe buscar automatizar las tareas manuales para incrementar la eficiencia.**
- c) Las herramientas y máquinas empleadas en operaciones mecanizadas deben utilizarse de forma óptima para maximizar la productividad.**
- d) Los dispositivos mecánicos e instalaciones deben operar bajo condiciones que aseguren el mejor desempeño posible.**

Impacto de los cambios en las operaciones

Antes de introducir modificaciones en una operación, se deben considerar cuidadosamente los efectos que estas puedan tener en el resto del proceso productivo. Reducir costos en una fase puede, en algunos casos, aumentar los gastos en otras etapas.

Automatización de tareas manuales

Siempre que se detecte una tarea manual intensiva o repetitiva, se debe analizar la posibilidad de mecanizarla. Por ejemplo, en una empresa donde se realizaba a mano el limado de barniz seco en las fisuras de armaduras de motor, se optó por adaptar una fresa dental a un taladro neumático. Esta mejora no solo redujo el esfuerzo físico, sino que también aumentó notablemente la productividad. El uso de herramientas automáticas como destornilladores eléctricos, llaves de impacto, martillos neumáticos y alimentadores automáticos suele representar una alternativa más rentable que las herramientas manuales convencionales.

Mejora en el uso de equipos y herramientas

Cuando una tarea ya se ejecuta con maquinaria, siempre existe la posibilidad de optimizar aún más mediante el uso de herramientas y equipos más adecuados. Por ejemplo, al realizar trabajos en prensa, emplear troqueles múltiples puede ser más eficiente que usar un solo troquel. Del mismo modo, en procesos de fundición, moldeo u operaciones similares, la utilización de cavidades múltiples es recomendable si el volumen de producción lo justifica. En el caso de operaciones de mecanizado, es importante verificar que las velocidades y alimentaciones sean las correctas y que las herramientas de corte estén correctamente afiladas para garantizar un rendimiento óptimo.

Distribución del equipo en la planta

El principal objetivo de una adecuada distribución de maquinaria es lograr un sistema de producción eficiente, que permita fabricar los productos o servicios requeridos con el menor costo posible y la calidad más apropiada. La disposición del equipo es solo una parte de un sistema más amplio que incluye

planificación de operaciones, control de inventario, manejo de materiales, programación, rutas de producción y despacho de trabajo. Dado que las condiciones de operación cambian con el tiempo, es importante que el analista de métodos esté atento a las oportunidades de mejora en la distribución. Factores como el manejo de materiales, los tipos de productos, el equipamiento de proceso y los métodos de manufactura cobran especial importancia en contextos cambiantes.

Para lograr una disposición eficiente, las estaciones de trabajo y las máquinas deben organizarse de manera que minimicen la manipulación innecesaria. Antes de hacer cualquier cambio en la distribución, es necesario realizar un análisis a detalle de todos los factores involucrados. Un estudio metódico puede revelar ineficiencias que pueden ser reportadas a la dirección para su evaluación. Actualmente existen herramientas computacionales, como Promodel, que permiten realizar simulaciones y evaluaciones de distribuciones de planta, sirviendo como punto de partida para proponer mejoras.

Recomendación: En caso de necesitar más información sobre cómo las técnicas de estudio de métodos de trabajo apoyan en el desarrollo de proyectos de distribución de planta, ya sea en sistemas ya implementados o en aquellos aún en fase de desarrollo o no ampliamente utilizados, se sugiere consultar el siguiente enlace:[http://www.personales.upv.es/ipgarcia/Liked/Documents/4%20Distribución](http://www.personales.upv.es/ipgarcia/Liked/Documents/4%20Distribución%20)

http://www.uclm.es/area/ing_rural/AsignaturaProyectos/Tema5.pdf

2.9 Condiciones de trabajo.

Al llevar a cabo un análisis del método de trabajo, se pretende garantizar que las condiciones laborales sean adecuadas, seguras y adecuadas para que los trabajadores puedan desempeñar sus funciones eficientemente dentro de su estación de trabajo. La experiencia en diversas plantas industriales ha demostrado que contar con ambientes laborales apropiados se traduce en mayores niveles de

eficiencia y productividad, en comparación con aquellas empresas que no priorizan estas condiciones.

La inversión en la mejora de las condiciones laborales suele generar beneficios económicos significativos. En la mayoría de los casos, estas condiciones están establecidas en normativas legales vigentes. En México, la entidad responsable de regular estos aspectos es la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que establece los lineamientos a través de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con la higiene y seguridad en el entorno laboral.

Cumplir con estas disposiciones no solo promueve ambientes laborales más seguros, sino que también puede contribuir a la reducción de los costos asociados con la seguridad social y las primas de seguros contratadas por la empresa. Asimismo, las normas de higiene y seguridad están estrechamente vinculadas con las disposiciones de protección civil, ya que ambas buscan prevenir incidentes. De igual forma, los reglamentos de construcción aplicables en cada región incluyen requisitos técnicos que consideran el confort en áreas de trabajo industrial y comercial.

Por ello, resulta fundamental conocer el marco jurídico del cual derivan estas normativas. En México, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en sus artículos 136 y 163 las bases para definir los derechos laborales, incluyendo las condiciones que deben prevalecer en el entorno de trabajo.

Para diseñar e implementar métodos de trabajo eficientes y seguros, es esencial que estos se fundamenten al menos en los estándares mínimos establecidos por la normatividad. Actualmente, existen 37 normas oficiales que están directamente relacionadas con el análisis de métodos de trabajo en procesos productivos.

En este contexto, el Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, especialmente en sus tres primeros títulos, debe considerarse como referencia al realizar dicho análisis. Ignorar su contenido puede llevar a la empresa a incurrir en incumplimientos que pueden derivar en sanciones, desde advertencias hasta el cierre parcial o total del centro de trabajo por parte de la autoridad laboral. Es importante mencionar que durante el estudio del método de trabajo, los artículos más relevantes de este reglamento se encuentran entre el 47 y el 110. Además, los programas de higiene y seguridad laboral se elaboran con base en la información obtenida durante el análisis de métodos de trabajo. Por ello, cualquier modificación

relacionada con estos temas debe ser consultada con las comisiones de seguridad e higiene constituidas dentro de la empresa.

En el caso de trabajadoras en condiciones especiales, conforme a lo indicado en los artículos 153 al 157, debe realizarse una evaluación previa del método de trabajo para asegurar su integridad física y salud. De detectarse riesgos, será necesario ajustar el método en función del factor humano.

Por otro lado, la capacitación dirigida a los trabajadores para implementar nuevos procedimientos debe estar alineada con lo estipulado en los artículos 135 al 141 del reglamento. El incumplimiento de estas disposiciones puede invalidar oficialmente la formación y originar conflictos entre empleadores y sindicatos.

En cuanto a las normativas aplicables al estudio de métodos de trabajo, se han identificado 37 normas organizadas en cuatro grupos principales:

1. Normas de higiene: 8 NOM.
2. Normas de seguridad: 10 NOM.
3. Normas de organización del trabajo: 7 NOM.
4. Normas para actividades específicas: 5 NOM.

Dependiendo del enfoque del análisis, solo algunas de estas normas serán aplicables. Estas forman parte del sistema de gestión de seguridad en el trabajo, que se alinea con la norma internacional ISO 18000. Se prevé que esta norma esté completamente implementada en el país en un plazo máximo de 17 años. Además, junto con las normas ISO 9000 (calidad), ISO 14000 (medio ambiente), ISO 22000 (seguridad alimentaria) e ISO 27000 (seguridad de la información), integrará un sistema de gestión de sostenibilidad empresarial.

Este sistema permitirá a las empresas ser más competitivas a nivel internacional, uno de los principales objetivos del estudio del trabajo.

Enlaces útiles:

- [Reglamento de higiene y seguridad en el trabajo](#)
- [Normas Oficiales Mexicanas de Higiene y Seguridad](#)

<http://osinom.stps.gob.mx:8145/upload/RFSHMAT.pdf>

b) Normas Oficiales Mexicanas de Higiene y Seguridad

http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/marco_juridico/noms.html

Se refiere a la disposición física de las máquinas, herramientas, estaciones de trabajo y otros elementos necesarios en un área de producción o trabajo. Su principal objetivo es lograr una organización eficiente que permita optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos improductivos y minimizar costos operativos.

- ❖ Tipos de distribución: Por producto, por proceso, distribución fija y distribución celular.
- ❖ Factores a considerar: Espacio disponible, flujo de materiales, flexibilidad, seguridad y ergonomía.
- ❖ Planeación sistemática de la distribución de Muther, también conocida como Planeación Sistemática de Distribuciones (SLP), es un método sistemático para configurar plantas industriales. Este sistema fue desarrollado por Richard Muther y se centra en optimizar la disposición de las áreas de trabajo, equipos y maquinaria para mejorar la eficiencia y productividad, a través de :

1. Diagramar las relaciones: Analiza las relaciones entre todos los departamentos y áreas de la organización. Esto incluye tanto las áreas operativas como las administrativas. Se elabora un diagrama que muestra el grado de dependencia entre cada departamento.

		Hasta							
		Torno de torreta No. 4 W.& S.	Prensa de perforado Delta de 17"	Taladro de 2 ejes L. & D.	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	Fresa vertical No. 3 B. & S.	Prensa Niágara de 100 toneladas	No. 2 Cinn, sin centro	Pulidora No. 3 Excello Thd.
Desde	Torno de torreta No. 4 W.& S.		20	45	80	32	4	6	2
	Prensa de perforado 17"			6	8	4	22	2	3
	Taladro de 2 ejes L. & D.				22	14	18	4	4
	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	120				10	5	4	2
	Fresa vertical No. 3 B. & S.						6	3	1
	Prensa Niágara de 100 toneladas		60	12	2			0	1
	No. 2 Cinn, sin centro		15						15
	Pulidora No. 3 Excello Thd.				15	8			

4. Relaciones de espacio en la distribución: Define cómo se relacionan los espacios dentro de la distribución, asegurando que las áreas estén ordenadas según la secuencia de operaciones para facilitar el flujo de materiales.

5. Evaluar una distribución alterna: Desarrolla varias alternativas de distribución y evalúa cada una en términos de eficiencia, costos y flexibilidad.

6. selección e implementación de la solución: Selecciona la mejor alternativa de distribución y procede a implementarla, asegurando que se cumplan los principios de integración, mínima distancia recorrida, flujo de materiales, uso del espacio cúbico, satisfacción, flexibilidad y seguridad.

Distribución de la planta de Dorben Consulting basada en el SLP

El grupo Dorben Consulting desea planear una nueva área de oficinas. Existen siete áreas de actividad: la oficina de M. Dorben, la oficina de ingeniería (ocupada por dos ingenieros), el área secretarial, el recibidor y el área de espera para visitantes, el área del archivo, el área de copiado y la bodega. Las relaciones entre actividades son analizadas subjetivamente por M. Dorben, como se muestra en el diagrama de relaciones de la figura 3.20. El diagrama también indica la asignación de espacios para cada área, los cuales varían desde un valor de 20 pies cuadrados correspondiente al área de copiado hasta 125 pies cuadrados para la oficina de M. Dorben. Por ejemplo, la relación entre M. Dorben y la secretaria se considera absolutamente importante (A), mientras que la que existe entre el área de ingeniería y el recibidor se considera no deseable (X), para que los ingenieros no sean distraídos de su trabajo por los visitantes.

Un primer intento relativamente bueno de un diagrama de relación de actividades da como resultado la figura 3.21. Si se suman el tamaño relativo de cada área el resultado es el diagrama de relación de espacios de la figura 3.22. Comprimiendo las áreas se obtiene la distribución final que se muestra en la figura 3.23.

Debido a que la oficina de Dorben y el área de ingeniería son prácticamente del mismo tamaño, pueden intercambiarse de una manera muy sencilla, lo cual dejaría dos distribuciones alternas. Dichas distribuciones se evalúan (figura 3.24) con base en el aislamiento de personal (el cual es muy importante para M. Dorben, que le asigna una ponderación de 8), movimiento de suministros, recepción de visitantes y flexibilidad. La enorme diferencia entre las distribuciones es la cercanía del área de ingeniería al recibidor. Por lo tanto, la alternativa B (que se muestra en la figura 3.23) de 68 puntos, comparada con los 60 puntos de la alternativa A, resulta la distribución predilecta.

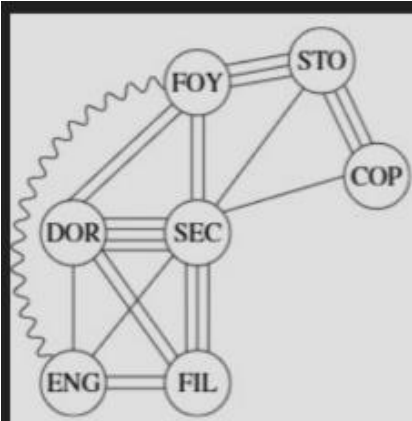


Figura 3.21 Diagrama de relación entre actividades de Dorben Consulting.

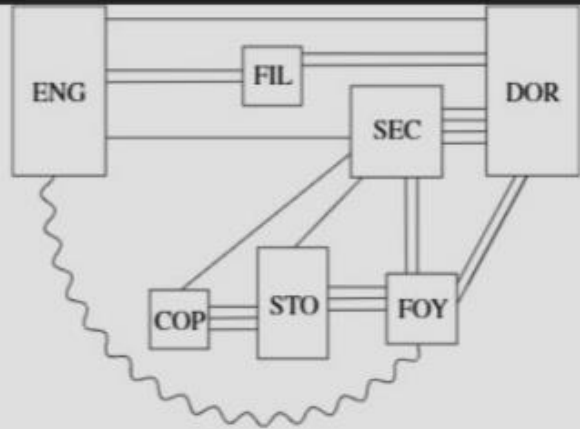


Figura 3.22 Configuración de la relación espacial de Dorben Consulting.

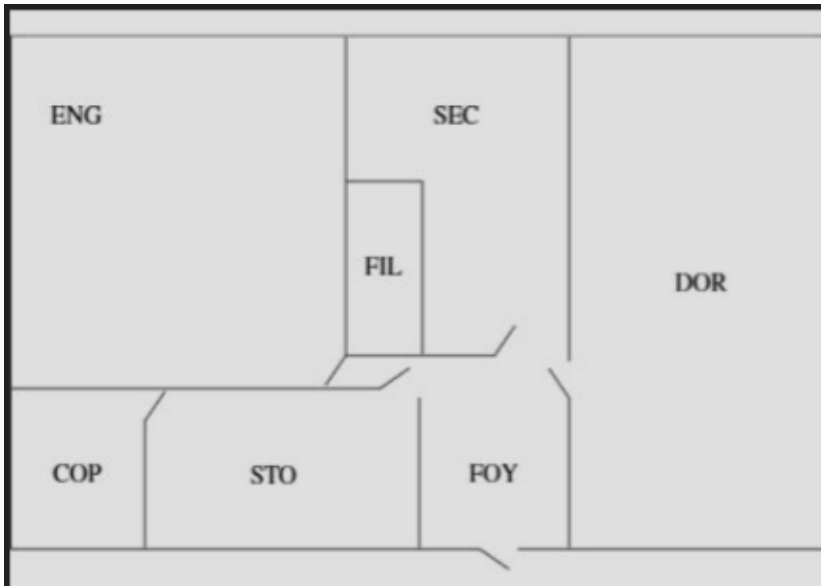


Figura 3.23 Diagrama de distribución de Dorben Consulting.

2.11 Principio de la economía de movimientos.

Análisis del método de trabajo y mejora en la estación de trabajo

Uno de los últimos enfoques fundamentales en el estudio de métodos se relaciona con la optimización del diseño físico del área de trabajo y los movimientos necesarios para ejecutar las tareas asignadas. En esta área, se hace un análisis detallado aplicando los principios de la *Economía de Movimientos*.

Cuando se analizan las actividades desarrolladas en una estación de trabajo, el especialista en métodos debe reflexionar sobre ciertos aspectos clave, tales como:

1. ¿Ambas manos trabajan de forma simultánea y lo hacen en direcciones coordinadas o contrarias?
2. ¿Se aprovechan al máximo las capacidades de movimiento de cada mano?
3. ¿Está organizado el espacio de trabajo para minimizar desplazamientos innecesarios?
4. ¿Las manos están involucradas activamente en tareas productivas o solo se utilizan como apoyo?
5. *Nota: Los principios mencionados se abordarán a profundidad en la Unidad III sobre estudio de movimientos*

❖ Resumen: Los enfoques principales para el análisis de la operación

El análisis del método de trabajo se apoya en diez enfoques principales que ofrecen una perspectiva estructurada y global para examinar los procesos representados en los diagramas de operaciones y de actividad de procesos.

Para entender cómo se interrelacionan los distintos pasos dentro de la ingeniería de métodos, se presenta una visión general del proceso de análisis completo en el documento correspondiente. Además, existen otras herramientas analíticas

relevantes como el diagrama hombre-máquina, el diagrama del proceso del operario y el análisis de micromovimientos.

Sin importar el tipo de trabajo —ya sea continuo o por lotes, extenso o detallado, y sin distinguir si se manipulan materiales duros o blandos—, una aplicación sistemática del análisis del método, realizada por personal calificado, puede generar ahorros significativos.

Cabe destacar que estos principios son útiles tanto para el diseño de nuevas tareas como para la mejora de aquellas que ya se encuentran en ejecución. El objetivo principal del análisis trabajo como es elevar la productividad, pero también busca distribuir los beneficios del aumento en la eficiencia entre todos los colaboradores, además de mejorar las condiciones laborales. Esto permite que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas con mayor eficacia y aún conservar la energía necesaria para disfrutar su vida personal.

2.12 Práctica 3 (Enfoques)

(ANEXO 3)

<https://drive.google.com/file/d/14CK4N264D02aTcBly1E2nW6n5gbkfvG1/view?usp=sharing>

En base a una necesidad o a un problema el estudiante seleccionará y analizará un producto el cual podrá innovar para mejorar aplicando uno a uno los enfoques del análisis de las operaciones

UNIDAD III: ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

3.1. Definición de estudio de movimientos.

El estudio de movimientos consiste en un análisis detallado de los movimientos corporales que una persona realiza al llevar a cabo una tarea. Su finalidad es suprimir o disminuir aquellos movimientos que no aportan eficiencia, al mismo tiempo que se busca facilitar y agilizar los movimientos útiles. Esta técnica permite que el trabajo se ejecute de forma más sencilla y se logre un aumento en la productividad.

Uno de los dúos más influyentes en la ciencia y la ingeniería fue el conformado por Frank Bunker Gilbreth y Lilian Moller Gilbreth. A comienzos del siglo XX, ambos colaboraron en el perfeccionamiento del estudio de movimientos, transformándolo en una herramienta aplicada a la ingeniería y la administración. Frank Gilbreth mantuvo un fuerte interés, hasta su fallecimiento en 1924, por cómo la postura influye en el esfuerzo físico del ser humano.

Juntos, los Gilbreth ampliaron sus investigaciones hacia otras áreas y fueron pioneros en el uso de películas para analizar el trabajo de los operarios. Frank Gilbreth introdujo la idea de descomponer las tareas manuales en unidades básicas, aplicables a cualquier trabajo productivo realizado con las manos. A estos movimientos elementales los llamó “therbligs”, identificando un total de 17 que, según sus estudios, forman la base de cualquier actividad manual.

3.2 Definición y clasificación de los movimientos fundamentales therbligs.

Claro, aquí tienes una versión parafraseada del texto para evitar plagio:

El principio de dividir el trabajo en tareas fundamentales, propuesto por Frank Gilbreth, se refiere a todas las actividades productivas realizadas manualmente por el operario. Gilbreth denominó “Therbligs” (una inversión de las letras de su apellido) a estos movimientos esenciales. Determinó que cualquier operación puede descomponerse en un conjunto de 17 movimientos básicos.

3.2.1 Definición de movimientos fundamentales "THERBLIGS"

I. ALCANZAR (AL/RE): Este therblig describe el movimiento de una mano vacía que se dirige hacia un objeto o se aleja de él, sin encontrar resistencia. Originalmente conocido como "transporte sin carga", inicia en el momento en que la mano comienza a moverse hacia un punto específico y concluye al detenerse al llegar. Generalmente, no puede ser eliminado del proceso.

II. MOVER (M): Representa el traslado de una mano que sostiene un objeto. A veces incluye presión ejercida sobre el objeto y también se conoce como "transporte con carga". Comienza cuando la mano cargada se desplaza hacia un destino y finaliza cuando se detiene. Es un therblig esencial y no suele eliminarse.

III. BUSCAR (B/S): Es el proceso en el que el operario intenta localizar visual o manualmente un objeto. Empieza con el movimiento ocular o manual para ubicar el objeto y termina cuando este es identificado. Se considera ineficiente y se recomienda eliminarlo.

IV. SELECCIONAR (SE): Ocurre cuando el trabajador debe escoger una pieza entre varias similares. Es clasificado como un therblig ineficaz y se sugiere eliminarlo mediante una mejor organización del área de trabajo y control del inventario.

V. TOMAR O ASIR (T/G): Consiste en cerrar los dedos alrededor de un objeto para sujetarlo. Es un movimiento útil y por lo general necesario, aunque puede optimizarse. Inicia cuando los dedos de mano se cierran sobre el objeto y termina al conseguir el control de este.

VI. SOSTENER (SO): Se da cuando una mano mantiene el control de un objeto mientras la otra realiza una tarea útil. Es considerado ineficaz y, si es posible, debe eliminarse. Comienza al tomar el control del objeto y finaliza cuando la tarea paralela se completa.

VII. SOLTAR (SL/RL): Corresponde al momento en que el operario deja de sostener un objeto. Es uno de los therbligs más breves y difíciles de modificar. Se inicia cuando los dedos comienzan a separarse del objeto y concluye cuando la mano lo ha liberado por completo.

VIII. COLOCAR EN POSICIÓN (P): Se refiere al acto de ubicar un objeto en un lugar exacto y con la orientación necesaria.

IX. PRECOLOCAR EN POSICIÓN (PP): Implica posicionar un objeto previamente en un sitio adecuado para facilitar su uso posterior si es requerido, especialmente cuando deba ser trasladado a una posición final más precisa.

X. INSPECCIONAR (I): Este movimiento asegura la calidad del producto mediante la revisión visual o manual por parte del operario. Forma parte del ciclo de trabajo para garantizar estándares.

XI. ENSAMBLAR (E): Se da cuando dos piezas que encajan entre sí son unidas. Aunque es objetivo, puede ser optimizado. Comienza al hacer contacto y termina cuando la unión está completa.

XII. DESENSAMBLAR (DE/DA): Es lo opuesto al ensamblaje. Se produce al separar piezas previamente unidas. También es objetivo y, al igual que el ensamblado, es más viable optimizarlo que eliminarlo. Se inicia con el control del objeto y termina una vez concluida la separación.

XIII. USAR (U): Este therblig refleja el momento en que se utiliza un objeto para realizar trabajo productivo. Abarca el uso activo y controlado del objeto por parte de una o ambas manos. Comienza cuando se inicia la acción de uso, como al girar un tornillo.

XIV. DEMORA INEVITABLE (DI/UD): Son interrupciones inevitables dentro del proceso, generadas por la naturaleza del trabajo. Representan pausas en las actividades manuales que el operario no puede evitar.

XV. DEMORA EVITABLE (DE/AD): Este tipo de interrupción ocurre por acciones atribuibles al trabajador, ya sean intencionales o accidentales, y deben evitarse para mejorar la eficiencia.

XVI. PLANEAR (PL): Corresponde al tiempo en el que el operario interrumpe su labor para decidir su siguiente acción. Suele presentarse en trabajadores sin experiencia, y puede reducirse mediante capacitación adecuada.

XVII. DESCANSAR (DES/R): Aunque no aparece con frecuencia durante un ciclo, este therblig representa las pausas necesarias para que el operario recupere energías y combata la fatiga.

3.2.1.1 Clasificación de los movimientos fundamentales therbligs

Los therbligs se dividen en dos grandes categorías: Ineficientes/Inefectivos y Eficientes/Efectivos.

a) Therbligs inefectivos o ineficientes: Corresponden a acciones que no contribuyen directamente al progreso del trabajo. Por lo tanto, deben eliminarse utilizando técnicas del análisis de operaciones y del estudio de movimientos. Entre estos se encuentran: buscar, , colocar en posición, inspeccionar, seleccionar, demoras evitables, demoras inevitables, descanso y sostener.

b) Therbligs efectivos o eficientes: Son movimientos que participan directamente en la realización del trabajo. Aunque en ocasiones pueden ser optimizados, su eliminación resulta complicada. Este grupo incluye: alcanzar, mover, tomar, soltar, seleccionar colocar en posición, utilizar, ensamblar y desensamblar.

3.3 Mejoramiento de método

Cuando se a definido como se que se va a hacer o en que se va a trabajar y se requiere establecer un Método de Trabajo el Analista de Métodos (AM) debe de revisar cada movimiento Therbligs que se requiere y para mejorarlo debe de hacerse y responder a lo siguiente con el fin de reducir o eliminar el factor tiempo del movimiento:

MOVER (M):

- ¿Existe la posibilidad de eliminar alguno de estos movimientos?
- ¿Podrían reducirse las distancias recorridas de forma eficiente?
- ¿Se están utilizando adecuadamente herramientas auxiliares como transportadores, pinzas o tenazas?
- ¿Se aprovechan de forma óptima las partes del cuerpo, como los dedos, muñecas, antebrazos o hombros, para realizar estos movimientos?
- ¿Sería viable implementar canaletas por gravedad para facilitar el traslado?

- ¿Es posible automatizar el transporte mediante equipos mecánicos o sistemas accionados por pedal?
- ¿Se puede disminuir el tiempo transportando varios elementos al mismo tiempo?
- ¿Las características del material o la necesidad de colocarlo en una posición específica están afectando los tiempos?

- ¿Se podrían eliminar cambios de dirección innecesarios en el recorrido?

BUSCAR (B/S):

- ¿Es posible organizar previamente la ubicación de herramientas y piezas necesarias?
- ¿Todos los elementos están claramente identificados?
- ¿Se podrían usar etiquetas o códigos de color para facilitar su localización?
- ¿Una mejor organización del área de trabajo ayudaría a evitar búsquedas innecesarias?
- ¿Podría ser útil el uso de recipientes transparentes?
- ¿Se cuenta con la iluminación adecuada para facilitar la visualización?

SELECCIONAR (SE):

- ¿Las piezas de uso frecuente son intercambiables?
- ¿Se puede unificar el tipo de herramientas mediante estandarización?
- ¿Los materiales y piezas se almacenan en el mismo contenedor?
- ¿Sería útil emplear charolas, repisas o estantes que simplifiquen la selección y ubicación de componentes?

SOLTAR (SL/RL):

- ¿Es posible liberar las piezas mientras se realiza otro desplazamiento?
- ¿Se podría utilizar un dispositivo mecánico para soltar automáticamente?
- ¿Las cajas donde se depositan las piezas tienen el tamaño adecuado y resultan prácticas?
- ¿Tras soltar una pieza, las manos quedan bien posicionadas para el siguiente movimiento?
- ¿Existe la opción de liberar varias piezas de manera simultánea para ahorrar tiempo?

ALCANZAR (AL/RE):

Este movimiento suele presentarse entre soltar y tomar. El tiempo necesario para alcanzarlo depende principalmente de la distancia a recorrer y del tipo

de movimiento. Aunque es un therblig fundamental que generalmente no puede ser eliminado, sí es posible optimizarlo:

- Acortando las distancias.
- Estableciendo ubicaciones fijas para objetos frecuentes. Estas medidas permiten diseñar estaciones de trabajo más eficientes, donde el tiempo dedicado a alcanzar se reduzca al mínimo posible.

TOMAR (T/G):

- ¿Podría el operario recoger varias piezas a la vez para mejorar la eficiencia?
- ¿En lugar de levantar, sería viable hacer que las piezas se deslicen hasta el punto de toma (asir por contacto)?
- ¿Poner una pestaña en la caja facilitaría tomar piezas pequeñas?
- ¿Acercar las herramientas o materiales al área de trabajo permitiría un acceso más directo?
- ¿Se podrían emplear sistemas de vacío, imanes, dedales de goma u otros accesorios para mejorar la acción de tomar?
- ¿Es factible incorporar un transportador para facilitar la entrega?
- ¿La plantilla está diseñada para facilitar la retirada de las piezas?
- ¿Un trabajador anterior podría colocar previamente la herramienta o pieza para facilitar la tarea del siguiente?
- ¿Las herramientas pueden organizarse en un soporte móvil o giratorio?
- ¿Cubrir el banco de trabajo con material acolchado ayudaría a agarrar piezas pequeñas con mayor facilidad?

SOSTENER (SO):

- ¿Puede emplearse algún sistema mecánico como una plantilla, prensa, abrazadera, gancho, pasador, cremallera, sujetador o vacío para sostener la pieza?
- ¿Sería viable aprovechar la fricción como método de sujeción?
- ¿Podría utilizarse un mecanismo magnético para mantener las piezas en su lugar?
- ¿Se pueden incorporar sujetadores dobles para aumentar la estabilidad?

COLOCAR EN POSICIÓN (P):

- ¿Se pueden aplicar recursos como guías, boquillas, embudos, topes, bases móviles, pasadores guía, rebajes, cuñas, marcas visuales o chaflanes para posicionar correctamente?
- ¿Sería adecuado modificar las tolerancias de fabricación para facilitar el posicionamiento?
- ¿Conviene granetear o avellanar orificios para lograr un mejor ajuste?
- ¿El uso de plantillas mejoraría esta fase?
- ¿Las rebabas están dificultando la colocación?
- ¿Podría aprovecharse la forma de la pieza para que actúe como guía o referencia?

PRECOLOCAR EN POSICIÓN (PP):

- ¿Es factible utilizar un sistema que mantenga las herramientas listas para su uso y con las manijas hacia arriba?
- ¿Pueden las herramientas colgarse en lugar de colocarse sobre una superficie?
- ¿Puede implementarse una guía para facilitar el acceso a las piezas?
- ¿Es práctico usar cartuchos o cargadores automáticos?
- ¿Podría emplearse un apilador de piezas?
- ¿Sería útil un dispositivo giratorio para organizar el flujo de trabajo?

INSPECCIONAR (I):

- ¿Existe la posibilidad de eliminar la inspección o integrarla con otra tarea?
- ¿Sería más eficiente usar calibradores o sistemas de prueba múltiples?
- ¿Una mejor iluminación reduciría el tiempo destinado a inspeccionar?
- ¿Las piezas están ubicadas a una distancia óptima de los ojos del operador?
- ¿Un esquema visual (esquiagrama) facilitaría el control de calidad?
- ¿Sería útil un sensor óptico como una fotocelda?
- ¿El volumen de producción justifica un sistema de inspección automática?
- ¿Una lupa agilizaría la revisión de componentes pequeños?
- ¿Se está aplicando el método más adecuado para inspeccionar? ¿Se ha considerado usar luz polarizada, pruebas acústicas, funcionales, calibradores de plantilla, entre otros?

ENSAMBLAR (E):

Este movimiento es esencial y, aunque no suele eliminarse, sí puede optimizarse. Generalmente se realiza después de colocar o mover las piezas, y antes de soltarlas. Comienza cuando las partes entran en contacto y finaliza al completarse su unión.

DESENSAMBLAR (DE/DA):

Desensamblar es un proceso necesario y, como en el caso del ensamblaje, es más sencillo mejorarlo que eliminarlo. Se inicia cuando el operario toma control del objeto con ambas manos y termina cuando se separan las partes, normalmente justo antes de soltarlas.

USAR (U):

- ¿Podría aplicarse una plantilla o fijación para facilitar la tarea?
 - ¿El tipo de actividad justifica el uso de maquinaria automatizada?
 - ¿Sería posible trabajar con múltiples unidades simultáneamente?
 - ¿Podría utilizarse una herramienta más eficaz?
 - ¿Se podrían incorporar topes para mejorar precisión?
 - ¿Se están usando las velocidades y configuraciones más eficientes en las herramientas?
 - ¿Habría beneficios al sustituir herramientas manuales por eléctricas o mecanizadas?
-

DEMORA INEVITABLE (DI/UD):

Este tipo de pausa ocurre cuando una mano queda inactiva por cuestiones propias del proceso. Por ejemplo, si se usa la mano derecha para taladrar, la izquierda puede quedar sin uso temporalmente. Estas pausas no pueden evitarse a menos que se rediseñe el método de trabajo.

DEMORA EVITABLE (DE/AD):

Corresponde a interrupciones no previstas dentro del ciclo normal, como una tos del operador. Estas pausas generalmente pueden eliminarse sin modificar el método de trabajo, solo con acciones del propio trabajador.

PLANEAR (PL):

Este therblig se manifiesta cuando el operario duda o reflexiona sobre su siguiente movimiento. Es común en personal sin experiencia y puede eliminarse mediante capacitación adecuada y práctica continua.

DESCANSAR (DES/R):

- ¿Se están utilizando los músculos más adecuados en el orden correcto?
- ¿Las condiciones ambientales (temperatura, ventilación, luz, ruido) son apropiadas?
- ¿La altura del área de trabajo es ergonómica?
- ¿El trabajador puede alternar entre estar de pie y sentado durante sus tareas?
- ¿Cuenta con una silla cómoda y ajustada a su altura?
- ¿Existen mecanismos para manipular objetos pesados sin esfuerzo físico excesivo?
- ¿Está el operario consciente de sus necesidades calóricas diarias?

Aproximadamente:

- 2400 cal para trabajo sedentario
- 2700 cal para actividad ligera
- 3000 cal para esfuerzo medio
- 3600 cal para trabajo físico pesado

Además de hacer cuestionamientos de aplicabilidad de los Therbligs para Mejorar el Método es indispensable que el AM haga referencia y de aplicación a los Principios de la economía de Movimientos. A continuación, se enlistan dichos principios, así como la clasificación de estos.

3.3.1 Principios de economía de movimiento.

Además de la clasificación fundamental de los movimientos, existen los principios de la economía de movimientos, los cuales fueron inicialmente desarrollados por Gilbreth y posteriormente ampliados por Ralph Barnes. Estas leyes son aplicables a cualquier tipo de trabajo, y se organizan en tres categorías principales: el uso y la aplicación del cuerpo humano, la disposición del área de trabajo y el diseño de herramientas y equipos.

El analista de tiempos y métodos debe conocer todas las leyes relacionadas con la economía de movimientos, para poder identificar de manera eficiente las

ineficiencias en el proceso, realizando una inspección rápida del lugar de trabajo y la operación.

3.3.1.1 Relativos al uso del cuerpo humano.

- a) Las dos manos deben iniciar y finalizar al mismo tiempo las tareas o unidades básicas del trabajo, evitando estar sin actividad simultáneamente, salvo durante pausas programadas.
- b) Los movimientos manuales deben ser espejados y simultáneos, tanto al alejarse del cuerpo como al acercarse a él.
- c) Es conveniente aprovechar la inercia o el impulso natural del cuerpo como asistencia para el operario, y reducir al mínimo el uso de fuerza muscular para contrarrestarla.
- d) Se deben preferir los desplazamientos rectos y fluidos, evitando aquellos que impliquen cambios bruscos e inesperados de dirección.
- e) Se recomienda utilizar la menor cantidad posible de therbligs o elementos de trabajo, eligiendo aquellos que requieran el menor esfuerzo. Estos se ordenan de menor a mayor demanda física de la siguiente manera:
 - Solo dedos.
 - Dedos y muñeca.
 - Dedos, muñeca y antebrazo.
 - Dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
 - Dedos, muñeca, antebrazo, brazo y movimiento de todo el cuerpo.
- f) Siempre que sea viable, se debe coordinar el trabajo de los pies con el de las manos, aunque se reconoce que dicha sincronización puede ser difícil de ejecutar.
- g) El dedo medio y el pulgar son los más fuertes, por lo tanto los más adecuados para manipular objetos. En contraste, el índice, anular y meñique no están diseñados para sostener cargas pesadas por periodos prolongados.
- h) Cuando el trabajador está de pie, los pies pierden eficiencia para operar pedales.
- i) Los giros o torsiones deben ejecutarse con los codos doblados, y para sujetar herramientas es recomendable utilizar las falanges más cercanas a la palma.

3.3.1.2 Organización y condiciones del área de trabajo

Es indispensable establecer ubicaciones fijas para cada herramienta y material con el propósito de facilitar una secuencia de trabajo más ordenada, reduciendo así el tiempo dedicado a localizar y elegir elementos.

b) Para disminuir el tiempo que se invierte en alcanzar y mover objetos, se recomienda el uso de contenedores que funcionen con alimentación por gravedad, permitiendo que los materiales lleguen por caída o deslizamiento. Cuando sea viable, es conveniente incorporar mecanismos automáticos que expulsen los productos ya terminados.

c) Todas las herramientas y materiales deben estar colocados dentro del área de acceso normal del operario, considerando tanto la disposición horizontal como vertical del espacio.

d) Es esencial proporcionar una silla ajustable y ergonómica, que permita al trabajador alternar cómodamente entre estar sentado y de pie, facilitando una postura adecuada durante las tareas.

e) Deben mantenerse condiciones óptimas de iluminación, ventilación y temperatura en el entorno de trabajo para garantizar el bienestar del operario.

f) Se deben considerar los requerimientos de visibilidad y enfoque visual en el diseño del puesto, a fin de minimizar el esfuerzo ocular.

El desarrollo de un flujo de trabajo ordenado y continuo favorece la ejecución natural y eficaz de las tareas. Por lo tanto, la planificación del trabajo debe estar dirigida a lograr un ritmo fluido y sin interrupciones innecesarias.

3.3.1.3 Diseño de herramientas y equipos

a) Siempre que sea posible, es recomendable realizar múltiples tareas con una sola herramienta mediante la combinación funcional de varios dispositivos o a través de mecanismos alimentadores que ejecuten acciones simultáneas (por ejemplo, tornos con carro transversal y torreta hexagonal).

b) Los dispositivos de operación, como palancas, manijas y volantes, deben estar ubicados al alcance del operario y diseñados de manera que maximicen la ventaja mecánica, permitiendo el uso de los grupos musculares más fuertes y eficientes.

c) Las piezas deben sujetarse en su posición mediante sistemas de fijación adecuados para evitar movimientos indeseados durante el proceso.

d) Siempre debe evaluarse la posibilidad de integrar herramientas mecanizadas o de funcionamiento semiautomático, como atornilladores eléctricos, llaves de impacto o dispositivos de sujeción rápidos.

3.4 Registro de los métodos sugeridos

Aunque Frank y Lillian Gilbreth propusieron que toda operación se compone de 17 movimientos fundamentales, en la práctica, los analistas han encontrado más funcional reducirlos a **ocho movimientos clave** durante el análisis de tareas. De estos, cinco se consideran productivos y tres improductivos, y se utilizan como referencia para evaluar la eficiencia de un procedimiento.

1.- Alcanzar	AL
2.- Tomar	T
3.- Mover	M
4.- Soltar	SL
5.- Colocar en posición	P
6.- Usar	U
7.- Retraso o demora	D
8.- Sostener	SO

3.4.1 Herramientas.

Mismos que serán utilizados para elaborar el Diagrama Bimanual conocido también como el Diag. Mano izquierda Mano derecha o Diag. Del Operador.

3.4.1.1. Diagrama Bimanual.

Diagrama de procesos bimanual			
Operación: Vaca Feliz		Parte: Corte de piezas	
Nombre y número del operario: Arianna Frayre Alvarado, César Parra Mejía			
Analista: Arianna Frayre Alvarado		Fecha: 24/05/2025	
Método:	Presente	Propuesto	Hoja 1 de 4.

OPERACIÓN	Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción de la mano derecha
1. Recortar base de la vaca	Alcanzar foami	AL	66	66	AL	Alcanzar tijeras
	Tomar foami	T			T	Tomar tijeras
	Acercar foami	M			M	Acercar tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Cortar pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
2. Recortar brazo	Alcanzar foami	AL	50.6	50.6	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
3. Recortar cuerpo	Alcanzar foami	AL	22	22	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
4. Recortar primer cuerno	Alcanzar foami	AL	27.6	27.6	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
5. Recortar segundo cuerno	Alcanzar foami	AL	27.6	27.6	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
6. Recortar primer base de orejas	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
7. Recortar segunda base de orejas	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
8. Recortar primera oreja	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras

1	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
2	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras

Diagrama de procesos bimanual			
Operación: Vaca Feliz		Parte: Corte de piezas	
Nombre y número del operario: Arianna Frayre Alvarado, César Parra Mejía			
Analista: Arianna Frayre Alvarado		Fecha: 24/05/2025	
Método: Presente		Propuesto	
Hoja 2 de 4.			

OPERACIÓN	Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción de la mano derecha
9. Recortar segunda oreja	Alcanzar foami	AL	13	13	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
10. Recortar cabeza	Alcanzar foami	AL	67.5	67.5	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
11. Recortar boca	Alcanzar foami	AL	44	44	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
12. Recortar pelo	Alcanzar foami	AL	32.5	32.5	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
13. Recortar primer base de pies	Alcanzar foami	AL	68.5	68.5	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
14. Recortar segunda base de pies	Alcanzar foami	AL	68.5	68.5	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
15. Recortar primer pie	Alcanzar foami	AL	35	35	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
16. Recortar segundo pie	Alcanzar foami	AL	35	35	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras

Diagrama de procesos bimanual			
Operación: Vaca Feliz		Parte: Corte de piezas	
Nombre y número del operario: Arianna Frayre Alvarado, César Parra Mejía			
Analista: Arianna Frayre Alvarado		Fecha: 24/05/2025	
Método: Presente	Propuesto	Hoja 3 de 4.	

OPERACIÓN	Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción de la mano derecha
17. Recortar corazón	Alcanzar foami	AL	52	52	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			SO	Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SO	Sostener tijeras
	18. Recortar mano	Alcanzar foami			AL	15
Tomar foami		T	SO	Sostener tijeras		
Acercar foami		M	SO	Sostener tijeras		
Acomodar foami		PP	PP	Posicionar tijeras sobre foami		
Sostener foami		SO	U	Cortar pieza		
Girar foami		P	U	Corta pieza		
Mover pieza hacia siguiente estación		M	SO	Sostener tijeras		
Soltar pieza en el recipiente		SL	SO	Sostener tijeras		
19. Recortar primera patilla		Alcanzar foami	AL	13	13	
	Tomar foami	T	SO			Sostener tijeras
	Acercar foami	M	SO			Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP	PP			Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO	U			Cortar pieza
	Girar foami	P	U			Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M	SO			Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL	SO			Sostener tijeras
	20. Recortar segunda patilla	Alcanzar foami	AL			13
Tomar foami		T	SO	Sostener tijeras		
Acercar foami		M	SO	Sostener tijeras		
Acomodar foami		PP	PP	Posicionar tijeras sobre foami		
Sostener foami		SO	U	Cortar pieza		
Girar foami		P	U	Corta pieza		
Mover pieza hacia siguiente estación		M	SO	Sostener tijeras		
Soltar pieza en el recipiente		SL	SO	Sostener tijeras		
21. Recortar primera mancha		Alcanzar foami	AL	27.5	27.5	
	Tomar foami	T	SO			Sostener tijeras
	Acercar foami	M	SO			Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP	PP			Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO	U			Cortar pieza
	Girar foami	P	U			Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M	SO			Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL	SO			Sostener tijeras
	22. Recortar segunda mancha	Alcanzar foami	AL			27.5
Tomar foami		T	SO	Sostener tijeras		
Acercar foami		M	SO	Sostener tijeras		
Acomodar foami		PP	PP	Posicionar tijeras sobre foami		
Sostener foami		SO	U	Cortar pieza		
Girar foami		P	U	Corta pieza		
Mover pieza hacia siguiente estación		M	SO	Sostener tijeras		
Soltar pieza en el recipiente		SL	SO	Sostener tijeras		
23. Recortar tercera mancha		Alcanzar foami	AL	28	28	
	Tomar foami	T	SO			Sostener tijeras
	Acercar foami	M	SO			Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP	PP			Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO	U			Cortar pieza
	Girar foami	P	U			Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M	SO			Sostener tijeras
	Soltar pieza en el recipiente	SL	SO			Sostener tijeras
	24. Recortar cuarta mancha	Alcanzar foami	AL			35.3
Tomar foami		T	SO	Sostener tijeras		
Acercar foami		M	SO	Sostener tijeras		
Acomodar foami		PP	PP	Posicionar tijeras sobre foami		
Sostener foami		SO	U	Cortar pieza		
Girar foami		P	U	Corta pieza		
Mover pieza hacia siguiente estación		M	SO	Sostener tijeras		
Soltar pieza en el recipiente		SL	SO	Sostener tijeras		
25. Recortar quinta mancha		Alcanzar foami	AL	32	32	
	Tomar foami	T	SO			Sostener tijeras
	Acercar foami	M	SO			Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP	PP			Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO	U			Cortar pieza
	Girar foami	P	U			Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M	M			Colocar tijeras sobre mesa de trabajo
	Soltar pieza en el recipiente	SL	SL			Soltar tijeras



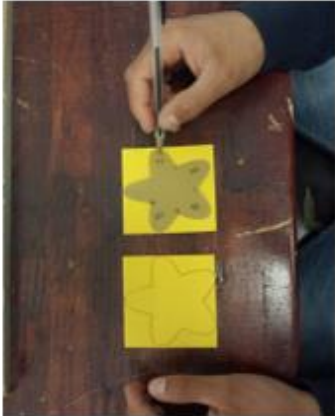
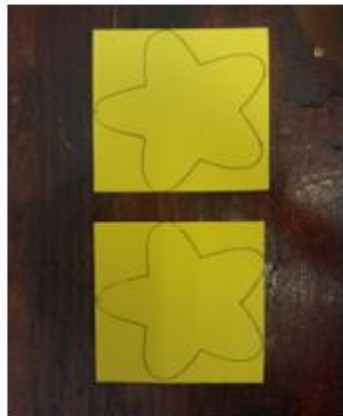
OPERACIÓN	Descripción de la mano izquierda	Símbolo	Tiempo	Tiempo	Símbolo	Descripción de la mano derecha
25. Recortar quinta mancha	Alcanzar foami	AL	32	32	SO	Sostener tijeras
	Tomar foami	T			SO	Sostener tijeras
	Acercar foami	M			SO	Sostener tijeras
	Acomodar foami	PP			PP	Posicionar tijeras sobre foami
	Sostener foami	SO			U	Cortar pieza
	Girar foami	P			U	Corta pieza
	Mover pieza hacia siguiente estación	M			M	Colocar tijeras sobre mesa de trabajo
	Soltar pieza en el recipiente	SL			SL	Soltar tijeras

3.4.1.2. Hoja de Instrucción de trabajo.

Las hojas de instrucciones son documentos que explican de manera detallada cómo llevar a cabo y registrar actividades, tareas o acciones en una estación de trabajo o durante la ejecución de un proceso. Se sugiere crear este tipo de documentos cuando sea necesario detallar el procedimiento de una actividad, utilizando texto, imágenes, videos o pictogramas. Para los supervisores novatos, estas instrucciones funcionan como una guía clara que los orienta de manera secuencial en el proceso de producción. Ejemplo:





HOJA DE INSTRUCCION PARA LA PRODUCCION DE LA ESTRELLA FELIZ

Operación 1: Marcado de figuras Elaborado por: Ayón Ángel Obed VoBo: Ing. Alejandra Arana

<p>Paso #1: Tomar 2 cuadros de fomi y colocarlos en la estación de trabajo de manera que estén lado a lado.</p> 	<p>Paso #2: Colocar fixtura sobre cuadro izquierdo y marcar el contorno de ésta con pluma, comenzando de la punta superior hacia el sentido de las manecillas del reloj.</p> 
<p>Paso #3: Repetir proceso de marcado de fixtura con el cuadro siguiente.</p> 	<p>Paso #4: Retirar fixtura y despejar el área de trabajo.</p> 

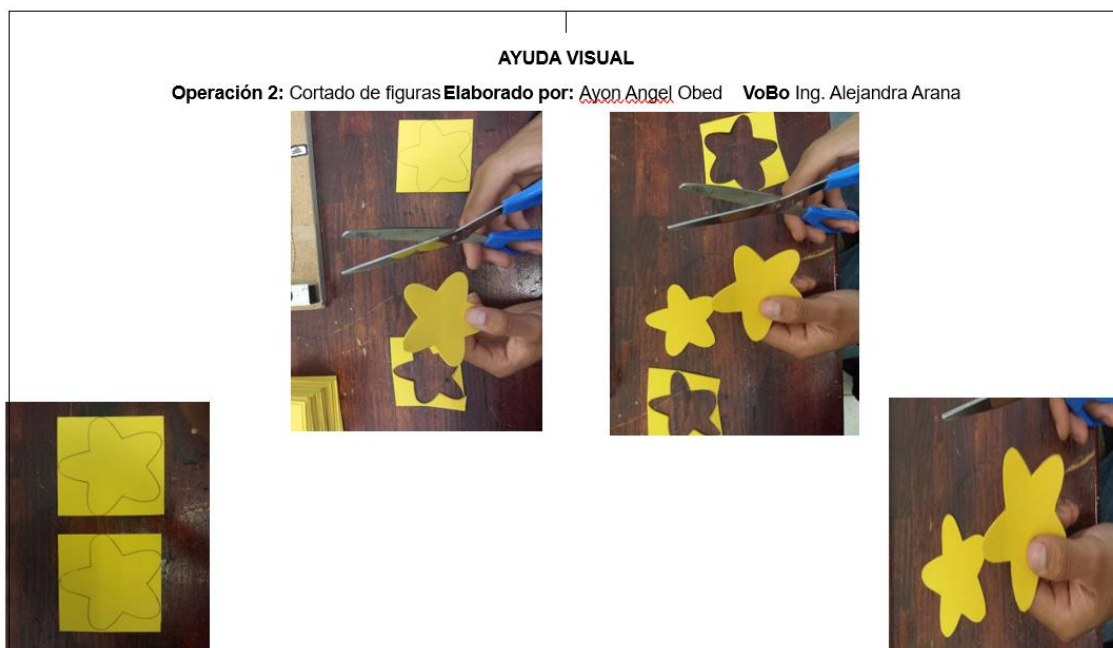
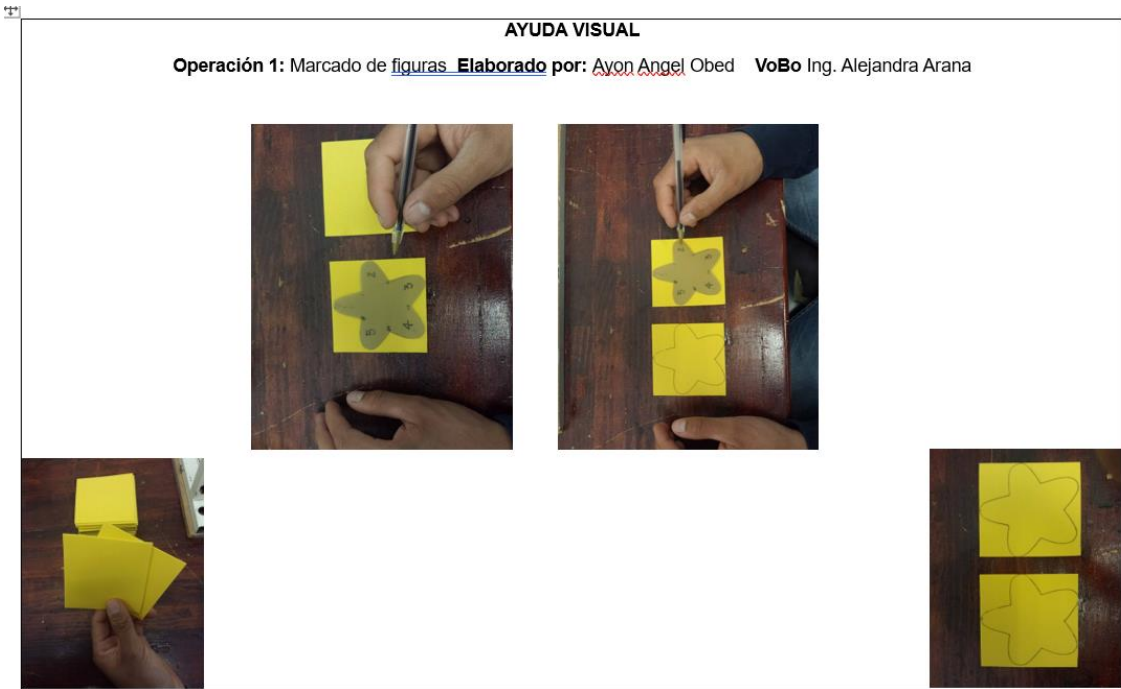
HOJA DE INSTRUCCION PARA LA PRODUCCION DE LA ESTRELLA FELIZ

Operación 7: Colocación de diamantina Elaborado por: Ayón Ángel Obed VoBo: Ing. Alejandra A

<p>Paso #1: Colocar una línea de silicón con pistola en cada borde de pico de estrella (2 líneas unidas).</p> 	<p>Paso #2: Colocar diamantina en las líneas de silicón haciendo uso de una cuchara.</p> 
<p>Paso #3: Sacudir la estrella para remover diamantina que no permita la correcta visualización del proceso.</p> 	<p>Paso #4: Repetir operación anterior con los picos restantes.</p> 

3.4.1.3. Ayudas Visuales.

Una ayuda visual es un material que complementa la información verbal, como gráficos o diagramas, imágenes que son utilizadas para facilitar la comprensión y retención de la información de los operadores o de quien requiera realizar una actividad/operación. Las ayudas visuales ayudan a reforzar lo que se escucha, permitiendo que el cerebro procese la información de manera más eficiente sin propiciar errores al momento de actuar.



3.5 Práctica 4 (D Bimanual)

(ANEXO 4)

<https://drive.google.com/file/d/1dybnOF-NO69xXdAoE7JsmFCtMUZF3ctm/view?usp=sharing>

UNIDAD 4.- ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONOMETRO

4.1 Definición de estudio de tiempos.

El estudio de tiempos consiste en el uso de métodos específicos para calcular cuánto tiempo requiere un trabajador capacitado para realizar una actividad bajo condiciones normales, con el fin de identificar el tiempo óptimo para cada tarea y eliminar periodos de ineficiencia.

Esta práctica, también conocida como medición del trabajo, busca definir con precisión la duración estándar de una labor determinada. Para ello, se consideran el contenido del trabajo, el ritmo de ejecución del operario y márgenes aceptables por factores como la fatiga o interrupciones inevitables.

4.2 Metodología para realizar el estudio de tiempos.

Al realizar un estudio de tiempos, es posible seguir la metodología propuesta por Benjamín Niebel en su obra, o bien, adaptarla según las necesidades del caso. Esta adaptación puede responder al tipo de herramienta empleada para la medición del tiempo —como el uso de un teléfono inteligente— o al rediseño del formato para registrar los tiempos observados, ya sea utilizando el método de lectura de regreso a cero 0 de lectura continua . Incluso puede optarse por incluir el desglose del factor de ritmo del operario y las tolerancias correspondientes.

Lo verdaderamente importante es que la recopilación de los tiempos, de acuerdo con el tamaño de la muestra, se documente de manera adecuada en un formato específico. Para ello, se recomienda aplicar la siguiente metodología para realizar un estudio de tiempos:

- a) Definición de los requerimientos del estudio: se deben establecer claramente las responsabilidades del analista, sindicato, supervisor, y operario.
- b) Selección del equipo de medición: incluye instrumentos como cronómetros, cámaras de video, formatos específicos, software especializado y materiales para capacitación.
- c) Identificación de los elementos del trabajo a estudiar: esto abarca la elección

del operario, el registro de información relevante, la posición del observador y la descomposición de la operación en elementos.

d) Inicio del estudio de tiempos: se debe definir si se aplicará el método de cronometraje continuo o de regreso a cero, así como establecer el manejo de posibles dificultades durante la toma de datos.

e) Ejecución del estudio: se debe evaluar el rendimiento del trabajador, además de considerar los suplementos y márgenes por pausas o condiciones especiales.

f) Análisis y cálculo de los resultados obtenidos.

g) Determinación del tiempo estándar: puede ser un tiempo base, de preparación o parcial, dependiendo del caso.

4.3 División de la operación en sus elementos

Para poder medir una operación con precisión, es necesario dividirla en grupos de movimientos conocidos como elementos. Esta segmentación requiere que el analista observe al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo supera los 30 minutos, se permite que el analista describa los elementos mientras lleva a cabo el estudio. Lo ideal es que la identificación de estos elementos se realice antes de iniciar cualquier análisis.

Los elementos deben ser suficientemente pequeños como para permitir una medición precisa, pero no tan breves que dificulten la exactitud de las lecturas. Una duración aproximada de 0.04 minutos por elemento permite una lectura confiable por parte de un analista con experiencia. En casos donde los elementos sean más largos, se pueden cronometrar segmentos de hasta 0.02 minutos sin perder precisión.

Para identificar con claridad los momentos de inicio y finalización de cada elemento, es importante considerar señales tanto visuales como auditivas. Por ejemplo, el sonido que produce una pieza al caer en un recipiente, el inicio del mecanizado por parte de una herramienta, o el ruido que genera una broca al perforar completamente una superficie, pueden marcar los límites de los elementos.

La documentación de los elementos debe seguir el orden exacto en el que se desarrollan y cada uno debe tener un punto final definido, normalmente asociado a una acción o sonido específico. Por ejemplo, el proceso de "colocar la pieza en el mandril y fijarla" podría dividirse en acciones como: tomar la pieza, trasladarla, colocarla en el mandril, tomar la llave, posicionarla, girarla y soltarla. El final de este elemento podría coincidir con el sonido que produce la llave al ser soltada. De igual forma, "activar la máquina" puede incluir movimientos como alcanzar, mover, soltar y tomar la palanca, siendo el arranque del equipo (identificable por su sonido) el punto final.

En muchas empresas, se utilizan listas estándar de elementos para ciertos procesos, con el fin de mantener la uniformidad en los puntos de corte. Esto es común en operaciones como las realizadas con taladros de banco o tornos, y resulta útil para la elaboración de tiempos estándar.

Además, se recomienda lo siguiente para una segmentación efectiva:

1. Separar elementos manuales de los automáticos, ya que los segundos tienden a mostrar menor variabilidad.
2. Distinguir entre elementos constantes y variables, según la estabilidad de sus tiempos de ejecución.
3. Evitar repetir descripciones de elementos ya registrados, utilizando referencias a su número de identificación.

Antes de iniciar cualquier estudio de tiempos, el operario debe estar completamente atento y familiarizado con el nuevo método de trabajo. Este método debe estar estandarizado en todos los puntos donde se aplicará. También es fundamental que el operario, su supervisor y los representantes sindicales sean informados previamente para asegurar una ejecución coordinada, sin interrupciones ni inconvenientes.

4.4 Técnicas de cronometraje.

Equipamiento necesario para realizar un estudio de tiempos

Para llevar a cabo un estudio de tiempos de manera eficaz, es esencial contar con un equipo básico que incluya un cronómetro. Este puede ser analógico, digital o del tipo minuterio decimal (0.01 minutos). Los

cronómetros digitales electrónicos son particularmente prácticos, ya que permiten lecturas continuas o reinicios automáticos. Además del cronómetro, se requiere un tablero de apoyo para escribir, formatos específicos de registro, una calculadora portátil y, preferiblemente, un dispositivo de videograbación. Actualmente, los teléfonos móviles ofrecen gran utilidad tanto para medir tiempos como para grabar videos del proceso.

El uso de cámaras para videograbar las operaciones permite documentar con detalle tanto los métodos empleados como el tiempo invertido en cada tarea. Al revisar el material grabado cuadro por cuadro, el analista puede observar con precisión los pasos seguidos por el operario, lo cual facilita la asignación de tiempos normales con mayor exactitud. Asimismo, reproducir el video a su velocidad real ayuda a establecer estándares y evaluar el desempeño en condiciones auténticas de trabajo.

Durante la toma de tiempos, es importante que el cronómetro y los formatos de registro se mantengan sobre un soporte adecuado. Este debe ser ligero, para evitar el cansancio muscular, pero lo suficientemente firme para ofrecer estabilidad al escribir y registrar datos con precisión.

Toda la información relevante del estudio debe consignarse en un formato diseñado específicamente para ese fin. Este formato debe incluir datos como el nombre y número del operario, descripción y código de la operación, número y nombre de la máquina utilizada, herramientas especiales con su identificación, área o departamento de trabajo, y condiciones en que se realiza la operación. Es mejor registrar información de más que correr el riesgo de omitir datos clave para futuras consultas o repeticiones del análisis.

En la actualidad, los analistas disponen también de herramientas digitales que facilitan la recolección y procesamiento de datos. Por ejemplo, el software *Time Study*, desarrollado por Royal J. Dossett Corp., utiliza un dispositivo electrónico que permite registrar los datos y transferirlos posteriormente a una computadora para su análisis. Otra opción es *CITS/APR*, de la empresa C-Four, que opera con dispositivos portátiles capaces de integrarse con hojas de cálculo como Microsoft Excel, lo que permite un análisis más detallado. No obstante, ambos sistemas requieren

hardware especializado, que no siempre es fácil de conseguir en el mercado.

Referencia en formato APA:

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería industrial y de métodos* (12.^a ed.). McGraw-Hill.

4.5 Toma de tiempos

Es importante destacar que, antes de comenzar con las tomas de tiempo para calcular el tiempo observado promedio, resulta fundamental no solo conocer el tamaño de la muestra, sino también haber definido previamente el estudio del método correspondiente a la actividad u operación que se pretende estandarizar. Esto se debe a que, si no se ha determinado una técnica adecuada que permita ejecutar la tarea en las mejores condiciones posibles —tanto en términos de procedimientos como de entorno—, no sería viable llevar a cabo un estudio de tiempos de manera efectiva.

4.6 Determinación del número de observaciones

La determinación del tamaño adecuado de la muestra en un estudio de tiempos depende principalmente del nivel de precisión que se desea alcanzar y del grado de confianza estadística requerido. Por lo general, se emplea una fórmula estadística que incorpora la variabilidad de los tiempos observados, el margen de error aceptable y el nivel de confianza esperado. Una práctica común consiste en seleccionar una muestra equivalente al 10% de la población, siempre y cuando esta no exceda las 1000 unidades, asegurando además que dicha muestra sea representativa del conjunto total de observaciones.

Factores que inciden en el tamaño de la muestra:

- a) Variabilidad de los tiempos: A mayor dispersión en los tiempos de ejecución de una actividad, mayor debe ser el número de observaciones necesarias para obtener resultados precisos.

- b) Margen de error: Representa la máxima diferencia permitida entre la media muestral y la media poblacional real. Un margen de error más reducido implica un tamaño muestral mayor.
- c) Nivel de confianza: Indica la probabilidad de que la media obtenida a partir de la muestra se ubique dentro del margen de error respecto a la media poblacional. Niveles de confianza más altos, como 95% o 99%, requieren un mayor tamaño muestral.

Cálculo del tamaño muestral:

Se puede aplicar una fórmula estadística como la siguiente:

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

n = Tamaño de la muestra

Z = Valor Z correspondiente al nivel de confianza deseado (por ejemplo, 1.96 para un 95% de confianza)

p = Proporción estimada de ocurrencia del fenómeno (se suele usar 0.5 si no hay datos previos)

c = Margen de error permitido

Ejemplo:

Si se desea un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), un margen de error del 5% ($c = 0.05$), y no se cuenta con una proporción estimada ($p = 0.5$), el cálculo sería:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (0.5)}{0.05^2} \quad 384.16 \approx 385$$

Esto indica que se requieren al menos 385 observaciones para obtener resultados confiables con ese nivel de precisión.

La General Electric Company estableció la tabla una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar en base a tiempos de ciclos como se

muestra a continuación; resultando de una gran utilidad y de aplicación segura y confiable para determinar el tamaño de la muestra.

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Información tomada de *Time Study Manual* de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario

4.7 Calificación de la actuación.

Dado que el tiempo real que toma ejecutar cada parte del estudio varía considerablemente según la destreza y el esfuerzo del trabajador, es necesario ajustar el tiempo normal hacia arriba si el operario es muy eficiente, y hacia abajo si su rendimiento es deficiente, para así establecer un estándar. Por esta razón, los analistas deben emitir una evaluación justa y objetiva del rendimiento observado antes de abandonar el puesto de trabajo.

En actividades repetitivas y de corta duración, es común asignar una calificación general al estudio completo o un promedio por elemento. No obstante, cuando las tareas son más extensas y contienen movimientos manuales variados, lo más adecuado es valorar el desempeño de cada elemento en el momento en que se realiza. Las hojas utilizadas para el estudio de tiempos cuentan con espacios específicos tanto para registrar una calificación general como para anotar la calificación individual de cada parte.

El sistema de evaluación del rendimiento se basa en comparar el trabajo del operario con el de un trabajador calificado que realiza la misma tarea. Esta comparación se traduce en un valor numérico, expresado como porcentaje o

decimal, que se asigna al elemento observado. Un trabajador calificado se define como aquel que tiene amplia experiencia, trabaja en condiciones normales y mantiene un ritmo de trabajo constante, ni acelerado ni lento, que puede sostener durante toda la jornada.

La clave para una evaluación justa es ajustar el tiempo observado (TO) al tiempo normal (TN) que se estima que requeriría un operario calificado para realizar la misma tarea. Esto se calcula mediante la fórmula:

$$TN = TO \times C / 100$$

donde C representa la calificación de desempeño expresada en porcentaje, siendo el 100 % el estándar de rendimiento para un operario calificado.

Para ser imparcial al asignar esta calificación, el analista debe dejar de lado aspectos subjetivos como la personalidad del trabajador y enfocarse únicamente en la cantidad de trabajo producido por unidad de tiempo, comparándola con la producción esperada de un operario estándar.

Durante la realización de un estudio de tiempos, los analistas observan con atención cómo se desempeña el operario. En la mayoría de los casos, el rendimiento observado no coincide exactamente con el estándar establecido, por lo que es necesario hacer ajustes al tiempo promedio registrado para obtener una estimación que refleje el tiempo requerido por un trabajador calificado al trabajar a un ritmo estándar. Si el operario observado supera el nivel esperado, el tiempo debe incrementarse; si su rendimiento es inferior, el tiempo se debe reducir. Esta es la única forma de establecer un estándar confiable y realista para operarios capacitados.

La evaluación del desempeño representa posiblemente la etapa más crucial dentro del proceso de medición del trabajo. Sin embargo, también es la más cuestionada, ya que depende completamente del criterio, conocimiento y experiencia del analista encargado. No importa si la evaluación se basa en la velocidad, o en la comparación con un trabajador calificado: la pericia y el juicio profesional siguen siendo los elementos esenciales para determinar el factor de

calificación. Por ello, es fundamental que los analistas estén bien preparados y actúen con total honestidad e imparcialidad.

Una vez calculado el tiempo normal, es necesario realizar un ajuste final para establecer un estándar apropiado. Este ajuste consiste en agregar un margen de holgura, destinado a compensar interrupciones, pausas, retrasos y la fatiga que pueden presentarse en cualquier tarea. Del mismo modo, debe añadirse este suplemento para garantizar que el estándar fijado sea razonable y pueda mantenerse sin dificultad por un operario promedio que trabaje a un ritmo constante y normal.

- El desempeño estándar se entiende como aquel que alcanza un trabajador altamente experimentado, operando bajo condiciones normales y a un ritmo moderado, ni acelerador ni lento, que sea sostenible a lo largo de toda la jornada laboral.
- El desempeño estándar se refiere al nivel de productividad que puede alcanzar un operario con amplia experiencia, trabajando en condiciones habituales y a un ritmo equilibrado, ni demasiado rápido ni demasiado lento, que pueda mantenerse durante toda la jornada laboral. En los estudios de tiempos, es difícil lograr una total uniformidad en las calificaciones. No obstante, se considera adecuado un sistema de calificación cuando se aplica de manera uniforme a distintos trabajadores y los estándares resultantes no varían más del 5 % respecto al promedio. La evaluación del desempeño debe realizarse únicamente mientras se observan los tiempos de los elementos individuales del trabajo.

4.7.1 Métodos de calificación

- **Calificación de la velocidad**
 - **Calificación de la velocidad:**
Esta técnica mide el desempeño centrándose exclusivamente en la rapidez con que se ejecuta una tarea en un período determinado. El analista compara el rendimiento del trabajador observado con el de un operario calificado realizando la misma labor, asignando un porcentaje que refleja la relación entre ambos desempeños.

Este método requiere que el observador tenga un conocimiento profundo del trabajo antes de comenzar el estudio. Por ejemplo, el ritmo de un operario en una fábrica de componentes aeronáuticos puede parecer lento frente al de costureras en la industria textil. Sin embargo, la precisión exigida en la aeroespacial obliga a movimientos más cuidadosos, lo que puede parecer lento para quienes desconocen el proceso.

Los especialistas en estudios de tiempos usan esta calificación para evaluar la eficiencia en tareas específicas, ciclos completos o la operación en general.

Calificación	Puntos ancla verbales	Velocidad de caminata (mi/h)	Cartas repartidas cada 1/2 minuto	
0		sin actividad	0	0
67		muy lento, torpe	2	35
100		estable, deliberado	3	52
133		activo, negociante	4	69
167		muy rápido, alto gdo de Deza	5	87
200		Lím sup por un periodo corto	6	104

Tabla1: Guía para calificar la velocidad

- **El sistema westinghouse**
 - Uno de los métodos más antiguos y reconocidos para evaluar el desempeño laboral, inicialmente conocido como sistema de nivelación, fue desarrollado por la empresa Westinghouse Electric Corporation (Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940). Este método, llamado sistema de calificación Westinghouse, mide el desempeño del trabajador considerando cuatro factores fundamentales: habilidades, dedicación, condiciones laborales y consistencia en el rendimiento.
 - Las tablas que se presentan a continuación contienen ponderaciones que permiten calificar al operador según la expresión que manifieste mientras realiza su trabajo.
 -

+0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	0.17	F2	Malo

Tabla 1: Sistema Westinghouse para calificar habilidades
Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233

Tabla 2 Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo
Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233

0.06	A	Ideal	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Bueno	0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
0.03	E	Aceptable	0.02	E	Aceptable
0.07	F	Malo	0.04	F	Mala

Tabla 3: Sistema Westinghouse para calificar las condiciones
Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Tabla 11.5 Sistema Westinghouse para calificar la consistencia
Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

Las Tablas 1 de habilidades, la 2 de esfuerzo, la 3 habilidad y la 4 de esfuerzo son extraídas de la Fuente: Lowry, Maynard y Stegemerten (1940), p. 233.

➤ Calificación sintética

Con la intención de crear un método de evaluación que elimine la influencia del juicio subjetivo del analista de tiempos y asegure resultados consistentes, Morrow (1946) desarrolló la técnica llamada calificación sintética. Esta técnica permite calcular un factor de desempeño para ciertos elementos que representan el esfuerzo realizado durante un ciclo laboral, comparando los tiempos observados de los movimientos elementales con los tiempos estándar derivados de movimientos fundamentales.

El factor de calificación se determina mediante la fórmula:

$$P = OF_t P = \frac{O}{F_t} P = F_t O$$

donde:

- PPP es el factor de desempeño o calificación,
- $F_t F_t$ es el tiempo asignado a un movimiento fundamental,

- **OOO es el promedio de los tiempos observados para los elementos relacionados con FtF_tFt.**

Una vez calculado este factor, se aplica a todos los elementos manuales del estudio, dejando fuera aquellos movimientos que son realizados por máquinas.

Para ejemplificar, en el caso del elemento 1, el factor se calcula como:

$$P=0.0960.08=1.20(120\%)P = \frac{0.096}{0.08} = 1.20 \quad \text{\quad}$$

$$(120\%)P=0.080.096=1.20(120\%)$$

y para el elemento 4:

$$P=0.2780.22=1.26(126\%)P = \frac{0.278}{0.22} = 1.26 \quad \text{\quad}$$

$$(126\%)P=0.220.278=1.26(126\%)$$

El promedio de estos valores, que es 123%, se utiliza como la calificación asignada a todos los elementos relacionados con el esfuerzo físico.

Para asegurar la exactitud y confiabilidad del factor sintético, es fundamental incluir varios elementos en el análisis, ya que el rendimiento de un trabajador puede variar notablemente entre diferentes tareas, especialmente en las más complejas. No obstante, una limitación importante de este método es que requiere un análisis detallado que demanda una considerable cantidad de tiempo, basado en sistemas de tiempos predeterminados.

Tiempo promedio observado (min)	Tipo de elemento	Tiempo de movimiento fundamental (min)	Factor de desempeño
0.08	Manual	0.096	123
0.15	Manual	—	123
0.05	Manual	—	123
0.22	Manual	0.278	123
1.41	Eléctrico	—	100
0.07	Manual	—	123
0.11	Manual	—	123
0.38	Eléctrico	—	100
0.14	Manual	—	123
0.06	Manual	—	123
0.20	Manual	—	123
0.06	Manual	—	123

Ejemplos de calificaciones sintéticas

➤ **Calificación objetiva**

El sistema de calificación objetiva propuesto por Mundel y Danner (1944) fue diseñado para resolver la dificultad que implica establecer un ritmo estándar para cualquier tipo de labor. Esta metodología consiste en seleccionar una única tarea como referencia, contra la cual se compara el ritmo de todas las demás actividades. Una vez determinada la velocidad de ejecución mediante juicio técnico, se le asigna un segundo factor al trabajo, que representa el nivel relativo de dificultad.

Este grado de dificultad se evalúa considerando seis elementos principales: (1) la parte del cuerpo utilizada en la tarea, (2) el uso de pedales, (3) la coordinación de ambas manos, (4) la integración ojo-mano, (5) los requerimientos sensoriales o de manipulación, y (6) el peso o resistencia implicada. A cada uno de estos factores se le ha asociado un valor numérico determinado a partir de experimentos, y la suma total de estos valores constituye el llamado “ajuste secundario”.

La fórmula para calcular la calificación total (C) es la siguiente:

$$C = P \times DC = P \times D$$

donde:

- P representa el factor de calificación del paso, y

- D corresponde al grado de dificultad del ajuste.

Este método permite obtener calificaciones de desempeño consistentes, ya que se basa en la comparación del ritmo de la operación bajo análisis con una tarea ya conocida por el observador, lo cual resulta más sencillo y objetivo que evaluar cada atributo en relación con un estándar ideal. Además, el factor secundario no introduce variaciones inconsistentes, ya que solo ajusta el tiempo estimado mediante un porcentaje. Para facilitar esta evaluación, Mundel y Danner desarrollaron tablas que asignan porcentajes específicos a diferentes niveles de dificultad en las operaciones.

Mundel, M. E., & Danner, R. (1944). *Motion and Time Study*. Prentice-Hall.

Aplicación y análisis de la calificación.

El valor de la calificación del desempeño se anota en la columna "C" del formato utilizado para el estudio de tiempos. Normalmente, este valor se redondea a un número entero, ya que representa un porcentaje y simplifica el registro. Tras la fase de cronometraje, se calcula el tiempo normal (TN) multiplicando el tiempo observado (TO) por la calificación y dividiendo entre 100:

$$TN = TO \times C \times 100 \quad TN = TO \times \frac{C}{100} \quad TN = TO \times 100C$$

Este resultado indica cómo se compara el rendimiento del trabajador con el de un operario entrenado que realiza la tarea correctamente y a un ritmo estándar, sin esfuerzo adicional.

El método más práctico y confiable para la calificación es la evaluación directa del ritmo, complementada con puntos de referencia sintéticos. En este esquema, 100 representa el desempeño normal, y valores mayores o menores se ajustan proporcionalmente, generalmente en un rango entre 50 y 150. Aunque es posible evaluar ritmos fuera de este rango, no es recomendable. Cuanto más cerca esté el ritmo del trabajador al estándar, más precisa será la estimación del tiempo normal.

Para asegurar la uniformidad en las calificaciones, con una variación máxima del 5% respecto a la media de especialistas, se deben cumplir cuatro condiciones:

1. Tener experiencia directa con la tarea evaluada.

2. Utilizar puntos de comparación en al menos dos elementos observados.
3. Seleccionar un trabajador cuyo ritmo esté entre el 85% y 115% del estándar.
4. Calcular un promedio con al menos tres evaluaciones independientes.

Cuando se dispone de varios operarios, es preferible escoger a aquel que combine experiencia, disposición para el estudio de tiempos y un rendimiento estable cerca o ligeramente superior al estándar. Así, la evaluación será más sencilla y precisa.

La confiabilidad de la calificación puede verificarse mediante estándares sintéticos. Para definir un estándar global, el analista debe obtener al menos tres muestras independientes, que pueden provenir del mismo trabajador en diferentes momentos o de varios operarios. Incrementar el número de observaciones ayuda a equilibrar errores individuales y reducir la incertidumbre en la estimación.

4.8 Suplementos de tiempos

El valor de la calificación del desempeño se anota en la columna "C" del formato utilizado para el estudio de tiempos. Normalmente, este valor se redondea a un número entero, ya que representa un porcentaje y simplifica el registro. Tras la fase de cronometraje, se calcula el tiempo normal (TN) multiplicando el tiempo observado (TO) por la calificación y dividiendo entre 100:

$$TN = TO \times \frac{C}{100} \quad TN = TO \times 100C$$

Este resultado indica cómo se compara el rendimiento del trabajador con el de un operario entrenado que realiza la tarea correctamente y a un ritmo estándar, sin esfuerzo adicional.

El método más práctico y confiable para la calificación es la evaluación directa del ritmo, complementada con puntos de referencia sintéticos. En este esquema, 100 representa el desempeño normal, y valores mayores o menores se ajustan proporcionalmente, generalmente en un rango entre 50

y 150. Aunque es posible evaluar ritmos fuera de este rango, no es recomendable. Cuanto más cerca esté el ritmo del trabajador al estándar, más precisa será la estimación del tiempo normal.

Para asegurar la uniformidad en las calificaciones, con una variación máxima del 5% respecto a la media de especialistas, se deben cumplir cuatro condiciones:

1. Tener experiencia directa con la tarea evaluada.
2. Utilizar puntos de comparación en al menos dos elementos observados.
3. Seleccionar un trabajador cuyo ritmo esté entre el 85% y 115% del estándar.
4. Calcular un promedio con al menos tres evaluaciones independientes.

Cuando se dispone de varios operarios, es preferible escoger a aquel que combine experiencia, disposición para el estudio de tiempos y un rendimiento estable cerca o ligeramente superior al estándar. Así, la evaluación será más sencilla y precisa.

La confiabilidad de la calificación puede verificarse mediante estándares sintéticos. Para definir un estándar global, el analista debe obtener al menos tres muestras independientes, que pueden provenir del mismo trabajador en diferentes momentos o de varios operarios. Incrementar el número de observaciones ayuda a equilibrar errores individuales y reducir la incertidumbre en la estimación.

Factor de holgura	Número de empresas	Porcentaje de empresas
1. Fatiga	39	93
A. General	19	45
B. Periodos de descanso	13	31
No especificó A o B.	7	17
2. Tiempo que se requiere para aprender	3	7
3. Demora inevitable	35	83
A. Operario	1	2
B. Máquina	7	17
C. Tanto el operario como la máquina	21	50
No especificó A, B o C.	6	14
4. Necesidades personales	32	76
5. Operaciones de configuración o preparación	24	57
6. Operaciones irregulares o inusuales	16	38

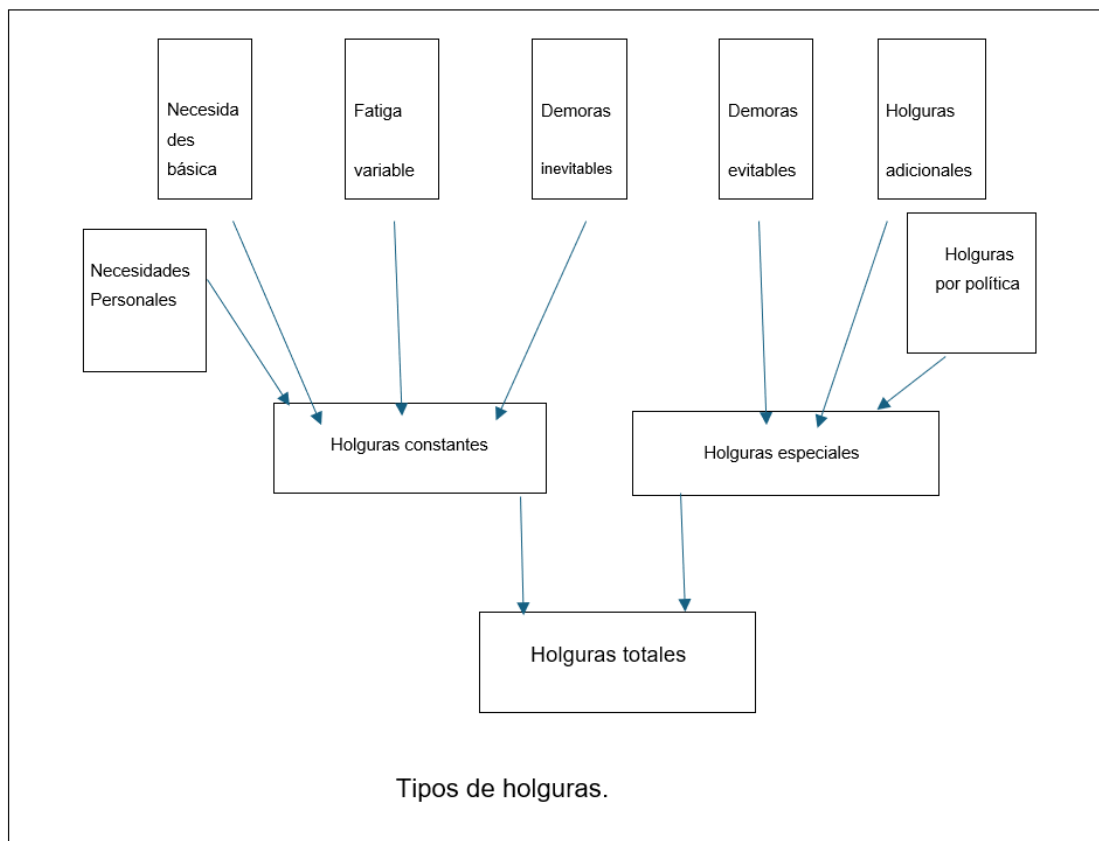
Holguras industriales típicas

Una segunda metodología utilizada para calcular las holguras es el muestreo del trabajo. Esta técnica implica realizar múltiples observaciones en momentos aleatorios, lo que permite que el analista dedique solo una parte del tiempo total al estudio, ya que no necesita estar presente de forma continua. A diferencia del cronometraje tradicional, en este método no se usa cronómetro; en cambio, el observador se desplaza por el área de trabajo en intervalos seleccionados al azar y registra brevemente qué actividades están realizando los trabajadores en ese momento.

Con base en estas observaciones, se determina la proporción de interrupciones al dividir la cantidad de pausas observadas entre el número total de registros en los que el operario estaba activo. Este resultado ofrece una estimación del porcentaje de tiempo adicional o holgura que debe considerarse para cubrir las interrupciones habituales durante la jornada laboral.

La siguiente figura presenta una estructura que organiza y clasifica las diferentes clases de holguras según su función. La clasificación principal diferencia entre holguras por fatiga y holguras especiales. Las holguras por fatiga están diseñadas para proporcionar al trabajador tiempo de recuperación ante el esfuerzo físico o mental generado por la tarea o el entorno laboral. Estas se subdividen en holguras constantes y variables,

dependiendo del tipo de esfuerzo requerido. Por otro lado, las holguras especiales engloban diversos factores vinculados al proceso productivo, el uso de maquinaria o la manipulación de materiales, y se categorizan en demoras inevitables, demoras evitables, tiempos adicionales y holguras definidas por las políticas de la organización.



Las necesidades personales hacen referencia a pausas en la jornada laboral destinadas a preservar el bienestar físico del trabajador. Estas interrupciones pueden incluir actividades como acudir al baño o beber agua. La naturaleza de la tarea y las condiciones ambientales del lugar de trabajo influyen directamente en la duración de estas pausas. Por ejemplo, en entornos donde se realizan tareas pesadas y en condiciones de alta temperatura —como en áreas de prensado de caucho o en talleres.

La holgura básica por fatiga representa un valor fijo destinado a compensar el desgaste energético asociado con la ejecución del trabajo, así como a reducir los efectos de la monotonía. Según la OIT (1957), se considera apropiado asignar un

4% del tiempo normal para operarios que desempeñan tareas livianas, en posición sentada, bajo condiciones laborales favorables y sin exigencias particulares sobre su capacidad motora o sensorial.

Cuando se combina este porcentaje con una holgura del 5% por necesidades personales, se obtiene un total de 9% de holgura constante que suele aplicarse como base para la mayoría de los trabajadores. A este valor se le pueden añadir otras holguras específicas si las condiciones lo requieren.

La holgura por fatiga está directamente relacionada con las necesidades personales del trabajador, **aunque generalmente solo se considera en las** actividades que implican esfuerzo físico o mental **dentro del estudio de tiempos. La fatiga no presenta una forma única o uniforme:** puede ser exclusivamente física, completamente mental, o una combinación de ambas. **Su consecuencia principal es una** disminución en la motivación o disposición para continuar trabajando. **Entre los factores que más influyen en la aparición de la fatiga se encuentran:** las condiciones ambientales del lugar de trabajo — **como el ruido, la temperatura y la humedad**—; las características del propio trabajo, **incluyendo la postura adoptada, el nivel de esfuerzo requerido y la monotonía de las tareas; así como** el estado de salud general del operario.

Demoras inevitables; este tipo de interrupciones se relaciona con actividades que requieren esfuerzo físico y pueden originarse por factores como la intervención del supervisor, del despachador o del analista de tiempos, así como por problemas con los materiales, complicaciones para cumplir con especificaciones técnicas o interferencias causadas por la asignación de múltiples máquinas al mismo operario.

Demoras evitables; generalmente, no se asigna tiempo de holgura para demoras que podrían prevenirse, como pausas sociales entre trabajadores, tiempos muertos sin justificación o periodos de inactividad que no estén destinados a la recuperación por fatiga. Aunque estos descansos ocurren en la práctica, se consideran responsabilidad del operario y no se incluyen formalmente como parte del tiempo asignado.

Holguras adicionales; en actividades relacionadas con la industria metalúrgica y procesos similares, es común que el tiempo destinado a compensar la fatiga y las interrupciones personales inevitables representa aproximadamente un 15%. No obstante, en determinadas situaciones, puede ser necesario aplicar un margen de tiempo extra con el fin de establecer un estándar que sea realmente equitativo.

Holguras por políticas organizacionales; este tipo de holgura se implementa con el propósito de asegurar un rendimiento aceptable bajo condiciones especiales, otorgando tiempo adicional a ciertos empleados. Por ejemplo, se aplica en casos de trabajadores recién contratados, personas con alguna discapacidad o empleados asignados a tareas livianas. Estas holguras suelen definirse por la dirección de la empresa y, en algunos casos, pueden acordarse conjuntamente con el sindicato mediante procesos de negociación.

➤ Uso de los suplementos o tiempos de holgura

El objetivo principal de aplicar holguras es asegurar que el trabajador promedio pueda alcanzar el estándar de producción, siempre y cuando mantenga un ritmo de trabajo considerado como normal. Hay dos formas comunes de implementar estas holguras. La más habitual consiste en añadir un porcentaje al tiempo normal, basándose únicamente en el tiempo efectivo de producción. Otra manera de expresarlo es mediante un factor multiplicador, lo que facilita ajustar el tiempo normal (TN) para obtener el tiempo estándar (TE), utilizando la siguiente fórmula:

$$TE = TN + (TN \times \text{holgura}) = TN \times (1 + \text{holgura})$$

Por ejemplo, si se considera una holgura del 10%, el multiplicador sería $1 + 0.10 = 1.10$.

Imaginemos que se determinan los siguientes porcentajes para una actividad:

- Necesidades personales: 5%
 - Fatiga: 4%
 - Demoras inevitables: 1%
- Total de holgura: 10%

Si el tiempo normal para un elemento es de 0.177 minutos, este se multiplica por 1.10 para obtener un tiempo estándar de 0.195 minutos. Así, en una jornada

laboral de 480 minutos, el operario estaría trabajando $480 / 1.10 = 436$ minutos, disponiendo de 44 minutos de descanso, destinados a comida u otras pausas. Es importante resaltar, como se mencionó en el capítulo 4, que es preferible ofrecer descansos breves y frecuentes en lugar de largos e infrecuentes.

En algunas organizaciones, en lugar de aplicar la holgura al tiempo de producción, se aplica al total de la jornada laboral, especialmente cuando no se cuenta con datos precisos del tiempo productivo. Siguiendo este enfoque, el factor se convierte en $100 / (100 - 10) = 1.11$ en vez de 1.10, y el tiempo estándar para el mismo elemento sería 0.196 minutos. Esto implicaría que, de los 480 minutos del día, 48 minutos se destinen a descanso. Aunque la diferencia entre ambos métodos puede parecer pequeña, al aplicarse a cientos de trabajadores durante un año, el impacto es significativo. Por ello, la elección del método suele formar parte de la política interna de la empresa.

4.9 Cálculo del tiempo estándar

Como ya se comentó con anterioridad en el concepto de Estudio del trabajo que, esta disciplina requiere de ciertas técnicas, pero en especial del estudio del método (estudio de movimientos) y de la medición del trabajo mismos que se utilizan para examinar el trabajo humano y/o máquina en todos sus contextos y de una forma sistemática investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación en estudio sin perder de vista la productividad.

Siempre que queremos implementar la mejora continua en todo proceso es indispensable partir de algo, esto es; tenemos que tener indicadores de desempeño que nos marquen la pauta de cómo o en qué situación se encuentra el trabajo-proceso al momento que se empieza a aplicar y hacer estudio del trabajo ya que no se puede mejorar lo que no se mide; si ya se cuenta con indicadores que bien pero en muchas ocasiones no se tienen datos de la situación real del trabajo-proceso por lo que se tiene que empezar a medir y poner conciencia para plasmar con datos reales la situación actual y a partir de ahí empezar a implementar mejoras o acciones que vayan en pro de las mejoras.

La única forma de tener indicadores respecto a las metas u objetivos es a través del Tiempo estándar-Tiempo de ciclo del proceso, por lo que en este apartado nos enfocaremos a realizar un cálculo del Tiempo estándar utilizando el cronómetro para la obtención del tiempo observado.

El Tiempo Estándar se define como el **lapso requerido para ejecutar una tarea específica**, llevado a cabo por **un trabajador capacitado**, que realiza su labor a **un ritmo normal**, siguiendo **el método previamente determinado**. Este tiempo debe considerar **las tolerancias necesarias por demoras inevitables o ajenas al control del operario**.

La siguiente es la **fórmula utilizada para calcular el Tiempo Estándar** de una operación o actividad bajo análisis.

a) $TE = T_N + (T_N) (\text{Tolerancia})$

$T_N = (CA) (T_o)$ donde:

CA = Calificación de la actuación (WH-CS-CV-A)

TP = Tiempo observado/ promedio

b) $TE = (T_P) (CA) (1+\% Tol)$

Tol = Porcentaje de tolerancia

c) $TE = (TMO) (FC) (1+M)$

MO = Tiempo medio observado

FC = Factor de calificación de
desempeño / cal. de la actua

M = Margenes – Suplementos - Tolerancias

d) $TE = (\bar{x}) (FC) (1+\% Tolerancias)$

a), b), c) y d) Son diferentes formas de expresar la formula para obtener el TE, todo depende que tan digeridos esten los datos para estandarizar .

Ejemplo:

Comenzamos este ejercicio calculando el número de ciclos a estudiar en este proceso para obtener el tiempo estándar, con los métodos estadísticos:

a) Tamaño de la muestra para una población de 40 trabajadores donde:

$N = 40$

$$P = 0.5$$

$$Z = 1.96$$

$$E^2 = 0.05$$

$$n = \frac{(40)(1.96)(0.5)(0.5)}{(40 - 1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 18.52 = \mathbf{18 \text{ ciclos}}$$

Se tomó el tiempo de cada operación de las 5 vueltas con un cronómetro tomando como referencia la tabla de la General Electric, y estos fueron los tiempos:

VUELTA 1

OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
02.80	02.01	06.10	15.22	10.30	06.83	11.07	06.32	02.55	09.07	10.54	48.30

En la vuelta 1 dio un total de 2 minutos con 18 segundos

VUELTA 2

OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.23	01.87	03.38	13.04	05.97	08.03	11.09	03.85	02.70	06.65	05.52	41.23

En la vuelta 2 dio un total de 1 minutos con 75 segundos

VUELTA 3

OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
02.21	02.91	07.37	13.05	08.45	03.18	09.32	03.10	07.02	01.58	02.81	33.42

En la vuelta 3 dio un total de 1 minutos con 54 segundos

VUELTA 4

OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
02.06	01.58	05.52	13.24	02.25	03.71	06.32	02.73	02.66	03.75	05.57	33.86

En la vuelta 4 dio un total de 1 minutos con 35 segundos

VUELTA 5

OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION	OPERACION
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
03.61	02.33	15.51	14.72	03.70	02.70	05.07	03.48	2.38	01.38	03.85	32.52

En la vuelta 5 dio un total de 1 minutos con 38 segundo

Habilidad	0 - Regular
Condiciones	0.03 - Aceptables
Consistencia	0.00 - Regular
Esfuerzo	0.05 - Bueno
Total	$(0 + 0.03 + 0.00 + 0.05) = 0.08 + 1 = 1.08$

TO para la primera operación: $2.80 + 2.23 + 2.21 + 2.06 + 2.61 = 11.91$

$T N + 11.91 \times 1.02 = 12.1482$

HOLGURAS	
Personal	5
Fatiga	4
Ruido	2
Monotonía	1
SUMA	12
Porcentaje	0.12
$(1 + \%)$	1.12

$TE = TN + (TN \times \text{holgura}) \quad TE = 12.1482 + (1 \times 1.12) = 13.2682$

Como se puede apreciar obtener el tiempo estándar de una operación es todo un arte que nos lleva a obtener el tiempo del ciclo del proceso de producción del

producto final haciendo una sumatoria de todo el tiempo estándar de todas las operaciones, actividades mixtas e inspecciones que forman parte del proceso.

4.10 Diagrama hombre-máquina

El diagrama hombre-máquina, según lo expuesto por Niebel, es una herramienta utilizada para analizar, estudiar y optimizar un puesto de trabajo individual. Su finalidad es representar visualmente la interacción entre el operador y una máquina específica durante un ciclo de producción, lo cual permite identificar oportunidades de mejora en la eficiencia de ambos elementos.

Este tipo de análisis busca equilibrar de forma óptima el tiempo de trabajo del operario con el funcionamiento de la máquina. Para lograrlo, en algunas situaciones es útil aplicar un modelo matemático que facilite determinar el número ideal de máquinas que puede atender un solo trabajador. Este modelo considera dos componentes clave: el tiempo de servicio (que incluye las tareas de carga y descarga) y el tiempo de operación automática de las máquinas. La fórmula que se emplea es $n \times l = m \times l$, donde:

- n es el número de máquinas que atiende el operador,**
- l representa el tiempo total necesario para el servicio manual,**
- m es el tiempo de operación automática de cada máquina.**

La relación entre el operario y la máquina puede clasificarse en tres tipos principales:

- 1. Servicio sincrónico: tanto el operario como la máquina están ocupados durante todo el ciclo.**
- 2. Servicio completamente aleatorio: no hay sincronización entre los tiempos de trabajo del operario y la máquina.**
- 3. Servicio mixto: una combinación de sincronización parcial y tiempos aleatorios.**

En el caso del servicio sincrónico, considerado como el escenario más eficiente, es posible calcular con precisión la relación óptima mediante el modelo mencionado. Por ejemplo, si un ciclo de producción completo dura

4 minutos desde que se retira el producto terminado hasta que finaliza el nuevo proceso, esta información puede utilizarse para ajustar la distribución de tareas entre operario y máquina.

Este diagrama utiliza varias métricas clave para el análisis, entre ellas:

- 1. Ciclo total del operador**
- 2. Ciclo total de la máquina**
- 3. Tiempo en que la máquina está produciendo**
- 4. Tiempo en que el operador está inactivo (espera)**
- 5. Tiempo en que la máquina está sin trabajar (ocio)**
- 6. Porcentaje de uso del operador, calculado a partir de su tiempo productivo**
- 7. Porcentaje de uso de la máquina, basado en su tiempo operativo dentro del ciclo**

Ejemplo Diagrama Hombre – Máquina

Diagrama del proceso del trabajador y de la máquina

Tema del diagrama Fresado de ranura en el sujetador de un regulador **Diagrama No.** 807
Dibujo núm. J-1492 **Parte núm.** J-1492-1 **Diagrama del método** Propuesto
Comienzo del diagrama Carga de máquinas para fresado **Diagramado por** C.A. Anderson
Término del diagrama Descarga de los sujetadores fresados **Fecha** 8-27 **Hoja** 1 **de** 1

<u>Descripción del elemento</u>	<u>Operador</u>	B.&S. Hor. Mill	
		<u>Máquina 1</u>	<u>Máquina 2</u>
Parar la máquina núm. 1	.0004		
Regresar la mesa de la máquina núm. 1, 5 pulgadas	.0010	Unloading .0024	
Aflojar las mordazas, remover la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 1)	.0010		Mill slot .0040
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 1	.0018		
Arrancar máquina núm. 1	.0004	Loading .0032	
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 1	.0010		Idle
Caminar hacia la máquina núm. 2	.0011		
Detener la máquina núm. 2	.0004		
Mesa de retorno máquina núm. 2 5 pulgadas	.0010	Mill slot .0040	
Aflojar las mordazas de la máquina, quitar la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 2)	.0010		Unloading .0024
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 2	.0018		
Poner en marcha máquina núm. 2	.0004		Loading .0032
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 2	.0010	Idle	
Caminar hacia la máquina núm. 1	.0011		
Tiempo ocioso por ciclo	.0000	Horas ociosas de la máquina núm. 1	.0038
Tiempo de hombres trabajando por ciclo	<u>.0134</u>	Horas productivas de la máquina núm. 1	<u>.0096</u>
Horas hombre por ciclo	.0134	Tiempo del ciclo de la máquina núm. 1	.0134
		Horas ociosas máquina núm. 2	.0038
		Horas productivas máquina núm. 2	<u>.0096</u>
		Tiempo de ciclo de la máquina núm. 2	.0134

4.10.1 Practica 5 (CA)

(ANEXO 5)

<https://drive.google.com/file/d/1pXbOegHhOb6SmA6La3noQFu5nPGxkjhs/view?usp=sharing>

4.10.2 Práctica 6 (TE)

(ANEXO 6)

<https://drive.google.com/file/d/1E0rAcZFbb4JkhIFgRnJR1UHJ0uNdRfno/view?usp=sharing>

ANEXO 7 Practica integradora

(ANEXO 7)

<https://drive.google.com/file/d/15qTHXyBsuFQmRarNpnNt-cBITtLhQp81/view?usp=sharing>



POLÍTICAS ACADÉMICAS GENERALES DEL AÑO SABÁTICO DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

CARTA DE RECONOCIMIENTO DEL AUTOR DE LOS DERECHOS A FAVOR DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Ciudad de Tijuana B.C, 02/06 /2025

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.
02PRESENTE

Bajo protesta de decir verdad, Alejandra Arana Lugo, personal docente adscrito al Instituto Tecnológico de Tijuana del Tecnológico Nacional de México, manifiesto que en cumplimiento de mis actividades relacionadas con el Semestre Sabático elaboré la obra titulada "APUNTES DE LA ASIGNATURA DE ESTUDIO DEL TRABAJO 1". con base en lo anterior, y con fundamento en los artículos 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y 46 de su Reglamento, reconozco que el Tecnológico Nacional de México es titular de los derechos patrimoniales sobre la misma y le corresponden las facultades relativas a la divulgación, integridad de la obra y de colección, conservando el derecho a figurar como autor. Asimismo, respondo por la autoría y originalidad de la citada obra; y relevo de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que considere que con esta obra es afectado en alguno de los derechos protegidos por la Ley en cita, asumiendo todas las consecuencias legales y económicas.

ATENTAMENTE



Alejandra Arana Lugo



2025

La Mujer
C.P.22414

Indígena



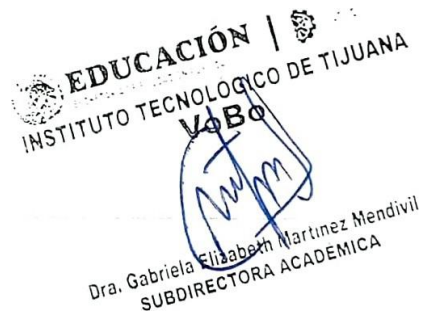
Calzada del Tecnológico 12950 esquina Castillo de Chapultepec y Calle Pericallé, Fracc. Tomás Aquino

Tijuana, Baja California. Tel. 01 (664) 6078400 dir_tijuana@tecnm.mx www.tijuana.tecnm.mx

ALEJANDRA ARANA

2. Reporte final_AAL.pdf

Tecnológico Nacional de Mexico



Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20755:468072956

Fecha de entrega

18 jun 2025, 10:03 a.m. GMT-7

Fecha de descarga 18 jun

2025, 10:11 a.m. GMT-7

Nombre de archivo

2. Reporte final_AAL.pdf

Tamaño de archivo

6.1 MB

131 Páginas

29.361 Palabras

166.027 Caracteres






n

Identificador de la entrega trn:oid:::20755:468072956

27% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca.,

Fuentes principales

-  26% Fuentes de Internet
-  1% Publicaciones
-  18% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)



Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

