



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“EMPLEO DE ESTUDIOS DE MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTOS INDUSTRIALES EN LOS ÚLTIMOS 14 AÑOS: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Jhonny Ivan Dueñas Solis

Asesor:

Mg. Erick Humberto Rabanal Chávez.

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

A DIOS:

Por otorgarme la vida.

Permitir lograr mis metas.

Por guiarme por el buen camino y no dejarme tropezar.

A MI FAMILIA:

A mis padres por todo el apoyo y brindarme una buena educación.

A mi hijo por ser la principal motivación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la vida y brindarme salud, fuerzas y sabiduría para poder cumplir con mi objetivo de superación.

Agradecer a mis padres y esposa por brindarme todo su amor y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	44
CAPÍTULO III. RESULTADOS	48
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS:	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Siete herramientas de control de calidad.....	22
Tabla 2: 5 Casos para alcanzar MTM.....	28
Tabla 3: Etapas aplicadas al estudio de tiempos y movimientos.....	29
Tabla 4: Las seis grandes pérdidas de los equipos.....	31
Tabla 5: Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características.....	34
Tabla 6: Aplicación de las 5s.....	35
Tabla 7: Principios en un sistema Just-in-time (JIT).....	41
Tabla 8: Recopilación de datos principales como autores, palabras claves y años.....	46
Tabla 9: Artículos excluidos.....	47
Tabla 10: Resultado de estudios de métodos.....	48
Tabla 11: Resultado de estudio de tiempos.....	49
Tabla 12: Resultado de estudios de movimientos.....	49
Tabla 13: Resultados de la implementación del TPM.....	50
Tabla 14: Resultados de la Implementación 5s.....	51
Tabla 15: Resultados de estudio RCM.....	51
Tabla 16: Resultados Kaizen.....	52
Tabla 17: Resultado de Manufactura just-in-time.....	53
Tabla 18: Recomendaciones.....	58
Tabla 19: Recopilación de datos.....	63
Tabla 20: Recopilación de datos.....	64
Tabla 21: Recopilación de datos.....	65
Tabla 22: Recopilación de datos.....	66
Tabla 23: Recopilación de datos.....	67

Tabla 24: Recopilación de datos.....	68
Tabla 25: Recopilación de datos.....	69
Tabla 26: Recopilación de datos.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales técnicas de mejoramiento continuo usadas en Lean Manufacturing; fuente: (Arrieta Posada, 2007, pág. 141).	12
Figura 2: Tipos de cronómetros de medición de trabajo; fuente: (Kanawaty , 1996, pág. 274).	13
Figura 3: Diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa; fuente: elaboración propia (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 119).	14
Figura 4: Representación básica del diagrama de Pareto; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 124).	15
Figura 5: Ejemplificación de un diagrama de recorrido; fuente:(Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 182).	16
Figura 6: Simbología de diagrama de flujo; fuente: (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 28).	17
Figura 7: Principales suplementos u holguras; fuente: (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 381).	20
Figura 8: Funciones de la ingeniería de métodos; fuente: (Palacios Acero, 2016, pág. 18).	21
Figura 9: Las etapas de un Estudio de Métodos de Trabajo; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 177).	23
Figura 10: Esquema de Productividad; fuente: (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 40)..	24
Figura 11: Estudio del trabajo; fuente: (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 98).	25
Figura12: Técnicas de un estudio de medición del trabajo; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 186).	26
Figura 13: Movimientos básicos usados en el sistema MTM; fuente: (López Peralta, Alarcón Jiménez, & Antonio Rocha Pérez, 2014, pág. 175).	28
Figura 14: Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones; fuente: (Cuatrecasas Arbós, 2011, pág. 676).	33

Figura 15: 5 s etapas de implementación; fuente: (Socconini, 2019, pág. 131).....	36
Figura 16: Clasificación del mantenimiento; fuente: (Penkova Vassileva, 2007, pág. 671).....	38
Figura 17: Casos de aplicación AMFE; fuente: (González Sosa, Loyo Quijada, López Ontiveros, Pérez Montoya, & Cruz Hernández, 2018, pág. 212).....	40
Figura 18: Causas y técnicas Mantenimiento Productvo Total; fuente: (Lefcovich, Manufactura just-in-time, 2009, pág. 48).....	43
Figura 19: Principales Fuentes De Información Confiables; fuente: Elaboración Propia.....	45
Figura 20: Principales Fuentes y años de publicación excluidas; fuente: Elaboración Propia.....	47
figura 21: Beneficios de la implementación Lean Manufacturing; fuente (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 167).....	55
Figura 22: Motivos para implementar Lean Manufacturing; fuente: (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 167).....	56

RESUMEN

La presente revisión sistemática es una investigación aplicada al estudio del EMPLEO DE METODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LOS PROCESOS de mantenimientos INDUSTRIALES EN LOS ULTIMOS 14 AÑOS, la investigación está basada en libros, revistas académicas y artículos obtenidas de fuentes como: “Redalyc, E libro, Ebsco, EngineeringSource, Google Académico, scielo”. Mediante la revisión sistemática se observa las fuentes más relevantes en la aplicación de estudios de métodos, tiempos y movimientos empleados en el mantenimiento industrial.

El objetivo de la revisión sistemática es evidenciar como se mejoran los procesos de mantenimiento y la parte administrativa, mediante el empleo de los diferentes estudios empleando métodos y estudios de tiempos y movimientos en las actividades de reparaciones, las cuales mejoran el desarrollo de actividades en los diferentes tipos de mantenimiento, es importante identificar como las industrias se benefician empleando estos estudios para la optimización de sus procesos en los diferentes actividades que están relacionadas al mantenimientos , tanto productivos como administrativos.

Así mismo estos estudios de métodos, tiempos y movimientos de los mantenimientos realizados por las empresas ayudan a mejorar los tiempos de reparaciones, creando métodos más prácticos para realizarlos y reduciendo los tiempos a emplear obteniendo un tiempo estándar para los trabajos a ejecutar.

PALABRAS CLAVES: Implementación del mantenimiento, Estudio del trabajo, Estudio de métodos, tiempos, movimientos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día tanto las grandes y pequeñas empresas emplean estudios de métodos y movimientos para mejorar los procesos en sus reparaciones, así mismo se vuelven competitivas mejorando sus procesos, tanto administrativos como operativos. Uno de los problemas relacionados al tema de mantenimiento son los tiempos que se emplean al realizar las reparaciones, ya que todos los tiempos por cada equipo son diferentes, dependiendo demasiado de la complejidad, potencia y tamaño de cada uno de ellos , mediante el estudio de métodos, tiempos y movimientos se puede obtener grandes resultados favorables, en las diversas tareas dando como resultados una eficiencia y productividad en las diversas actividades a la que se quiera hacer el estudio.

A partir del estudio sistemático de **“empleo de métodos, tiempos y movimientos en los procesos de mantenimientos industriales**, se busca saber cómo las empresas industriales tienen beneficios al implementar estos estudios, para ello se formula la siguiente pregunta: **¿Qué se conoce del empleo de métodos, tiempos y movimientos en los procesos de mantenimientos industriales en los últimos 14 años?**

Según la revista **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia** con título; **Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial** menciona que “La mayoría de las grandes empresas, al igual que algunas PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) en menor proporción, presentan una tendencia a implementación parcial de este tipo de técnicas, destacándose las 5S, el JIT, la aplicación de normas ISO 9000 y la implementación parcial de algunos pilares del TPM. Por otro lado, la industria de la aviación es pionera en la implementación de herramientas de mantenimiento centradas en la confiabilidad (RCM), además están en la obligación de cumplir con los estándares

internacionales en materia de aeronavegación” (García Monsalve, González S, & Cortés M3, 2009, pág. 138).

Así mismo la revista **ingeniería mecánica** con título; **Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica** menciona que “El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Hoy en la práctica, en muchas empresas, los directivos del mantenimiento tienen que pensar que es un negocio invertir en mantenimiento de activos y no ver al mantenimiento como un gasto. Esta transformación que está ocurriendo en el mundo del mantenimiento ha hecho patente la necesidad de una mejora sustancial y sostenida de los resultados operacionales y financieros de las empresas, a través de la implementación de filosofías o sistemas de organización factibles a su contexto de desempeño” (Díaz Concepción, y otros, 2016, pág. 137).

También así mismo **López Peralta, Alarcón Jiménez y Antonio Rocha** en su libro **Estudio del trabajo: Una nueva visión** mencionan que “En la actualidad, la ingeniería de métodos busca mejorar los procesos y los procedimientos, la disposición de la fábrica, los talleres y el lugar de trabajo, así como el diseño del equipo, las instalaciones y las condiciones de trabajo. También busca economizar el esfuerzo humano, los materiales, el uso de máquinas y de la mano de obra. Todo esto con el objetivo de hacer más fácil y seguro el desempeño laboral. No obstante, también busca incrementar la productividad, la rentabilidad y la seguridad en la operación del sistema productivo” (López Peralta, Alarcón Jiménez, & Antonio Rocha Pérez, 2014, pág. 8).

Del mismo modo **Arrieta Posada** en la revista **Tecnura** con título **Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo**; Menciona que “Las técnicas de mejoramiento continuo usadas por el Lean Manufacturing en el mejoramiento de procesos productivos son las 5 's, los sistemas SMED, los sistemas Poka Yoke , la fábrica visual, el desarrollo de Indicadores de Gestión (IDG), el desarrollo de procesos de Value Stream Mapping (VSM) , el Control Estadístico de Calidad (SPC), los procesos Seis Sigma y el Mantenimiento Productivo Total (TPM), con sus diferentes técnicas de trabajo y el desarrollo de programas Kaizen, basados en sugerencias. Estas técnicas son aplicadas primordialmente en plantas de producción, aunque también han sido adaptadas a empresas de servicios”. (Arrieta Posada, 2007, pág. 140) . **Ver figura 1.**

Lean Manufacturing

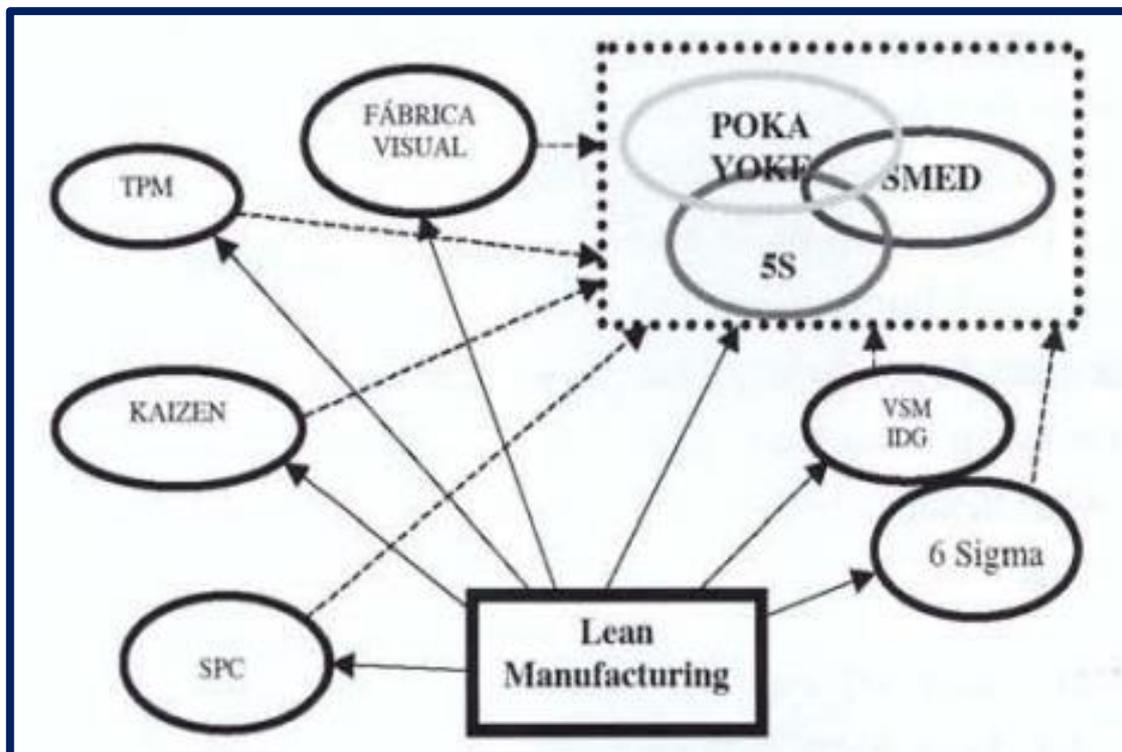


Figura 1: Principales técnicas de mejoramiento continuo usadas en Lean Manufacturing; fuente: (Arrieta Posada, 2007, pág. 141).

Bases teóricas básicas.

- **¿Qué es el estudio de métodos?**

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejora.(Kanawaty , 1996, pág. 77).

- **¿Qué es el estudio del tiempo?**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”.(Kanawaty , 1996, pág. 273). **Ver figura 2.**

Tipos de cronómetros

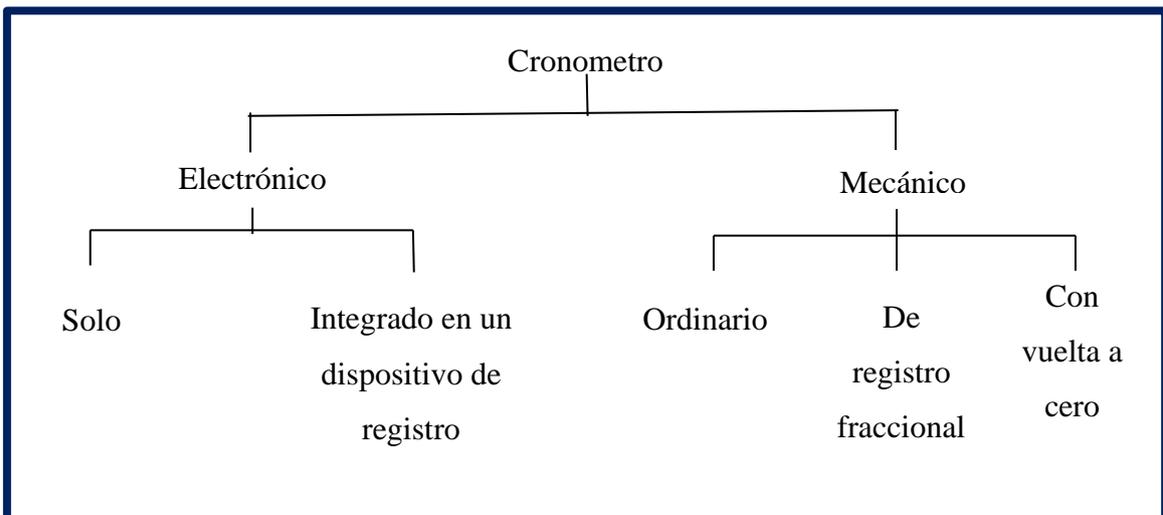


Figura 2: Tipos de cronómetros de medición de trabajo; fuente: (Kanawaty , 1996, pág. 274).

- **¿Qué es el estudio de movimientos?**

Frank Y Lilian Gilbreth fueron los fundadores de la técnica moderna de estudio de movimientos, la cual puede definirse como el estudio de movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar la operación mediante la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de los movimientos necesarios y posteriormente la determinación de la secuencia de movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia. (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 9).

- **Diagrama causa efecto.**

El diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, es reconocido como una herramienta práctica, cuyos objetivos esenciales son: La detección de soluciones a problemas, La detección de causas raíces y Las propuestas de mejora en algún proceso. El diagrama de Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 119). **Ver figura 3.**

Diagrama causa y efecto

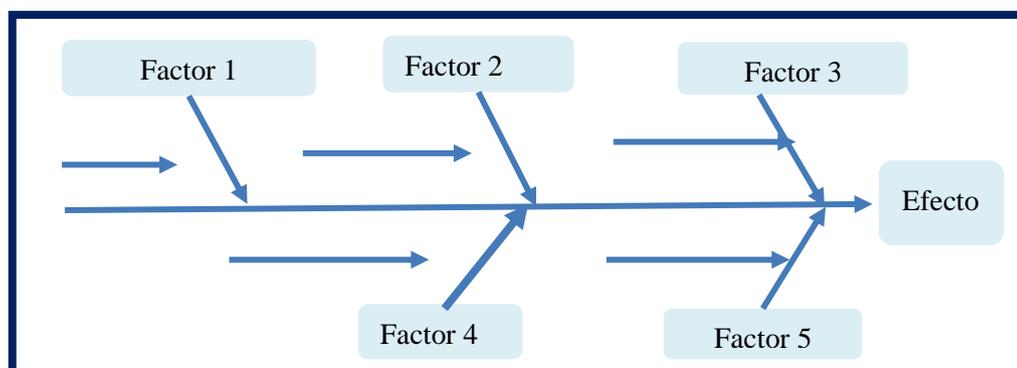


Figura 3: Diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa; fuente: elaboración propia (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 119).

- **Diagrama de Pareto.**

Es una herramienta que sirve para determinar el orden de importancia de las causas de un efecto determinado; en otras palabras, proporciona información sobre las causas más importantes que provocan un problema. El diagrama de Pareto es una gráfica de barras combinada con una curva de tipo creciente que indica el porcentaje que representan los datos graficados en las barras. A continuación, se muestra la forma básica del diagrama de Pareto en la figura. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 124). **Ver figura 4.**

Diagrama de Pareto

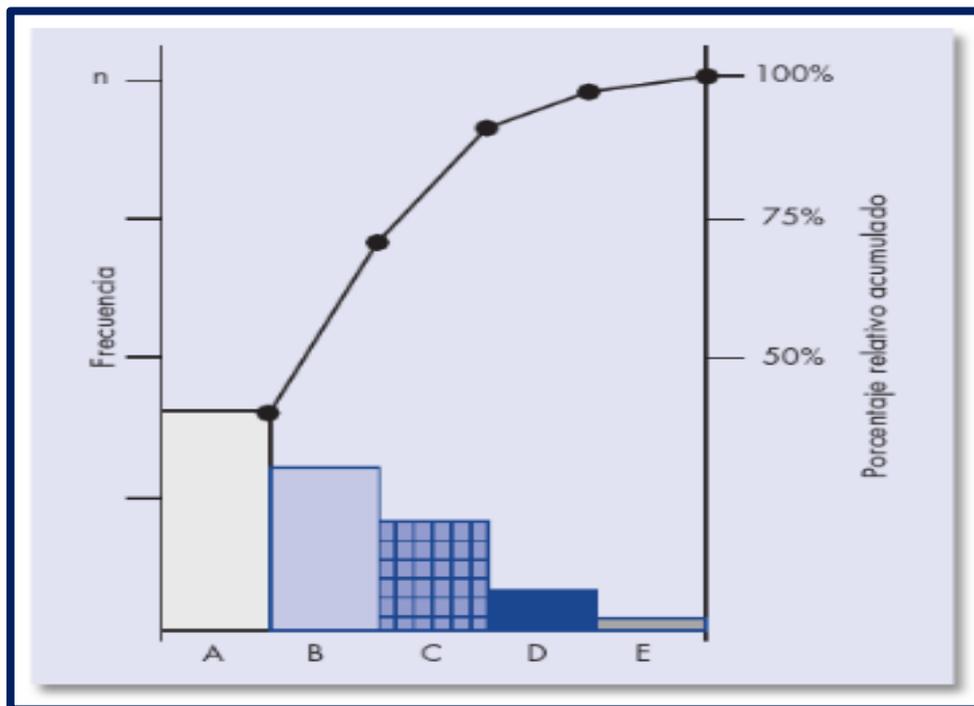


Figura 4: Representación básica del diagrama de Pareto; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 124).

- **Diagrama de recorrido**

Es complemento del cursograma analítico y permite observar, en dos dimensiones, la distribución real del área donde se ejecuta cada una de las actividades que componen el

proceso (dibujo de planta), además de los flujos y las distancias recorridas. Esta representación ayuda a visualizar posibles cambios en la distribución de las áreas (layout), maquinarias, etc., para economizar tiempos y evitar recorridos innecesarios. El diagrama debe estar a escala y, por lo general, se ocupan los planos arquitectónicos de las instalaciones para su realización; sobre éstos se dibujan directamente los símbolos de las actividades que coinciden y se detallan aquéllas contenidas en el diagrama de flujo de proceso. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 181). **Ver figura 5.**

Diagrama de recorrido.

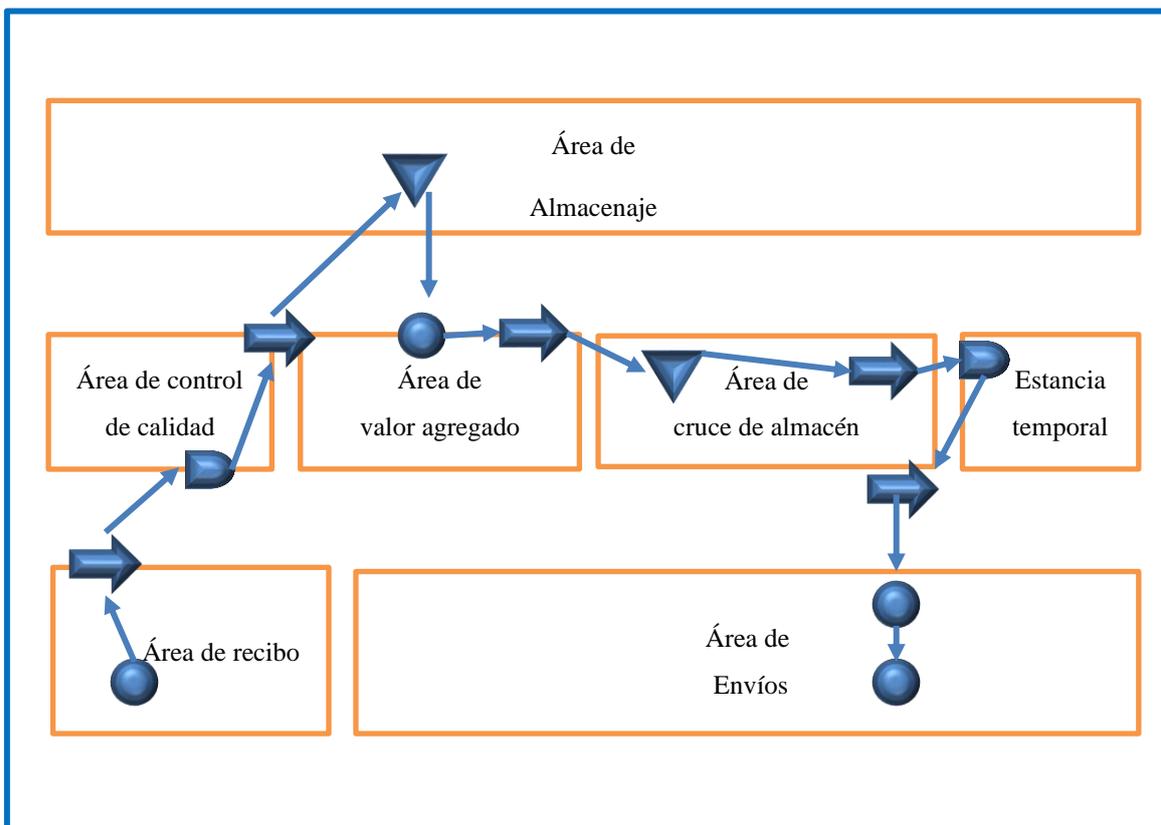


Figura 5: Ejemplificación de un diagrama de recorrido; fuente:(Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 182).

- **Diagrama de flujo del proceso.**

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos: (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 26). **Ver figura 6.**

Simbología de diagrama

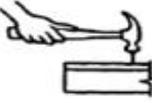
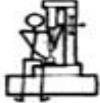
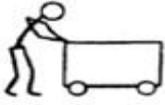
<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Figura 6: Simbología de diagrama de flujo; fuente: (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 28).

- **¿Qué es un tiempo normal?**

Un operario calificado se define como un operario completamente experimentado que trabaje en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso ni demasiado rápido ni demasiado lento, pero representativo de un paso que se puede mantener a lo largo del día. El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo. (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 343)

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

Donde **C**: es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, donde el 100 % corresponde al desempeño estándar de un operario calificado.

- **¿Qué es un tiempo estándar?**

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera, son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la adición de una holgura. Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un

operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación se llama tiempo estándar (TE) de esa operación. Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 + \text{holgura}$. (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 343).

Formula: **$TE = TN \cdot (1 + \text{holgura})$**

Un enfoque alternativo consiste en formular las holguras como una fracción del día de trabajo total, como el tiempo de producción real podría no conocerse. En ese caso, la expresión para el tiempo estándar es:

Formula: **$TE = TN / (1 - \text{holgura})$**

- **Suplementos u holguras.**

Después de haber usado las calificaciones para ajustar los tiempos observados, es necesario agregar holguras para tomar en cuenta las demoras e interrupciones. Las holguras típicas usadas en la industria son 5% para necesidades personales, 4% para fatiga básica y cantidades adicionales para la fatiga variable. Se proporcionan algunas guías para asignar holguras por fatiga variable de una manera más cuantitativa de la forma en que se ha hecho hasta ahora. Estas guías son especialmente adecuadas para posiciones anormales, uso de fuerza, condiciones atmosféricas y otras circunstancias del entorno de trabajo. (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 380). **Ver figura 7.**

Tabla de holguras

Holguras constantes	
Necesidades personales	5
Fatiga básica	4
Holguras de descanso variables	
Holguras por postura	
Parado	2
Incómodo (fexionado, acostado, en cuclillas)	10
Niveles de iluminación	
Un nivel (una subcategoría de IES) abajo de lo recomendado	1
Dos niveles abajo de lo recomendado	3
Tres niveles (categoría IES completa) abajo de lo recomendado	5
Esfuerzo visual (atención estrecha)	
Trabajo fino	2
Trabajo muy fino	5
Esfuerzo mental	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+2
Monotonía	
Primera hora	2
Segunda hora	4
Cada hora sucesiva	+2
Uso de fuerza o energía muscular	
Levantamiento poco frecuente, sostenimiento estático extendido (<1 levantamiento cada 5 min)	$HD = 1800 \times (t/T)^{1.4} \times (fF - 0.15)^{0.5}$, donde $T = 1.2/(fF - 0.15)^{0.618} - 1.21$
Levantamientos frecuentes (>1 levantamiento cada 5 minutos)	Levantamientos frecuentes (>1 levantamiento cada 5 minutos)
Actividades de todo el cuerpo	$HD = (\Delta FC/40 - 1) \times 100$ o $HD = (\Delta W/4 - 1) \times 100$
Condiciones atmosféricas	$HD = \exp(-41.5 + 0.0161W + 0.497 TGBH)$
Nivel de ruido	$A = 100 \times (D - 1)$, donde $D = C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots$
Repetitividad (tedio)	Usar análisis de riesgo de CTD y mantener índice
Estándar no establecido aún	de riesgo < 1.0

Figura 7: Principales suplementos u holguras; fuente: (Niebel & Freivalds , 2009, pág. 381).

Principales fuentes de investigación.

- **Estudio de metodos.**

Palacios Acero en su libro **Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos** da mencionar que : “La importancia de la ingeniería de métodos radica en el desempeño efectivo del personal en cualquier tarea, ya que el costo de contratar, capacitar y entrenar a una persona es cada vez más alto. Es evidente que el ser humano es y será, por mucho tiempo, una parte importantísima del proceso de producción en cualquier tipo de planta; pero también es cierto que su óptimo aprovechamiento dependerá del grado de utilización de su inteligencia, de su potencial de ingenio y creatividad”. (Palacios Acero, 2016, pág. 17). **Ver figura 8.**

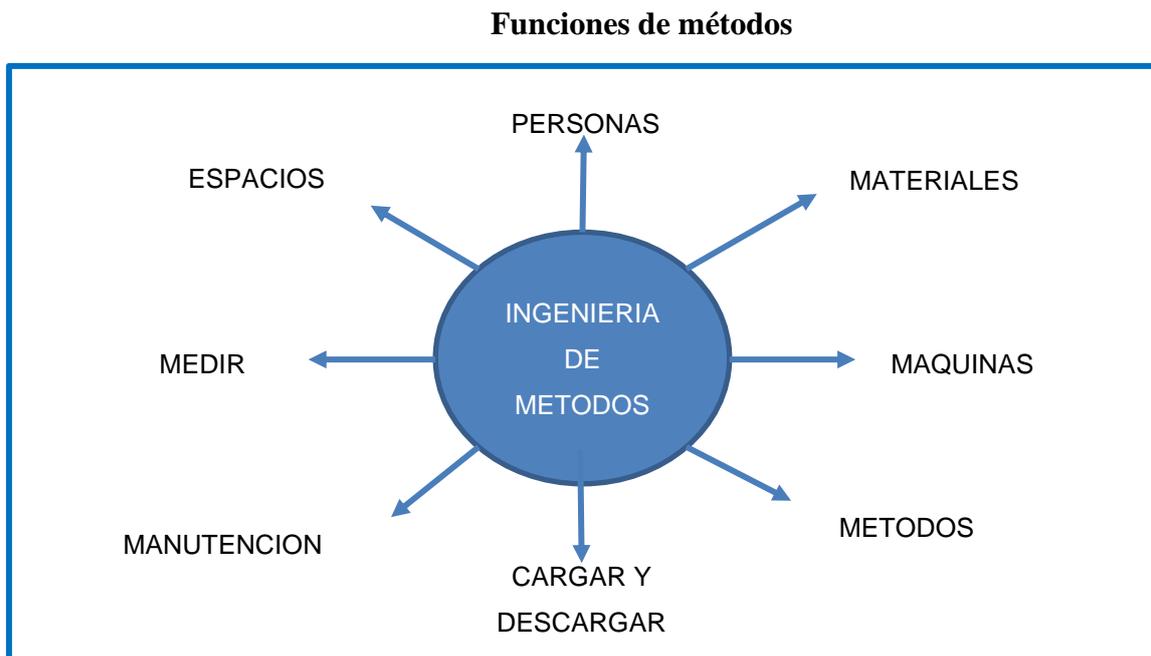


Figura 8: Funciones de la ingeniería de métodos; fuente: (Palacios Acero, 2016, pág. 18).

Así mismo **González Zúñiga** en su libro **Introducción a la Ingeniería Industria** menciona que “En su mayor parte, el objetivo primordial al aplicar la ingeniería de métodos/simplificación del trabajo es reducir el tiempo que toma llevar a cabo una tarea. Por

supuesto, con frecuencia surgen otros beneficios de la aplicación de esta técnica. Tales beneficios son la eliminación de componentes innecesarios, la reducción en el consumo de energía, la reducción de costos de capital y la reducción del insumo de otros gastos”. (González Zúñiga, 2014, pág. 61).

Mediante el artículo de la **revista Dimensión Empresarial** con título **La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión**, menciona que “Actualmente la mayoría de las organizaciones se preocupan por adoptar estrategias de mejora de procesos como la calidad y el mejoramiento continuo, y el aprovechamiento de sus beneficios en la optimización de recursos les permite a dichas organizaciones alcanzar sus metas; además, el aumento de la competencia mundial en fabricación también lleva a muchas organizaciones a buscar maneras de obtener ventajas con respecto a costos, calidad y tiempo de entrega”. (Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016, pág. 128). **Ver tabla 1.**

Tabla 1: Siete herramientas de control de calidad.

Item	Herramientas de control de calidad
1	Cause-and effect diagram.
2	Flowchart.
3	Checklist.
4	Control chart.
5	Scatter diagram.
6	Pareto chart.
7	Histogram.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016, pág. 135).

Según **Baca Urbina** en su libro **Introducción a la Ingeniería Industrial** describe que “El estudio de métodos (EM), también conocido como análisis de métodos, se centra en

determinar cómo se realiza un trabajo, considerando que las tareas o actividades pueden ser realizadas por un solo operario o por un grupo de ellos, utilizando herramientas, equipo o maquinaria. El EM se puede definir como el registro y el examen crítico sistemático que se efectúa a las maneras de realizar actividades, con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados y la calidad de los productos y/o servicios resultados de su trabajo. Un EM se conforma de seis etapas, según lo muestra la figura”. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 176). **Ver figura 9.**

Etapas de un estudio de métodos

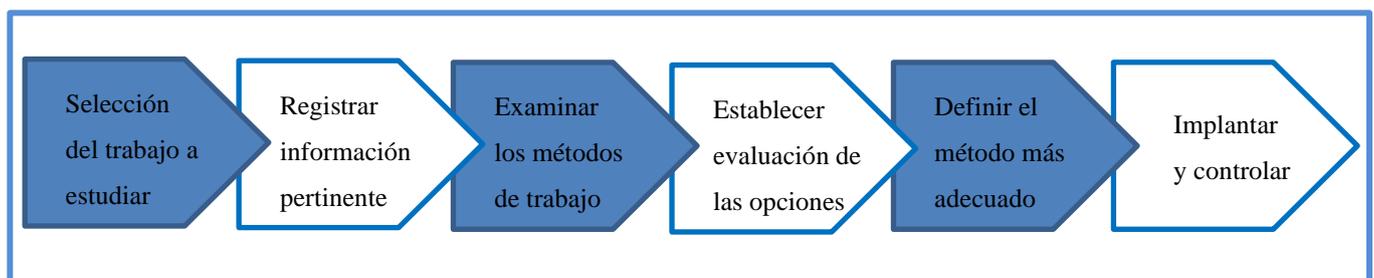


Figura 9: Las etapas de un Estudio de Métodos de Trabajo; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 177).

- **Estudio de tiempos.**

Pérez Rodríguez menciona en su libro **Herramientas de Medida de la Productividad** “que la herramienta fundamental para conseguir aumentar la productividad es la utilización de métodos de trabajo adecuados, el estudio de tiempos o lo que se conoce también como medición del trabajo, y un sistema de pagos de salarios. Debemos entender que cada uno de los aspectos que componen un negocio, finanzas, costos, mantenimiento, ventas, producción, administración e ingeniería, son sectores adecuados para la aplicación de estos métodos. Las empresas que tienen un personal altamente cualificado, encargado de desarrollar técnicas de métodos, de estudio de tiempos y fijación de salarios,

incuestionablemente tendrán una mayor preparación para enfrentarse a la competencia y para trabajar con mayores utilidades”. (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 39). **Ver figura 10.**

Esquema de productividad

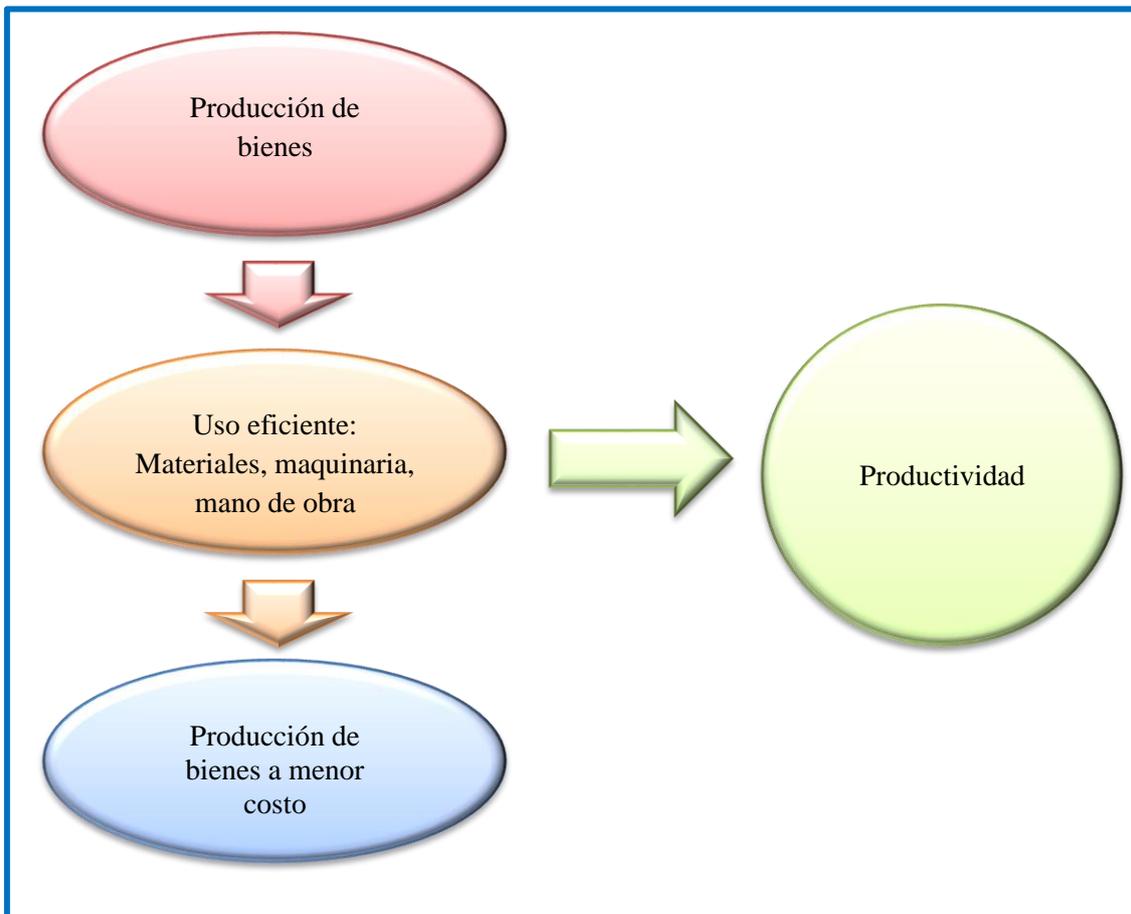


Figura 10: Esquema de Productividad; fuente: (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 40).

Así mismo menciona que “El estudio de trabajo pretende aumentar la productividad disminuyendo o eliminando el tiempo suplementario y el improductivo, mediante el diseño de procesos productivos más eficaces que optimicen el uso de materiales, máquinas y mano de obra, optimizando la distribución en planta, proporcionando la cadena de producción con el fin de eliminar cuellos de botella (cadena de producción más lento que otras), mejorar la motivación de los trabajadores para reducir la ausencia en el trabajo y los descuidos

(disminución de accidentes). Consecuentemente, el estudio del trabajo tiene otros objetivos como son: El incremento positivo de la calidad de los productos y la seguridad en el trabajo, la optimización de los sistemas productivos y la satisfacción de los trabajadores”. (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 98). **Ver figura 11.**

Objetivo del estudio de trabajo

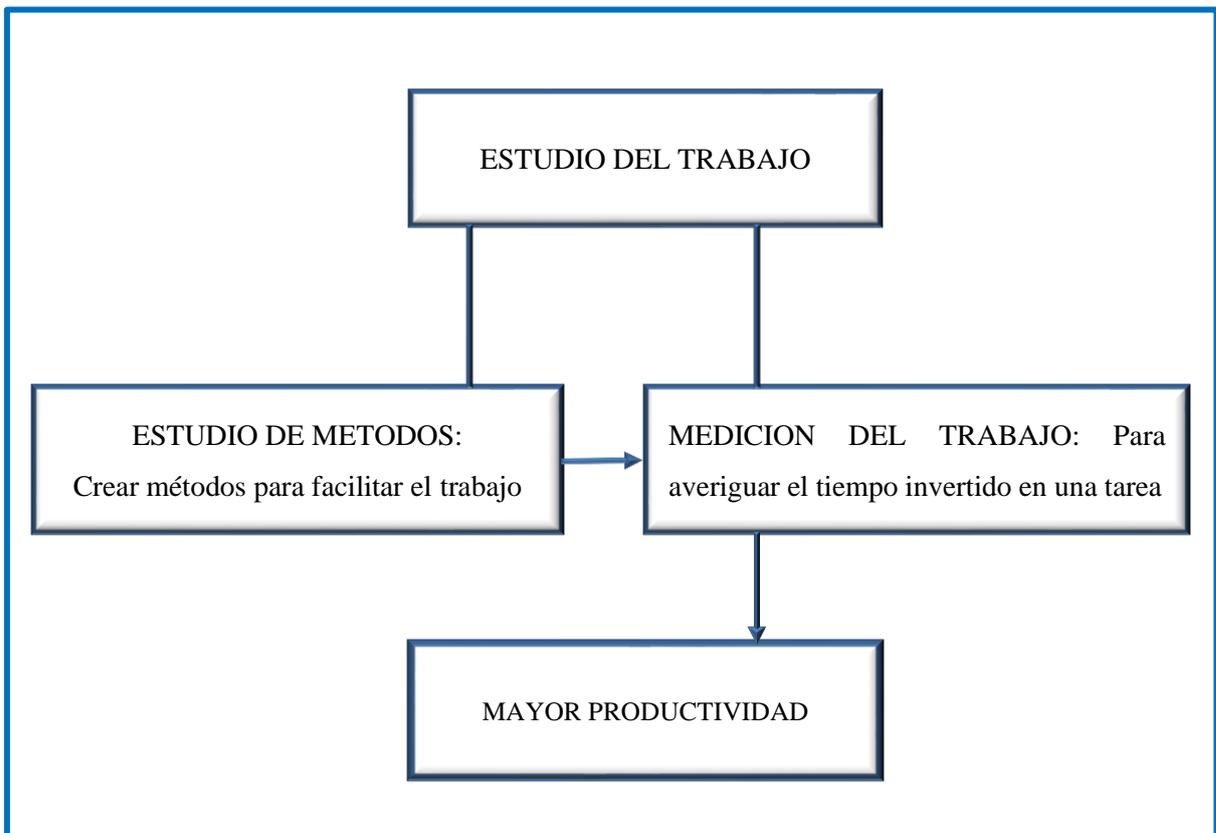


Figura 11: Estudio del trabajo; fuente: (Pérez Rodríguez, 2013, pág. 98).

Según los autores **Baca Urbina, y otros** en su libro **Introducción a la Ingeniería Industrial** mencionan que “Según la OIT, la medición del trabajo (MT) se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus tareas comparándolas contra estándares preestablecidos. La medición de cada uno de los elementos del trabajo se puede efectuar con distintas técnicas,

las más comunes empleadas por el estudio de MT se presentan en la figura”. (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 186). **Ver figura 12.**

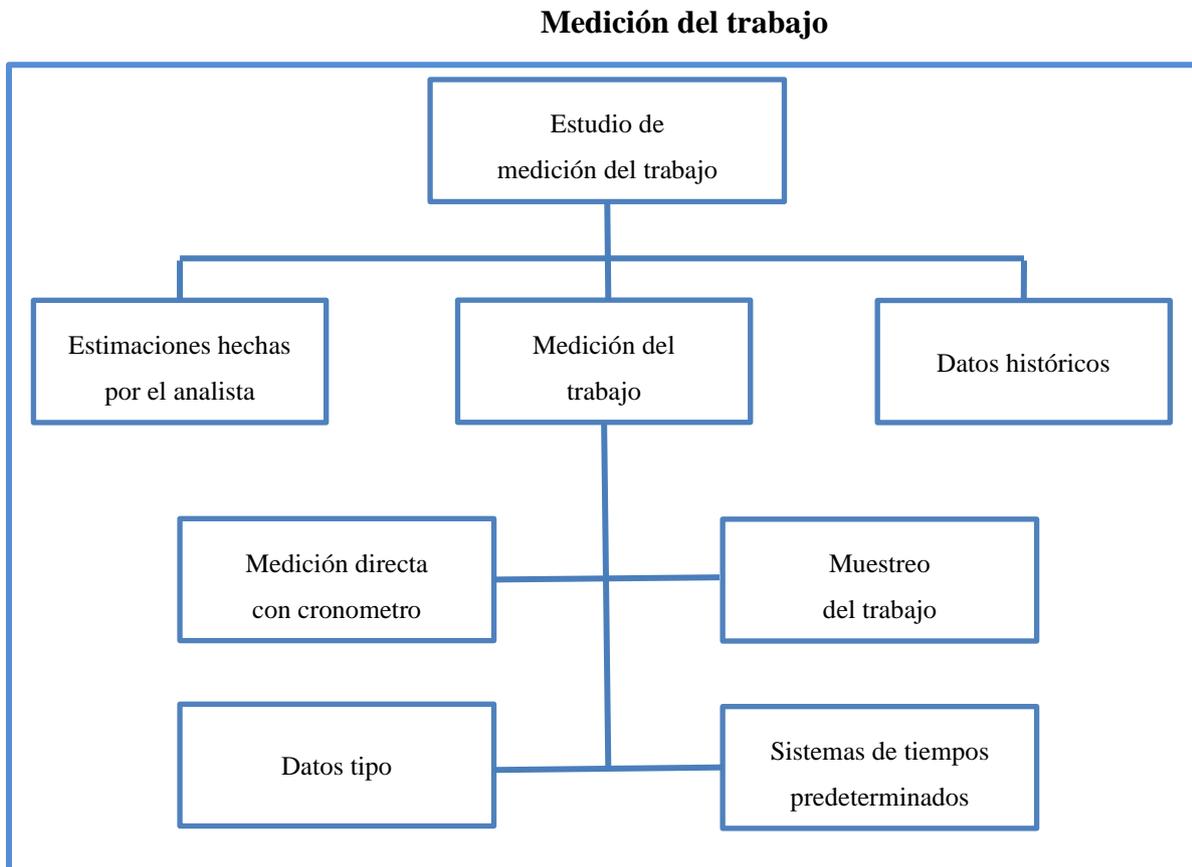


Figura12: Técnicas de un estudio de medición del trabajo; fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014, pág. 186).

- **Estudio de movimientos**

Mediante el artículo de **LA REVISTA CIENTÍFICA EPIGMALIÓN** con título **Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio** menciona que “Los estudios de movimientos ofrecen gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana. Podemos ahorrar el costo total de un elemento de trabajo eliminándolo. Podemos reorganizar los elementos de una tarea para facilitarla. También podemos simplificar la tarea poniendo componentes y herramientas cerca de su punto de uso, colocando de antemano componentes y herramientas, prestando ayuda

mecánica o reduciendo los elementos del trabajo de modo que consuman menos tiempo; incluso podemos pedir que se vuelva a diseñar un componente para facilitar su producción”. (Montero Villanes, y otros, 2018, pág. 77).

Según los estudios realizados por **Andrade, Del Río, & Alvear**, mencionan que “el objeto de un estudio de movimientos es eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar la productividad, seguridad, y calidad de la producción. Un estudio de tiempos consiste en la determinación del tiempo que requiere completar un proceso, actividad, tarea o paso específico (Salvendy, 2001). Estos dos elementos, un estudio de tiempos y un estudio de movimientos, forman parte de un estudio de trabajo”. (Andrade, Del Río, & Alvear, 2019, pág. 84).

A si mismo **López Peralta, Alarcón Jiménez, y Antonio Rocha Pérez** en su libro **estudio del trabajo** mencionan que “Los Métodos de medición de tiempo Methods Time Measurement (MTM) se define como la medición del tiempo de los métodos; es un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método con base en los movimientos básicos requeridos para desarrollarlo, y que asigna a cada movimiento un estándar de tiempo predeterminado el cual es determinado por la naturaleza del movimiento y de las condiciones bajo las cuales se realiza. Muchos de los movimientos básicos usados en el sistema MTM se distinguen unos de otros por el nivel de control que el operador tiene que ejercer al ejecutarlos. Esto es así especialmente en los casos de alcanzar y mover”. (López Peralta, Alarcón Jiménez, & Antonio Rocha Pérez, 2014, pág. 175). Ver figura 13.

Métodos de medición de tiempo Methods Time Measurement (MTM)

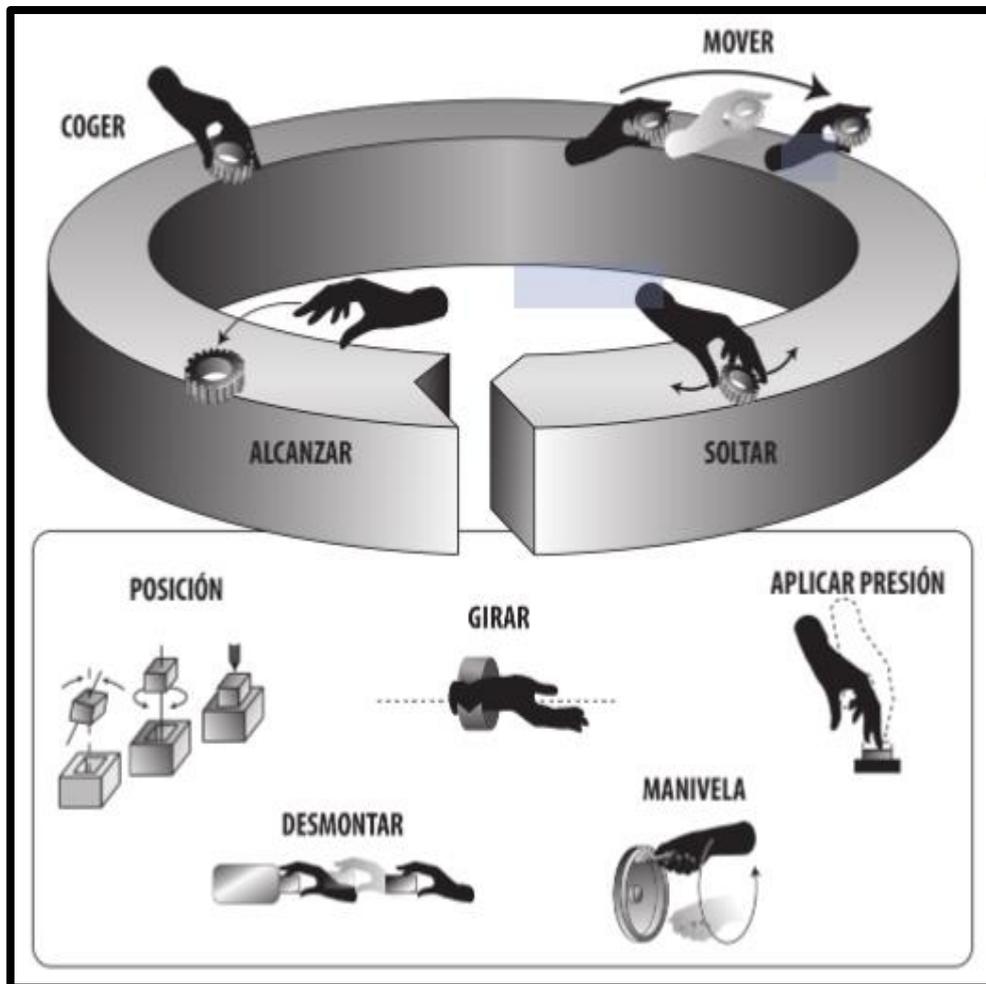


Figura 13: Movimientos básicos usados en el sistema MTM; fuente: (López Peralta, Alarcón Jiménez, & Antonio Rocha Pérez, 2014, pág. 175).

Maria Chacon & Carlos Cordero mencionan que la **Medición de tiempos y métodos (MTM)** “Da valores de tiempo para los movimientos fundamentales, el sistema MTM es un procedimiento que analiza un método o una operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización; un análisis posterior indicó que había cinco casos distintos de alcanzar”. (Chacon & Cordero, 2009, pág. 7). **Ver Tabla 2.**

Tabla 2: 5 Casos para alcanzar MTM.

Ítem	Casos para alcanzar MTM
1	Un objeto en una situación fija sobre el que descansa la otra mano.
2	Alcanzar un objeto en una localización que pueda variar de ciclo en ciclo.
3	Alcanzar un objeto mezclado con otros objetos de modo que ocurra la búsqueda y la selección.
4	Alcanzar un objeto muy pequeño.
5	Un sitio indefinido para colocar la mano en una posición para el equilibrio del cuerpo.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (Chacon & Cordero, 2009, pág. 7).

Escalona Moreno define que el “ESTUDIO DE TIEMPOS se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario, así mismo el ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra”. (Escalona Moreno, 2009, pág. 8). **Ver Tabla 3.**

Tabla 3: Etapas aplicadas al estudio de tiempos y movimientos.

Etapa	Desarrollo
Seleccionar	El trabajo o proceso a estudiar.
Registrar	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
Examinar	Los hecho registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados.
Establecer	El método más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
Evaluar	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
Definir	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
Implantar	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado.
Controlar	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (Escalona Moreno, 2009, pág. 9).

- **Implementacion del TPM.**

Segun **León Lefcovich** en su publicación **Kaizen: la mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos** menciona que el “TPM se concentra en el mejoramiento de la calidad de los equipos. TPM trata de maximizar la eficiencia de los equipos a través de un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra la vida del equipo. Mediante el TPM se trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas. Para ello se centra en unos objetivos y aplica los medios adecuados. Los objetivos son lo que se denomina las seis grandes pérdidas. Todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo”. (León Lefcovich, 2009, pág. 13). **Ver Tabla 4.**

Tabla 4: Las seis grandes pérdidas de los equipos.

Ítem	Las seis grandes pérdidas
1	Averías.
2	Tiempos de preparación y ajuste de los equipos. Pérdidas de velocidad del proceso.
3	Funcionamiento a velocidad reducida.
4	Tiempo en vacío y paradas cortas Productos y procesos defectuosos.
5	Defectos de calidad y repetición de trabajos.
6	Puesta en marcha.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (León Lefcovich, 2009, pág. 14).

Así mismo **Lefcovich** en la publicación **TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial** menciona que “Un mejor mantenimiento implica no sólo reducir los costes de reparaciones y los costes por improductividades debidos a tiempos ociosos, sino también elimina la necesidad de contar con inventarios de productos en proceso y terminados destinados a servir de “colchón” ante las averías producidas. Al mejorar los servicios a los clientes y consumidores reduce la rotación de estos y reduce el coste de obtención de nuevos clientes, facilitando las ventas de bienes y servicios con carácter repetitivo. Por supuesto que un mejor mantenimiento alarga la vida útil del equipo, como así también permite un mejor precio de reventa”. (Lefcovich, 2009, pág. 14).

Mediante el artículo publicado en la **Revista Venezolana de Gerencia** con título **Gestión de mantenimiento en pymes industriales** “Existen diferentes metodologías para abordar la gestión de mantenimiento, entre ella destacan el mantenimiento centrado en la confiabilidad, RCM por sus siglas en inglés (Reliability Centered Maintenance o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) y el mantenimiento productivo total, TPM por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total)”. (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013, pág. 88).

Cuatrecasas Arbós menciona en su libro **Gestión del mantenimiento de los equipos productivos** “El objetivo de un sistema productivo eficiente desde el punto de vista de los equipos es el de conseguir que éstos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible. Para ello es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos, lo que es un objetivo

fundamental del TPM. Los principales factores que impiden lograr maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis grandes grupos y son conocidos como las «seis grandes pérdidas». Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas que pueden representar en el rendimiento de un sistema productivo, con intervención directa o indirecta de los equipos de producción”. (Cuatrecasas Arbós, 2011, pág. 676). **Ver figura 14, Ver Tabla 5.**

Las Seis Grandes Pérdidas

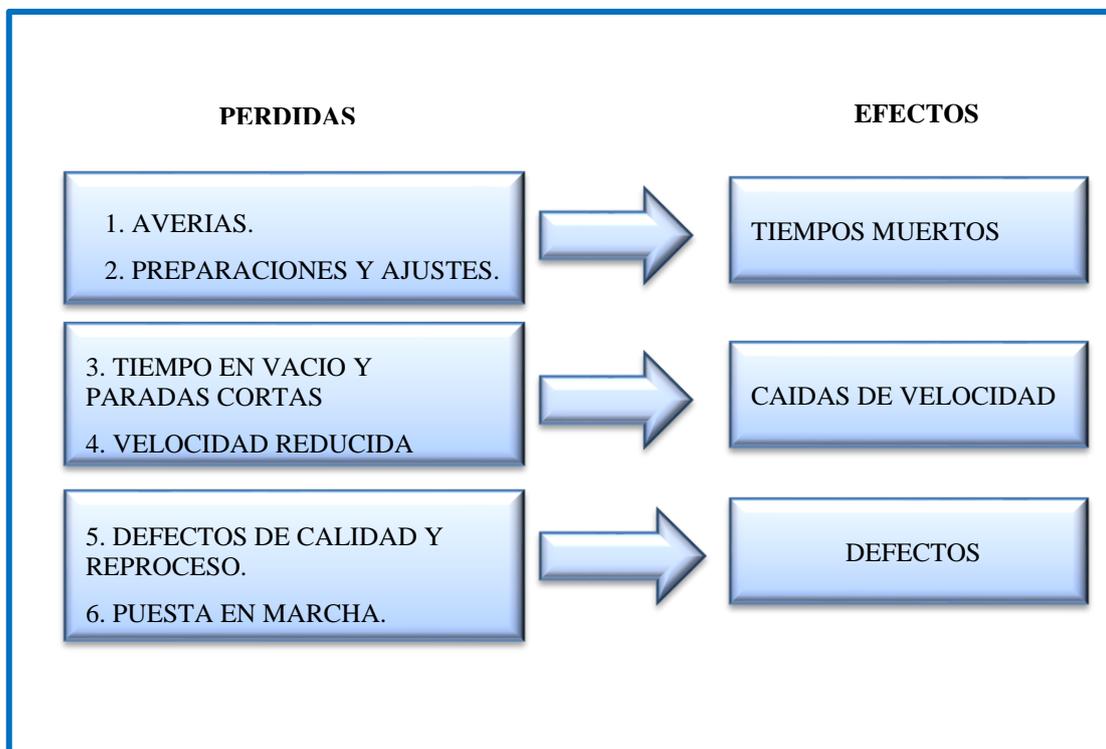


Figura 14: Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones; fuente: (Cuatrecasas Arbós, 2011, pág. 676).

Tabla 5: Clasificación de las seis grandes pérdidas y sus características.

Tipo	Perdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío.	1. Averías.	Tiempo de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos.	Eliminar.
	2. Tiempos de reparación y ajustes de los equipos.	Tiempo de paro del proceso por preparación de máquina o útiles necesarios para su puesta en marcha.	Reducir al máximo.
Perdidas de velocidad del proceso.	3. Funcionamiento a velocidad reducida.	Diferencia entre la velocidad actual y la de diseño de equipo. Mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño.
	4. Tiempo en vacíos y paradas cortas.	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar.
Productos o procesos defectuosos.	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos.	Productos con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancias.
	6. Puesta en marcha.	Perdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Minimizar según técnica.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (Cuatrecasas Arbós, 2011, pág. 677).

- **Las 5 S.**

Según **Socconini & Reato** en su libro **Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas** describen que las 5s se aplican “Cuando se necesita reducir los tiempos de ciclo, aprovechar al máximo el tiempo disponible para producir y reducir el tiempo destinado a cambiar las herramientas. También es útil cuando se implementan nuevos sistemas en la gestión del flujo de valor, como la norma ISO 9000, el control de procesos estadísticos, el sistema Six Sigma o bien la fabricación Lean, ya que todos dependen en gran medida de la disciplina de las personas que participan. Esta disciplina es muy poderosa ya que puede aplicarse en todas las áreas de la vida”. (Socconini & Reato, 2019, pág. 121). **Ver tabla 6.**

Tabla 6: Aplicación de las 5s.

ITEM	AREAS
1	Almacen.
2	Areas de produccion.
3	Arteas de uso comun.
4	Oficinas.
5	Talleres.
6	Vehiculos.
7	La casa propia.

Nota: Elaboración de tabla ; fuente: (Socconini & Reato, 2019, pág. 121).

Socconini en su libro **Lean manufacturing: Paso a paso** menciona que “Las 5 S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando

cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo. Se dice que si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5 S cualquier otro sistema de mejora de los procesos está destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, solo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en estas cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología y mayor inversión. Un programa de 5 S se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas”.

(Socconini, 2019, pág. 131). **Ver figura 15.**

Etapas de implementación.

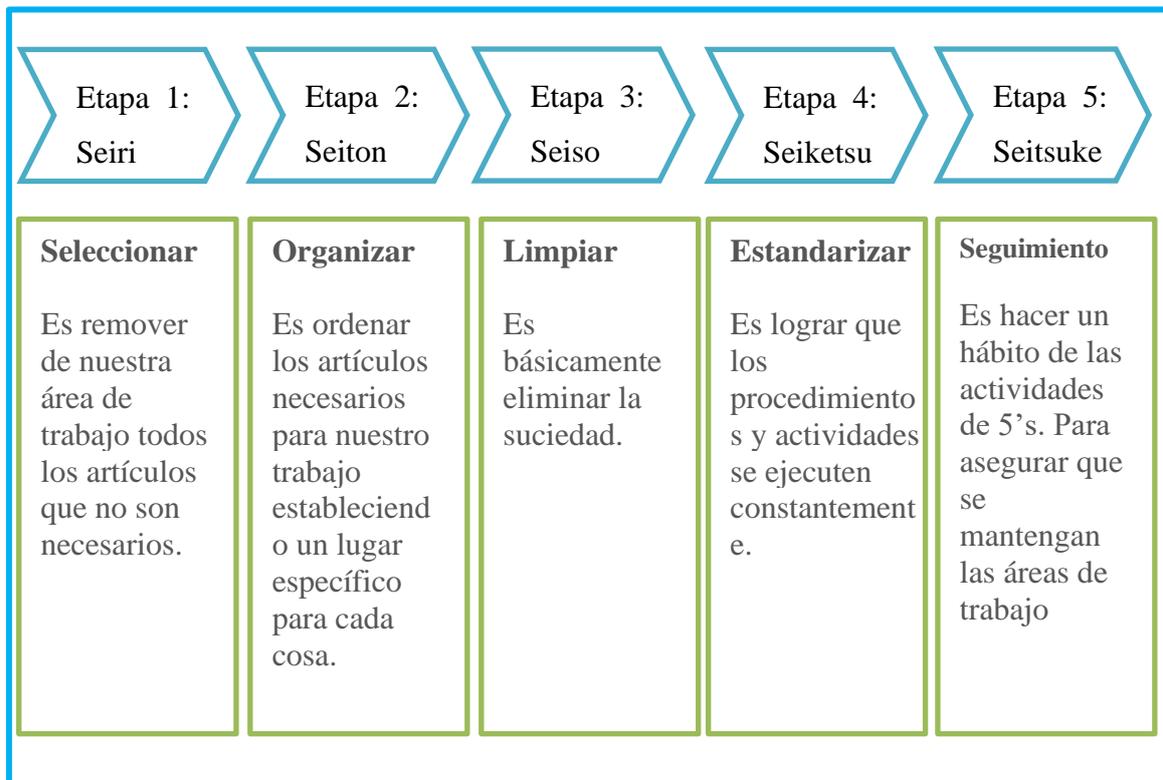


Figura 15: 5 s etapas de implementación; fuente: (Socconini, 2019, pág. 131).

Mediante el artículo de la revista **Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias** con título **Programa 5S’s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo** “La metodología de las 5S se enfoca en una organización de puestos y lugares de trabajo eficientes y metodologías de trabajo estandarizadas. Favorece la visualización de anomalías y facilita la eliminación de actividades que no agregan valor (MUDA), mejorando la calidad, la productividad y la seguridad laboral”. (Piñero, Vivas Vivas, & Flores de Valga , 2018, pág. 106).

- **Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM.**

En el artículo de la revista **Ingeniería Mecánica** con título **Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica** menciona que “El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Reliability Centered Maintenance, RCM, es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, aplicable a cualquier tipo de instalación industrial y muy útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo. Es un procedimiento estructurado para determinar la política de mantenimiento más adecuada para cada activo físico de una planta industrial, atendiendo a su contexto operacional. Se usa para saber lo que debe hacerse para asegurar que un activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, basado en garantizar la seguridad y minimizar el riesgo al entorno y las vidas humanas, el impacto al medio ambiente, a la afectación a la producción, así como la disminución de los costos de operación y mantenimiento”. (Díaz Concepción, y otros, 2016, pág. 137).

Penkova Vassileva menciona en la revista **Ciencia y Sociedad** con título **Mantenimiento y análisis de vibraciones** que “Actualmente existen dos metodologías de gestión de mantenimiento que permiten alcanzar un rápido proceso de optimización industrial: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – RCM (Reliability Centered Maintenance) para optimizar la implementación del mantenimiento preventivo basado en mejoramiento de la confiabilidad operacional de los equipos y a la vez minimizando el costo de mantenimiento implicado y Mantenimiento Productivo Total – TPM (Total Productive Maintenance) para lograr un mejoramiento permanente de la productividad industrial. Ambas formas comparten el objetivo fundamental: obtener máxima efectividad del equipo estableciendo un programa del mantenimiento preventivo, basada en la vida útil del equipo e implementarla involucrando todos los departamentos y empleados responsables. La diferencia entre las dos metodologías es que TPM establece que debe hacerse para alcanzar este objetivo y RCM establece como mejorar la forma en que se realizan algunas de las cosas que deben hacerse según TPM”. (Penkova Vassileva, 2007, pág. 670). **Ver figura 16.**

Tipos de mantenimiento

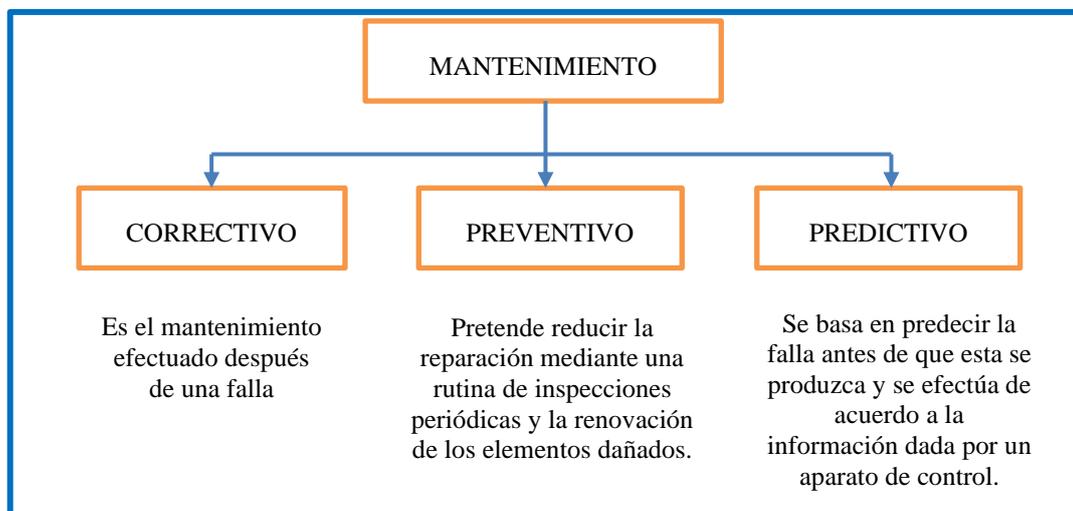


Figura 16: Clasificación del mantenimiento; fuente: (Penkova Vassileva, 2007, pág. 671).

- **Filosofía del kaizen.**

Según **50Minutos** en **La filosofía del Kaizen: Pequeños cambios con grandes consecuencias** mencionan que “El Kaizen permite mejorar las condiciones de trabajo de los obreros y de los empleados optimizando principalmente su entorno profesional. Se trata de una aplicación en estrecha relación con las precedentes, puesto que los cambios relativos a los puestos de trabajo influyen y mejoran a menudo la productividad y/o la calidad. Además, trabajar en este sentido permite en particular motivar al máximo a los equipos y reducir los riesgos de accidente. El método de las 5S, que también proviene del toyotismo, responde a esta preocupación, puesto que puede aplicarse directamente en el lugar de trabajo de los empleados y obreros: seiri («intentar»), seiton («guardar»), seiso («limpiar»), seiketsu («ordenar») y shitsuke («ser riguroso»)”. (50Minutos.es, 2016, pág. 8).

Así mismo **Alvarado Ramírez y Pumisacho Álvaro** en el artículo de la revista **Intangible Capital**, con título **Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio** menciona que “El Kaizen se orienta a las personas, al mejoramiento de procesos y, a la satisfacción de clientes (Wittenberg, 1994; Oropesa, García, Maldonado & Martínez, 2016) logrando en consecuencia beneficios cualitativos, cuantitativos económicos y humanos, que se ven reflejados en rendimientos y relaciones de clientes a través del ahorro de costos, reducción de tiempos de espera y de ciclos, mejora de la calidad, así como en la disminución de los accidentes de trabajo, todo esto gracias al desarrollo del recurso humano de la organización (Prajogo & Sohal, 2004; Alukal & Manos, 2006; García et al., 2010)”. (Alvarado Ramírez & Pumisacho Álvaro, 2017, pág. 484).

Así mismo la **Revista Ingeniería Industrial** mencionan que el “Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMFE): tiene como objetivo analizar los problemas potenciales que se consideran y abordan a través de procesos de desarrollo del producto, considerando que es una metodología analítica (Napoles-Villa, 2016, García, 2012)”. (González Sosa, Loyo Quijada, López Ontiveros, Pérez Montoya, & Cruz Hernández, 2018, pág. 212). **Ver figura 17.**

Aplicación AMFE

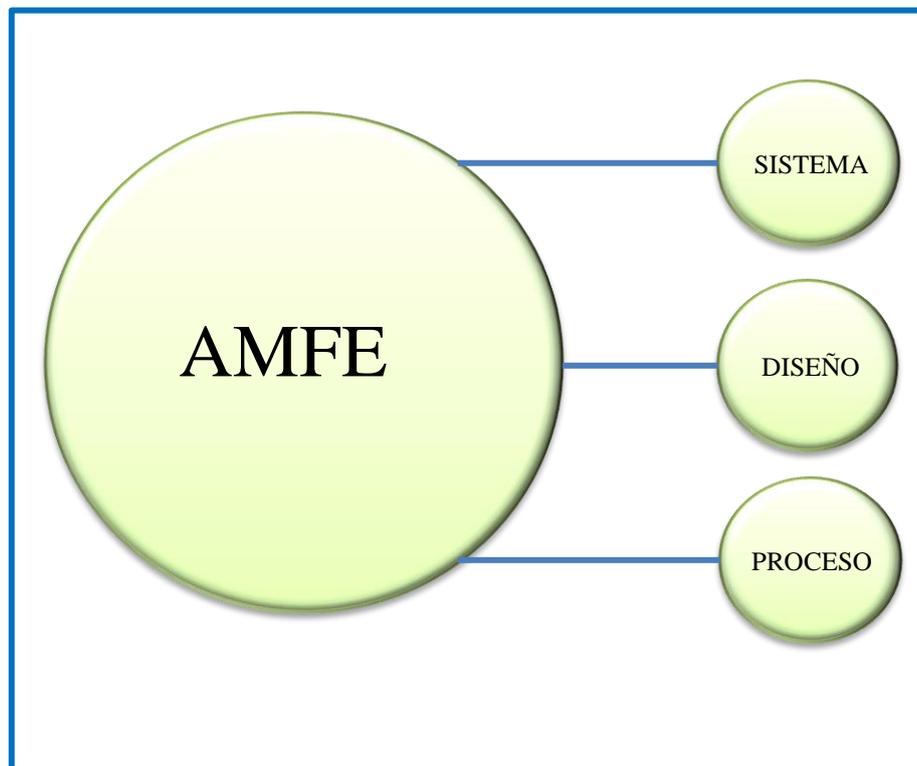


Figura 17: Casos de aplicación AMFE; fuente: (González Sosa, Loyo Quijada, López Ontiveros, Pérez Montoya, & Cruz Hernández, 2018, pág. 212).

- ***Just-In-Time (Jit).***

Según el artículo de la **revista ingeniería industrial** mencionan que “*Just-in-time (JIT)* un sistema que se orienta a eliminar las actividades que no agregan valor convirtiéndose en un sistema ágil y flexible que da énfasis a pedidos de los clientes. Esta estrategia plantea que el manejo de inventarios tienda a cero, entrega de suministros de materia prima oportuna Chopra (2015). Se disminuyen tiempos de arranque de maquinaria, manejo de soporte de ingeniería y calidad en el producto, generando mayor productividad propia de empresas manufactureras modernas manteniendo como principios”. (Miño Cascante, Moyano Alulema, & Santillán Mariño, 219, pág. 111). **Ver tabla 7.**

Tabla 7: Principios en un sistema Just-in-time (JIT).

Ítem	Principios
1	Estudiar y actuar ante las principales causas de los problemas.
2	Eliminar despilfarros.
3	Simplicidad en los trabajos.
4	Crear sistemas para identificar problemas.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (Miño Cascante, Moyano Alulema, & Santillán Mariño, 219, pág. 111).

También menciona que “de igual forma por ser una Empresa sensible en cuanto al tipo de producto también ha incursionado en el Lean Manufacturing (en español es producción ajustada). Es decir, eliminando los desperdicios utilizando herramientas como las 5 S, SMED (Single Minute Exchange of Die), tiempos de preparación de maquinaria,

TPM (Mantenimiento Productivo Total), Sistema de gestión de la calidad, Kaizen, Jidoka dentro de un sistema de mejora continua. Según Velasco y Campinslean manufacturing es: “un flujo continuo con un mínimo de muda, menor lead time, procesos Pull, sincronización en toda la producción, alta calidad, obteniendo el menor costo y con gran flexibilidad lo que el cliente quiere en cantidad, calidad y plazo. Esto es útil para mejorar los procesos productivos eliminando desperdicios de tiempos en el ciclo de la producción en la empresa, independiente del tamaño que tenga”. (Miño Cascante, Moyano Alulema, & Santillán Mariño, 219, pág. 111).

Según **Lefcovich** menciona en su libro que en un sistema Just-in-Time, “el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Es el uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra, equipos, tiempo, espacio, energía). Pueden ser despilfarros el exceso de existencias, los plazos de preparación, la inspección, el movimiento de materiales, las transacciones o los rechazos. En esencia, cualquier recurso que no intervenga activamente en un proceso que añada valor se encuentra en estado de despilfarros (muda en japonés)”. (Lefcovich, Manufactura just-in-time, 2009, pág. 8).

Así mismo **Lefcovich** en **Manufactura just-in-time** describe que “Algo vital tanto para mejorar la calidad, como para reducir los inventarios y disminuir los tiempos ociosos tanto de máquinas como de personal, es instaurar los sistemas de Tiempos Cortos de Preparación (SMED) y el Mantenimiento Productivo Total”. (Lefcovich, Manufactura just-in-time, 2009, pág. 48). **Ver Figura 17.**

Causas y técnicas

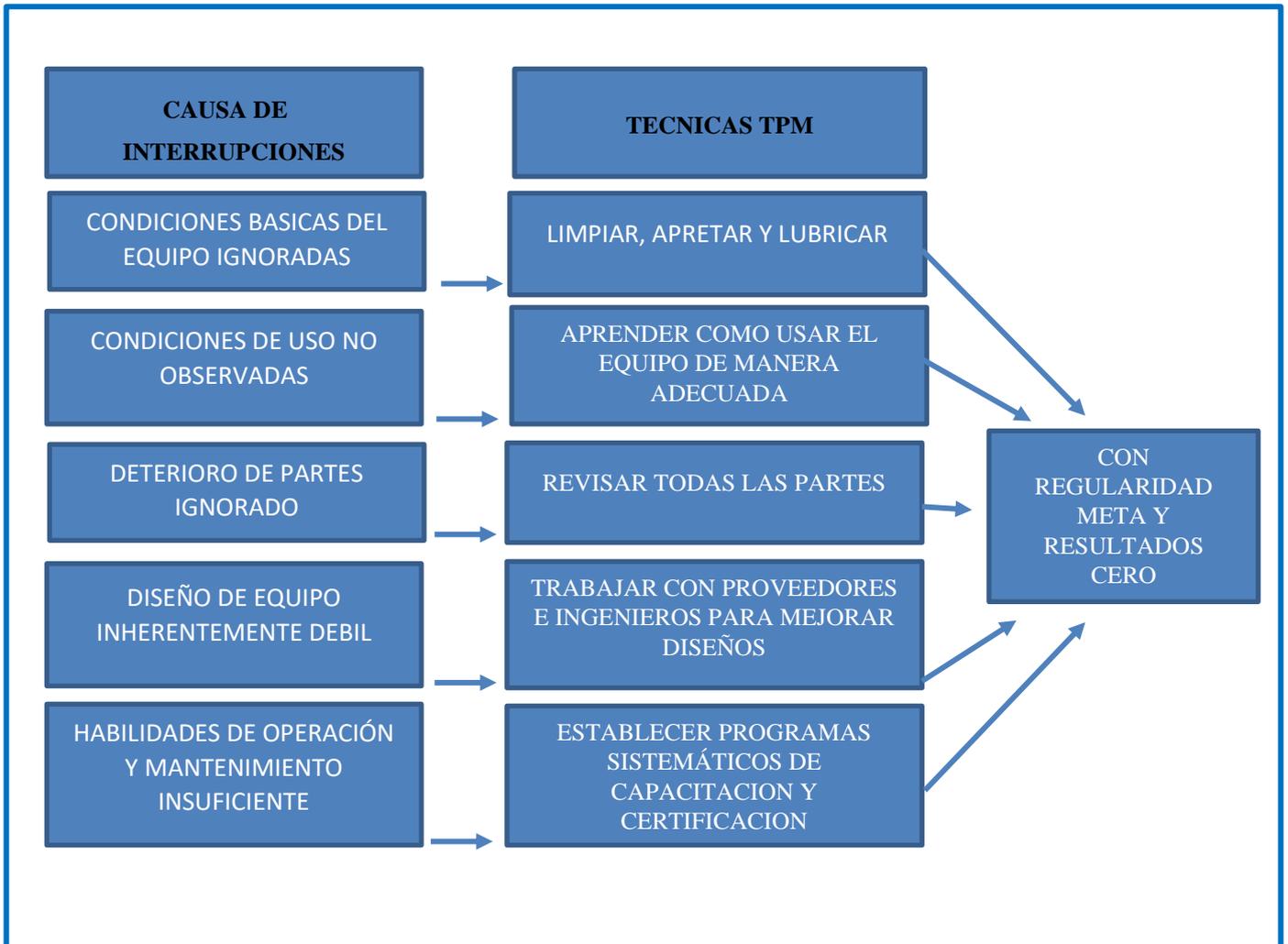


Figura 18: Causas y técnicas Mantenimiento Productivo Total; fuente: (Lefcovich, Manufactura just-in-time, 2009, pág. 48).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de la literatura científica referente al **empleo de estudios de métodos, tiempos y movimientos en los procesos de mantenimientos industriales**, el cual se recopila información sobre teorías y estudios relacionados con los diferentes metodologías sobre el tema a investigar. La investigación está basada en libros, revistas académicas, artículos obtenidas de fuentes como: “Redalyc, E libro, Ebsco, EngineeringSource, Google Académico, scielo”. la cual se relaciona las diferentes teorías sobre la ingeniería de métodos.

¿Qué criterio se consideró para la búsqueda de información?, para la revisión sistemática se revisaron libros, revistas y artículos con contenido sobre el estudio de métodos, tiempos y movimientos, donde dan a conocer la utilidad en su implementación para la mejora de los procesos en las reparaciones y mejorar los tiempos y movimientos de los mantenimientos realizados.

Un criterio a considerar es el periodo de publicación, que comprende entre los años 2007 hasta el periodo de publicación de la presente revisión sistemática, con el objetivo de aplicar los estudios en futuros casos.

¿Como mejoran los métodos, tiempos y movimientos en las reparaciones aplicando los estudios mencionados para las empresas?, para abordar el tema planteado en el problema se inicia la búsqueda de la investigación para ello se consideró el título y campo de acción del tema planteado en la investigación. Se tomaron en cuenta las palabras claves que abarquen un amplio aspecto del tema como: implementación del mantenimiento,

estudio del trabajo, estudio de metodos, tiempos y movimientos y asi obtner un cuadro especifico de los datos recopil.ados **ver anexos.**

Para esta investigacion se utilizo fuentes confiables, para encontrar estudios relacionados con el tema, estos fueron algunas fuentes que nos ayudaron con la investigacion: Engineering Source, Scielo, Proquest, ebsco, Redalyc,google academico, Proquest, E libro. **Ver figura 19.**

Principales fuentes de búsquedas confiables

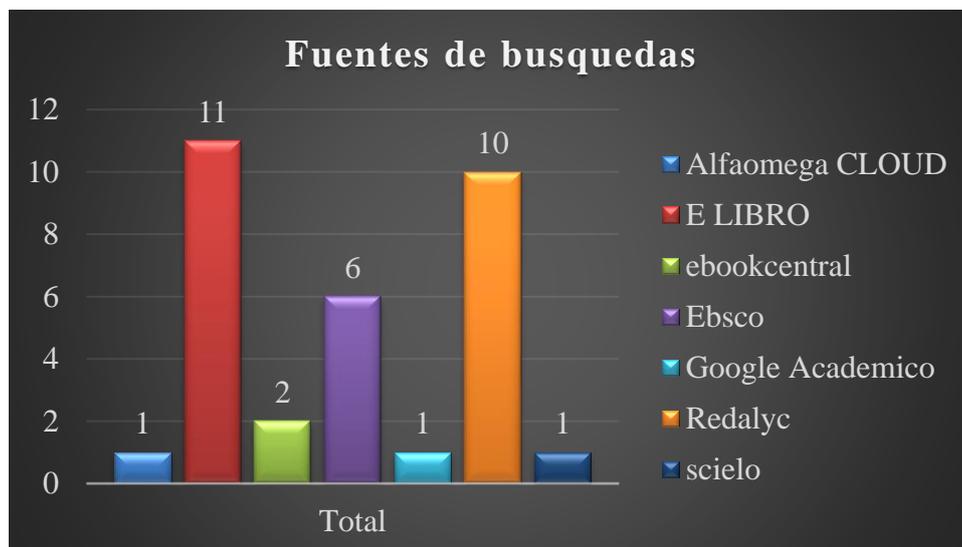


Figura 19: Principales Fuentes De Información Confiables; fuente: Elaboración Propia.

Mediante la revisión de los diferentes autores, artículos y revistas relacionados al estudio empleados en la industria se analizaron los diferentes puntos más relevantes, dando como resultados los diferentes métodos de estudios para una optimización de los tiempos movimientos , los métodos de selección e inclusión de los 32 artículos obtenidos mediante las palabras claves ingresadas a la biblioteca virtual de la Universidad Privada Del Norte y otras fuentes como, Redalyc,Scielo y Google Académico dan referencia a diferentes libros y artículos del estudio de métodos, tiempos y movimientos en los procesos de

mantenimientos industriales en diferentes procesos. Las palabras claves utilizadas en el proceso de búsqueda del presente estudio para la revisión sistemática de la literatura científica del estudio de métodos, tiempos y movimientos en la mejora de procesos industriales en los últimos 14 años se muestra en las tablas. **Ver tabla 8, 9 y figura 20.**

Tabla 8: Recopilación de datos principales como autores, palabras claves y años.

Item	Fuente de búsqueda	Palabra clave	Resultados	Número final de artículos, Libros analizados
1	Redalyc	Implementación del mantenimiento	170	2
2	Redalyc	Mejora continua	4759	2
3	Redalyc	Mejoras en los mantenimientos industriales	200086	1
4	Redalyc	Toma de tiempos en mantenimientos industriales	239208	1
5	Redalyc	Mejoras en el mantenimiento	316	1
6	Redalyc	Estudio de métodos , tiempos y movimientos	1	1
7	Redalyc	Estudio de tiempos	228	2
8	Ebsco	Implementación del mantenimiento	12	2
9	Ebsco	Mejoras en el mantenimiento	10	2
10	Ebsco	Fiabilidad en el mantenimiento	3	1
11	Ebsco	Estudio de tiempos	1727	1
12	E LIBRO	Estudio del trabajo	79763	1
13	E LIBRO	Estudio de métodos , tiempos y movimientos	30767	4
14	E LIBRO	Mejora continua	36608	1
15	E LIBRO	Como mejorar los tiempos en las reparaciones	6446	3
16	E LIBRO	Implementación del mantenimiento	18411	2
17	Alfaomega CLOUD	Ingeniería Industrial	10	1
18	ebookcentral	Fiabilidad en el mantenimiento	149	1
19	ebookcentral	Análisis en el mantenimiento	600	1
20	scielo	Ingeniería Industrial	905	1
21	Google Academico	Productividad y estudio de tiempos	665000	1
Total				32

Nota: Elaboración de tabla; fuente redacción propia.

Tabla 9: Artículos excluidos

Artículos obtenidos	Artículos analizados	Artículos excluidos
32	29	3

Nota: Elaboración de tabla; fuente redacción propia.

Fuentes y años de publicación excluidas

Cuenta de Fuente de búsqueda	Año de publicación														Total general
	2004	2007	2009	2010	2011	2013	2014	2016	2017	2018	2019				
Alfaomega CLOUD								1							1
Ingeniería Industrial								1							1
E LIBRO			5		1	1	1	1			2				11
Como mejorar los tiempos en las reparaciones			2												2
Como mejorar los tiempos en las reparaciones					1										1
Estudio de métodos , tiempos y movimientos			2			1		1							4
Estudio del trabajo							1								1
Implementación del mantenimiento											2				2
Mejora continua			1												1
ebookcentral							1	1							2
Análisis en el mantenimiento									1						1
Fiabilidad en el mantenimiento							1								1
ebSCO							1	2	1	1	1				6
Estudio de tiempos												1			1
Fiabilidad en el mantenimiento											1				1
Implementación del mantenimiento									2						2
Mejoras en el mantenimiento							1			1					2
Google Académico											1				1
Productividad y estudio de tiempos											1				1
redalyc.org	1	3	2	1		1	1	1		1					10
Estudio de métodos , tiempos y movimientos				1											1
Estudio de tiempos		1							1						2
Implementación del mantenimiento		1	1												2
Mejora continua		1									1				2
Mejoras en el mantenimiento			1												1
Mejoras en los mantenimientos industriales							1								1
Toma de tiempos en mantenimientos industriales	1														1
scielo														1	1
Ingeniería Industrial														1	1
Total general	1	3	7	1	1	3	3	5	1	3	4				32

Figura 20: Principales Fuentes y años de publicación excluidas; fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Mediante la revisión sistemática del estudio de métodos, tiempos y movimientos en los procesos de mantenimientos industriales en los últimos 14 años, se analizaron 32 bases de datos entre libros, revistas y publicaciones, obteniendo como resultado informaciones más relevantes del estudio realizado.

Mediante el análisis los estudios de métodos según los autores mencionados en la tabla dan a mencionar que un trabajo realizado por un personal calificado permite un rendimiento óptimo en los procesos de las tareas que realiza el trabajador. Ver tabla 10.

Tabla 10: Resultado de estudios de métodos.

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	Palacios Acero	Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos.	La importancia de la ingeniería de métodos radica en el desempeño efectivo del personal.
2	González Zúñiga	Introducción a la Ingeniería Industria.	Reducir el tiempo que toma llevar a cabo una tarea.
3	Dimensión Empresarial	La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión.	Uso de metodolgias.
4	Baca Urbina	Introducción a la Ingeniería Industrial.	Se centra en determinar cómo se realiza un trabajo, por etapas por un solo operario.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

Así mismo el estudio de tiempos según los autores mencionados en la tabla 10 dan a mencionar que un trabajo realizado por un personal esta con su capacidad de utilizar técnicas permite reducir los tiempos de las tareas que realiza. **Ver tabla 10**

Tabla 11: Resultado de estudio de tiempos.

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	Pérez Rodríguez	Herramientas de Medida de la Productividad.	Relacionados al personal, encargado de desarrollar técnicas de métodos, de estudio de tiempos.
2	Baca Urbina	Introducción a la Ingeniería Industrial.	De técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado”.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

Así mismo el estudio de movimientos según los autores mencionados en la tabla relacionan los movimientos con mejorar o eliminar pasos innecesarios y así mejorar los procesos en las empresas. **Ver tabla 12.**

Tabla 12: Resultado de estudios de movimientos.

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	La revista científica Epigmalión	Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio.	Los estudios de movimientos ofrecen gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana.
2	Andrade, Del Río, & Alvear	Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado.	El objeto de un estudio de movimientos es eliminar o mejorar elementos innecesarios que podrían afectar la productividad, seguridad, y calidad de la producción.
3	López Peralta, Alarcón Jiménez, & Antonio Rocha Pérez	Estudio del trabajo : Una nueva visión.	Se define como la medición del tiempo de los métodos las cuales se realiza muchos de los movimientos básicos usados en el sistema MTM
4	Escalona Moreno	Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo.	Asi mismo el estudio de movimientos consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales y crear metodos.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

La implementación del TPM en las industrias hoy en día trae mejoras en los procesos eliminando los tiempos muertos y mejorando los pasos de las actividades a realizar para ser más eficientes en los procesos tanto productivos como administrativos para realizar una actividad. **Ver tabla 13.**

Tabla 13: Resultados de la implementación del TPM.

Item	Autor/Revista	Titulo	Resumen de citasiones
1	León Lefcovich, Mauricio	Kaizen: la mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos.	Un mejor mantenimiento implica no sólo reducir los costes de reparaciones y los costes por improductividades debidos a tiempos ociosos, sino también elimina la necesidad de contar con inventarios de productos en proceso y terminados destinados a servir de “colchón” ante las averías producidas.
2	Cuatrecasas Arbós, Lluís	Gestión del mantenimiento de los equipos productivos.	Describe que para mejorar un sistema productivo es necesario dedcubrir, eliminar y clasificar los factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos lo que es un objetivo fundamental del TPM.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

Las 5s segun los diferentes autores son aplicadas para la reduccion de tiempos y mejorar las operaciones en las producciones reduciendo los tiempos muertos que generan perdidas.

Ver tabla 14.

Tabla 14: Resultados de la Implementación 5s.

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	Socconini, Luis Vicente; Reato, Carlo	Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas.	Las 5 s se aplican para la reducción de tiempos para aprovechar al máximo el tiempo disponible en cualquier labor. Las 5s logra mejoras en la productividad en el trabajo mediante las estandarización
2	Socconini, Luis Vicente	Lean manufacturing : Paso a paso.	mediante 5 etapas: seleccionar, organizar, limpiar, estandarizar y seguimiento.
3	Piñero, Edgar Alexander; Vivas Vivas, Fe Esperanza; Flores de Valga , Lilian Kaviria	Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo.	Mediante la implementación de las 5s se eliminan actividades q no generan valor mejorando los tiempos en la actividades.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad según los autores es la disminución de los tiempos de paradas mediante los mantenimientos incrementado la vida útil de los equipos y dando una mejor confiabilidad en el mantenimiento realizado.

Ver tabla 15.

Tabla 15: Resultados de estudio RCM.

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	Díaz Concepción, Armando; otros	Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica.	El objetivo del mantenimiento RCM es la disminución de tiempos de paradas de un equipo para que continúe desempeñado sus funciones y así disminuir las paradas por un mal mantenimiento.
2	Penkova Vassileva, María	Mantenimiento y análisis de vibraciones.	El mantenimiento centrado en la confiabilidad tanto como el TPM ayudan a mejorar y alcanzar una mejor productividad mediante los mantenimientos basada en la vida útil de las maquinas.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

Según 50Minutos en **La filosofía del Kaizen** y Alvarado Ramírez & Pumisacho Álvaro en el artículo **Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio** permite mejorar las condiciones de trabajo de los obreros y de los empleados optimizando principalmente su entorno profesional. Ver tabla 16.

Tabla 16: Resultados Kaizen.

Item	Autor/Revista	Titulo	Resumen de citasiones
1	50Minutos.es	La filosofía del Kaizen : Pequeños cambios con grandes consecuencia.	La filosofía kaizen detecta y mejora las condiciones de trabajo y así mismo vinculado con las 5s que aportan en la productividad con mejoras continuas.
2	Alvarado Ramírez, Karla ; Pumisacho Álvaro, Víctor	Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio.	El Kaizen está orientada a personas, al mejoramiento de procesos Reducción de tiempos de espera y de ciclos, mejora de la calidad, así como en la disminución de los accidentes de trabajo, todo esto gracias al desarrollo del recurso humano.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

Según Miño Cascante y otros mencionan que *“Just-in-time (JIT)* un sistema que se orienta a eliminar las actividades que no agregan valor convirtiéndose en un sistema ágil y flexible que da énfasis a pedidos de los clientes. Así mismo Lefcovich menciona que en un sistema Just-in-Time, “el despilfarro se define como cualquier actividad que no aporta valor añadido para el cliente. Ver tabla 17.

Tabla 17: Resultado de Manufactura just-in-time

Item	Autor/Revista	Título	Resumen de citasiones
1	Miño Cascante, Gloria; otros	Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro.	Orientado a eliminar las actividades que no generan valor y disminuyendo los tiempos.
2	Lefcovich, Mauricio	Manufactura just-in-time.	Algo vital tanto para mejorar la calidad, como para reducir los inventarios y disminuir los tiempos ociosos tanto de máquinas como de personal, es instaurar los sistemas de Tiempos Cortos de Preparación (SMED) y el Mantenimiento Productivo Total.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: Redacción propia de las citasiones realizadas.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Para el desarrollo de la presente revisión sistemática tuvo como principal objetivo realizar una investigación de estudios de métodos, tiempos y movimientos para obtener información sobre estos estudios y los beneficios que traen al implementar en las reparaciones tanto como en las empresas industriales, agroindustrias y la minería; así mismo entender como plantear nuevas mejoras en los servicios de reparaciones como procesos teniendo en cuenta los métodos, tiempos y movimientos en las labores de reparación de los trabajadores.

Mediante la revisión sistemática del estudio, se concluye que estudios son de forma favorable para las industrias, agroindustrias, la minería y el sector urbano. Empleando los diferentes estudios de las diferentes filosofías usando las herramientas que ayudan a mejorar los procesos en las actividades de la industria.

En el sector industrial el uso de la reducción de los tiempos empleando métodos y herramientas se viene dando de una manera favorable ya que el uso de estos estudios puede ser incluido en las operaciones de pequeñas y grandes empresas mejorando sus actividades y procesos industriales dando como resultado un ahorro en sus procesos y reduciendo los tiempos.

Mediante la revisión sistemática realizada se observó los diferentes procesos a seguir en las reparaciones y procesos de las industrias dando a conocer los procesos más empleados en las diferentes fases del mantenimiento el cual permite tener un tiempo estándar y así plantear una solución para mejorar las distintas actividades que toman mayor tiempo en reparar como el montaje.

En esta investigación se evidencia como los estudios realizados, las empresas que utilizan estas metodologías se ven beneficiadas como podemos ver en las siguientes citaciones de las diferentes investigaciones.

Según la revista **Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias** con título **Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?** concluye que “Los problemas de los negocios en el área de producción abundan con mucha frecuencia, por lo que es conveniente atacarlos a tiempo, Lean Manufacturing es un método muy eficaz cuando se tienen este tipo de complicaciones puesto que ha probado ser ideal en empresas que han tenido la oportunidad de adoptarla generando varios beneficios como los que se muestran en la **figura** los principales beneficios que se obtienen con la implementación de Lean Manufacturing como son la reducción de un 20% en los costos de compras, el 40% de decremento en los costos de producción, con un mayor porcentaje del 50% en el área utilizada, con la disminución del 40% de igual forma están los inventarios y los costos de calidad. Por último, el Lead time en un 25%. Claramente se puede observar que son grandes los beneficios que reciben las empresas que implementan dicha herramienta”. (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 166).

Ver figura 21.

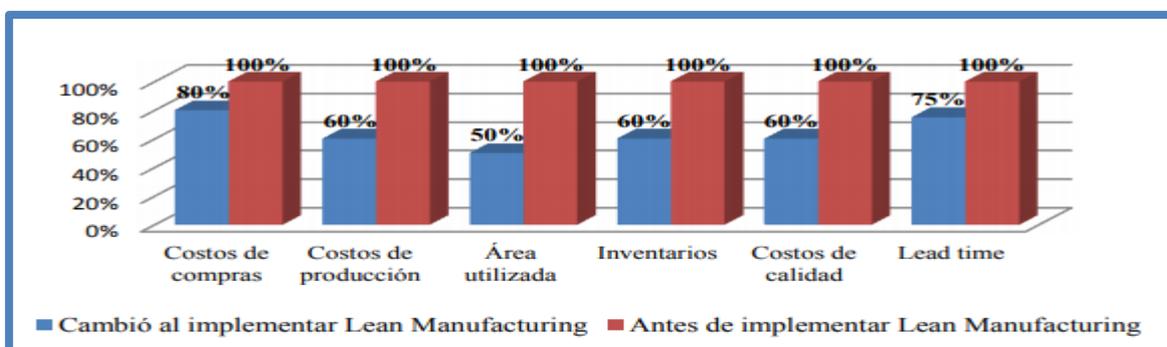


figura 21: Beneficios de la implementación Lean Manufacturing; fuente (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 167).

Así mismo la revista **Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias** concluye que “La información presente corresponde a fundamentos reales obtenidos mediante estudios realizados por investigadores interesados en el tema a compañías que se inclinaron por la técnica Lean Manufacturing. Como se observa en la figura 5 el 58.20% manifiestan que se ha elevado el grado de mejora obtenido, el 55.17% la velocidad con la que se obtienen los resultados, el 41.37% la sencillez de los procedimientos y la teoría y el 31.03% la escasa inversión financiera. Los otros motivos con menores porcentajes reafirman de la misma manera que existe una reducción tanto de costos como de inventarios y tiempos del proceso en forma considerable”. (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 167). **Ver figura 22.**

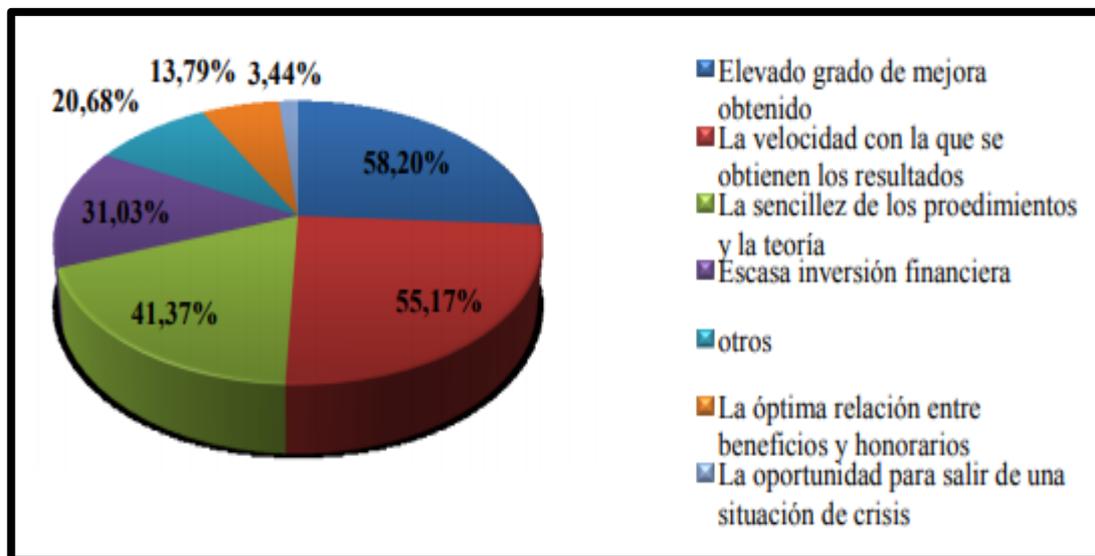


Figura 22: Motivos para implementar Lean Manufacturing; fuente: (Vargas-Hernández, Muratalla-Bautista, & Jiménez-Castillo, 2016, pág. 167).

Así mismo la **Revista UIS Ingenierías** con título **Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra** concluye que “En los resultados finales del presente trabajo, queda demostrado que, para establecer los rendimientos de las cuadrillas de trabajo y los criterios de mejoramiento de productividad, no solo basta con realizar estudios de tiempos, además, se requiere realizar un estudio que indique las tareas involucradas en el proceso medido, para poder ser referente de comparación o mejoramiento. Los rendimientos calculados no contienen información suficiente donde indique el alcance del proceso, las tareas involucradas, la información del entorno de trabajo e información sobre la conformación y características de la cuadrilla. La técnica de estudio de tiempos comentada en el presente artículo debe mejorarse en ese sentido. Debe considerarse un estudio de procesos que acompañe al estudio de tiempos y rendimientos de las cuadrillas”. (Mejía Aguilar & Hernández C., 2007, pág. 57).

También la **Revista EIA** con título **Una Mirada A La Agroindustria De Extracción De Almidón De Yuca, Desde La Estandarización De Procesos** concluye que “Se evidenció la necesidad de optimizar los tiempos y estandarizar las etapas de lavado-pelado y colado, además de incrementar la capacidad del rallado y llevar el registro de la información como una herramienta económica que puede permitir en el futuro un mejor control de las variables en cada etapa del proceso. Las estrategias de aprovechamiento de la cascarilla, el afrecho y la mancha en la alimentación animal y el compostaje se constituyen en una alternativa viable para dar valor agregado a estos residuos”. (Torres, Pérez, Marmolejo, Ordóñez, & García, 2010, pág. 37).

Así mismo en la revista Ingeniería **Industrial** con título **Técnicas De Diagnóstico En Mantenimiento De Los Servicios De Hemodiálisis** concluye que “Para analizar el desempeño del proceso de mantenimiento en los servicios de Hemodiálisis, se evaluaron las órdenes de trabajo emitidas por la UEB y los tiempos de respuesta a las averías presentadas, se aplicaron las técnicas Gráfico de Pareto, Tormenta de Ideas y Diagrama Ishikawa y se determinó que las causas que mayor incidencia tienen en el tiempo respuesta son: la reparación de equipos de ósmosis inversa, parámetros de operación y especificaciones de calidad del agua que no cumplen los límites establecidos y cambio de accesorios o equipos, por lo tanto se recomienda”. (García Fernández, Vizcaíno Zaballa, & Rescala Chang, 2009, pág. 4).

Tabla 18: Recomendaciones.

Item	Recomendaciones
1	Capacitar a los operadores de los sistemas de tratamiento de agua.
2	Establecer procedimientos de operación y registros de control para todas las etapas de purificación de agua.
3	Implementar un sistema de gestión de calidad.
4	Implementación del Macwin como software para la gestión del mantenimiento.

Nota: Elaboración de tabla; fuente: (García Fernández, Vizcaíno Zaballa, & Rescala Chang, 2009, pág. 4).

REFERENCIAS

- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). *Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado* (Vol. vol 30). Ecuador: Información Tecnológica. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=fua&AN=137284734&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>
- Baca Urbina, G., Cruz Valderrama, M., Cristóbal Vázquez, I. M., Baca Cruz, G., Gutiérrez Matus, J. C., Pacheco Espejel, A. A., . . . Obregón Sánchez, M. G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Mexico: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/reader.action?docID=3227816&ppg=189>
- Cuatrecasas Arbós, L. (2011). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3229295&ppg=10>
- Díaz Concepción, A., Villar Ledo, L., Cabrera Gómez, J., Gil HenríquezI, A., Mata Alonzo, R., & Rodríguez Piñeiro, A. (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica. , Vol. 19*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=fua&AN=118565036&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>
- Escalona Moreno, I. (2009). *Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo*. MEXICO: El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3182426&ppg=8>
- García Monsalve, G., González S, H., & Cortés M3, E. (2009). Metodología de mantenimineto con posible aplicación en el sector agroindustrial. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, Volumen 4, 150*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428102014>
- Kanawaty , G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta edicion ed.). Obtenido de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Lefcovich, M. (2009). TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresaria. Argentina: Editorial El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3179942&ppg=14>

- López Peralta, J., Alarcón Jiménez, E., & Antonio Rocha Pérez, M. (2014). *estudio del trabajo : Una nueva visión*. Mexico: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3227661&ppg=1>
- Miño Cascante, G., Moyano Alulema, J., & Santillán Mariño, C. (2019). Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. *Ingeniería Industrial*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200110&lang=es
- Montero Villanes, L. A., Canales Verano, E. J., Luna Bazán, R. L., Mallqui Cadillo, J., Muro Tocto, R. F., Santillana Trejo, P. A., . . . Gutiérrez Ascón, J. E. (2018). Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. *Revista Científica EPígmalión*. Obtenido de <http://datos.unjfsc.edu.pe/index.php/EPIGMALION/article/view/533/512>
- Piñero, E. A., Vivas Vivas, F. E., & Flores de Valga, L. K. (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Actualidad y Nuevas Tendencias*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, VOLUMEN 21*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=a9h&AN=87854381&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>
- 50Minutos.es. (2016). *La filosofía del Kaizen : Pequeños cambios con grandes consecuencia*. 50Minutos.es. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnpe/reader.action?docID=4504789&ppg=8>
- Alvarado Ramírez, K., & Pumisacho Álvaro, V. (s.f.). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital, volumen 13*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=bsu&AN=122337263&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>
- Ardila Marín, J., Ardila Marín, M., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. (2016). La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión. *Dimensión Empresarial, volumen 14*. Obtenido de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=bsu&AN=118361027&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>

Arrieta Posada, J. G. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *Tecnura*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257021012012>

Chacon , M., & Cordero, C. (2009). *Estudio de métodos*. MEXICO: El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3183041&ppg=7>

González Sosa, J., Loyo Quijada, J., López Ontiveros, M., Pérez Montoya, P., & Cruz Hernández, A. (2018). Mantenimiento Industrial en Máquinas Herramientas Por Medio De Amfe. *Revista Ingeniería Industrial, volumen 17*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=shib&db=a9h&AN=140352896&lang=es&site=ehost-live&custid=s4509042>

González Zúñiga, J. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industria* (Primera edición ed.). Mexico: Editorial Alfaomega Grupo Editor, S.A. Obtenido de <https://www-alfaomegacloud-com.eu1.proxy.openathens.net/reader/introduccion-a-la-ingenieria-industrial?location=73>

Lefcovich, M. (2009). *Manufactura just-in-time*. Argentina: El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3181367&ppg=8>

Lefcovich, M. (2009). *Manufactura just-in-time*. Argentina: El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3181367&ppg=8>

Lefcovich, M. (s.f.). *Manufactura Just-in-time*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3181367&ppg=8>

León Lefcovich, M. (2009). *Kaizen: la mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos*. argentina: El Cid Editor | apuntes. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3181605&ppg=13>

Niebel, B., & Freivalds , A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* (12 ed.). Mexico: McGRAW-HILL. Obtenido de https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds?email_work_card=thumbnail-desktop

Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia, volumen. 18*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29026161004>

- Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos* (Segunda edición ed.). Bogotá: Editorial Ecoe Ediciones. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=4870547&ppg=24>
- Penkova Vassileva, M. (2007). Mantenimiento y análisis de vibraciones. *Ciencia y Sociedad*, 678. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87032407>
- Pérez Rodríguez, M. (2013). *Herramientas de Medida de la Productividad* (2ª Edición ed.). España: Editorial ICB. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=5809699&ppg=46>
- Ruvalcaba Sánchez,, L., & Hernández Díaz, R. (2004). *Propuesta de Instrumento de Valoración de Tiempos Industriales (SETI)*. Obtenido de www.redalyc.org: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402603>
- Socconini, L. V. (2019). *Lean manufacturing : Paso a paso*. Barcelona: Editorial Marge Books. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=5885237&ppg=132>
- Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). *Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas*, (1.ª edición ed.). Barcelona: Marge Books. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=5885236&ppg=122>

ANEXOS:

Tabla 19: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio.
1	García Monsalve, Germán y González S, Hugo y Cortés M, Elkin (2009).	García Monsalve, Germán y González S, Hugo y Cortés M, Elkin (2009). METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO CON POSIBLE APLICACIÓN EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 4 (2), 137-150. [Fecha de consulta 28 de julio de 2020]. ISSN:. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3214/321428102014	Metodologia de mantenimineto con posible aplicación en el sector agroindustri al	Investigacion
2	Díaz-Concepción, A., Villar-Ledo, L., Cabrera-Gómez, J., Gil-Henríquez, A. S., Mata-Alonzo, R., & Rodríguez Piñeiro, A. J. (2016)	Díaz-Concepción, A., Villar-Ledo, L., Cabrera-Gómez, J., Gil-Henríquez, A. S., Mata-Alonzo, R., & Rodríguez Piñeiro, A. J. (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. Ingeniería Mecánica, 19(3), 137–142.	Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica.	Investigacion
3	ARRIETA POSADA, JUAN GREGORIO (2007).	ARRIETA POSADA, JUAN GREGORIO (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. Tecnura, 10(20),139-148.[fecha de Consulta 6 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0123-921X. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2570/257021012012	Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo.	investigacion
4	Palacios, L. (2016)	Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos (2a. ed.). Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Ingeniería de métodos: movimiento s y tiempos	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 20: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio
5	González, J. (2014)	González, J. (2014). Introducción a la Ingeniería Industrial. (1ª Ed.). Alfaomega. https://www-alfaomegacloud-com.eu1.proxy.openathens.net/reader/introduccion-a-la-ingenieria-industrial?location=73	Introducción a la Ingeniería Industrial	Investigacion
6	Ardila Marín, J. G., Ardila Marín, M. I., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A. (2016).	Ardila Marín, J. G., Ardila Marín, M. I., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A. (2016). La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión. <i>Dimensión Empresarial</i> , 14(2), 127–142. https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.480	La Gerencia Del Mantenimiento: Una Revisión	Investigacion
7	Baca, G. (2014).	Baca, G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Introducción a la Ingeniería Industrial	Investigacion
8	Ortiz Useche, Alexis, & Rodríguez Monroy, Carlos, & Izquierdo, Henry (2013).	Ortiz Useche, Alexis, & Rodríguez Monroy, Carlos, & Izquierdo, Henry (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. <i>Revista Venezolana de Gerencia</i> , 18(61),86-104.[fecha de Consulta 26 de Abril de 2020]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29026161004	Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 21: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio
9	Penkova Vassileva, María (2007)	Penkova Vassileva, María (2007). Mantenimiento y análisis de vibraciones. Ciencia y Sociedad, XXXII(4),668-678.[fecha de Consulta 28 de Julio de 2020]. ISSN: 0378-7680. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=870/87032407	Mantenimiento y analisis de vibraciones	Investigacion
10	Lefcovich, M. L. (2009).	Lefcovich, M. L. (2009). Kaizen : La mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Kaizen: la mejora continua aplicada en la calidad, productividad y reducción de costos	Investigacion
11	Cuatrecasas, A. L. (2011).	Cuatrecasas, A. L. (2011). Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Gestión del mantenimiento de los equipos productivos	Investigacion
12	Piñero, Edgar Alexander; Vivas Vivas, Fe Esperanza; Flores de Valga, Lilian Kaviria (2018).	Piñero, Edgar Alexander, & Vivas Vivas, Fe Esperanza, & Flores de Valga, Lilian Kaviria (2018). Programa 5S´s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, VI(20),99-110.[fecha de Consulta 6 de Septiembre de 2020]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2150/215057003009	Programa 5S´s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 22: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Título	Tipo de estudio
13	50Minutos.es. (2016).	50Minutos.es. (2016). La filosofía del kaizen : Pequeños cambios con grandes consecuencias. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	La filosofía del Kaizen : Pequeños cambios con grandes consecuencia	Investigacion
14	Alvarado Ramírez, K., & Pumisacho Álvaro, V. (2017).	Alvarado Ramírez, K., & Pumisacho Álvaro, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. <i>Intangible Capital</i> , 13(2), 479–497. https://doi.org/10.3926/ic.901	Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio.	Investigacion
15	Socconini, L. V., & Reato, C. (2019).	Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). Lean six sigma : Sistema de gestión para liderar empresas. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Lean six sigma : Sistema de gestión para liderar empresas.	Investigacion
16	Socconini, L. V. (2019).	Socconini, L. V. (2019). Lean manufacturing : Paso a paso. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Lean manufacturing : Paso a paso.	Investigacion
17	Ruvalcaba Sánchez, Loecelia Guadalupe, & Hernández Díaz, Reyes (2004).	Ruvalcaba Sánchez, Loecelia Guadalupe, & Hernández Díaz, Reyes (2004). Propuesta de Instrumento de Valoración de Tiempos Industriales (SETI). <i>Conciencia Tecnológica</i> , (26), [fecha de Consulta 27 de Abril de 2020]. ISSN: 1405-5597. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=944/94402603	Propuesta de Instrumento de Valoración de Tiempos Industriales (SETI).	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 23: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio
18	González Sosa, J. V., Loyo Quijada, J., López Ontiveros, M. Á., Pérez Montoya, P., & Cruz Hernández, A. (2018).	González Sosa, J. V., Loyo Quijada, J., López Ontiveros, M. Á., Pérez Montoya, P., & Cruz Hernández, A. (2018). Mantenimiento Industrial en Máquinas Herramientas Por Medio De Amfe. Revista Ingeniería Industrial, 17(3), 209–225. https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.12	Mantenimiento Industrial en Máquinas Herramientas Por Medio De Amfe.	Investigacion
19	Miño Cascante, Gloria, Moyano Alulema, Julio, & Santillán Mariño, Carlos. (2019).	Miño Cascante, Gloria, Moyano Alulema, Julio, & Santillán Mariño, Carlos. (2019). Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. Ingeniería Industrial, 40(2), 110-122. Epub 01 de agosto de 2019. Recuperado en 01 de agosto de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362019000200110&lng=es&tlng=es .	Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro	Investigacion
20	Lefcovich, M. (2009)	Lefcovich, M. (2009). Manufactura just-in-time. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Manufactura just-in-time	Investigacion
21	Pérez Rodríguez, M.(2013).	Herramientas de medida de la productividad (2a. ed.). (2013). Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Herramientas de Medida de la Productividad	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 24: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio
22	Lefcovich, M. (2009).	Lefcovich, M. (2009). Tpm mantenimiento productivo total : Un paso más hacia la excelencia empresaria. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresaria	Investigacion
23	Montero Villanes, L. A., Canales Verano, E. J., Luna Bazán, R. L., Mallqui Cadillo , J., Muro Tocto, R. F., Santillana Trejo, P. A., . . . Gutiérrez Ascón, J. E. (2018).	Montero Villanes, L. A., Canales Verano, E. J., Luna Bazán, R. L., Mallqui Cadillo , J., Muro Tocto, R. F., Santillana Trejo, P. A., . . . Gutiérrez Ascón, J. E. (2018). Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de. Revista Científica EPigmalión. Obtenido de http://200.48.129.168/index.php/EPIGMALION/article/view/533/512	Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio	Investigacion
24	Andrade, A. M., Del Río, C. A., & Alvear, D. L. (2019)	Andrade, A. M., Del Río, C. A., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Información Tecnológica, 30(3), 83–93. https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083	Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado.	Investigacion
25	López, P. J. (2014).	López, P. J. (2014). Estudio del trabajo : Una nueva visión. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Estudio del trabajo : Una nueva visión.	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 25: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Titulo	Tipo de estudio
26	Chacón, M., & Cordero, C. (2009)	Chacón, M., & Cordero, C. (2009). Estudio de métodos. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Estudio de métodos.	Investigacion
27	Escalona, M. I. (2009)	Escalona, M. I. (2009). Ingeniería de métodos : Métodos y diseños del trabajo. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com	Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo	Investigacion
28	Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013).	Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. <i>INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería</i> , 21(1), 125–138.	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Investigacion
29	García Fernández, Gisela, & Vizcaíno Zaballa, Rebeca, & Rescala Chang, Javier (2009)	García Fernández, Gisela, & Vizcaíno Zaballa, Rebeca, & Rescala Chang, Javier (2009). TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EN MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS DE HEMODIÁLISIS. <i>Ingeniería Industrial</i> , XXX(1),1-4.[fecha de Consulta 13 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0258-5960. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3604/360433568008	Técnicas de diagnóstico en mantenimiento de los servicios de hemodiálisis	Investigacion

Fuente: Redacción propia.

Tabla 26: Recopilación de datos

ITEM	Autores y año de publicación	APA	Título	Tipo de estudio
30	Torres, Patricia, & Pérez, Andrea, & Marmolejo, Luis F., & Ordóñez, José A., & García, Reniel E. (2010).	Torres, Patricia, & Pérez, Andrea, & Marmolejo, Luis F., & Ordóñez, José A., & García, Reniel E. (2010). UNA MIRADA A LA AGROINDUSTRIA DE EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA, DESDE LA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS. Revista EIA, (14),23-38.[fecha de Consulta 25 de Septiembre de 2020]. ISSN: 1794-1237. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1492/149218986002	Una mirada a la agroindustria de extracción de almidón de yuca, desde la estandarización de procesos	Investigacion
31	Mejía Aguilar, Guillermo, & Hernández C., Triny Carolina (2007)	MEJÍA AGUILAR, GUILLERMO, & HERNÁNDEZ C., TRINY CAROLINA (2007). Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra. Revista UIS Ingenierías, 6(2),45-59.[fecha de Consulta 25 de Septiembre de 2020]. ISSN: 1657-4583. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5537/553756891003	Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra	Investigacion
32	Vargas-Hernández, José G., & Muratalla-Bautista, Gabriela, & Jiménez-Castillo, María (2016).	Vargas-Hernández, José G., & Muratalla-Bautista, Gabriela, & Jiménez-Castillo, María (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, V(17),153-174.[fecha de Consulta 25 de Septiembre de 2020]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2150/215049679011	Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?	Investigacion

Fuente: Redacción propia.