



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR COSTOS EN LA EMPRESA SIGMA S.A. CONTRATISTAS GENERALES, TRUJILLO 2021”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Pierre Zavaleta Távara

Bach. Miker Zegarra Valverde

Asesor:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A quien en vida fue el Ing. Manuel A. Sánchez Cuya, por su calidad humana, perseverancia y constancia al momento de realizar las cosas. Fundador, dueño y gerente de la empresa que nos permitió realizar nuestra investigación.

AGRADECIMIENTO

A mi amigo, colega y compañero de tesis, por haber dado ánimos y sacado sonrisas en momentos grises, por su compañía durante estos 5 años llenos de experiencias y vivencias que quedaran grabadas para la eternidad. A nuestro docente el Ing. Jorge García quien en vida fue un apasionado de la Logística y mejor aun explicándola.

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1.Realidad problemática.....	12
1.2.Formulación del problema.....	38
1.3.Objetivo	38
1.3.1.Objetivo general	38
1.3.2.Objetivos específicos	39
1.4.Hipótesis	39
1.5.Aspectos éticos.....	39
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	40
2.1.Tipo de Investigación.....	40
2.2. Población y Muestra	40
2.3. Materiales, Instrumentos y Métodos	40
2.4. Procedimiento.....	42
CAPÍTULO III. RESULTADOS	43
3.1. Diagnóstico de la situación actual	43
3.2. Descripción de la propuesta de mejora	51
3.3 Evaluación Económica	91

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	101
REFERENCIAS	105
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principios básicos de las 5S+1.....	22
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Tabla 3: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos.....	41
Tabla 4: Matriz de priorización de la encuesta realizada en el área de logística	47
Tabla 5: Matriz de priorización de la encuesta realizada en el área de mantenimiento.....	47
Tabla 6: Indicadores actuales y metas..	50
Tabla 7: Propuesta de mejora seleccionadas.....	51
Tabla 8: Pérdida por falta de stock en el almacén de la Constructora	52
Tabla 9: Máximos y Mínimos de los materiales de la empresa	55
Tabla 10: Reducción de la pérdida por falta de stock en el almacén.....	56
Tabla 11: Pérdida por la inadecuada gestión de inventarios.....	57
Tabla 12: Códigos de familia de productos	58
Tabla 13: Reducción de la pérdida por la inadecuada gestión de inventarios	60
Tabla 14: Porcentaje de cumplimiento de las 5S +1.....	61
Tabla 15: Pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén	62
Tabla 16: Clasificación ABC de los ítems en el almacén.....	63
Tabla 17: Materiales, equipos para diseño de las 5S+1	66
Tabla 18: Check list del cumplimiento de las 5S+1 con la mejora.....	67
Tabla 19: Reducción de la pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén.....	68

Tabla 20: Pérdida por falta de capacitación en temas logísticos	69
Tabla 21: Cronograma de capacitación propuesto para el área logística.....	70
Tabla 22: Reducción de la pérdida por falta de capacitación	70
Tabla 23: Pérdida por falta de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales	72
Tabla 24: Inventario de los equipos con los que cuenta la empresa	74
Tabla 25: Codificación de los equipos de la empresa Sigma S.A. Contratista Generales ...	76
Tabla 26: Resultado del análisis de criticidad.....	78
Tabla 27: Análisis de criticidad de los equipos.	79
Tabla 28: Programa de mantenimiento preventivo propuesto	80
Tabla 29: Inversión para el mantenimiento preventivo	82
Tabla 30: Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo	83
Tabla 31: Procedimientos por áreas de la empresa.	85
Tabla 32: Pérdida por la falta de un procedimiento de mantenimiento	85
Tabla 33: Porcentaje de procedimientos de mantenimiento con la mejora	87
Tabla 34: Reducción de la pérdida por falta de procedimiento de mantenimiento	87
Tabla 35: Pérdida por falta de capacitación en temas logísticos	88
Tabla 36: Cronograma de capacitación propuesto para el área de mantenimiento.....	89
Tabla 37: Reducción de la pérdida por falta de capacitación	89
Tabla 38: Reducción de los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales	91

Tabla 39: Inversión para el desarrollo de las propuestas de mejora	91
Tabla 40: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año	97
Tabla 41: Estado de resultados mensual	98
Tabla 42: Flujo de caja mensual	99
Tabla 43: Indicadores económicos.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gestión integrada del sistema logístico.....	21
Figura 2: Layout gestión de almacén.....	24
Figura 3: Esquema de un ABC.....	28
Figura 4: Procedimiento para el desarrollo de la presente investigación.....	42
Figura 5: Organigrama de la empresa.....	44
Figura 6: Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área logística de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.....	45
Figura 7: Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área de mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.....	46
Figura 8: Diagrama de Pareto - Logística.....	48
Figura 9: Diagrama de Pareto - Mantenimiento.....	49
Figura 10: Kardex actualizado para inventarios.....	59
Figura 11: Desarrollo 5S+1 en diagrama de Gantt.....	65
Figura 12: Procedimiento de mantenimiento propuesto.....	86
Figura 13: Reducción de los costos operativos con las mejoras.....	90
Figura 14: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR4L.....	93
Figura 15: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR8L.....	94
Figura 16: Pérdidas antes y después de la mejora de la CR7L.....	94
Figura 17: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR1L.....	95

Figura 18: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR12M.....	95
Figura 19: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR13M.....	96
Figura 20: Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9M.....	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento sobre los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, Trujillo 2021.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento determinando que las causas raíces de los altos costos son : la falta de stock de materiales, la inadecuada gestión de inventarios, la falta de orden y limpieza en el almacén, la falta de capacitación en temas logísticos, la falta de mantenimiento preventivo de los equipos, la falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento y la falta de capacitación en temas de mantenimiento. Cabe mencionar que inicialmente se tuvo una pérdida anual de S/2,467,424.00

Luego se desarrolló la propuesta de mejora, la cual consistió en el desarrollo de: Método de máximos y mínimos, gestión de inventarios, metodología de las 5S, programa de Capacitación para el área logística, Programa de mantenimiento preventivo, elaboración de un procedimiento para el adecuado desarrollo del mantenimiento y la elaboración de un programa de Capacitación para el área de mantenimiento. Cabe mencionar que estas mejoras permitieron obtener un ahorro anual de S/ 921,105.00.

Para finalizar se realizó la evaluación económica de la propuesta, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/208,017.32, TIR de 32.3%, B/C de 1.5 y un PRI de 2.73 meses.

PALABRAS CLAVES: Producción, mantenimiento, costos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La construcción es la principal palanca para la implementación de la infraestructura y es una actividad económica a la que hay que prestar atención debido a los millones de empleos que genera y es capaz de equipar a los trabajadores con experiencia práctica y habilidades de demanda duradera (Arreola, 2018).

Cabe mencionar que la construcción es una de las primeras actividades económicas en desactivarse si viene una desaceleración, y una de las primeras en recibir inyección de estímulos cuando se busca salir de una recesión (Arreola, 2018).

La construcción es, a nivel mundial, la industria con la menor cantidad de incremento en productividad en los últimos 20 años. Como referencia, mientras la manufactura creció su valor añadido en 3.6% y la economía mundial lo hizo 2.8%, la construcción solo lo hizo en 1% (Arreola, 2018).

La construcción no es manufactura ya que requiere menos inversión en activo fijo y poca investigación y desarrollo, principalmente porque cada proyecto es único y no se puede producir en serie. Un sector de construcción improductivo implica aumento de costos, de riesgos y de desperdicio a lo largo de los ciclos de vida del proyecto, con pérdida de competitividad incluida (Arreola, 2018).

El ritmo de crecimiento de la construcción disminuyó en Asia meridional y sudoriental en el 2019 tras el fuerte repunte en 2018, pero será la región de más rápido crecimiento los próximos años, con un crecimiento anual promedio de 6.4%. Habrá recuperaciones sostenidas en la producción de la construcción en el Medio Oriente y

África, así como en Iberoamérica. Sin embargo, la debilidad en Turquía reducirá el ritmo de expansión regional en Europa del Este (Inmoley, 2019).

Desde el inicio de la pandemia por COVID-19, los gobiernos e instituciones a nivel global han promulgado diferentes tipos de medidas sanitarias y económicas para enfrentar el avance de virus y es por ello que se dio como alternativa el confinamiento social y laboral donde el sector construcción se ha visto seriamente afectado. La paralización de la industria de construcción por el COVID-19 se ve reflejado en altos niveles de desempleo. El sector construcción en América Latina y el Caribe representa una parte importante del gasto en inversión pública y una fuente significativa de empleos ya que en promedio, los países latinoamericanos invierten el 28% del gasto total en infraestructura pública de transporte, incluyendo el transporte terrestre, ferroviario, aéreo y otros; y el 19.7% en construcción de viviendas y de servicios comunitarios como redes de suministro público de agua y alumbrado eléctrico (Richter, 2020).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de PERÚ publicó lineamientos de prevención y control frente al COVID-19 que se deben implementar para el reinicio de actividades en el sector construcción (Richter, 2020).

En Enero del 2021, según el INEI, el Sector Construcción aumentó 15.22% resultado reflejado en el mayor consumo interno de cemento en 21.12%. Entre las obras privadas que continuaron con su dinamismo figuran los proyectos de condominios y oficinas, ejecución de trabajos en minas, trabajos en habilitación urbana. Disminuyeron las obras de infraestructura vial (puentes y carreteras); edificios no residenciales (hospitales, puestos de salud, colegios) y de servicios básicos (agua y desagüe), en tanto aumentó la ejecución de obras de prevención de riesgo (Andina, 2021).

Como se puede apreciar el sector construcción es un sector importante para la economía y desarrollo del Perú y además se proyecta un crecimiento para este año y es por ello que es necesario optimizar los procesos de las empresas que dedican a este rubro para de esta forma recuperar todos los ingresos perdidos por la pandemia.

Es así pues que el presente trabajo se desarrollará en la una empresa Constructora de Trujillo llamada Sigma S.A. Contratistas Generales.

Esta empresa ha tenido problemas que han incrementado los costos de la empresa y esto se dio debido a:

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales actualmente no cuenta con un método para determinar la cantidad de materiales que debe tener en el almacén ya que a pesar de que las obras tienen definido un presupuesto de materiales, este no siempre se cumple en su totalidad, es por ello que en el año 2020 la empresa tuvo un total de 26092 despachos realizados para una obra, de los cuales el 4.88% no fueron atendidos por falta de stock, lo que generó una pérdida por los sobrecostos por compras de emergencia de S/ 114,700.00.

La inadecuada gestión de inventarios generó que se tenga un total de 2.5% de inventario faltante representado una pérdida anual de S/ 363,409.90.

La falta de orden y limpieza en el almacén generó que la empresa tenga un total de 3465 ítems deteriorados por la vejez y falta de orden y limpieza representado una pérdida anual de S/ 120,350.65.

La empresa no brindó en el año 2020 ningún tipo de capacitación al personal encargado de las labores logísticas, esto generó que no se tenga una adecuada gestión de los proveedores y esto ocasionó una pérdida anual de S/ 357,798.91.

La falta de mantenimiento preventivo de los equipos generó que los equipos paren de manera inesperada generando retrasos en las obras, representando una pérdida anual de S/ 697,970.00.

La empresa actualmente no cuenta con procedimiento para el desarrollo del mantenimiento de los equipos generando una pérdida anual de S/40,994.14.

La empresa no brindó en el año 2020 ningún tipo de capacitación al personal encargado de las labores de mantenimiento, esto generó que no se tenga una adecuada gestión del mantenimiento y esto ocasionó que no se pueda dar solución a todas las fallas, teniendo que buscar ayuda externa y esto representó una pérdida anual de S/772,200.00.

Antecedentes

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Morales et al. (2013) "Plan de mejoramiento para el área de Logística a nivel local de la Compañía Rotam Agrochemical Colombia S.A.S", Colombia concluye en: La presente investigación tuvo como objetivo general efectuar el diagnóstico y diseño de soluciones de control y mejora de la cadena de suministro de la Compañía ROTAM AGROCHEMICAL COLOMBIA S.A.S. Se realizó una revisión amplia de la situación y las dificultades que tiene actualmente la empresa, todo esto con el fin de presentar una alternativa y opción de optimización del proceso local en la cadena de suministro que sea un recurso en función de disminuir costos. Utilizaron como herramientas la implementación de indicadores logísticos y un layout para el almacén. Efectuaron el análisis de la situación actual en cuanto a costos, manejo de producto almacenamiento y despachos consideraron necesario que Rotam tome control de su operación logística, teniendo en cuenta que de esta depende el logro de una mayor rentabilidad del negocio y además es parte fundamental de su Core Bussines. Al tomar el control de la operación,

estimaron una Inversión inicial de \$130,8 Millones de pesos con un ahorro de \$3.2 Millones mensuales con respecto a los costos actuales lo cual demostró que el proyecto es viable.

Cayetano (2018) "Propuesta de mejora del proceso logístico de una empresa Constructora", Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima concluye en: La empresa tiene un problema de tiempo de espera por las causas de compras sin planificación (informal), error en la verificación de materiales en cuanto a calidad y cantidad y daños, pérdidas y robos, determinándose las áreas de estudio de obras y área logística y es por ello que se planteó como objetivo general elaborar una propuesta de mejora del proceso logístico entre las áreas de compras y obra de la empresa constructora al implementar la filosofía Lean, reduciendo y eliminando paulatinamente desperdicios y reprocesos (mejora continua), así la empresa YICONGESAC logrará el crecimiento, incremento de productividad y calidad, satisfaciendo los requerimientos del cliente en cada proyecto u obra como la mejora de los tiempos de entrega de una obra. Para dar solución a estas causas raíces utilizaron las siguientes herramientas: Aplicación de la metodología – DMAIC, Implementación de la herramienta Kanban en el manejo de inventarios, Clasificación ABC. Mejora del Proceso de Compras 5S. Como resultado se obtuvo que la propuesta de mejora se valida ya que tiene un tiempo de espera de 100 días a comparación de los 246 días del proceso actual, habiéndose reducido al 41% del actual. Además, se redujo la perdida actual de S/ 4, 488,429 a S/ 3, 640,000.

Alemán (2014) "Propuesta de un plan de mejora para la gestión Logística en la empresa constructora Jordán S.R.L. de la ciudad de Tumbes", Universidad Privada del Norte, Trujillo concluye en: Se identificó 10 principales problemas actuales de la Empresa Constructora JORDAN SR, siendo los 2 principales: La Desorganización e Informalidad,

seguida de otras problemáticas como son: Mercado Local de Proveedores cerrado, Recursos Humanos insuficientes, Falta de Capacitación, Deficiente Sistema de Comunicación, Carencia de Sistemas Informáticos, Deficiente Técnica de Almacenaje, y como último Políticas de la Empresa y Factores Climáticos (Lluvias). Utilizaron las siguientes herramientas: Para el mejoramiento de la distribución y control de materiales se propuso una metodología de Gestión de Almacenes (SLP), se ha desarrollado un catálogo de productos para llevar el control de materiales y se diseñó un layout (distribución en planta) del almacén en obra de rubro de infraestructura vial, además para el mejoramiento de selección de los proveedores se ha planteado una metodología que permita contribuir a mejorar el desempeño de los proveedores y que proporcione información para la selección de los proveedores en futuros proyectos. Con estas mejoras se logró la optimización en el proceso de selección de proveedores, reduce tiempos al momento de planificar en obra, debido a que ya se contara con un registro de desempeño de cada proveedor, por lo tanto, se contactara con los que tengan como indicador de desempeño bueno, optimización de tiempos en obras a través del control de materiales en obra ya que ayudara a prever que el almacén quede desabastecido, además permite reducir los costos.

Según Salavarría (2019) en su tesis "Implementación de una gestión de almacenes para reducir costos de almacenamiento en las empresas Vigas y Cables – Callao, 2019" concluyó que: la merma de inventario se redujo de 5.01% a 2.45%, el tiempo de despacho de 3hrs a 9min y la exactitud del inventario de 1.34% a 0.27%, logrando reducir los costos en S/7 841 para el periodo abril a julio 2019.

Según León y Tacilla (2018) en su tesis "Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventarios y su relación con los costos en la empresa ferretería El Sol S.R.L." Menciona que: Logró determinar la relación que existe entre el diseño y ejecución de un

método de gestión de almacén e inventarios y el coste logístico en la empresa Ferretería El Sol S.R.L., obteniendo la reducción de costos de almacenamiento en un 31.07%.

Según Espejo (2017) en su tesis "Propuesta de mejora en la gestión de almacén y su influencia para reducir los altos costos logísticos de la empresa comercializadora de implementos de seguridad industrial Segurindustria Trujillo S.A." Menciona que: Se evaluó la implementación de la propuesta a través del VAN, TIR y B/C, obteniéndose valores de S/ 284 523.7, 92.60% y 1.31 para cada indicador respectivamente. Lo cual concluye que esta propuesta es rentable para la empresa.

Según Saric (2019) en su tesis "Diseño de mejora en la gestión de almacenes e inventarios y su relación con los costos logísticos en la empresa veterinaria Otuzco" concluye que: se pudo corroborar que existe una alta relación entre la gestión de almacenes e inventarios y los costos logísticos de la empresa, se logró disminuir la exactitud de inventario de 30,571.75 a 5,594.37 soles, el valor económico de 358,871.33 a 297,552.81 soles y el % de ventas perdidas se redujo en un 4.17%.

Según Román (2016) en su tesis "Implementación de un almacén para mejorar los costos logísticos de la empresa Mapalsa S.A.C. en Lima 2016" concluye que: con la implementación del nuevo almacén se redujo el costo de la mano de obra en almacén, en un 24.3%, con su similar año 2016 (primer semestre), además, se redujo los costos de distribución, comparando el mismo periodo de tiempo (primer semestre de los dos últimos años) en un 43.3%.

Bases Teóricas

a) La Logística

La logística empresarial es una parte muy esencial en la cadena de producción y suministro dentro de una empresa. La actividad logística incluye la planificación, ejecución y actividades que intervienen en la obtención, traslado y almacenamiento de materiales. La logística tiene dos objetivos primordiales. Primero realizar el trabajo a un mínimo costo, y brindar el mejor servicio posible al cliente (ENCOLOMBIA, 2020).

Importancia de Logística

La logística es un área específica dentro de la organización. Un proceso logístico bien planificado y diseñado repercute de manera positiva en las finanzas de la empresa. Tener los productos adecuados, en el lugar adecuado, en el momento adecuado y con las condiciones adecuadas, contribuyen a mejorar la rentabilidad empresarial (ENCOLOMBIA, 2020).

Funciones de la Logística

1. Rutas de Transporte: se deben planificar y diseñar rutas de transporte óptimos y adecuados con el objetivo de cumplir con un mínimo coste y el mejor servicio al cliente.
2. Servicio al cliente: se debe cumplir no solo con las necesidades del cliente, sino buscar mediante el proceso logístico, tiempos de respuesta óptimos.
3. Pedidos: tener un buen sistema de logística, un stock claro y una atención eficaz de servicio al cliente, permite tener un procesamiento de pedidos de manera rápida.
4. Inventarios: el almacenamiento puede variar de una empresa a otra, depende del tipo de producto, del espacio que tengan y el lugar del almacenamiento, también se debe llevar mucho control sobre el stock (ENCOLOMBIA, 2020).

Tipos de Logística en una empresa

1. Distribución: es más relacionado con el transporte de materias primas o productos, este proceso debe buscar optimizar el costo de almacenamiento y transporte.

2. Producción: esta logística interviene en el control del flujo interno de las materias primas que afectan el proceso de producción.
3. Aprovisionamiento: es el tipo de logística que sirve para llevar el control del almacén de la empresa, llevar un inventario y desarrollar una gestión de stock y establecer políticas de suministro (ENCOLOMBIA, 2020).
4. Inversa: se encarga de recoger artículos usados para reciclarlos, recuperar envases y residuos que sean tóxicos y retornar productos que sean obsoletos.
5. Ambiental: se dedica específicamente a gestionar adecuadamente los residuos que se generen en la empresa, si no es posible reciclarlos, que se desechen de la mejor manera posible (ENCOLOMBIA, 2020).

La logística en la construcción

La logística es un proceso multidisciplinario aplicado a una determinada obra para garantizar el suministro, almacenamiento y distribución de los recursos en los frentes de trabajo, asimismo se encarga de la estimación de las cantidades de los recursos a usar y de la gestión de los flujos físicos de producción. Este proceso se logra mediante las actividades de planificación, ejecución y control que tienen como apoyo principal el flujo de informaciones antes y durante el proceso de producción Alemán (2014). Entre las actividades que agrupa están: planeamiento y procesamiento de adquisiciones; calificación, selección y adquisición; transporte de recursos hasta la obra; pago a los proveedores, etc.

A continuación, en la figura 1 se muestra los procesos logísticos en el sector de construcción:

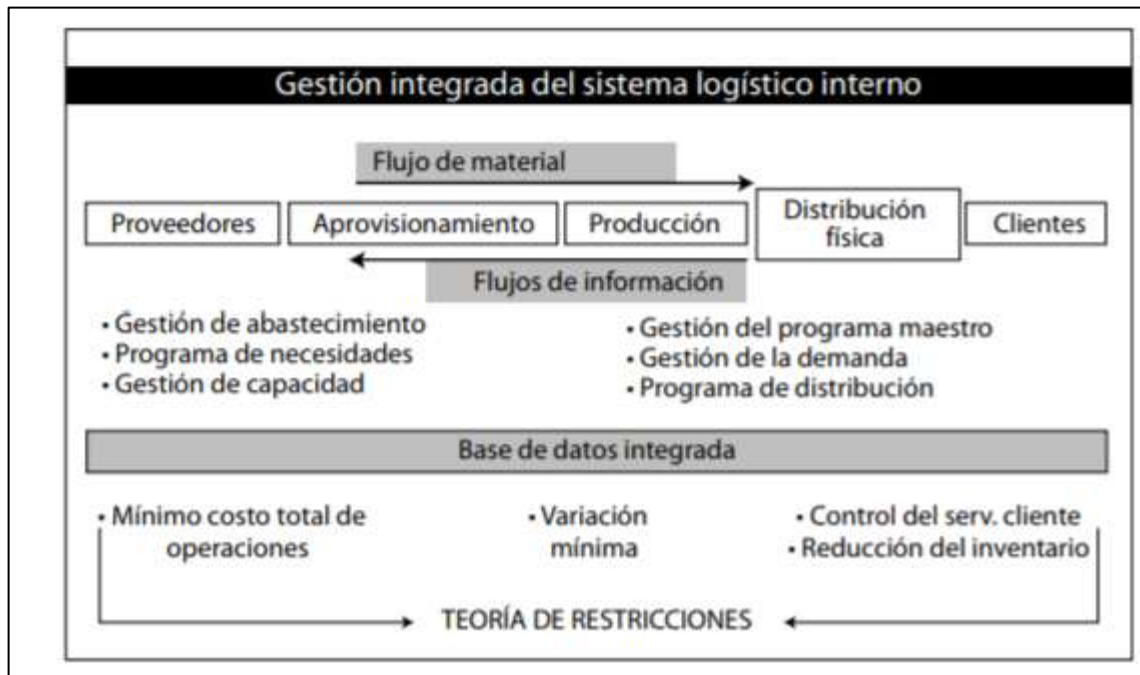


Figura 1. Gestión integrada del sistema logístico

Fuente: Mora (2016)

b) Gestión de almacenes

Bureau Veritas (2009) refiere que la gestión de almacenes tiene como fin administrar el mismo, teniendo en cuenta las decisiones que toma la gestión de producción para poder asegurar que los materiales se encuentren disponibles de forma oportuna y correcta.

Carreño (2014) señala que algunos de los principios que se utilizan en los almacenes para localizar productos son:

- Reducir costos de manipulación de los materiales
- Reducir las distancias totales recorridas en los almacenes
- Aumentar la utilización de los espacios
- Facilitar el control de los productos
- Maximizar la seguridad del área de almacén
- Ajustarse a las necesidades de preparación de pedidos
- Disminuir accidentes

- Disminuir la incompatibilidad de mercadería

c) Metodología 5S+1

Para Hernández & Vizán (2013), las 5s exhiben acciones simbolizadas en cinco palabras del idioma japonés, lo que distingue estas palabras es que todas comienzan con la consonante "S"; Estas palabras son importantes porque permiten creación de un entorno seguro y digno donde el trabajador se pueda desempeñar. A continuación en la Tabla 1 se muestra la descripción de las 5S, además del agregado "+1" calidad personal.

Tabla 1

Principios básicos de las 5S+1

Ítem	Descripción
Seiri: Eliminar	Esta primera técnica del método de las 5S se resume en separar lo innecesario. Así, su finalidad es la de librar del espacio del trabajo todo lo que se considere inútil, para lograr este propósito se debe realizar una clasificación de los cosas o elementos que se encuentran en el espacio de trabajo.
Seiton: Ordenar	Tras la clasificación, encontramos el orden. El concepto principal de esta técnica es la de determinar lo que no es necesario. Es decir, después de ser desechados los objetos o elementos que no son útiles para el mejor desempeño del trabajo, se debe ordenar todos los que han sido considerados necesarios.
Seiso: Limpieza e inspección	La necesidad de suprimir la suciedad es el motivo principal de que la limpieza esté incluida dentro de las 5S. el objetivo principal es la de aumentar de forma exponencial la seguridad, reducir los accidentes de trabajo, mediante la mejora del grado de limpieza de los espacios donde se desempeña el trabajo además de sus alrededores.
Seiketsu: Estandarizar	La estandarización gira en torno a la necesidad de señalar anomalías. Buscando que nuevamente surjan la suciedad y el desorden (tratados en los temas anteriores) en el entorno de trabajo, es importante implementar estrictos procedimientos y normas.

Shitsuke:
Disciplina

La técnica de la disciplina se centra en el hecho de seguir mejorando. Se encuentra al final de las otras técnicas, debido a que se aplica después de ellas. La disciplina rígida permite sacar el máximo partido al resto de elementos que conforman las 5S, pues facilitan su aplicación rigurosa y efectiva. La aplicación de la disciplina debe estar en estrecha relación con la aplicación de un control de las técnicas de forma rigurosa; además, de un monitoreo constante de la productividad.

+1= Ser +
Calidad
Personal

El Ser + significa buscar activamente la calidad persona que permita servir mejor a los demás.

Fuente: Hernández & Vizán (2013)

d) Layout de almacenes

Según Bowersox et al., (2007) sugieren que el layout debe estar debidamente planificado con el fin de tener un buen movimiento de los productos, adecuadas ubicaciones, así como de comprender el diseño y cantidad de las zonas de carga y descarga. Nos dice también que no todos los layout se acomodan a un solo tipo ya que cada almacén tiene requerimientos diferentes de los productos. Para lograr mejores prácticas de almacenamiento se debe considerar lo siguiente:

- Señalización de pasadizos y áreas principales de los procesos.
- Porcentajes de áreas para almacenamiento y operaciones
- Estado en el que se encuentra los pisos, áreas de almacenamiento y operaciones.

Es recomendable la realización de un layout del almacenamiento con el fin de lograr que sean adecuados los movimientos de los productos.

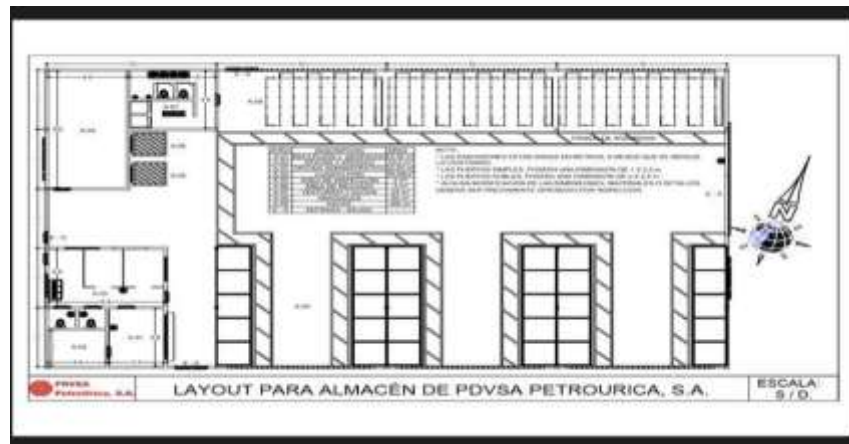


Figura 2. Layout gestión de almacén
Fuente: Bowersox et al. (2007)

e) Sistemas de codificación de materiales y productos

Según Hernández y Vizán (2013) La función primordial del departamento de ingeniería es la de establecer un mecanismo de identificación de los insumos primarios o productos. La labor principal del departamento de ventas es la de identificar los productos acabados. El sistema de codificación incluye todo lo que se acopia en determinados procesos de la producción, además de ser lo suficientemente adaptable a las necesidades presentes de la empresa y las previsibles, con un criterio razonable.

f) Gestión de inventarios

Gestión de Inventarios Carreño (2014), define a la palabra stock, inventario y existencias: como la acumulación o depósitos tanto de materias primas, partes, productos en proceso y productos terminados, como también a cualquier otra cosa que permanece en la cadena de abastecimiento. Estas acumulaciones se depositan en almacenes, se encuentran en movimiento cargados en medios de transporte o en los establecimientos prontos para ser expedidos al público.

g) Tipos de inventarios

Todo negocio encaminado debe tener en cuenta que los inventarios son necesarios para contrarrestar los impactos de nuestra producción, causados por la variación del mercado, así como de compras (materia prima) como el de ventas (productos). A continuación, se presentan diferentes stocks, de acuerdo con diferentes puntos de vista o tipos de clasificación según lo que controlan. Existen cuatro tipos de inventarios, según el criterio de las empresas manufactureras, que se muestran a continuación:

- **Materias primas:** Comprende todas las clases de materiales comprados por el fabricante y que pueden someterse a operaciones de transformación o manufactura, antes de ser vendidos como producto terminado.
- **Productos en proceso de fabricación:** Consiste en la producción parcialmente manufacturada. Su costo comprende, mano de obra, materia prima y consumos indirectos de producción que les son imputadas.
- **Productos terminados:** Son todos los artículos manufacturados que están aptos y disponibles para la venta (Mora, 2016).
- **Suministro de fábrica o fabricación:** Se conoce también como stock de materiales; puede asociarse directamente con el bien terminado y llega a convertirse en partes de él. El abastecimiento de materia prima se debe realizar en cantidades convenientes con el fin de facilitar la asignación del coste del producto. (Mora, 2016).

h) Sistema de inventarios ABC

El ABC en los inventarios consiste en estructurar o clasificar los productos en tres categorías denominadas A, B y C; apoyándose en el principio según el cual, generalmente, los productos siguen una distribución parecida a la realizada por Pareto con las rentas de

los individuos. Dicho argumento es: alrededor del 20% del número de artículos en stock representan cerca del 80% del valor total de ese inventario. (Mora ,2010)

Cada una de estas categorías tiene sus propias características. Veamos algunas de ellas.

Productos tipo A

- Representan un porcentaje pequeño en términos de unidades físicas, respecto al total de los artículos movilizados.
- Constituyen la mayor parte del capital movilizado. Dicho capital se recupera más fácilmente y genera gran parte de la utilidad del negocio.
- Generalmente, son más rentables.
- Nunca deberían presentar agotados, pues requieren un nivel de servicio superior al 99%.
- Su nivel de inventario suele ser alto, pero justificable.
- El costo de venta es menor, comparado con los que poseen los otros dos tipos de productos, B y C.
- Son bienes de alta rotación y, generalmente, su demanda es más fácil de predecir.
- Su proceso productivo está más estandarizado. (Mora ,2010)

Productos tipo B

Tienen una representación mediana, en términos de las unidades físicas con relación al total.

- Poseen el segundo valor en cuanto a capital movilizado. Su tratamiento es intermedio, es decir, sin una gran inversión, pero con un cuidado razonable.
- Tienen una rentabilidad intermedia
- Su nivel de inventario suele ser un término medio.

- Son bienes con una rotación media.
- Su demanda no es tan acertada cuando se trata de pronosticarla.
- Presentan un costo de venta intermedio, comparados con los productos A y C.
(Mora, 2010)

Productos Tipo C

- Este grupo representa un alto porcentaje en cuanto a unidades físicas movilizadas con relación al total.
- Es el grupo que menos capital moviliza con respecto a la inversión total.
- Tienen una rentabilidad inferior y su manejo no es muy exigente. (Mora ,2010)
- Son los productos con más baja rotación. •En el stock es normal tener pocas unidades de estos artículos.
- Los pronósticos poco funcionan a la hora de estimar la demanda de este tipo de referencias.
- Presentan el mayor costo de venta, comparados con los productos A y B.
- Son candidatos a convertirse en bienes obsoletos. (Mora ,2010).

Principio del ABC

El aporte de la clasificación a la rotación total es igual a su contribución a las ventas de forma que:

- Los ítems A contribuyen con el 80% de las ventas y con el 80% de la rotación total de los inventarios.
- Los ítems B contribuyen con el 15% de las ventas y con el 15% de la rotación total de los inventarios.

- Los ítems C contribuyen con el 5% de las ventas y con el 5% de la rotación total de los inventarios (Mora ,2010).

Como complemento al análisis ABC, es posible incluir los conceptos de rentabilidad y variabilidad que tiene cada producto de la organización; de tal forma que se puedan construir los escategamas de demanda y rentabilidad como herramientas adicionales para la categorización de ítems y el análisis de continuidad de productos.

A continuación, en la figura 3 se presenta el esquema de un ABC. (Mora ,2010)

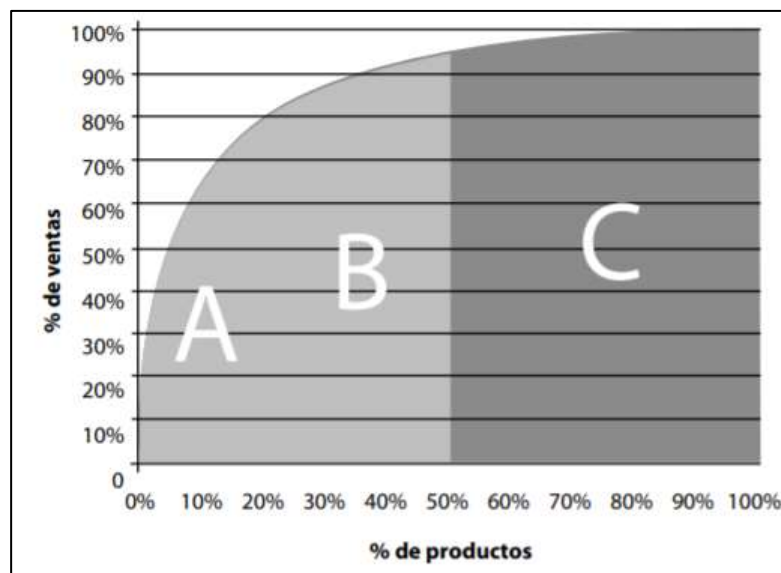


Figura 3. Esquema de un ABC

Fuente: Mora (2010)

i) Método de Máximos y Mínimos de inventarios

El control preventivo de inventarios o Máximos y mínimos de Inventario, es una modalidad del control operativo de stocks que se basa en reposiciones reales ajustadas a las necesidades, evitando así acumulaciones excesivas de materiales o inventario. Un apropiado control preventivo de inventarios debe manejar los siguientes elementos:

- Control Contable: Kardex o software.
- Control Físico: Almacén.

➤ Control de Nivel de Inversión: Índices de Rotación.

La revisión periódica de máximos y mínimos de inventario, se debe realizar cada cierto tiempo (periodos), en los cuales se calcula la cantidad de inventario disponible en la empresa y cuanta cantidad se requiere para llegar a un nivel de inventario deseado. Es un sistema opcional para control de inventarios, también conocido como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico (P), en el cual la posición de inventario de un artículo se inspecciona periódicamente y no de modo continuo. Si la compañía tiene escaso personal y con muchos artículos, será muy difícil controlar los niveles diariamente. La cantidad a ordenar corresponde a la diferencia entre la Existencia Máxima calculada y las Existencias Actuales de inventario. Los pedidos que se efectúen fuera de las fechas establecidas de revisión corresponderán a aquellos que busquen reaccionar a una fluctuación anormal de la demanda de unidades que haga que los niveles de inventario lleguen al límite mínimo antes de la revisión. Numerosos sistemas automatizados emplean la técnica de máximos y mínimos calculando puntos de revisión y solicitando automáticamente órdenes de compra con sus respectivas cantidades a solicitar (Velásquez, 2019).

Teniendo en cuenta que:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emx: Existencia máxima

Emn: Existencia mínima (Inventario de seguridad)

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las fórmulas matemáticas utilizadas en la técnica son:

Emn: $C_{mn} * Tr$;

Pp: $(C_p * Tr) + Emn$

Emx: $(C_{mx} * Tr) + Emn$;

CP: $Emx - E$. (Velásquez, 2019).

j) Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento. (Olarte et al., 2010)

El objetivo general del mantenimiento industrial es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.

Los objetivos específicos del mantenimiento industrial son los siguientes:

- Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción.
- Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados.
- Realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
- Generar listados codificados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de la empresa.

- Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con su correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.
- Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento programado sistematizado.
- Digitar la información de las órdenes de trabajo en el correspondiente software de mantenimiento.
- Generar informes que permitan controlar el manejo del presupuesto para la mano de obra propia y contratada, los repuestos y los materiales empleados en el mantenimiento (Olarte et al., 2010).

Ventajas del mantenimiento industrial

Una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.
- Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.
- Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas o sus componentes.
- Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.
- Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en el cambio o reparación de las mismas.
- Evita los daños irreparables en las máquinas.

- Facilita la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa (Olarte et al., 2010).

Pérdidas por la falta de mantenimiento programado

Cuando en las empresas no se cuenta con un mantenimiento bien planeado, las pérdidas se pueden presentar por los siguientes inconvenientes:

- Paradas del proceso de producción.
- Averías inesperadas de los equipos.
- Daños en la materia prima.
- Elaboración de productos defectuosos.
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.
- Accidentes laborales (Olarte et al., 2010).

k) Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un concepto que abarca todo tipo de operaciones destinadas a la conservación de equipos e instalaciones a través de la revisión periódica y reparación profesional, para garantizar así su buen funcionamiento, su fiabilidad y su durabilidad. (Contreras, 2016)

Precisamente, el objetivo fundamental del mantenimiento preventivo es prolongar la vida útil de los equipos, previniendo a tiempo las fallas e incidencias que se puedan presentar por falta de mantenimiento. Generalmente consiste en el cambio de piezas que presentan desgaste, el cambio de lubricantes, calibración, pintura y demás materiales anticorrosivos. (Contreras, 2016)

Este tipo de mantenimiento se hace por recomendaciones de los fabricantes después de un determinado tiempo de uso, por normas de uso de carácter legal o por inspección de técnicos expertos. La prevención en el mantenimiento de cualquier tipo de herramienta

resulta fundamental para garantizar su buen funcionamiento y alargar su vida útil.
(Contreras, 2016)

Características principales

Como se ha dicho, el mantenimiento preventivo permite detectar fallas a tiempo y corregirlas mediante inspecciones periódicas realizadas por expertos.

De esta forma, las empresas impiden que se presenten paros de planta afectando la producción, y evitan la depreciación y hasta pérdida total de equipos.

Las características principales del mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Se realiza de forma periódica y rutinaria.
- Es un tipo de mantenimiento cuyas tareas y presupuestos son planificadas. Tiene un tiempo de inicio y de culminación.
- Se realiza en condiciones de control total para evitar accidentes, mientras el equipo está parado.
- Ofrece la posibilidad de actualizar la configuración técnica de los equipos.

(Contreras, 2016)

Tipos principales de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se subdivide en tres tipos: programado, predictivo y de oportunidad.

1. Mantenimiento programado

Este tipo de mantenimiento es planificado y presupuestado, dado que las revisiones o inspecciones a los equipos se realizan según parámetros de tiempo, horas de funcionamiento, kilometraje, consumo, entre otros factores. (Contreras, 2016)

2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo determina en qué momento debe realizarse la reparación de acuerdo a consejos de mantenimiento y al tiempo máximo de utilización recomendado antes de someterse a reparación.

Este mantenimiento puede contarse dentro del tipo preventivo, pero tiene algunas diferencias sustanciales: el mantenimiento predictivo se realiza en función del estado del equipo, del seguimiento y la programación del mantenimiento de esas lecturas resultantes.

En cambio, el mantenimiento preventivo como tal determina el momento en que el equipo será inspeccionado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o también del ciclo de vida útil que promedio tiene un equipo. (Contreras, 2016)

3. Mantenimiento de oportunidad

Por lo general, se realiza cuando se saca de funcionamiento un equipo con este propósito, como por ejemplo la turbina de una central hidroeléctrica.

Pero también puede ser un barco, un horno industrial o un carro que no está en uso.

De esta forma se aprovecha su tiempo de descanso. (Contreras, 2016)

Ventajas del Mantenimiento preventivo

Entre las ventajas que presenta el mantenimiento preventivo se encuentran las siguientes:

- Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo.
- Se reducen significativamente los riesgos por fallas o fugas en los equipos.
- Prolonga la vida útil de los equipos.
- Hay menor tiempo de inactividad no planificado causado por falla de los equipos.
- Se generan menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora sustancialmente la fiabilidad de los equipos.

- Se producen menos costos en reparaciones causadas por fallas inesperadas de los equipos, las cuales deben corregirse rápidamente.
- Permite mejorar el control sobre el funcionamiento del equipo y su productividad, así como la programación del mantenimiento que será aplicado en este. (Contreras, 2016)

Desventajas del Mantenimiento preventivo

En realidad, el mantenimiento preventivo tiene muy pocas desventajas. Algunas de estas son las siguientes:

- El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente está fuera de la empresa, por lo cual tiene que ser contratado.
- La empresa debe ceñirse a las recomendaciones del fabricante para programar las labores de mantenimiento. Por esto puede ocurrir que se deba cambiar una pieza cuando quizás puede tener una mayor vida útil. (Contreras, 2016)

1) Costos

Un costo es la valuación, en términos monetarios, de todos los recursos y actividades necesarios para la fabricación de un producto, la prestación de un servicio o, en su caso, la adquisición de un bien o servicio (Alvarado, 2016).

La palabra costo expone la conversión de unidades de actividad a unidades monetarias bajo diferentes acepciones, las cuales deben precisarse debido a que pueden confundirse con otros conceptos que de ninguna manera pueden ser considerados como sinónimos, como los siguientes:

1. Egreso. Salidas de dinero, con origen en las ganancias o el capital, que una persona u organización realiza con el propósito de cubrir determinados gastos.

2. Gasto. Desembolso cuyo propósito es generar beneficios para una persona u organización.

3. Inversión. Desembolsos de propósito específico, con origen en los procesos de planeación, que se aplican a la adquisición o el desarrollo de los elementos que permitan la permanencia o evolución de una persona u organización (Alvarado, 2016).

Costo de inventarios

El contar con inventarios en la empresa involucra una serie de costos que vienen asociados no sólo al costo del producto en sí, sino que además conlleva toda una serie de costos que deben de ser considerados para el correcto análisis de las ventajas y desventajas que representa el contar con mayores niveles de inventarios (Alvarado, 2016).

Estos costos pueden agruparse en cinco tipos que se describirán a continuación:

- Costo del producto: Precio pagado al proveedor para adquirir el producto. (Costos de transporte asociados a la compra del producto).
- Costo de adquisición: Gastos en los que se incurre para poder realizar un pedido de compra. Así como también costos administrativos (llamadas telefónicas, tiempos de gestionar la compra, tiempo del personal de compras entre otros).
- Costo de manejo de inventarios: Costos con el mantenimiento y conservación de los inventarios. Entre ellos se involucran los costos de seguros, alquiler del almacén.
- Costo de Gestión: Costos del personal administrativo al igual que los costos de los controles informáticos que se tengan para tener registros precisos de los niveles de inventario.
- Costos de ruptura de stock: Costos que se ocasionan cuando no se cuentan con inventario y esto puede provocar la detención de la producción al igual que, en el caso de empresas comerciales, pérdida de oportunidades de ventas.

Definiciones Conceptuales

- Disponibilidad: La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. La disponibilidad de un Ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.
- El diagrama de causa y efecto (también llamado Ishikawa o de fishbone) identifica muchas causas posibles de un efecto o problema y clasifica las ideas según categorías definidas (Marcelino y Ramírez, 2012).
- El diagrama de Pareto permite elegir en forma visual el problema a tratar con base en datos respaldados por hechos. Se basa en la ley del 80/20: 20% de las disfunciones de una empresa ocasionan 80% de sus problemas (Cuatrecasas, 2012).
- La encuesta es una técnica de recogida de datos, o sea una forma concreta, particular y práctica de un procedimiento de investigación y se enmarca en los diseños no experimentales de investigación empírica propios de la estrategia cuantitativa, ya que permite estructurar y cuantificar los datos encontrados y generalizar los resultados a toda la población estudiada (Kuznik, Hurtado y Espinal, 2010).
- La Matriz de Indicadores es una herramienta de planeación que en forma resumida, sencilla y armónica establece con claridad los objetivos de un programa, incorpora los indicadores que miden dichos objetivos y sus resultados esperados; identifica los medios para obtener y verificar la información de los indicadores e incluye los riesgos y contingencias que pueden afectar el desempeño de lo que desee medir o mejorar (Coneval, 2018)

- Los diagramas de flujo son una manera de representar visualmente el flujo de un proceso y describen que operaciones y en que secuencia se requieren para solucionar un problema dado, facilitan la comunicación entre los actores de un proceso (Cuatrecasas, 2012).
- Mantenimiento preventivo: Tareas de inspección, control y conservación de un equipo/componente con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.
- Modo de falla: Un evento singular que causa una falla funcional.
- MTBF: Es el tiempo medio entre fallas.
- MTTF: Es el tiempo medio que transcurre para que se produzca una falla funcional.
- Plan de Mantenimiento: Relación detallada de las actuaciones de Mantenimiento que necesita un ítem o elemento y de los intervalos temporales con que deben efectuarse.
- TTF: Es el tiempo que transcurre para que ocurra una falla funcional.
- TTR: Es el tiempo que transcurre para que se haga una reparación.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento sobre los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, Trujillo 2021?

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento sobre los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, Trujillo 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.
- Desarrollar la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.
- Determinar la variación de costos en la empresa como efecto de la implementación de la propuesta de mejora.
- Evaluar económicamente la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento reduce los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, Trujillo 2021.

1.5. Aspectos éticos

La presente investigación respeta los estándares éticos en el proceso de recolección, procesamiento y análisis de datos proporcionados por los colaboradores como de la base de datos, podemos mencionar que:

- Estricta privacidad, anonimato y confidencialidad en el manejo de la información
- Consentimiento de la empresa y colaboradores
- Transparencia de los resultados

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Según orientación

La Investigación es Aplicada porque trata de facilitar respuestas a problemas prácticos específicos, constituyéndose en un área intermedia entre el descubrimiento de un nuevo conocimiento y su aplicación práctica a través de la cual se trata de transformar los conocimientos científicos en tecnologías (Rodríguez, 2011).

2.1.2. Según el diseño de investigación.

Investigación Diagnóstica y Propositiva, ya que el trabajo de esta investigación es un proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Todas las áreas de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

2.2.2. Muestra

Las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

2.3. Materiales, Instrumentos y Métodos

En la tabla 2 se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes	Objetivo	Procedimiento
----------	--------------	---------	----------	---------------

Análisis documental	Registros de ingreso y salida de materiales e insumos del almacén, Registro de fallas de los equipos, entre otros.	Base de datos de la empresa	Obtener información para tener una idea de la situación actual del área logística y mantenimiento de la empresa	Revisar data de logística y mantenimiento de la empresa
Encuestas (véase el anexo 1)	Cuestionario de preguntas, Lapicero	Trabajadores del área de logística y mantenimiento	Determinar que causa raíz impacta más en los problemas del área.	Aplicar la encuesta a los trabajadores del área de logística y mantenimiento.
Observación	Hojas de registro, Cámara y lapicero	Trabajadores del área logística y mantenimiento	Identificar los problemas y fallas.	Observar el proceso de logística y mantenimiento de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Técnicas de estadística descriptiva

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3

Instrumentos y métodos de procesamiento de datos

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se realizó para plasmar las causas raíces de los problemas del área de logística y mantenimiento (véase la figura 5 y 6)

Se formula indicadores para la medición de las causas
Matriz de Indicadores raíces principales de las áreas de logística y
mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Hoja de cálculo Excel: En este programa se utilizó para el desarrollo de las tablas que contienen datos de las causas raíces, además permitió realizar gráficos estadísticos necesarios para explicar los resultados obtenidos.

2.4. Procedimiento

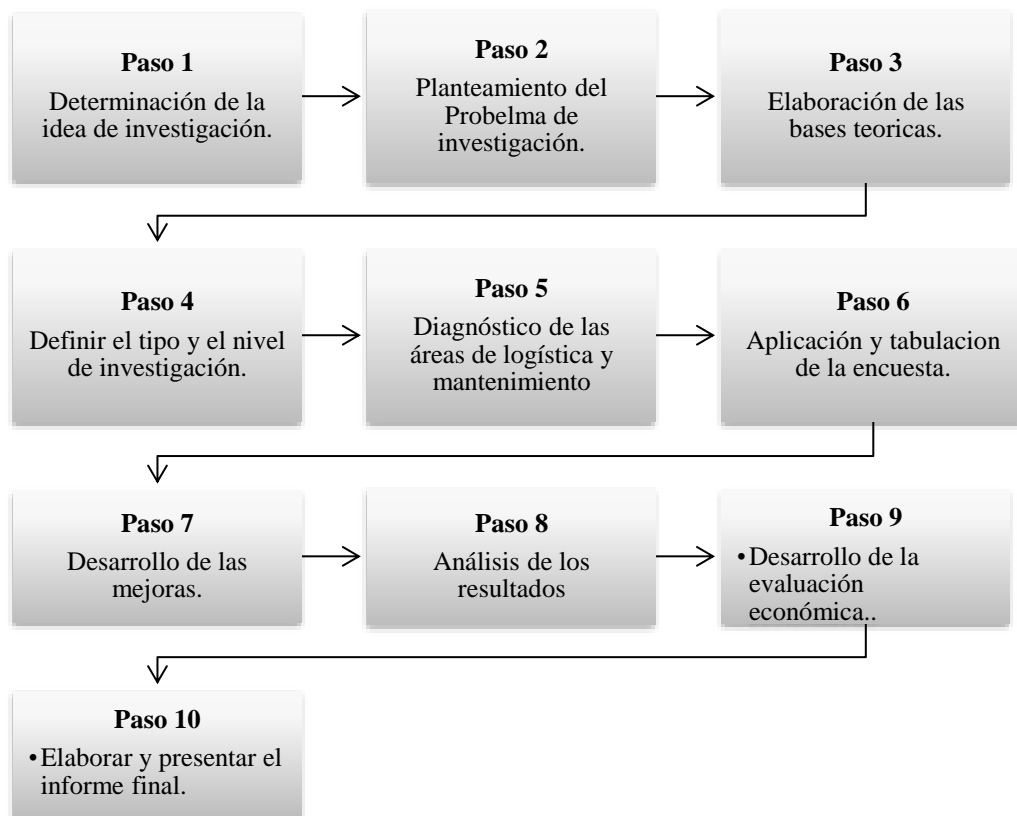


Figura 4 . Procedimiento para el desarrollo de la presente investigación

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la situación actual

3.1.1. Datos de la empresa

- **RUC:** 20110614609
- **Razón Social:** SIGMA SA CONTRATISTAS GENERALES
- **Página Web:** <http://www.sigma.com.pe>
- **Nombre Comercial:** Sigma S.A. Contratistas Generales
- **Tipo Empresa:** Sociedad Anónima
- **Condición:** Activo
- **Fecha Inicio Actividades:** 30 / Noviembre / 1988
- **Actividad Comercial:** Construcción Edificios Completos.
- **CIIU:** 45207
- **Dirección Legal:** Cal. las Palomas Nro. 369
- **Urbanización:** Limatambo
- **Distrito / Ciudad:** Surquillo
- **Departamento:** Lima, Perú

3.1.2. Competidores

- TECHINT S.A.C.
- CONSTRUTORA OAS S.A. SUCURSAL DEL PERU
- ABENGOA PERU S.A.
- ODEBRECHT PERU INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
- CAMARGO CORREA PERU S.A. INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES
- CBI PERUANA S.A.C.
- SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A.

- HV CONTRATISTAS S.A.
- CONSORCIO OBRAINSA - SVC
- MOTA-ENGIL PERU S.A.
- CONSTRUTORA QUEIROZ GALVAO SA-SUCURSAL DEL PERU
- C.A.M.E CONTRATISTAS Y SERV.GENERALES SA

3.1.3. Organigrama de la empresa

A continuación, en la figura 5 se muestra el organigrama de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

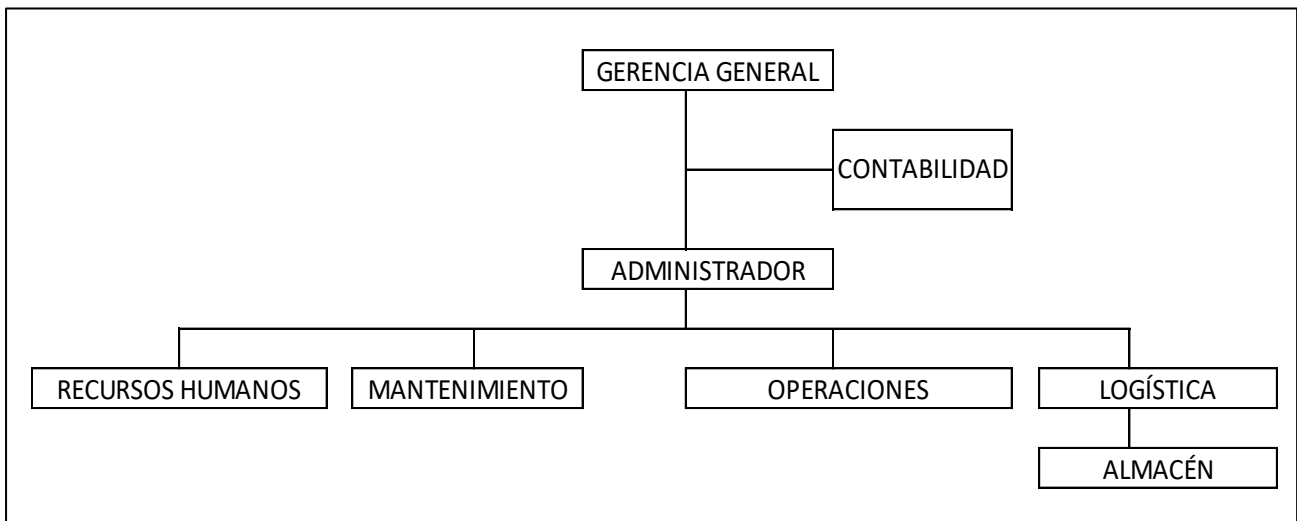


Figura 5. Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa

3.1.4. Diagnóstico del área problemática

Para la realización del diagnóstico sobre las causas raíces de los altos costos de la empresa debido a problemas en las áreas de logística y mantenimiento se utilizó el diagrama de Ishikawa para poder identificar cuáles son las causas que impactan en el problema de altos costos, para posteriormente cuantificarlas en el diagrama de Pareto teniendo como resultado las de mayor incidencia.

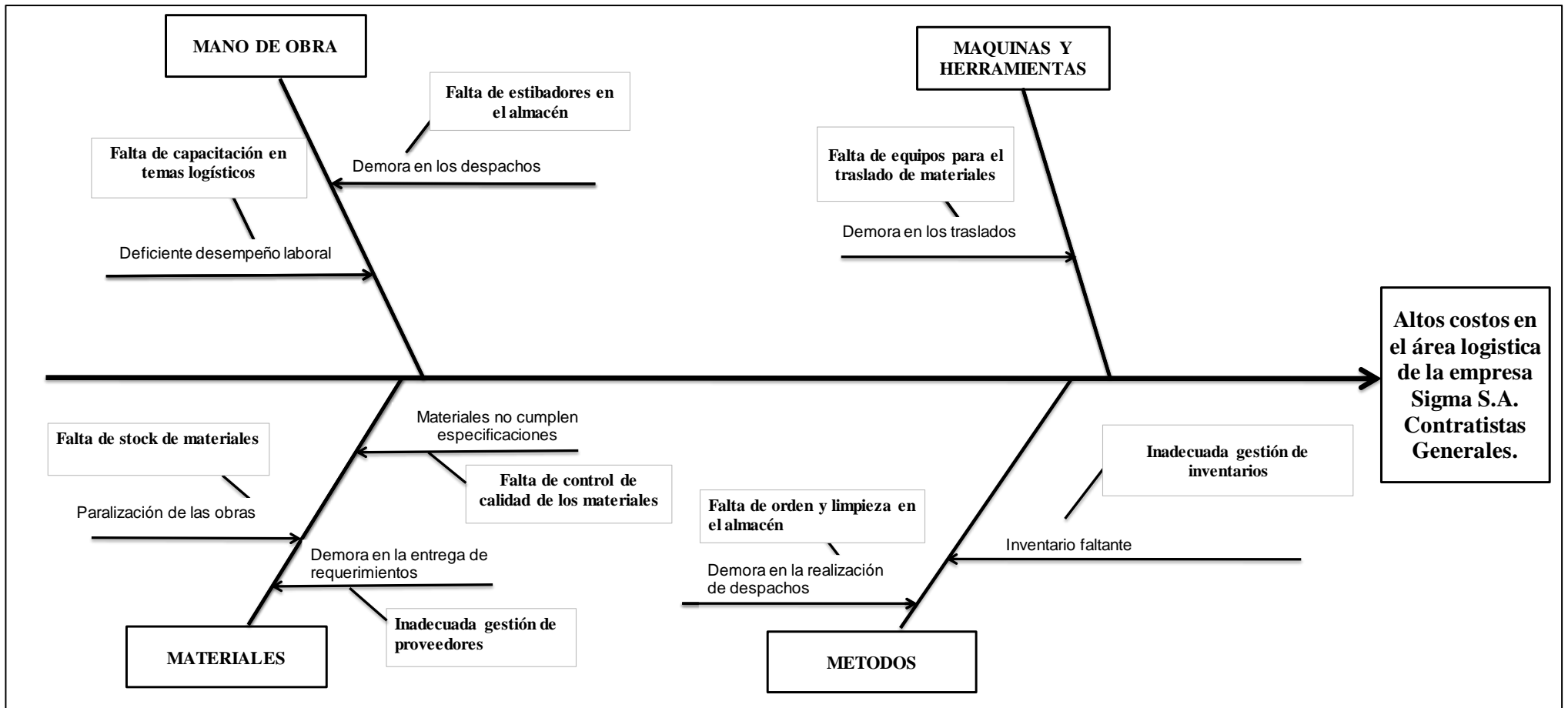


Figura 6. Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área logística de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales

Fuente: Elaboración propia

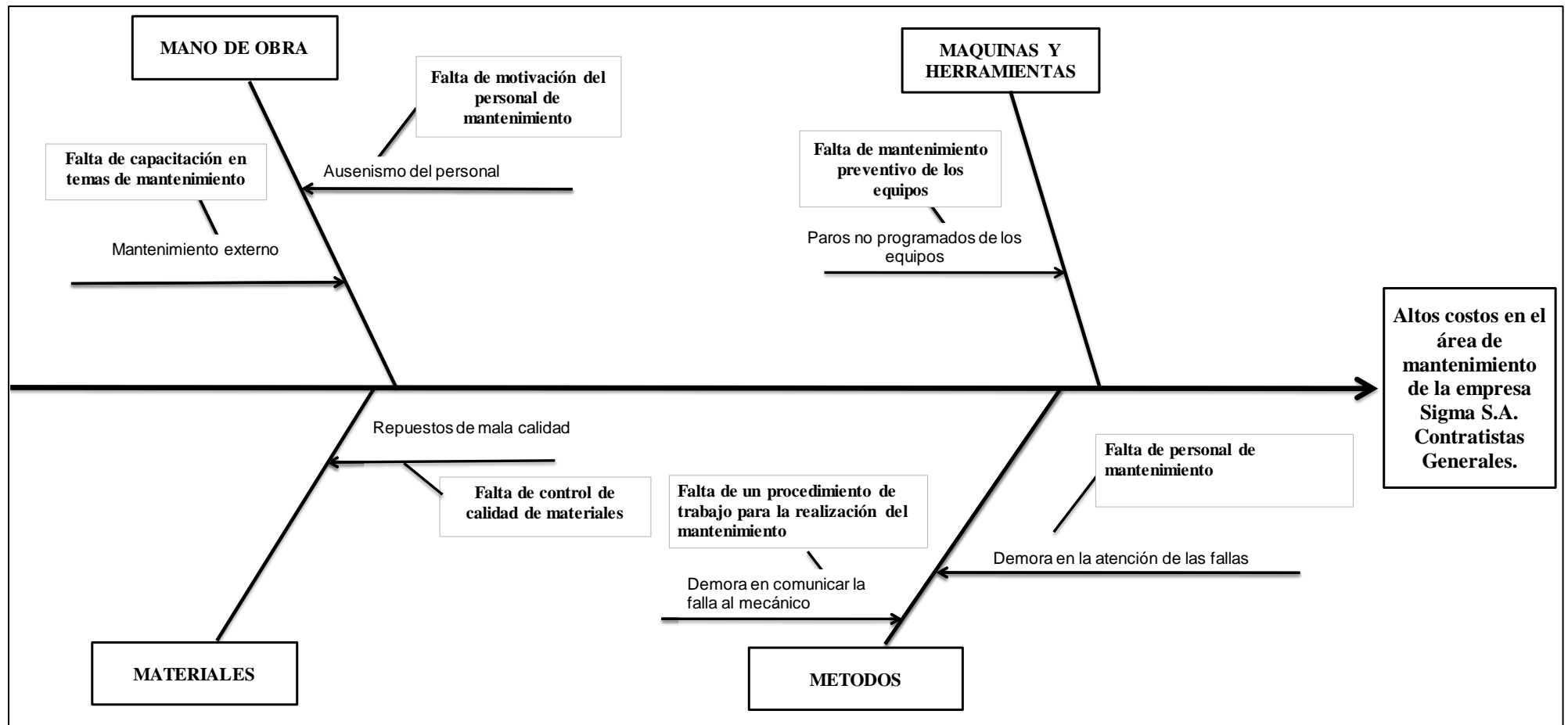


Figura 7. Diagrama de Ishikawa de los altos costos en el área de mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 y 5 se muestran la priorización de las causas raíces haciendo uso de resultado de la encuesta (Ver Anexo 1) que fue dirigido a los responsables del área logística y mantenimiento con la finalidad de encontrar las causas raíces que están ocasionando los elevados costos en la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

Tabla 4

Matriz de priorización de la encuesta realizada en el área de logística

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUENCIA	%	FRECUENCIA
		PRIORIZACION	ACUMULADO	ACUMULADA
CR4L	Falta de stock de materiales	24	21%	24
CR8L	Inadecuada gestión de inventarios	23	41%	47
CR7L	Falta de orden y limpieza en el almacén	22	61%	69
CR1L	Falta de capacitación en temas logísticos	22	80%	91
CR3L	Falta de equipos para el traslado de materiales	9	88%	100
CR5L	Inadecuada gestión de proveedores	6	93%	106
CR2L	Falta de estibadores en el almacén	5	97%	111
CR6L	Falta de control de calidad de los materiales	3	100%	114
TOTAL		114		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Matriz de priorización de la encuesta realizada en el área de mantenimiento

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUEN	%	FRECUEN
		CIA	ACUMUL	NCIA
		PRIORIZA	ADO	ACUMUL
		CION		ADA
CR12M	Falta de mantenimiento preventivo de los equipos	24	29%	24
CR13M	Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento	23	57%	47
CR9M	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	12	72%	59
CR14M	Falta de personal de mantenimiento	10	84%	69
CR11M	Falta de control de calidad de materiales	8	94%	77
CR10M	Falta de motivación del personal de mantenimiento	5	100%	82
TOTAL		82		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 8 se procedió a realizar el diagrama de Pareto para el área de logística.

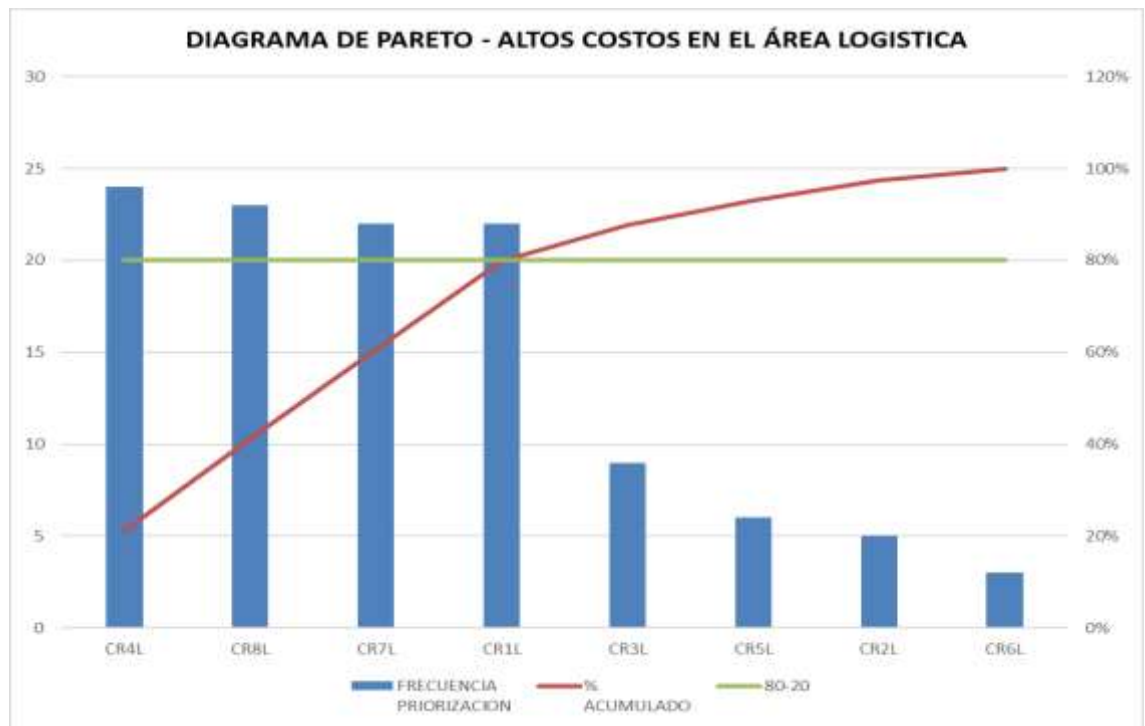


Figura 8. Diagrama de Pareto - Logística

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis de la situación actual de los altos costos en el área logística de la empresa se determinó que 4 eran las causas raíces principales a las que se tienen que buscar una solución:

- CR4L - Falta de stock de materiales
- CR8L - Inadecuada gestión de inventarios
- CR7L - Falta de orden y limpieza en el almacén
- CR1L - Falta de capacitación en temas logísticos

A continuación, en la figura 9 se procedió a realizar el diagrama de Pareto para el área de mantenimiento.

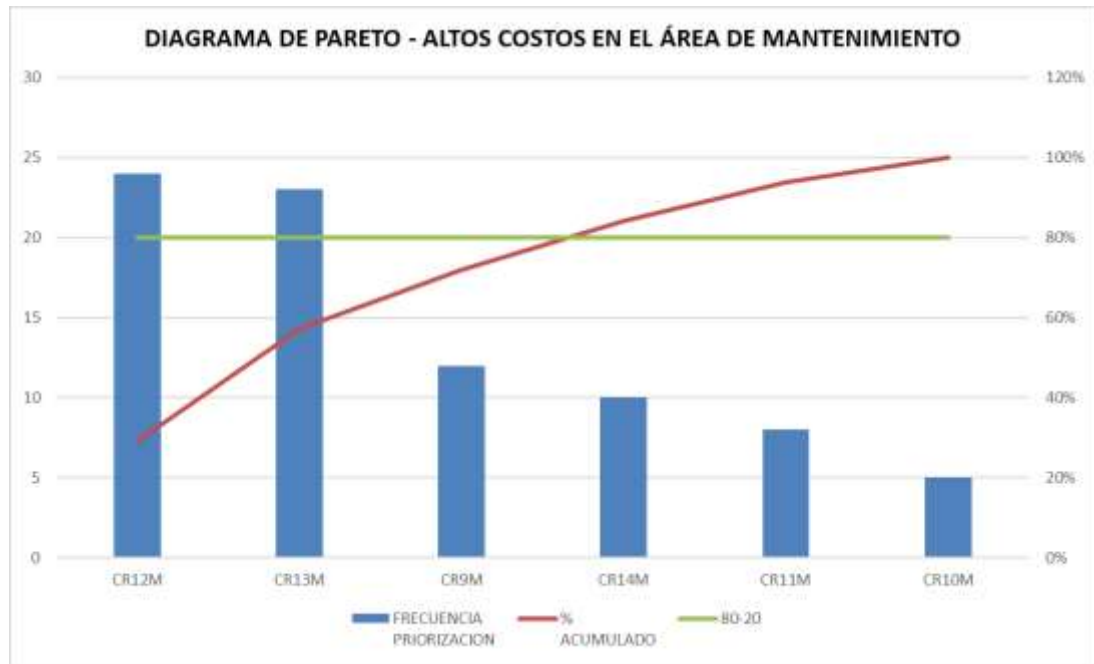


Figura 9. Diagrama de Pareto - Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis de la situación actual de los altos costos en el área de mantenimiento de la empresa se determinó que 3 eran las causas raíces principales a las que se tienen que buscar una solución:

- CR12M - Falta de mantenimiento preventivo de los equipos
- CR13M - Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento
- CR9M - Falta de capacitación en temas de mantenimiento

Identificación de indicadores

A continuación, en la tabla 5 se presentan los indicadores para cada causa raíz identificada.

Tabla 6

Indicadores actuales y metas

CR	Causa	Indicador	Fórmula	Unidad	VALOR ACTUAL	Pérdidas actuales (S./anual)	VALOR META	Pérdidas con la propuesta (S./anual)	Beneficio	Propuesta de mejora
CR4L	Falta de stock de materiales	% de despachos no atendidos por falta de stock	N° de despachos no atendidos por falta de stock x 100% / N° de despachos totales	%	4.9%	S/ 114,700	2.4%	S/ 57,051.32	S/ 57,649	Método de Máximos y Mínimos
CR8L	Inadecuada gestión de inventarios	% de inventario faltante	Inventario faltante x 100% / Inventario total	%	2.5%	S/ 363,410	1.2%	S/ 181,704.95	S/ 181,705	Gestión de inventarios
CR7L	Falta de orden y limpieza en el almacén	Cumplimiento de las 5S +1	Puntaje de cumplimiento x 100% / Puntaje total del check list	%	14.10%	S/ 120,351	87.2%	S/ 60,192.69	S/ 60,158	Metodología de las 5S
CR1L	Falta de capacitación en temas logísticos	% de personal capacitado en temas logísticos	N° de trabajadores capacitados en temas logísticos x 100% / N° Total de trabajadores	%	0.0%	S/ 357,799	100.0%	S/ 243,404.65	S/ 114,394	Programa de Capacitación para el área logística
CR12M	Falta de mantenimiento preventivo de los equipos	Disponibilidad	Tiempo total de funcionamiento x 100% / Tiempo total disponible	%	92.9%	S/ 697,970	94.3%	S/ 517,379.00	S/ 180,591	Programa de mantenimiento preventivo
CR13M	Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento	% de procedimientos de mantenimiento	N° de procedimientos de mantenimiento x 100% / N° de procedimientos totales	%	0.0%	S/ 40,994	5.6%	S/ 16,785.99	S/ 24,208	Elaboración de un procedimiento para el adecuado desarrollo del mantenimiento
CR9M	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	% de trabajadores de capacitados en mantenimiento	(N° Trabajadores capacitados en mantto. / N° total de trabajadores) x 100%	%	0.0%	S/ 772,200	100.0%	S/ 469,800.00	S/ 302,400	Programa de Capacitación para el área de mantenimiento
TOTAL						S/ 2,467,424		S/ 1,546,318.60	S/ 921,105.00	

Fuente: Elaboración propia

3.2. Descripción de la propuesta de mejora

En la siguiente tabla se muestra las propuestas de mejora a desarrollar para dar solución a las causas raíces identificadas en las áreas de logística y mantenimiento.

Tabla 7
Propuesta de mejora seleccionadas

CR	Causa	Propuesta de mejora
CR4L	Falta de stock de materiales	Método de Máximos y Mínimos
CR8L	Inadecuada gestión de inventarios	Gestión de inventarios
CR7L	Falta de orden y limpieza en el almacén	Metodología de las 5S
CR1L	Falta de capacitación en temas logísticos	Programa de Capacitación para el área logística
CR12M	Falta de mantenimiento preventivo de los equipos	Programa de mantenimiento preventivo
CR13M	Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento	Elaboración de un procedimiento para el adecuado desarrollo del mantenimiento
CR9M	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	Programa de Capacitación para el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. CR4L : Falta de stock de materiales

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales actualmente no cuenta con un método para determinar la cantidad de materiales que debe tener en el almacén ya que a pesar de que las obras tienen definido un presupuesto de materiales, este no siempre se cumple en su totalidad, es por ello que en ocasiones se da la falta de stock de algunos materiales necesarios para el avance de las obras.

a) Diagnóstico de costos perdidos

En el año 2020 la empresa tuvo un total de 26092 despachos realizados para una obra, de los cuales el 4.88% no fueron atendidos por falta de stock, lo que generó una pérdida por los sobrecostos por compras de emergencia de S/ 114,700.00, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8

Pérdida por falta de stock en el almacén de la Constructora

Meses	# de despachos totales realizados en el almacén	# de despachos no atendidos por falta de stock	% de despachos no atendidos por falta de stock	Sobrecosto por compras de emergencia
Enero	2251	121	5.38%	S/. 10,475.00
Febrero	2407	89	3.70%	S/. 11,475.00
Marzo	2098	130	6.20%	S/. 6,975.00
Abril	2366	114	4.82%	S/. 6,475.00
Mayo	2376	89	3.75%	S/. 10,975.00
Junio	1917	94	4.90%	S/. 9,975.00
Julio	2297	127	5.53%	S/. 11,475.00
Agosto	1927	113	5.86%	S/. 6,975.00
Septiembre	1844	108	5.86%	S/. 10,475.00
Octubre	2272	104	4.58%	S/. 8,975.00
Noviembre	1894	89	4.70%	S/. 9,475.00
Diciembre	2443	94	3.85%	S/. 10,975.00
Total	26092	1272	4.88%	S/. 114,700.00

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone aplicar el método de Máximos y mínimos para los materiales del almacén.

Método de Máximos y Mínimos para el almacén de una empresa constructora.

Para el desarrollo de este método se debe tener en cuenta las siguientes formulas:

Pp: Punto de pedido

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp: Consumo medio diario

Cmx: Consumo máximo diario

Cmn: Consumo mínimo diario

Emx: Existencia máxima

Emn: Existencia mínima (Inventario de seguridad)

CP: Cantidad de pedido

E: Existencia actual

Las fórmulas matemáticas utilizadas en la técnica son:

$$Emn: Cmn * Tr; (1)$$

$$Pp: (Cp * Tr) + Emn \dots (2)$$

$$Emx: (Cmx * Tr) + Emn; (3)$$

$$CP: Emx - E \dots (4)$$

Ejemplo de aplicación de máximos y mínimos

Como ejemplo se trabajará con el material Acero corrugado

Tr: Tiempo de reposición de inventario (en días) = 2 días

Cp: Consumo medio diario = 27 und

Cmx: Consumo máximo diario = 51 und

Cmn: Consumo mínimo diario = 15 und

E: Existencia actual = 150 unidades

Existencia mínima (Inventario de seguridad) = Emn = (15 und/día * 2 días) =
30 und

Existencia máxima = Emx = (51 und/día * 2 días) + 30 und = 132 und

Punto de pedido = Pp = (27 und/día * 2 días) + 30 und = 84 und

Cantidad de pedido = CP = (132- 150) = -18 und

Lo cual indica que el punto en el cual se debe emitir una solicitud interna de compra corresponda al punto en el cual el inventario del acero corrugado alcance un mínimo de 84 und (lo cual corresponde a asegurar la satisfacción de la demanda durante 2 días que tarda en arribar el pedido + la cantidad de seguridad).

En cuanto a la cantidad de pedido esta debe recalcularse al alcanzar el Punto de pedido (Pp) teniendo en cuenta que puede variar dependiendo de las existencias en el almacén al momento de emitir la orden.

A continuación, en la tabla 9 se detalla los cálculos realizados para el resto de materiales.

Tabla 9

Máximos y Mínimos de los materiales de la empresa

Material	UNIDAD	CANTIDAD ANUAL	Tiempo de Reposición (Tr-Días)	Consumo Promedio (Cp-Diario)	Consumo Máximo (CM-Diario)	Consumo Mínimo (Cm-Diario)	Existencia Máxima (EM)	Existencia Mínima (Em)	Existencia Acutal E	Punto de Pedido (Pp)	Cantidad de Pedido	Indicador Comprar	OBSERVACIÓN
ACERO CORRUGADO DE 1/2 x 9m	vrla	4845	2	27	51	15	132	30	150	84	-18		Existe stock
INTERRUPTOR TRIFASICO TIPO LEGRAND HASTA 32 A.	und	3850	1	6	7	6	13	6	17	12	-4		Existe stock
ACERO CORRUGADO DE 3/8 x 9m	vrla	3850	1	6	7	2	9	2	21	8	-12		Existe stock
CEMENTO TIPO MS	bls	3850	2	6	14	7	42	14	5	26.00	37.00	COMPRAR	En proceso de Compras
CODO PVC DE 110mm X 45° INYECTADO	und	3850	2	7	13	9	44	18	6	32.00	38.00	COMPRAR	En proceso de Compras
ADITIVO Z GROUT BOLSA DE 30KG	kg	3839	1	7	11	5	16	5	18	12	-2		Existe stock
BALDE PINTURA SATINADO LILA 4LTS	und	3839	2	6	14	5	38	10	27	22	11	COMPRAR	En proceso de Compras
TEE PVC 200mm X 110mm INYECTADO	und	3839	1	5	7	4	11	4	10	9	1	COMPRAR	En proceso de Compras
TEE PVC 200mm X 200mm INYECTADO	und	3839	1	5	11	4	15	4	17	9	-2		Existe stock
ALAMBRE NEGRO N°25	kg	3839	1	5	9	3	12	3	0	8	12	COMPRAR	En proceso de Compras
ARCO DE SIERRA FIJO ECONOMICO 12" 20-206	und	3839	1	6	7	8	15	8	0	14	15	COMPRAR	En proceso de Compras
EMPAQUETADURA DE ACOUPLE 15mm	und	3839	1	5	8	4	12	4	0	9	12	COMPRAR	En proceso de Compras
CODO PVC UF 200mm X 90° ALCANT. TRANSFORMADO	und	3839	1	7	13	5	18	5	13	12	5	COMPRAR	En proceso de Compras
LADRILLO DE PRENSA, 1RA. CALIDAD	mll	3828	2	6	13	7	40	14	14	26	26	COMPRAR	En proceso de Compras
LUBRICANTE PARA PVC	und	3828	1	3	7	2	9	2	33	5	-24		Existe stock
BALDE PINTURA SUPERMATE CANELA 4LTS	und	3828	2	6	14	4	36	8	10	20	26	COMPRAR	En proceso de Compras
REDUCCION PVC AGUA DE 200mm X 110mm INYECTADO	und	3828	1	7	14	9	23	9	33	16	-10		Existe stock
REDUCCION PVC AGUA DE 250mm X 110mm INYECTADO	und	3828	1	7	11	6	17	6	16	13	1	COMPRAR	En proceso de Compras
BALDE PINTURA SATINADO BLANCO	gln	3817	2	6	7	8	30	16	35	28	-5		Existe stock
MARCO DE F°F° 060 P/BUZÓN	und	3817	2	5	11	4	30	8	10	18	20	COMPRAR	En proceso de Compras
ARCHIVADOR OFICIO LOMO ANGOSTO PLASTIF. NEGRO	und	3817	1	5	9	2	11	2	30	7	-19		Existe stock
TRAPO INDUSTRIAL	und	3817	2	5	12	3	30	6	35	16	-5		Existe stock
ASPERSOR DE VIP 36 3/4	und	3806	1	5	8	7	15	7	34	12	-19		Existe stock
ALICATE D/CORTE DIAGONAL 6.1/4" X 2-2/5" 84-009	und	3806	1	5	13	7	20	7	10	12	10	COMPRAR	En proceso de Compras
Z MEMBRANA BLANCO X 55 GAL	und	3806	2	5	14	2	32	4	29	14	3	COMPRAR	En proceso de Compras

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta de mejora del método de Máximos y Mínimos se espera reducir el número de despachos no atendidos por falta de stock de 1272 a 633 con lo cual se espera reducir el % de despachos no atendidos de 4.88% a 2.43%, y esto a su vez redujo la pérdida por sobre costos por compras de emergencia de S/ 114,700.00 a S/ 57,051.32, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10

Reducción de la pérdida por falta de stock en el almacén

Meses	# de despachos totales realizados en el almacén	# de despachos no atendidos por falta de stock	% de despachos no atendidos por falta de stock	Costo por compras de emergencia
Enero	2251	60	2.67%	S/ 5,194.21
Febrero	2407	44	1.83%	S/ 5,673.03
Marzo	2098	65	3.10%	S/ 3,487.50
Abril	2366	57	2.41%	S/ 3,237.50
Mayo	2376	44	1.85%	S/ 5,425.84
Junio	1917	47	2.45%	S/ 4,987.50
Julio	2297	63	2.74%	S/ 5,692.32
Agosto	1927	56	2.91%	S/ 3,456.64
Septiembre	1844	54	2.93%	S/ 5,237.50
Octubre	2272	52	2.29%	S/ 4,487.50
Noviembre	1894	44	2.32%	S/ 4,684.27
Diciembre	2443	47	1.92%	S/ 5,487.50
Total	26092	633	2.43%	S/ 57,051.32

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. CR8L : Inadecuada gestión de inventarios

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales presenta una inadecuada gestión de los inventarios y esto genera que exista pérdida de materiales.

a) Diagnóstico de costos perdidos

En el año 2020 la empresa tuvo un total de 2.5% de inventario faltante ya que se tuvo un total de 10128 unidades de material perdido, representado una pérdida anual de S/ 363,409.90, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11

Pérdida por la inadecuada gestión de inventarios

	2020
Stock faltante	10128
Stock registrado al finalizar el 2020	407944
% de inventario faltante	2.5%
Pérdida anual	S/ 363,409.90

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone realizar:

1. Codificación en Familias de productos

Se centra en las familias, subfamilias de cada material que se encuentra en el inventario. Se propuso con la intención de llevar una codificación de los materiales y estantes para conocer la cantidad exacta que se posee de cada uno y poder ser ubicado de manera más rápida.

Tabla 12

Códigos de familia de productos

Familia de producto	Código
Construcción	01C
Tuberías	02T
Electricidad	03E
Pinturas	04P
Herramientas de mano	05H
Ferretería	06F

Fuente: Elaboración propia

2. Desarrollo de codificación de productos

Primer dígito: Familia de producto

Segundo dígito: Tipo de producto

Tercer dígito: Presentación del producto

3. Sistema de revisión inventario

Cabe mencionar que la empresa ya cuenta con un Kardex físico, pero presenta deficiencias al momento de analizar los resultados. Por ello, se propuso una actualización para facilitar la contabilidad de productos.

En la figura 10 se aprecia el formato actualizado del Kardex que utilizará la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, aquí se podrá contabilizar los materiales que ingresan y salen de manera diaria, asimismo, los productos vencidos, dañados y obsoletos. Todo con el fin de evitar mermas y sobrecostos.

KARDEX - DIGITALIZADO Y FÍSICO PARA MANEJO DEL INVENTARIO POR LOTE DE LLEGADA									
Sigma S. A. Contratistas Generales				Elaborado por: Pierre Zavaleta / Miker Zegarra					
				Aprobado por:					
FAMILIA	PRODUCTO	UND	INGRESO	ENTRADAS	SALIDAS	STOCK REGISTRADO	STOCK REAL	DIFERENCIA	CLASIFICACIÓN
ACERO	ACERO CORRUGADO DE 1/2 x 9m	vrrla	Ago-20	482	323	159	160	1	A
ADITIVO	ADITIVO - CRYSTAL PLUG GRIS	gln	Ago-20	483	314	169	169	0	A
ADITIVO	ADITIVO CRYSTAL PLUG BALDE DE 25KG	kg	Ago-20	454	310	144	144	0	A
ADITIVO	ADITIVO EUCOSEAL FLEX 50KG (A/20KG + B/30K	kg	Ago-20	434	318	116	116	0	A
ADITIVO	ADITIVO REMOVEDOR DE ÓXIDO	gln	Ago-20	431	336	95	95	0	A
ADITIVO	ADITIVO Z GROUT BOLSA DE 30KG	kg	Ago-20	477	349	128	128	0	A
ADITIVO	ADITIVO Z POX O UNIVERSAL 3/4A + 1/4B	gln	Ago-20	485	336	149	150	1	A
AGREGADO	AFIRMADO	m3	Ago-20	418	306	112	114	2	A
UTENCILIOS	ALARMA DE RETROCESO 12/24V	und	Ago-20	497	339	158	159	1	A
CONEXIÓN	ALCANTARILLA 72" X 1.80 X 905"	und	Ago-20	427	320	107	108	1	A
DOMICILIARIA	ALCHOL ISOPROPILICO X 2 LTS	und	Ago-20	462	323	139	141	2	A
UTENCILIOS	ALCOHOL EN GEL SUAVE AROMA X 4LTS	und	Ago-20	405	300	105	106	1	A
UTENCILIOS	ALICATE DE MECANICO MANGO DE VINIL 8" - 1'	und	Ago-20	464	333	131	131	0	A
UTENCILIOS	ALICATE DE PRESION CURVO 10" - 17423	und	Ago-20	499	325	174	174	0	A
UTENCILIOS	ALICATE MAXSTEEL 1000V PUNTA LARGA 8.1/4'	und	Ago-20	442	325	117	119	2	A
UTENCILIOS	ALICATE MULTI USO P/ELECTRICISTA 84-223	und	Ago-20	462	337	125	125	0	A
UTENCILIOS	ALICATE P/TERMINAL (22-26-14-18 AWG) HT-20	und	Ago-20	469	343	126	128	2	A
UTENCILIOS	ALICATE P/TERMINAL (22-26-14-18 AWG) HT-20	und	Ago-20	452	333	119	120	1	A
UTENCILIOS	ALICATE PRO D/ELECTRICISTA 8" 84-056	und	Ago-20	443	308	135	135	0	A
UTENCILIOS	ALICATE UNIVERSAL DE 8"	und	Ago-20	429	331	98	100	2	A
UTENCILIOS	ALICATE UNIVERSAL DE 8" C/BLISTER	und	Ago-20	481	305	176	178	2	A
UTENCILIOS	ALUMINIO TIPO "U" 1/2 x 6mts	und	Ago-20	428	324	104	105	1	A
UTENCILIOS	ALUMINIO TIPO "W" 1 1/2 x 6mts	und	Ago-20	461	345	116	116	0	A
UTENCILIOS	AMOLADORA ANGULAR GWS 13-125 CIX 7"	und	Ago-20	461	301	160	161	1	A
UTENCILIOS	AMPOLLA DE 1500 WTS (220-230 V)	und	Ago-20	458	321	137	138	1	A
MATERIAL DE PRÉSTAMO	ANGULO RANURADO P/ANDAMIO 1X2 PLOMO-	und	Ago-20	451	322	129	129	0	A
MATERIAL DE PRÉSTAMO	ANGULO RANURADO P/ANDAMIO 1X2-LILA-2.4(und	Ago-20	420	339	81	81	0	A
MATERIAL DE PRÉSTAMO	ANTICORROSIVO EPOXICO COLOR VERDE 1GL	und	Ago-20	489	342	147	147	0	A
UTENCILIOS	APLICADO SILICONA AZUL LIBIANO	und	Ago-20	418	338	80	81	1	A
UTENCILIOS	APLICADOR DE SILICONA	und	Ago-20	485	307	178	180	2	A
UTENCILIOS	APOSITO DE 10 X 10CM	und	Ago-20	476	343	133	135	2	A
UTENCILIOS	ARANDELA PLANA HIERRO 5/8 (15.9)	und	Ago-20	460	304	156	156	0	A
CONEXIÓN	ARANDELAS PRESION 5/8 (15.9)	und	Ago-20	450	305	145	145	0	A
DOMICILIARIA	ARCO D/TALAR 24" 15-384	und	Ago-20	424	342	82	84	2	A
MATERIAL DE PRÉSTAMO	ARCO DE SIERRA DE 21" - 10254	und	Ago-20	487	312	175	176	1	A
UTENCILIOS	ARCO DE SIERRA DE 63.2CM X 4.2 X 2.5	und	Ago-20	424	306	118	120	2	A
AGREGADO	ARENA GRUESA	m3	Ago-20	455	330	125	126	1	A
UTENCILIOS	ARNES CUERPO COMPLETO 3 ANILLOS - 14439	und	Ago-20	419	319	100	100	0	A
MATERIAL DE PRÉSTAMO	ASPERSOR DE VIP 36 3/4	und	Ago-20	447	346	101	102	1	A

Figura 10. Kardex actualizado para inventarios

Fuente: Elaboración propia

Además se propone establecer una revisión de sistema de control a partir de la clasificación ABC, ya que cada ítem del Kardex tendrá al final la clasificación ABC en función de la criticidad del uso en las obras, facilitando el control y evitando las pérdidas de materiales

Con las propuestas de mejora en la gestión de inventarios se espera reducir el porcentaje de inventario faltante de 2.5% a 1.2%, reduciendo la pérdida anual de S/ 363,409.90 a S/181,704.95, así como se muestra en la tabla

13.

Tabla 13

Reducción de la pérdida por la inadecuada gestión de inventarios

	2020	Con la mejora
Stock faltante	10128	5064
Stock registrado al finalizar el 2020	407944	423136
% de inventario faltante	2.5%	1.2%
Pérdida anual	S/ 363,409.90	S/ 181,704.95

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. CR7L : Falta de orden y limpieza en el almacén

En el almacén de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales no se cuenta con un adecuado orden y limpieza, esto genera que se tenga materiales deteriorados debido a la vejez en el almacén.

a) Diagnóstico de costos perdidos

Para determinar el estado del cumplimiento de las 5S en el almacén de la empresa se procedió a realizar una evaluación inicial con un Chek list, el cual nos dio como resultado que el cumplimiento inicial fue del 14.10% lo que significó que el estado del cumplimiento de las 5S es malo y es necesario realizar las 5S en el almacén, así como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Porcentaje de cumplimiento de las 5S + 1

CHECKLIST- MANUAL DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S+1 EN LA EMPRESA SIGMA S.A.		Código: CLV5S				
		Fecha: Set-19				
Sigma S. A. Contratistas Generales	Elaborado por: Pierre Zavaleta / Miker Zegarra					
	Aprobado por:					
5S+1	Criterios a Evaluar	SÍ/NO	A	B	C	D
Clasificación (Seiri)	Los pasillos y las áreas de trabajo se encuentran señalizadas y libres de obstáculos.	NO				0
	Existe un procedimiento para determinar si los artículos se encuentran dañados o por vencer/vencidos.	NO				0
	Los productos y equipos se encuentran visiblemente identificados (nombre, color, marca, etc).	NO				0
	Ordenan los productos en lugares donde su manipulación se pueda realizar de manera rápida	NO				0
	Eliminan información innecesaria que pueda conducir a errores	SÍ			1	
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO CLASIFICACIÓN				1		
Ordenar (Seiton)	Existe un lugar específico, seguro y ordenado para cada producto y herramienta.	NO				0
	Solamente los equipos requeridos están presentes en el área. Lo obsoleto, malogrado o roto es retirado del área.	NO				0
	Los productos se encuentran codificados.	NO				0
	Es fácil la ubicación visual de los productos	SÍ			1	
	Existe un área en el almacén para productos no utilizados.	NO				0
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO ORDENAR				1		
Limpieza (Seiso)	Todos los productos, herramientas y equipos se encuentran en buen estados y limpios.	NO				0
	Los pisos del almacén se encuentran libres de basura.	SÍ			1	
	Existe un lugar para botar los desechos.	NO				0
	El almacén se conserva limpio.	SÍ			1	
	El equipo de limpieza se encuentra guardado en un lugar determinado y accesible para cuando se necesite.	SÍ			1	
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO LIMPIEZA				3		
Estandarizar (Seiketsu)	Existen señales de seguridad industrial en las áreas de trabajo	NO				0
	Las herramientas y equipos se encuentran en lugares designados y son guardadas después de su uso.	SÍ			1	
	Todo el personal realiza sus actividades en un ambiente limpio y protegido.	SÍ		2		
	Las políticas y procedimientos se utilizan de manera frecuente en el almacén.	NO				0
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO ESTANDARIZAR				3		
Seguimiento / Disciplina (Shitsuke)	El personal realiza de manera diaria la metodología implantada.	NO				0
	El personal respeta las normas y procesos implantados	NO				0
	El personal muestra una buena actitud al desarrollar sus actividades permitiendo desarrollar la metodología implantada.	NO				0
	El personal se involucra con la realización de las 5s.	NO				0
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO DISCIPLINA				0		
Ser + Calidad personal	El personal es empático con los clientes internos y externos.	SÍ			1	
	Existen charlas motivacionales para el personal de la empresa.	SÍ			1	
	El personal acude a capacitaciones para mejorar su rendimiento en la empresa	SÍ			1	
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO +1 CALIDAD PERSONAL				3		
TOTAL				11		14.10%
Cumple eficazmente (A=3),		Cumple el criterio (B=2),		Cumple de manera regular (C=1),		No cumple (D=0)
%: Óptimo (59-78=76%-100%)		%: Adecuado (40-58=50%-75%)		%: Regular (20-39=26%-49%)		%: Malo (0-19=0%-25%)

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que en el año 2020, el almacén de la empresa tuvo un total de 3465 ítems deteriorados por la vejez y falta de orden y limpieza representado una pérdida anual de S/ 120,350.65, así como se muestra en la tabla 15

Tabla 15

Pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén

	2020
Ítems deteriorados por la vejez y falta de orden y limpieza	3465
Pérdida	S/ 120,350.65

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone desarrollar la metodología de las 5S +1

Las actividades para el desarrollo de la metodología 5S+1 fueron programadas para ser realizadas en 2 meses, en dichas actividades se clasificó, ordenó, limpio de acuerdo a los diferentes materiales que se presentan dentro del almacén. De esta manera se logran obtener resultados positivos.

Aplicación de las 5S+1

1. Seiri: Clasificación

En esta fase se procedió a distinguir los elementos innecesarios y necesarios, por lo cual se seguirá con los siguientes pasos:

- Separar elementos innecesarios.

- Listar los elementos innecesarios.
- Establecer reuniones para la toma de decisiones y acuerdos.
- Retirar e identificar elementos innecesarios

2. Seiton: Ordenar

Posteriormente se procedió a ordenar los materiales de manera correcta.

Cabe mencionar que se propuso ordenar los ítems en función de la clasificación ABC en función de las salidas, de tal manera que aquellos ítems que tengan clasificación A, deben estar cerca a la puerta de salida de los materiales.

Tabla 16

Clasificación ABC de los ítems en el almacén

Participación Estimada	Clasificación	Cantidad	Participación
0% - 80%	A	230	78.5%
81% - 95%	B	16	5.5%
95% - 100%	C	47	16.0%
TOTAL		293	100%

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la clasificación ABC, 230 ítems son críticos y deben estar cerca a la puerta de salida del almacén de materiales.

3. Seiso: Limpieza

Una vez clasificados se procedió a la limpieza de estantes, equipos y materiales

Plan de limpieza

La limpieza del almacén se debe de realizar 30 minutos al inicio y al finalizar la jornada dentro del almacén. Las personas que realicen la

limpieza deben contar con los materiales y equipos necesarios, para garantizar un trabajo óptimo y con el menor riesgo de accidentes.

Preparación de elementos de limpieza

Para la ejecución de la limpieza se requerirá de escobas, trapos, baldes, trapeadores, desengrasante y tachos de basura.

Ejecución

La ejecución de este pilar deberá de estar acompañado por charlas instructivas y de capacitación, que abarquen desde el porqué de la limpieza.

4. Seiketsu: Estandarizar

Se reportó al jefe de almacén y gerente sobre el diseño de la metodología, asimismo, una charla donde se mencionó los beneficios de aplicar la metodología. También se colocaron afiches con la finalidad de crear hábitos.

5. Shitsuke: Disciplina

Se presentaron los resultados al jefe de almacén: Ing. Miguel Vásquez Paganini, con quien se acordó realizar seguimiento de manera bimestral a la metodología implantada.

6. Ser + Calidad persona (+1)

Se coordinó con los colaboradores realizar una pequeña charla 5 minutos antes de cada jornada laboral para tocar temas específicos, asimismo, brindar motivación, seguridad y empatía.

A continuación en la figura 11, se presenta el Diagrama de Gantt para el desarrollo de cada etapa de las 5S +1.

Para la implementación de la presente metodología se utilizaron algunos materiales los cuales se detallarán a continuación:

Tabla 17

Materiales, equipos para diseño de las 5S+1

Inversión -5S	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Pintura	Und	3	50	S/ 150.00
Bolsas para basura	Und	200	0.2	S/ 40.00
Extintor	Und	2	450	S/ 900.00
Material informativo	Und	1	150	S/ 150.00
Letreros y señalización	Und	3	100	S/ 300.00
Escobas	Und	4	8	S/ 32.00
Recogedores	Und	4	8	S/ 32.00
Rack para accesorios	Und	4	850	S/ 3,400.00
Andamios grandes	Und	3	2000	S/ 6,000.00
Contenedores de basura	Und	1	250	S/ 250.00
Total				S/ 11,254.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra los gastos de materiales y equipos que fueron necesarios para la implementación de la metodología 5S+1, lo que significará una inversión de S/ 11,254.00.

Con la propuesta de mejora de las 5s se espera incrementar el cumplimiento de las 5s de 14.10% a 87.18%, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18

Check list del cumplimiento de las 5S+1 con la mejora

CHECKLIST- METODOLOGÍA 5S+1 EN LA EMPRESA SIGMA S.A. DESPUÉS DE LA MEJORA		Código: CLGAEI03
		Fecha:
Sigma S. A. Contratistas Generales	Elaborado por: Pierre Zavaleta / Miker Zegarra	
	Aprobado por:	
5S+1	Criterios a Evaluar	SÍ/NO A B C D
Clasificación (Seiri)	Los pasillos y las áreas de trabajo se encuentran señalizadas y libres de obstáculos.	SÍ 3
	Existe un procedimiento para determinar si los artículos se encuentran dañados o por vencer/vencidos.	SÍ 2
	Los productos y equipos se encuentran visiblemente identificados (nombre, color, marca, etc).	SÍ 3
	Ordenan los productos en lugares donde su manipulación se pueda realizar de manera rápida	SÍ 3
	Eliminan información innecesaria que pueda conducir a errores	SÍ 2
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO CLASIFICACIÓN		13
Ordenar (Seiton)	Existe un lugar específico, seguro y ordenado para cada producto y herramienta.	SÍ 3
	Solamente los equipos requeridos están presentes en el área. Lo obsoleto, malogrado o roto es retirado del área.	SÍ 3
	Los productos se encuentran codificados.	SÍ 3
	Es fácil la ubicación visual de los productos	SÍ 3
	Existe un área en el almacén para productos no utilizados.	SÍ 2
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO ORDENAR		14
Limpieza (Seiso)	Todos los productos, herramientas y equipos se encuentran en buen estados y limpios.	SÍ 3
	Los pisos del almacén se encuentran libres de basura.	SÍ 2
	Existe un lugar para botar los desechos.	SÍ 2
	El almacén se conserva limpio.	SÍ 2
	El equipo de limpieza se encuentra guardado en un lugar determinado y accesible para cuando se necesite.	SÍ 3
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO LIMPIEZA		12
Estandarizar (Seiketsu)	Existen señales de seguridad industrial en las áreas de trabajo	SÍ 3
	Las herramientas y equipos se encuentran en lugares designados y son guardadas después de su uso.	SÍ 3
	Todo el personal realiza sus actividades en un ambiente limpio y protegido.	SÍ 2
	Las políticas y procedimientos se utilizan de manera frecuente en el almacén.	SÍ 2
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO ESTANDARIZAR		10
Seguimiento / Disciplina (Shitsuke)	El personal realiza de manera diaria la metodología implantada.	SÍ 3
	El personal respeta las normas y procesos implantados	SÍ 3
	El personal muestra una buena actitud al desarrollar sus actividades permitiendo desarrollar la metodología implantada.	SÍ 3
	El personal se involucra con la realización de las 5s.	SÍ 3
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO DISCIPLINA		12
Ser + Calidad personal	El personal es empático con los clientes internos y externos.	SÍ 3
	Existen charlas motivacionales para el personal de la empresa.	SÍ 2
	El personal acude a capacitaciones para mejorar su rendimiento en la empresa	SÍ 2
PUNTAJE TOTAL OBTENIDO +1 CALIDAD PERSONAL		7
TOTAL		68 87.18%
Cumple eficazmente (A=3),		No cumple (D=0)
%: Óptimo (59-78=76%-100%)		%: Malo (0-19=0%-25%)
%: Adecuado (40-58=50%-75%)		%: Regular (20-39=26%-49%)

Fuente: Elaboración propia

Asimismo se espera reducir la pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén de S/ 120,350.65 a S/60,192.69, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19

Reducción de la pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén

	2020	Con la mejora
Ítems deteriorados por la		
vejez y falta de orden y	3465	1733
limpieza		
Pérdida	S/ 120,350.65	S/ 60,192.69

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. CR1L : Falta de capacitación en temas logísticos

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales no brindó en el año 2020 ningún tipo de capacitación al personal encargado de las labores logísticas, esto generó que no se tenga una adecuada gestión de los proveedores y esto ocasionó demoras en las entregas de los materiales.

a) Diagnóstico de costos perdidos

En el año 2020 la empresa tuvo un total de 4189 requerimientos realizados a los proveedores de los cuales el 6.9% (289 requerimientos) fueron atendidos con demoras, esto generó un tiempo de retraso en las obras de 171 horas lo que representó una pérdida anual de S/ 357,798.91, así como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Pérdida por falta de capacitación en temas logísticos

Meses	Nº de requerimientos realizados a proveedores	Requerimientos entregados con retrasos	% de requerimientos atendidos con demoras por parte de los proveedores	Horas de retraso en las entregas	Pérdida por demoras en la entrega de requerimientos por parte de los proveedores
Enero	355	30	8.5%	22	S/ 46,032.61
Febrero	356	16	4.5%	9	S/ 18,831.52
Marzo	374	17	4.5%	13	S/ 27,201.09
Abril	380	25	6.6%	13	S/ 27,201.09
Mayo	325	30	9.2%	16	S/ 33,478.26
Junio	342	33	9.6%	12	S/ 25,108.70
Julio	372	17	4.6%	10	S/ 20,923.91
Agosto	333	28	8.4%	23	S/ 48,125.00
Septiembre	379	27	7.1%	20	S/ 41,847.83
Octubre	320	21	6.6%	10	S/ 20,923.91
Noviembre	373	22	5.9%	11	S/ 23,016.30
Diciembre	280	23	8.2%	12	S/ 25,108.70
Total	4189	289	6.9%	171	S/ 357,798.91

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone realizar un cronograma de capacitación enfocado en temas logísticos, los cuales son necesarios para mejorar las operaciones realizadas por los colaboradores del área logística.

Tabla 21

Cronograma de capacitación propuesto para el área logística

N°	TEMAS DE CAPACITACION - LOGISTICA	CRONOGRAMA						Hora s	Costo
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
1	Método de máximos y mínimos	x						5	S/ 5,000
2	Gestión de Inventarios			x				5	S/ 5,000
3	Gestión de proveedores					x		5	S/ 5,000
4	Metodología de las 5S						x	5	S/ 5,000
	Total							20	S/ 20,000

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 2 se muestra el plan de capacitación para las capacitaciones mostradas en el cronograma de la tabla 21.

Como se puede apreciar en la tabla 21, se consideró necesario desarrollar 4 capacitaciones las cuales tendrán una duración de 5 horas y tendrán un costo de S/ 20,000.

Con la propuesta de mejora se espera capacitar a todo el personal encargado de las labores logísticas y de esta forma reducir la pérdida por la deficiente gestión de proveedores de S/ 357,798.91 a S/ 243,404.65, así como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Reducción de la pérdida por falta de capacitación

Meses	N° de requerimientos realizados a proveedores	Requerimientos entregados con retrasos	% de requerimientos atendidos con demoras por parte de los proveedores	Horas de retraso en las entregas	Pérdida por demoras en la entrega de requerimientos por parte de los proveedores
-------	--	--	---	--	---

Enero	355	21	5.9%	15.40	S/ 32,222.83
Febrero	356	11	3.1%	6.19	S/ 12,946.67
Marzo	374	11	2.9%	8.41	S/ 17,600.70
Abril	380	17	4.5%	8.84	S/ 18,496.74
Mayo	325	21	6.5%	11.20	S/ 23,434.78
Junio	342	23	6.7%	8.36	S/ 17,500.00
Julio	372	11	3.0%	6.47	S/ 13,539.00
Agosto	333	19	5.7%	15.61	S/ 32,656.25
Septiembre	379	18	4.7%	13.33	S/ 27,898.55
Octubre	320	14	4.4%	6.67	S/ 13,949.28
Noviembre	373	15	4.0%	7.50	S/ 15,692.93
Diciembre	280	16	5.7%	8.35	S/ 17,466.92
Total	4189	197	4.7%	116.33	S/ 243,404.65

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. CR12M : Falta de mantenimiento preventivo de los equipos

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales cuenta con personal encargado de realizar el mantenimiento de los equipos, sin embargo solo desarrollan el mantenimiento correctivo y esto genera que los equipos paren de manera inesperada generando retrasos en las obras.

a) Diagnóstico de costos perdidos

La empresa actualmente cuenta con 28 equipos los cuales en el año 2020 tuvieron 2333 paros no programados, generando un tiempo de reparación de 4973 horas, por lo cual tuvo una disponibilidad de 92.9%, representando una pérdida anual de S/ 697,970.00. Cabe mencionar que para determinar la pérdida se multiplicó el costo por hora de los equipos por las horas de reparación, así como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

Pérdida por falta de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales

DESCRIPCIÓN	Costo por hora	N PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Excavadora 1	S/250.00	77	186	2310	2496	2.42	30	92.5%	S/46,500.00
Excavadora 2	S/250.00	97	230	2266	2496	2.37	23	90.8%	S/57,500.00
Retroexcavadora 1	S/250.00	71	230	2266	2496	3.24	32	90.8%	S/57,500.00
Retroexcavadora 2	S/250.00	86	246	2250	2496	2.86	26	90.1%	S/61,500.00
Volquete 1	S/180.00	80	219	2277	2496	2.74	28	91.2%	S/39,420.00
Volquete 2	S/180.00	85	184	2312	2496	2.16	27	92.6%	S/33,120.00
Motoniveladora	S/250.00	91	214	2282	2496	2.35	25	91.4%	S/53,500.00
Cargador frontal 1	S/250.00	94	183	2313	2496	1.95	25	92.7%	S/45,750.00
Cargador frontal 2	S/250.00	92	183	2313	2496	1.99	25	92.7%	S/45,750.00
Cargador frontal 3	S/250.00	74	224	2272	2496	3.03	31	91.0%	S/56,000.00
Compactadora	S/120.00	100	202	2294	2496	2.02	23	91.9%	S/24,240.00
Minicargador 1	S/130.00	77	212	2284	2496	2.75	30	91.5%	S/27,560.00
Minicargador 2	S/130.00	99	211	2285	2496	2.13	23	91.5%	S/27,430.00

Mezcladora 1	S/50.00	88	187	2309	2496	2.13	26	92.5%	S/9,350.00
Mezcladora 2	S/50.00	100	176	2320	2496	1.76	23	92.9%	S/8,800.00
Mezcladora 3	S/50.00	97	161	2335	2496	1.66	24	93.5%	S/8,050.00
Sierra electrica 1	S/25.00	79	162	2334	2496	2.05	30	93.5%	S/4,050.00
Sierra electrica 2	S/25.00	94	171	2325	2496	1.82	25	93.1%	S/4,275.00
Sierra electrica 3	S/25.00	84	154	2342	2496	1.83	28	93.8%	S/3,850.00
Taladro manual 1	S/25.00	91	152	2344	2496	1.67	26	93.9%	S/3,800.00
Taladro manual 2	S/25.00	90	151	2345	2496	1.68	26	94.0%	S/3,775.00
Lijadora 1	S/25.00	80	161	2335	2496	2.01	29	93.5%	S/4,025.00
Lijadora 2	S/25.00	89	176	2320	2496	1.98	26	92.9%	S/4,400.00
Esmeril	S/25.00	88	175	2321	2496	1.99	26	93.0%	S/4,375.00
Camioneta 1	S/150.00	50	98	2398	2496	1.96	48	96.1%	S/14,700.00
Camioneta 2	S/150.00	65	115	2381	2496	1.77	37	95.4%	S/17,250.00
Camioneta 3	S/150.00	70	110	2386	2496	1.57	34	95.6%	S/16,500.00
Camioneta 4	S/150.00	45	100	2396	2496	2.22	53	96.0%	S/15,000.00
Total	S/131.79	2333	4973	2318.3929	2496	2.15	29	92.9%	S/697,970.00

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Como propuesta de mejora se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se realizó los siguientes pasos:

1. Inventario de los equipos

Actualmente la empresa no tiene un inventario de todos sus equipos ya que a medida que ha ido incrementando sus operaciones ha ido comprando más equipos. Es por ello que se considera necesario para realizar un adecuado plan de mantenimiento preventivo tener inventariado los equipos.

A continuación en la tabla 24 se presenta el inventario de los equipos con los que actualmente la empresa.

Tabla 24

Inventario de los equipos con los que cuenta la empresa

N°	NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA
1	Excavadora 1	Caterpillar
2	Excavadora 2	Caterpillar
3	Retroexcavadora 1	Caterpillar
4	Retroexcavadora 2	Caterpillar
5	Volquete 1	ISUZO
6	Volquete 2	ISUZO
7	Motoniveladora	Komatsu
8	Cargador frontal 1	VOLVO
9	Cargador frontal 2	VOLVO
10	Cargador frontal 3	VOLVO
11	Compactadora	Komatsu
12	Minicargador 1	Komatsu
13	Minicargador 2	Komatsu
14	Mezcladora 1	Bauker

15	Mezcladora 2	Bauker
16	Mezcladora 3	Bauker
17	Sierra electrica 1	Bosch
18	Sierra electrica 2	Bosch
19	Sierra electrica 3	Bosch
20	Taladro manual 1	Bosch
21	Taladro manual 2	Bosch
22	Lijadora 1	Bosch
23	Lijadora 2	Bosch
24	Esmeril	Bosch
25	Camioneta 1	Toyota
26	Camioneta 2	Toyota
27	Camioneta 3	Toyota
28	Camioneta 4	Toyota

Fuente: Elaboración propia

2. Codificación de los equipos

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada equipo, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo de mantenimiento y lo hará más eficiente.

La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

- Los 4 primeros caracteres corresponden al nombre del equipo.
- Los 3 siguientes caracteres indican el área a la cual corresponden.
- El ultimo carácter es el un número correlativo para cada equipo.

A continuación en la tabla 25, se muestra la codificación de todos los equipos.

Tabla 25

Codificación de los equipos de la empresa Sigma S.A. Contratista Generales

CODIFICACIÓN					
Lista de equipos	N° equipos	Código	Nombre del equipo	Área	N° correlativo
Excavadora 1	1	ExcaPro1	Exca	Pro	1
Excavadora 2	1	ExcaPro2	Exca	Pro	2
Retroexcavadora 1	1	RetrPro3	Retr	Pro	3
Retroexcavadora 2	1	RetrPro4	Retr	Pro	4
Volquete 1	1	VolqPro5	Volq	Pro	5
Volquete 2	1	VolqPro6	Volq	Pro	6
Motoniveladora	1	MotoPro7	Moto	Pro	7
Cargador frontal 1	1	CargPro8	Carg	Pro	8
Cargador frontal 2	1	CargPro9	Carg	Pro	9
Cargador frontal 3	1	CargPro10	Carg	Pro	10
Compactadora	1	CompPro11	Comp	Pro	11
Minicargador 1	1	MiniPro12	Mini	Pro	12
Minicargador 2	1	MiniPro13	Mini	Pro	13
Mezcladora 1	1	MezcPro14	Mezc	Pro	14
Mezcladora 2	1	MezcPro15	Mezc	Pro	15
Mezcladora 3	1	MezcPro16	Mezc	Pro	16
Sierra electrica 1	1	SierPro17	Sier	Pro	17
Sierra electrica 2	1	SierPro18	Sier	Pro	18
Sierra electrica 3	1	SierPro19	Sier	Pro	19
Taladro manual 1	1	TalaPro20	Tala	Pro	20
Taladro manual 2	1	TalaPro21	Tala	Pro	21
Lijadora 1	1	LijaPro22	Lija	Pro	22
Lijadora 2	1	LijaPro23	Lija	Pro	23
Esmeril	1	EsmePro24	Esme	Pro	24
Camioneta 1	1	CamiPro25	Cami	Pro	25
Camioneta 2	1	CamiPro26	Cami	Pro	26
Camioneta 3	1	CamiPro27	Cami	Pro	27
Camioneta 4	1	CamiPro28	Cami	Pro	28

Fuente: Elaboración propia

3. Análisis de criticidad de los equipos

Para determinar a cuáles equipos es necesario realizar el mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de los equipos y para ello se analizará la criticidad con respecto de 4 factores:

A. Factor de velocidad de manifestación de la falla

Período P-F (Potencial failure – Functional failure): es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se detecta una falla potencial y el momento en que esta se transforma en falla funcional. La escala de valoración es: muy corto, no da tiempo para parar el equipamiento; corto, es posible parar el equipamiento; suficiente, es posible programar la intervención.

B. Factor de seguridad del personal y del ambiente

El foco es evaluar las consecuencias que la falla podría ocasionar sobre las personas y su impacto sobre el ambiente.

C. Factor de costos de parada de producción

Permite establecer criterios para la categorización de los equipamientos conforme a las consecuencias sobre el proceso de producción y satisfacción de la demanda.

D. Factor de costos de reparación

Permite determinar criterios de clasificación de las fallas de acuerdo con los costos directos de reparación.

La escala usada es: clasificación A: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 80% del total de los costos directos de reparación;

clasificación B: equipamiento que pertenece al grupo responsable por el 15% del total de los costos directos de reparación; clasificación C: equipamiento que pertenece al grupo correspondiente al 5% del total de los costos directos de reparación. Cabe mencionar que estos factores tienen un determinado peso, el cual se muestra a continuación:

- De Velocidad de manifestación de falla: 30%
- De Seguridad del Personal y Ambiente: 10%
- De Costos de la parada de producción: 30%
- De Costos de Reparación: 30%

Luego de sumar todos los factores, se determinan 3 niveles de criticidad:

- Crítico: Si obtiene un puntaje mayor a 80.
- Semi crítico: Si obtiene un puntaje entre 50 y 80.
- No crítico: Si obtiene un puntaje menor a 50.

A continuación se presenta el análisis de criticidad de los equipos:

Tabla 26

Resultado del análisis de criticidad

Código	Nombre del equipo	Puntaje	Clasificación
ExcaPro1	Excavadora 1	81	CRITICO
ExcaPro2	Excavadora 2	81	CRITICO
RetrPro3	Retroexcavadora 1	81	CRITICO
RetrPro4	Retroexcavadora 2	81	CRITICO
VolqPro5	Volquete 1	81	CRITICO
VolqPro6	Volquete 2	81	CRITICO
MotoPro7	Motoniveladora	81	CRITICO
CargPro8	Cargador frontal 1	81	CRITICO
CargPro9	Cargador frontal 2	81	CRITICO
CargPro10	Cargador frontal 3	81	CRITICO
CompPro11	Compactadora	81	CRITICO
MiniPro12	Minicargador 1	81	CRITICO
MiniPro13	Minicargador 2	81	CRITICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Análisis de criticidad de los equipos

Factores	Análisis de Criticidad													
	Factor de velocidad de manifestación de la falla			Factor de seguridad del personal y ambiente			Factor de Costos de la parada de producción			Factor de Costos de Reparación				
UNIDADES	Periodo P-F			Descripción			Criterio			Clasificación				
	Muy corto, no da tiempo para detener la máquina.	Corto, es posible detener la máquina.	Suficiente, es posible programar la intervención.	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente.	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A: RELATIVAMENTE BAJO	Clasificación B: MEDIANO	Clasificación C: ELEVADO
ExcaPro1	1						1				1			1
ExcaPro2	1						1				1			1
RetrPro3	1						1				1			1
RetrPro4	1						1				1			1
VolqPro5	1						1				1			1
VolqPro6	1						1				1			1
MotoPro7	1						1				1			1
CargPro8	1						1				1			1
CargPro9	1						1				1			1
CargPro10	1						1				1			1
CompPro11	1						1				1			1
MiniPro12	1						1				1			1
MiniPro13	1						1				1			1
MezcPro14		1					1				1			1
MezcPro15		1					1				1			1
MezcPro16		1					1				1			1
SierPro17	1		1						1		1			1
SierPro18	1		1						1		1			1
SierPro19	1		1						1		1			1
TalaPro20	1		1						1		1			1
TalaPro21	1		1						1		1			1
LjjaPro22	1		1						1		1		1	1
LjjaPro23	1		1						1		1			1
EsmePro24	1		1						1		1			1
CamiiPro25			1		1						1			1
CamiiPro26			1		1						1			1
CamiiPro27			1		1						1			1
CamiiPro28			1		1						1			1
Factores	1	0.5	0.2	0.2	0.4	0.6	0.9	1	0.1	0.3	1	0.25	1	1

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello para el desarrollo adecuado del plan de mantenimiento preventivo se necesitará realizar la adquisición de equipos y herramientas, para lo cual se hará una inversión de S/ 26,730.00, así como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29

Inversión para el mantenimiento preventivo

Inversión - Mantenimiento preventivo	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Kit de herramientas	Unidad	2	1450	S/ 2,900.00
Mesa de Banco	Unidad	1	2050	S/ 2,050.00
Tornillo de Banco	Unidad	1	800	S/ 800.00
Juego de llaves de 40 piezas	Unidad	2	390	S/ 780.00
Set de herramientas mecánicas	Unidad	2	650	S/ 1,300.00
Se de Herramientas manuales	Unidad	2	600	S/ 1,200.00
Set de herramientas eléctricas	Unidad	2	500	S/ 1,000.00
Andamios	Unidad	3	2200	S/ 6,600.00
Porta herramientas	Unidad	2	500	S/ 1,000.00
Vibrometro	Unidad	2	1200	S/ 2,400.00
Termógrafo	Unidad	2	1500	S/ 3,000.00
Multímetro	Unidad	2	1250	S/ 2,500.00
Viscosímetro	Unidad	1	1200	S/ 1,200.00
Total				S/ 26,730.00

Fuente: Elaboración propia

Con el plan de mantenimiento propuesto se espera reducir el número de fallas de 2333 a 1911 con lo cual se logra incrementar la disponibilidad de los equipos de 92.9% a 94.3% y esto a su vez reducirá la pérdida anual de S/697,970.00 a S/517,379.00, así como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Reducción de la pérdida por falta de mantenimiento preventivo

DESCRIPCIÓN	Costo por hora	N PARADAS	TTR	TTF	TIEMPO DISP.	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	CLC MANTENIMIENTO CORRECTIVO
Excavadora 1	S/250.00	54	130	2366	2496	2.42	44	94.8%	S/32,550.00
Excavadora 2	S/250.00	68	161	2335	2496	2.37	34	93.5%	S/40,250.00
Retroexcavadora 1	S/250.00	50	161	2335	2496	3.24	47	93.5%	S/40,250.00
Retroexcavadora 2	S/250.00	60	172	2324	2496	2.86	39	93.1%	S/43,050.00
Volquete 1	S/180.00	56	153	2343	2496	2.74	42	93.9%	S/27,594.00
Volquete 2	S/180.00	60	129	2367	2496	2.16	40	94.8%	S/23,184.00
Motoniveladora	S/250.00	64	150	2346	2496	2.35	37	94.0%	S/37,450.00
Cargador frontal 1	S/250.00	66	128	2368	2496	1.95	36	94.9%	S/32,025.00
Cargador frontal 2	S/250.00	64	128	2368	2496	1.99	37	94.9%	S/32,025.00
Cargador frontal 3	S/250.00	52	157	2339	2496	3.03	45	93.7%	S/39,200.00
Compactadora	S/120.00	70	141	2355	2496	2.02	34	94.3%	S/16,968.00
Minicargador 1	S/130.00	54	148	2348	2496	2.75	44	94.1%	S/19,292.00
Minicargador 2	S/130.00	69	148	2348	2496	2.13	34	94.1%	S/19,201.00
Mezcladora 1	S/50.00	62	131	2365	2496	2.13	38	94.8%	S/6,545.00
Mezcladora 2	S/50.00	70	123	2373	2496	1.76	34	95.1%	S/6,160.00
Mezcladora 3	S/50.00	68	113	2383	2496	1.66	35	95.5%	S/5,635.00
Sierra electrica 1	S/25.00	79	162	2334	2496	2.05	30	93.5%	S/4,050.00
Sierra electrica 2	S/25.00	94	171	2325	2496	1.82	25	93.1%	S/4,275.00

Sierra electrica 3	S/25.00	84	154	2342	2496	1.83	28	93.8%	S/3,850.00
Taladro manual 1	S/25.00	91	152	2344	2496	1.67	26	93.9%	S/3,800.00
Taladro manual 2	S/25.00	90	151	2345	2496	1.68	26	94.0%	S/3,775.00
Lijadora 1	S/25.00	80	161	2335	2496	2.01	29	93.5%	S/4,025.00
Lijadora 2	S/25.00	89	176	2320	2496	1.98	26	92.9%	S/4,400.00
Esmeril	S/25.00	88	175	2321	2496	1.99	26	93.0%	S/4,375.00
Camioneta 1	S/150.00	50	98	2398	2496	1.96	48	96.1%	S/14,700.00
Camioneta 2	S/150.00	65	115	2381	2496	1.77	37	95.4%	S/17,250.00
Camioneta 3	S/150.00	70	110	2386	2496	1.57	34	95.6%	S/16,500.00
Camioneta 4	S/150.00	45	100	2396	2496	2.22	53	96.0%	S/15,000.00
Total	S/131.79	1911	3999	2353	2496	2.15	36	94.3%	S/517,379.00

Fuente. Elaboración propia

3.2.6. CR13M: Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales actualmente no cuenta con procedimiento para el desarrollo del mantenimiento de los equipos, así como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31

Procedimientos por áreas de la empresa.

ÁREAS	Nº de procedimientos
Recursos humanos	6
Contabilidad	2
Logística	4
Mantenimiento	0
Ventas	2
Operaciones	3
Total	17
<hr/>	
% de procedimientos de mantenimiento	0%

Fuente: Elaboración propia

a) Diagnóstico de costos perdidos

En el año 2020 se determinó que debido a la falta de un procedimiento de mantenimiento los operarios de la maquinaria no comunican de manera inmediata la falla para que esta sea revisada por los mecánicos, es por ello que generan un tiempo perdido de 8 minutos. Debido a esto, en el año 2020 se tuvo un total de 311.07 horas perdidas y al multiplicar por el costo por hora promedio de los equipos el cual fue de S/131.79, se obtuvo una pérdida anual de S/40,994.14, así como se muestra en la tabla 32.

Tabla 32

Pérdida por la falta de un procedimiento de mantenimiento

	Actual
Nº fallas	2333
Demora en comunicar la falla al mecánico (min)	8
Tiempo perdido (min)	18664
Tiempo perdido (hor)	311.07
Pérdida	S/40,994.14

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone realizar un procedimiento de mantenimiento, el cual se muestra en la siguiente figura.

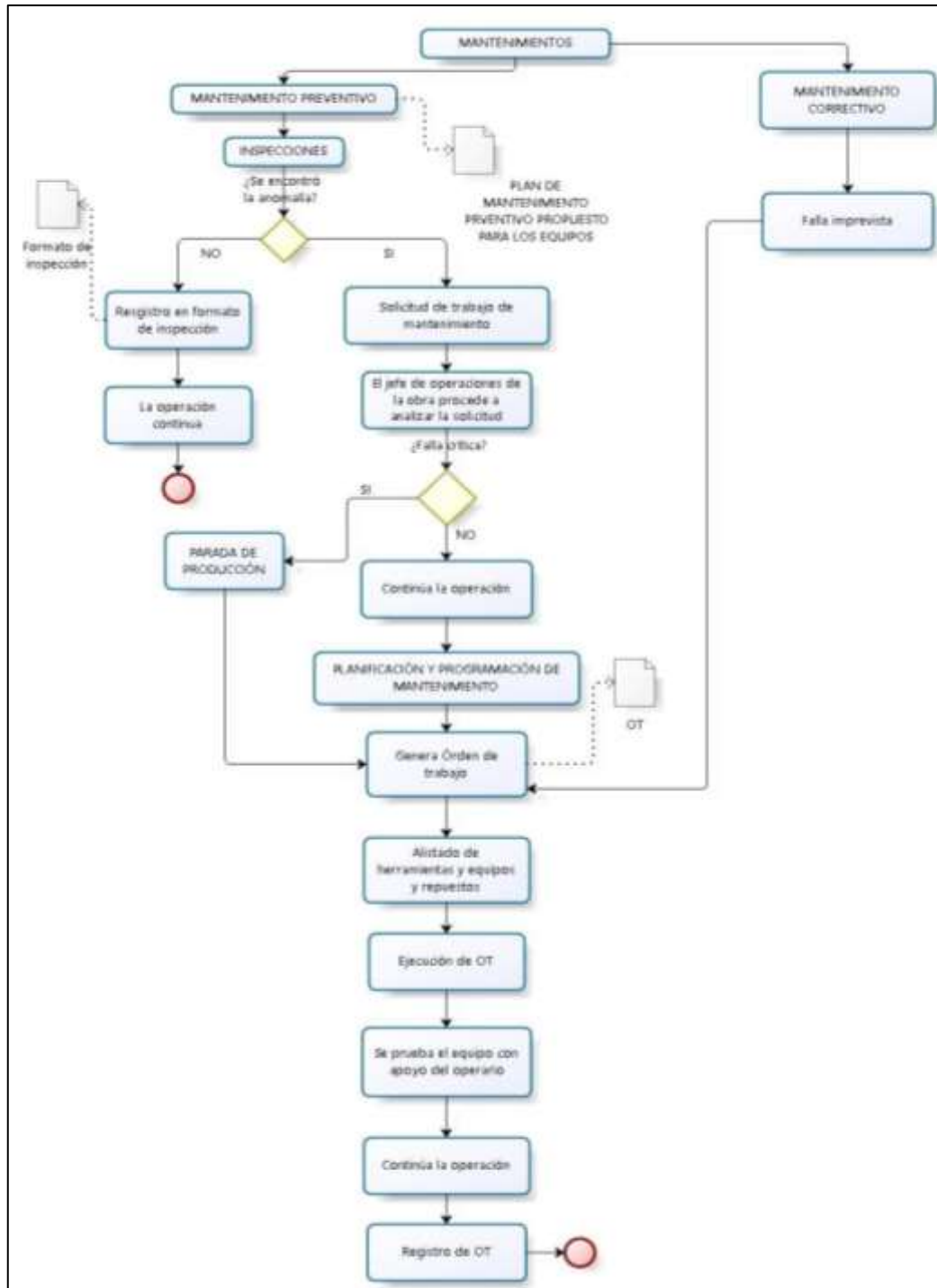


Figura 12. Procedimiento de mantenimiento propuesto

Fuente: Elaboración propia

Con el procedimiento de mantenimiento propuesto se espera incrementar el porcentaje de procedimientos de mantenimiento a un 6%.

Tabla 33

Porcentaje de procedimientos de mantenimiento con la mejora

ÁREAS	Nº de procedimientos	Nº de procedimientos
Recursos humanos	6	6
Contabilidad	2	2
Logística	4	4
Mantenimiento	0	1
Ventas	2	2
Operaciones	3	3
Total	17	18
% de procedimientos de mantenimiento	0%	6%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo se espera reducir la pérdida anual por la falta de un procedimiento de mantenimiento de S/40,994.14 a S/16,785.99, así como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34

Reducción de la pérdida por falta de procedimiento de mantenimiento

	Actual	Con la mejora
Nº fallas	2333	1911
Demora en comunicar la falla al mecánico (min)	8	4
Tiempo perdido (min)	18664	7642.4
Tiempo perdido (hor)	311.07	127.37
Pérdida	S/40,994.14	S/16,785.99

Fuente: Elaboración propia

3.2.7. CR9M : Falta de capacitación en temas de mantenimiento

La empresa Sigma S.A. Contratistas Generales no brindó en el año 2020 ningún tipo de capacitación al personal encargado de las labores de mantenimiento, esto generó que no se tenga una adecuada gestión del mantenimiento y esto ocasionó que no se pudiese dar solución a todas las fallas, teniendo que buscar ayuda externa.

a) Diagnóstico de costos perdidos

En el año 2020 la empresa tuvo un total de 2333 fallas , de las cuales el 19% fueron atendidas de manera externa, generando un costo por mantenimiento externo de S/772,200.00, así como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35

Pérdida por falta de capacitación en temas logísticos

Meses	N DE OT's TOTALES	N DE OT's EXTERNAS	% MANTENIMIENTO EXTERNO	COSTO DE MANTENIMIENTO EXTERNO
Enero	187	37	20%	S/66,600.00
Febrero	167	28	17%	S/50,400.00
Marzo	209	39	19%	S/70,200.00
Abril	206	33	16%	S/59,400.00
Mayo	154	41	27%	S/73,800.00
Junio	225	40	18%	S/72,000.00
Julio	240	35	15%	S/63,000.00
Agosto	152	35	23%	S/63,000.00
Septiembre	171	32	19%	S/57,600.00
Octubre	178	33	19%	S/59,400.00
Noviembre	221	45	20%	S/81,000.00
Diciembre	223	31	19%	S/55,800.00
Total	2333	429	19%	S/772,200.00

Fuente: Elaboración propia

b) Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se propone realizar un cronograma de capacitación enfocado en temas de mantenimiento, los cuales son necesarios para mejorar las operaciones realizadas por los colaboradores del área de mantenimiento.

Tabla 36

Cronograma de capacitación propuesto para el área de mantenimiento

	TEMAS DE CAPACITACION - MANTENIMIENTO	CRONOGRAMA							Horas	Costo
		Ene	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
1	Mantenimiento preventivo de maquinaria de construcción		x						5	S/ 5,000
2	Planificación y programación del Mantenimiento				x				5	S/ 5,000
3	Indicadores de mantenimiento					x			5	S/ 5,000
4	Técnicas e instrumentos predictivos							x	5	S/ 5,000
	TOTAL								20	S/ 20,000.00

Fuente: Elaboración propia

En el anexo 3 se muestra el plan de capacitación para las capacitaciones mostradas en el cronograma de la tabla 36.

Como se puede apreciar en la tabla 36, se consideró necesario desarrollar 4 capacitaciones las cuales tendrán una duración de 5 horas y tendrán un costo de S/ 20,000.

Con la propuesta de mejora se espera capacitar a todo el personal encargado de las labores de mantenimiento y de esta forma reducir la pérdida por la capacitación de S/772,200.00 a S/469,800.00, así como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37

Reducción de la pérdida por falta de capacitación

Meses	N DE OT's TOTALES	N DE OT's EXTERNAS	% DE MANTENIMIENTO EXTERNO	COSTO DE MANTENIMIENTO EXTERNO
-------	----------------------	-----------------------	----------------------------------	--------------------------------------

Enero	187	23.00	12%	S/41,400.00
Febrero	167	17.00	10%	S/30,600.00
Marzo	209	24.00	11%	S/43,200.00
Abril	206	20.00	10%	S/36,000.00
Mayo	154	25.00	16%	S/45,000.00
Junio	225	24.00	11%	S/43,200.00
Julio	240	21.00	9%	S/37,800.00
Agosto	152	21.00	14%	S/37,800.00
Septiembre	171	20.00	12%	S/36,000.00
Octubre	178	20.00	11%	S/36,000.00
Noviembre	221	27.00	12%	S/48,600.00
Diciembre	223	19.00	12%	S/34,200.00
Total	2333	261	12%	S/469,800.00

Fuente: Elaboración propia

3.3 Determinar la variación de costos en la empresa como efecto de la implementación de la propuesta de mejora.

Con las propuestas de mejora se espera reducir los costos operativos en 37.33% es decir de S/2,467,424.00 a S/1,546,319.00, así como se muestra en la siguiente figura, así como se muestra en la tabla 38 y figura 13.



Figura 13. Reducción de los costos operativos con las mejoras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Reducción de los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales

	Costos actuales	Costos con la mejora	Reducción	% de reducción
Reducción de costos	S/ 2,467,424	S/ 1,546,319	S/ 921,105	37.33%

Fuente: Elaboración propia

3.4 Evaluación Económica

a) Inversión para la propuesta de mejora

A continuación, se muestra el detalle de la inversión a realizar para el desarrollo de las propuestas de mejora.

Tabla 39

Inversión para el desarrollo de las propuestas de mejora

Inversión los Máximos y Mínimos y Gestión de Inventarios	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Laptop	Und	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	5	S/ 33.33
Formatos	Und	100	S/ 0.20	S/ 20.00		
Total				S/ 2,020.00		S/ 33.33
Inversión -5S	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación mensual
Pintura	Und	3	50	S/ 150.00		
Bolsas para basura	Und	200	0.2	S/ 40.00		
Extintor	Und	2	450	S/ 900.00		
Material informativo	Und	1	150	S/ 150.00		
Letreros y señalización	Und	3	100	S/ 300.00		
Escobas	Und	4	8	S/ 32.00		
Recogedores	Und	4	8	S/ 32.00		
Rack para accesorios	Und	4	850	S/ 3,400.00		
Andamios grandes	Und	3	2000	S/ 6,000.00		
Contenedores de basura	Und	1	250	S/ 250.00		
Total				S/ 11,254.00		

Inversión - Capacitación Logística	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación mensual
1 proyector	Unidad	1	600	S/ 600.00	5	S/10.00
Formatos para capacitación	Unidad	200	S/ 0.30	S/ 60.00		
Costo de las capacitaciones	Horas	20	S/ 1,000.00	S/ 20,000.00		
Break	Unidad	4	S/ 350.00	S/ 1,400.00		
Total				S/ 22,060.00		S/ 0.00
Inversión - Mantenimiento preventivo	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación mensual
Kit de herramientas	Unidad	2	1450	S/ 2,900.00		
Mesa de Banco	Unidad	1	2050	S/ 2,050.00		
Tornillo de Banco	Unidad	1	800	S/ 800.00		
Juego de llaves de 40 piezas	Unidad	2	390	S/ 780.00		
Set de herramientas mecánicas	Unidad	2	650	S/ 1,300.00		
Se de Herramientas manuales	Unidad	2	600	S/ 1,200.00		
Set de herramientas eléctricas	Unidad	2	500	S/ 1,000.00		
Andamios	Unidad	3	2200	S/ 6,600.00		
Porta herramientas	Unidad	2	500	S/ 1,000.00		
Vibrometro	Unidad	2	1200	S/ 2,400.00	5	S/ 40.00
Termógrafo	Unidad	2	1500	S/ 3,000.00	5	S/ 50.00
Multímetro	Unidad	2	1250	S/ 2,500.00	5	S/ 41.67
Viscosímetro	Unidad	1	1200	S/ 1,200.00	5	S/ 20.00
Total				S/ 26,730.00		S/ 151.67
Inversión - Procedimiento de mantenimiento	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación mensual
Laptop	Und	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	5	S/ 33.33
Formatos	Und	100	S/ 0.20	S/ 20.00		
Total				S/ 2,020.00		S/ 33.33
Inversión - Capacitación Mantenimiento	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida Útil	Depreciación mensual
Formatos para capacitación	Unidad	200	S/ 0.30	S/ 60.00		
Costo de las capacitaciones	Horas	20	S/ 700.00	S/ 14,000.00		
Break	Unidad	4	S/ 350.00	S/ 1,400.00		
Total				S/ 15,460.00		
TOTAL				79,544.00		218.33

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 se puede apreciar que para el desarrollo de todas estas propuestas será necesario una inversión total de S/ 79,544.00 y una depreciación anual de S/ 218.33.

b) Ahorro implementando la propuesta

1. Con la propuesta de mejora del método de Máximos y Mínimos se espera reducir el número de despachos no atendidos por falta de stock de 1272 a 633 con lo cual se espera reducir la pérdida por sobrecostos por compras de emergencia de S/ 114,700.00 a S/ 57,051.32, así como se muestra en la figura 14.

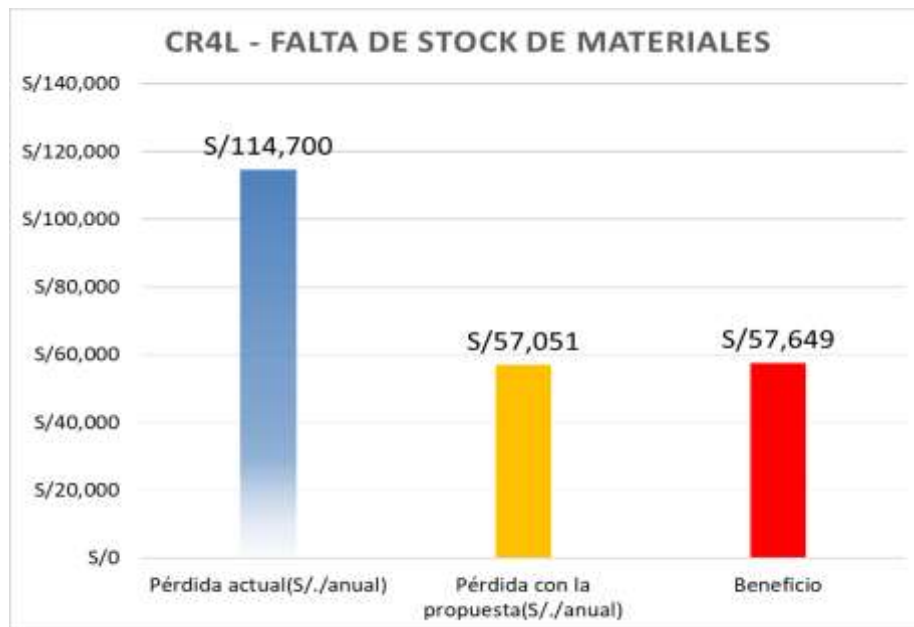


Figura 14. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR4L

Fuente: Elaboración propia

2. Con las propuestas de mejora en la gestión de inventarios se espera reducir el porcentaje de inventario faltante de 2.5% a 1.2%, reduciéndose la pérdida anual de S/ 363,409.90 a S/181,704.95, así como se muestra en la figura 15.

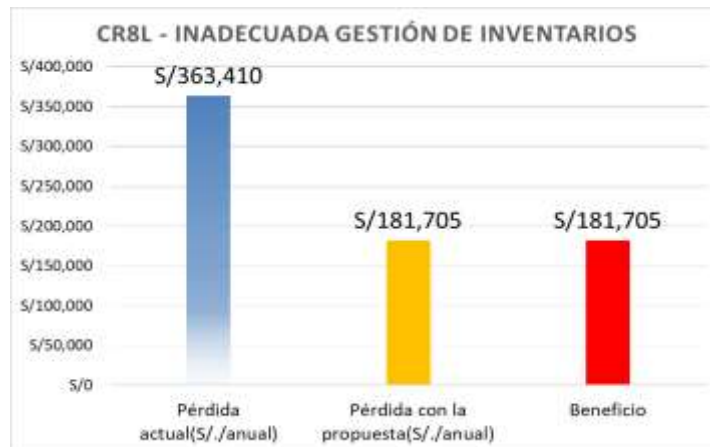


Figura 15. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR8L

Fuente: Elaboración propia

- Con la metodología de las 5S, se espera reducir la pérdida por la falta de orden y limpieza en el almacén de S/ 120,350.65 a S/60,192.69, así como se muestra en la figura 16.

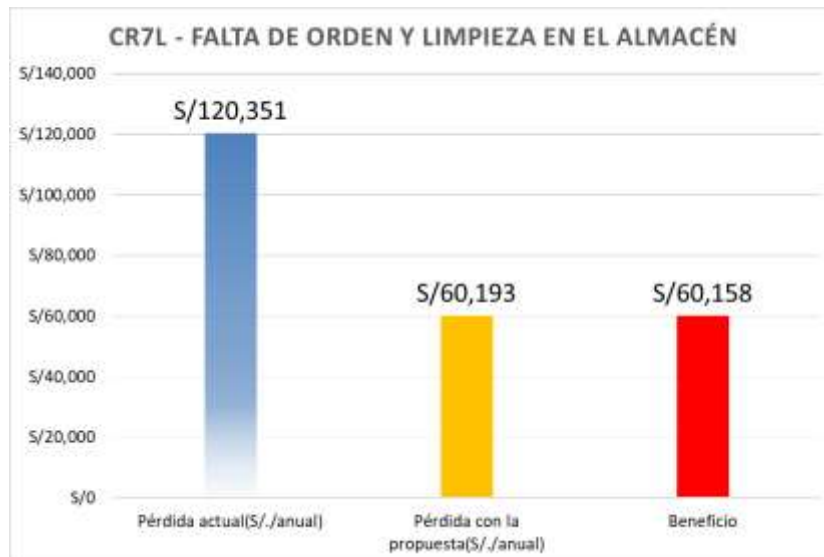


Figura 16. Pérdidas antes y después de la mejora de la CR7L

Fuente: Elaboración propia

4. Con el cronograma de capacitación para el área logística se espera capacitar a todo el personal encargado de las labores logísticas y de esta forma reducir la pérdida anual de S/ 357,798.91 a S/ 243,404.65, así como se muestra en la figura 17.

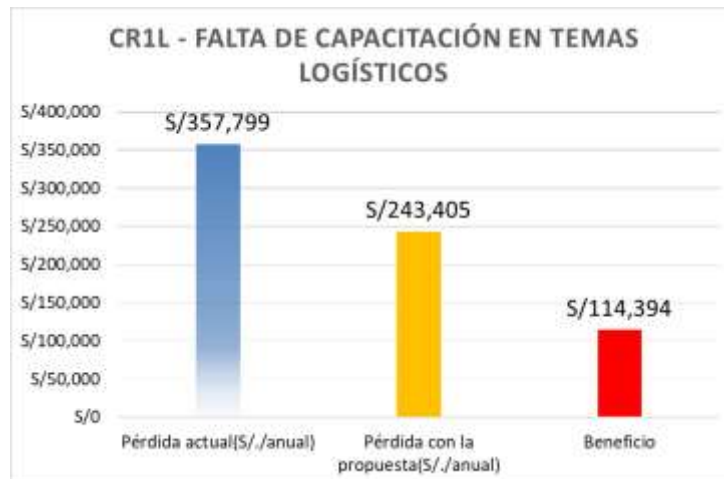


Figura 17. Valores de pérdida actual y mejorada de la CR1L

Fuente: Elaboración propia

5. Con el plan de mantenimiento propuesto se espera reducir el número de fallas de 2333 a 1911 con lo cual se logra reducir la pérdida anual de S/697,970.00 a S/517,379.00, así como se muestra en la figura 18.

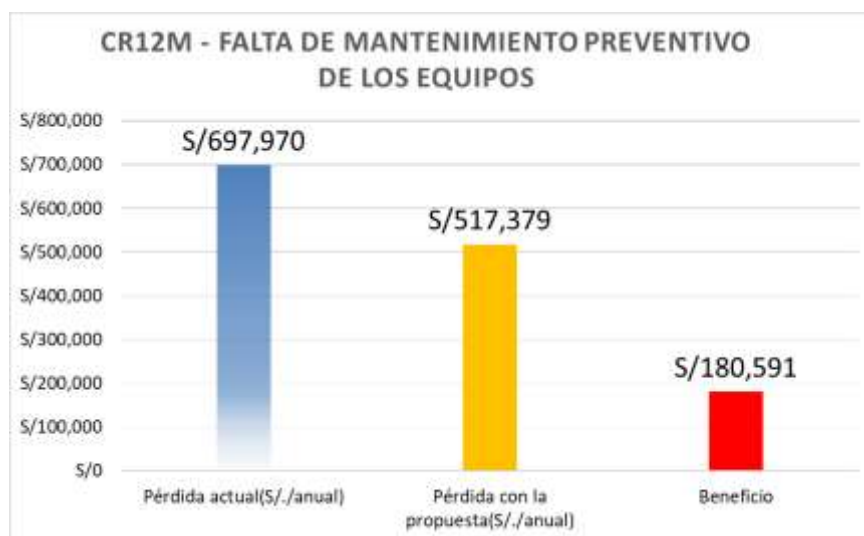


Figura 18. Valores de pérdida actual y mejorada de la CR12M

Fuente: Elaboración propia

6. Con el procedimiento para la realización de los trabajos de mantenimiento se espera reducir la pérdida anual de S/40,994.14 a S/16,785.99, así como se muestra en la figura 19.

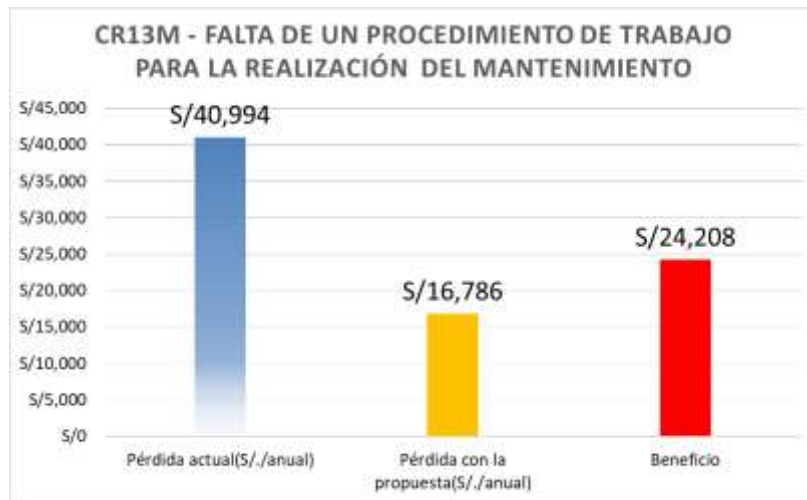


Figura 19. Valores de pérdida actual y mejorada de la CR13M

Fuente: Elaboración propia

7. Con la propuesta de mejora del cronograma de capacitación para el área de mantenimiento se espera reducir la pérdida por la capacitación de S/772,200.00 a S/469,800.00, así como se muestra en la figura 20.

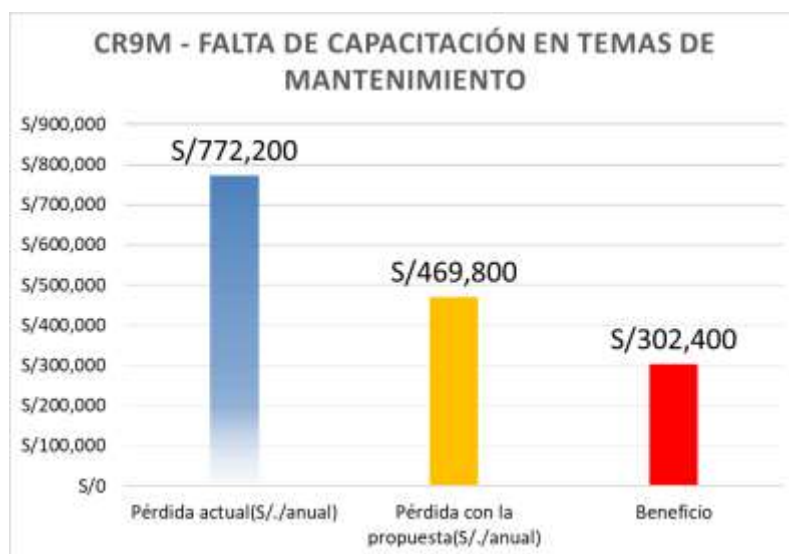


Figura 20. Valores de pérdida actual y mejorada de la CR9M

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 40 se detalla los ingresos obtenidos con las propuestas de mejora para cada causa raíz.

Tabla 40

Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año

CR	DESCRIPCIÓN	AHORRO ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
CR4L	Falta de stock de materiales	S/. 57,649	S/. 5,574	S/. 5,631	S/. 4,669	S/. 5,541	S/. 3,765	S/. 4,183	S/. 4,924	S/. 4,381	S/. 4,341	S/. 5,168	S/. 5,114	S/. 4,357	S/. 57,649
CR8L	Inadecuada gestión de inventarios	S/. 181,705	S/. 17,569	S/. 17,747	S/. 14,716	S/. 17,466	S/. 11,867	S/. 13,184	S/. 15,521	S/. 13,809	S/. 13,682	S/. 16,290	S/. 16,120	S/. 13,732	S/. 181,705
CR7L	Falta de orden y limpieza en el almacén	S/. 60,158	S/. 5,817	S/. 5,876	S/. 4,872	S/. 5,783	S/. 3,929	S/. 4,365	S/. 5,139	S/. 4,572	S/. 4,530	S/. 5,393	S/. 5,337	S/. 4,546	S/. 60,158
CR1L	Falta de capacitación en temas logísticos	S/. 114,394	S/. 11,061	S/. 11,173	S/. 9,265	S/. 10,996	S/. 7,471	S/. 8,300	S/. 9,772	S/. 8,694	S/. 8,614	S/. 10,256	S/. 10,149	S/. 8,645	S/. 114,394
CR12M	Falta de mantenimiento preventivo de los equipos	S/. 180,591	S/. 17,462	S/. 17,638	S/. 14,626	S/. 17,359	S/. 11,795	S/. 13,104	S/. 15,426	S/. 13,725	S/. 13,598	S/. 16,190	S/. 16,021	S/. 13,647	S/. 180,591
CR13M	Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento	S/. 24,208	S/. 2,341	S/. 2,364	S/. 1,961	S/. 2,327	S/. 1,581	S/. 1,757	S/. 2,068	S/. 1,840	S/. 1,823	S/. 2,170	S/. 2,148	S/. 1,829	S/. 24,208
CR9M	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	S/. 302,400	S/. 29,240	S/. 29,535	S/. 24,491	S/. 29,068	S/. 19,750	S/. 21,942	S/. 25,831	S/. 22,982	S/. 22,770	S/. 27,110	S/. 26,828	S/. 22,853	S/. 302,400
INGRESO TOTAL		S/. 921,105	S/. 89,064	S/. 89,964	S/. 74,600	S/. 88,539	S/. 60,158	S/. 66,835	S/. 78,681	S/. 70,003	S/. 69,358	S/. 82,578	S/. 81,717	S/. 69,608	S/. 921,105

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó una evaluación económica con un periodo de tiempo de 12 meses.

c) Estado de resultados

Inversión total: S/ 79,544. Costo de oportunidad anual: 14% anual Tasa mensual: 1.10%

Tabla 41

Estado de resultados mensual

Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	S/. 89,064	S/. 89,964	S/. 74,600	S/. 88,539	S/. 60,158	S/. 66,835	S/. 78,681	S/. 70,003	S/. 69,358	S/. 82,578	S/. 81,717	S/. 69,608	
Costos operativos	S/. 48,985	S/. 44,982	S/. 37,300	S/. 44,270	S/. 30,079	S/. 33,417	S/. 39,340	S/. 35,001	S/. 34,679	S/. 41,289	S/. 40,859	S/. 34,804	
Depreciación	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	
Utilidad bruta	S/. 39,860	S/. 44,764	S/. 37,081	S/. 44,051	S/. 29,861	S/. 33,199	S/. 39,122	S/. 34,783	S/. 34,461	S/. 41,071	S/. 40,640	S/. 34,586	
Gav	S/. 2,392	S/. 2,238	S/. 1,854	S/. 2,203	S/. 1,493	S/. 1,660	S/. 1,956	S/. 1,739	S/. 1,723	S/. 2,054	S/. 2,032	S/. 1,729	
Utilidad antes de impuestos	S/. 37,469	S/. 42,525	S/. 35,227	S/. 41,849	S/. 28,368	S/. 31,539	S/. 37,166	S/. 33,044	S/. 32,737	S/. 39,017	S/. 38,608	S/. 32,857	
Impuestos	S/. 10,866	S/. 12,332	S/. 10,216	S/. 12,136	S/. 8,227	S/. 9,146	S/. 10,778	S/. 9,583	S/. 9,494	S/. 11,315	S/. 11,196	S/. 9,528	
Utilidad después de impuestos	S/. 26,603	S/. 30,193	S/. 25,011	S/. 29,713	S/. 20,141	S/. 22,393	S/. 26,388	S/. 23,461	S/. 23,244	S/. 27,702	S/. 27,412	S/. 23,328	

Fuente: Elaboración propia

d) Flujo de caja

Tabla 42

Flujo de caja mensual

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 26,603	S/. 30,193	S/. 25,011	S/. 29,713	S/. 20,141	S/. 22,393	S/. 26,388	S/. 23,461	S/. 23,244	S/. 27,702	S/. 27,412	S/. 23,328
mas depreciación		S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218	S/. 218
Flujo neto Efectivo	-S/. 79,544	S/. 26,821	S/. 30,411	S/. 25,229	S/. 29,929	S/. 20,356	S/. 22,607	S/. 26,601	S/. 23,673	S/. 23,455	S/. 27,913	S/. 27,621	S/. 23,537

Fuente: Elaboración propia

e) Cálculo del TIR/VAN

Tabla 43

Indicadores económicos

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 89,064	S/. 89,964	S/. 74,600	S/. 88,539	S/. 60,158	S/. 66,835	S/. 78,681	S/. 70,003	S/. 69,358	S/. 82,578	S/. 81,717	S/. 69,608
Egresos totales		S/. 62,243	S/. 59,552	S/. 49,370	S/. 58,608	S/. 39,799	S/. 44,224	S/. 52,075	S/. 46,323	S/. 45,896	S/. 54,658	S/. 54,087	S/. 46,062
VAN ingresos	S/. 860,096	SOLES											
VAN egresos	S/. 572,484	SOLES											
PRI	2.73	MESES											
VAN	S/. 208,017.32												
TIR	32.3%	>	COK	14 % anual									
B/C	1.5												

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 43, se hizo una evaluación económica de 12 meses de horizonte de tiempo. Los resultados de la evaluación económica son:

- Un VAN positivo de S/ 208,017.32.
- Un TIR de 32.3% mayor al costo de oportunidad anual de la empresa de 14% anual.
- Un B/C de 1.5, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.50.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 2.73 meses.

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es **RENTABLE**.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la presente investigación se desarrolló como propuestas de mejora en las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, la cual consistió en la aplicación de: Método de máximos y mínimos, gestión de inventarios, metodología de las 5S, programa de Capacitación para el área logística, Programa de mantenimiento preventivo, elaboración de un procedimiento para el adecuado desarrollo del mantenimiento y la elaboración de un programa de Capacitación para el área de mantenimiento, con lo cual se logró obtener una reducción en los costos del 37.33%, ya que se obtuvo un beneficio anual de S/ 921,105.00.

Los resultados obtenidos son los esperados ya que así lo corroboran otros estudios como: Cayetano (2018) quien elaboró una propuesta de mejora del proceso logístico entre las áreas de compras y obra de la empresa constructora al implementar la filosofía Lean, implementado herramientas similares como: Aplicación de la metodología – DMAIC, Implementación de la herramienta Kanban en el manejo de inventarios, Clasificación ABC. Mejora del Proceso de Compras 5S, logrando obtener una reducción en los costos en 19%, ya que obtuvo un beneficio anual de S/848,429.00, León y Tacilla (2018) en su tesis logró determinar la relación que existe entre el diseño y ejecución de un método de gestión de almacén e inventarios y el coste logístico en la empresa Ferretería El Sol S.R.L., obteniendo la reducción de costos de almacenamiento en un 31.07%, Morales et al. (2013) al desarrollar el plan de mejoramiento para el área de

Logística logró obtener un ahorro de \$3.2 Millones mensuales con respecto a los costos actuales y por último Román (2016) en su tesis con la implementación del nuevo almacén se redujo el costo de la mano de obra en almacén, en un 24.3%, con su similar año 2016 (primer semestre), además, se redujo los costos de distribución en un 43.3%.

Según Salavarría (2019) en su tesis concluyó que la exactitud del inventario se vio mejorada de 1.34% a 0.27%, logrando reducir los costos en S/7 841 para el periodo abril a julio 2019, asimismo Saric (2019) en su tesis pudo corroborar que existe una alta relación entre la gestión de almacenes e inventarios y los costos logísticos de la empresa, logrando disminuir la pérdida por la exactitud de inventario de 30,571.75 a 5,594.37 soles; al igual que en esta investigación se logró obtener una mejora en el porcentaje del inventario faltante de 2.5% a 1.2% obteniendo un beneficio anual de S/ 181,705,00.

Como se puede apreciar la aplicación de herramientas de Ingeniería para dar solución a problemas en las áreas de logística y mantenimiento en una empresa, permite reducir los costos.

4.2 Conclusiones

- La propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento redujo los costos de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales en un 37.33%, la pérdida antes de la propuesta fue de S/2,467,424.00 y después de S/1,546,319.00.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales determinando que las causas raíces de los altos costos son : la falta de stock de materiales, la inadecuada gestión de inventarios, la falta de orden y limpieza en el almacén, la falta de capacitación en temas logísticos, la falta de mantenimiento preventivo de los equipos, la falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento y la falta de capacitación en temas de mantenimiento. Cabe mencionar que inicialmente se tuvo una pérdida anual de S/2,467,424.00
- Se desarrolló la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales, la cual consistió en el desarrollo de: Método de máximos y mínimos, gestión de inventarios, metodología de las 5S, programa de Capacitación para el área logística, Programa de mantenimiento preventivo, elaboración de un procedimiento para el adecuado desarrollo del mantenimiento y la elaboración de un programa de Capacitación para el área de mantenimiento. Cabe mencionar que estas mejoras permitieron obtener un ahorro anual de S/ 921,105.00.
- Se determinó que la variación de costos en la empresa como efecto de la implementación de la propuesta de mejora fue del 37.33% respecto a los costos iniciales.

- Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora en las áreas de logística y mantenimiento de la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales con un horizonte de tiempo de 1 año, obteniendo como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de S/208,017.32, TIR de 32.3%, B/C de 1.5 y un PRI de 2.73 meses.

REFERENCIAS

- Alemán, K. (2014). Propuesta de un plan de mejora para la gestión logística en la empresa constructora Jordán S.R.L. de la ciudad de Tumbes. Recuperado de:[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/616/1/ALEM%
3%81N_LUP%
3%9a_PLAN_GESTI%
c3%93N_LOGISTICA.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/616/1/ALEM%c3%81N_LUP%c3%9a_PLAN_GESTI%c3%93N_LOGISTICA.pdf)
- Alvarado, V. (2016). Ingeniería de costos, Grupo Editorial Patria, 2016. ProQuest Ebook Central. Recuperado de:<http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=4849848>.
- Andina (2021). INEI: sector construcción registró un crecimiento de 15.22% en enero del 2021. Recuperado de:<https://andina.pe/agencia/noticia-inei-sector-construccion-registro-un-crecimiento-1522-enero-del-2021-837442.aspx>
- Arreola, J. (2018). Incrementemos la productividad en la construcción en Latinoamérica. Recuperado de:<https://es.weforum.org/agenda/2018/10/incrementemos-la-productividad-en-la-construccion-en-latinoamerica/>
- Bowersox, D., Closs, D. y Cooper, B.(2007) Administración y logística en la cadena de suministros. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C. V
- Bureau Veritas. (2009) Logística integral (2009) España: Confederal
- Carreño, A. (2014) Logística de la A a la Z. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú
- Cayetano, O. (2018). Propuesta de mejora del proceso logístico de una empresa constructora. Recuperado de:https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624562/CAYETANO_LLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Coneval. (2018). ¿Qué es la matriz de indicadores? Recuperado de:
<https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/Paginas/Normatividad/MatrizIndicadores/MatrizIndicadoresQuees.aspx>

Contreras, S. (2016). Mantenimiento Preventivo. Recuperado de:
<https://www.lifeder.com/mantenimiento-preventivo/>

Cuatrecasas, L. (2012). La producción: procesos: relación entre productos y procesos.
Recuperado
de:<http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?ppg=15&docID=11046406&tm=1473987145325>

ENCOLOMBIA (2020). Logística Empresarial:Cuál es su Importancia en una Empresa.
Recuperado de: <https://encolombia.com/economia/empresas/logistica/importancia-logistica-empresarial/>

Espejo, J. (2017). Propuesta de mejora en la gestión de almacén y su influencia para reducir los altos costos logísticos de la empresa comercializadora de implementos de seguridad industrial Segurindustria Trujillo S.A. Recuperado de
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12083>

Hernández & Vizán. (2013) Lean Manufacturing. Madrid: Fundaciones EOI

Inmoley. (2019). Evolución del sector de la construcción 2019-2023 en España e Iberoamérica.
Recuperado de: <https://www.inmoley.com/NOTICIAS/1912345/2019-1-inmobiliario-urbanismo-vivienda/08-19-inmobiliario-26-20.html>

Kuznik, A., Hurtado, A.y Espinal, A. (2010). El uso de la encuesta de tipo social en Traductología. Características metodológicas. MonTI. Monografías de Traducción e

Interpretación, (2),315-344.Recueprado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2651/265119729015>

León y Tacilla. (2018). Diseño de un sistema de gestión de almacén e inventarios y su relación con los costos en la Empresa Ferretería el Sol S.R.L. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14085>

Marcelino, M. y Ramírez, D. (2012). Administración de la calidad: nuevas perspectivas. Pág. 26. Recuperado de:<http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?ppg=40&docID=11013511&tm=1473643552143>

Mora, A. (2010). Gestión Logística Integral. Recuperado de: https://corladancash.com/wp-content/uploads/2010/11/Gestion-logistica-integral_-Las-Luis-Anibal-Mora-Garcia.pdf

Mora, A. (2016). Gestión Logística Integral. Recuperado de: https://corladancash.com/wp-content/uploads/2018/11/Gestion-logistica-integral_-Las-Luis-Anibal-Mora-Garcia.pdf

Morales, N., Mosquera, D. y Gómez, M. (2013). Plan de mejoramiento para el área de Logística a nivel local de la Compañía RotamAgrochemical Colombia S.A.S. Recuperado de: <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/4647/MoralesNadine2013.pdf?sequence=1>

Olarte, W., Botero, M. y Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>

- Richter, A. (2020). El impacto de la crisis del coronavirus en el sector de la construcción pública. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/el-impacto-del-covid-19-en-la-construccion-publica/>.
- Rodríguez, W. (2011). Guía de investigación científica. Obtenido de: http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/23/rodriguez_arainaga_walabonso_guia%20investigacion_cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Román, J. (2016). Implementación de un almacén para mejorar los costos logísticos de la empresa Mapalsa S.A.C. en Lima 2016. Recuperado de https://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3231/3/2017_Roman-Huamani.pdf
- Salavarría, L. (2019). Implementación de un Sistema de Gestión de Almacenes para reducir costos de almacenamiento en la Empresa Vigas y Cables – Callao, 2019. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23202>
- Saric, A. (2019). Diseño de mejora en la gestión de almacenes e inventarios y su relación con los costos logísticos en la empresa veterinaria Otuzco. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22333>
- Vargas, J. (2015). Gestión de relaciones con los proveedores. Recuperado de: <https://es.ccm.net/contents/219-gestion-de-relaciones-con-los-proveedores-srm>
- Velásquez, E. (2019). Estudio del modelo de gestión de inventarios basado en máximos y mínimos (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali). Recuperado de: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/246/ESTUDIO%20DEL%20MODELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta

ENCUESTA				
ÁREA DE APLICACIÓN: Logística y Mantenimiento				
PROBLEMA: Altos costos en la empresa Sigma S.A. Contratistas Generales.				
NOMBRE: _____				
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema.				
Valorización	Puntaje	Leyenda		
Alto	3	La causa raíz tiene un impacto alto en los costos de la empresa		
Regular	2	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos de la empresa		
Bajo	1	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos de la empresa		
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTAN A LOS COSTOS EN EL ÁREA LOGÍSTICA				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
CR1L	Falta de capacitación en temas logísticos			
CR2L	Falta de estibadores en el almacén			
CR3L	Falta de equipos para el traslado de materiales			
CR4L	Falta de stock de materiales			
CR5L	Inadecuada gestión de proveedores			
CR6L	Falta de control de calidad de los materiales			
CR7L	Falta de orden y limpieza en el almacén			
CR8L	Inadecuada gestión de inventarios			
EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTAN A LOS COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
CR9M	Falta de capacitación en temas de mantenimiento			
CR10M	Falta de motivación del personal de mantenimiento			
CR11M	Falta de control de calidad de materiales			
CR12M	Falta de mantenimiento preventivo de los equipos			
CR13M	Falta de un procedimiento de trabajo para la realización del mantenimiento			
CR14M	Falta de personal de mantenimiento			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Plan de capacitación para el área logística.

N°	Tema de Capacitación	Objetivo de la capacitación	Competencias esperadas alcanzar	Módulos	Dirigido a	Duración	Mes de Ejecución
1	Método de máximos y mínimos	Aprender como realizar una adecuada gestión de stock	Manejo adecuado del stock de los materiales de la empresa.	1. Definición de gestión de stock 2. Método de Máximos y Mínimos. 3. Desarrollo del método en la empresa	Área de Logística	5 horas	Enero
2	Gestión de Inventarios	Conocer métodos para la gestión de los inventarios en la empresa	Reducir el inventario faltante de la empresa a través de la mejora de la gestión de los inventarios de la empresa.	1. Introducción a la gestión de inventarios. 2. Métodos para realizar la gestión de inventarios. 3. Método para la revisión de los inventarios. 4. Procedimiento para la gestión y revisión de inventarios.	Área de Logística	5 horas	Marzo
3	Gestión de proveedores	Conocer acerca de la gestión de proveedores	Mejorar la gestión de proveedores de la empresa.	1. Introducción a la gestión de proveedores 2. Importancia de la gestión de proveedores 3. Implementación de la gestión de proveedores en la empresa.	Área de Logística	5 horas	Mayo
4	Metodología de las 5S	Conocer la metodología de las 5S para mejorar el orden y limpieza de la empresa.	Mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas.	1. Introducción a la metodología de las 5S 2. Importancia de la metodología de las 5S 3. Implementación de las 5S en la empresa.	Área de Logística	5 horas	Junio
TOTAL						20 horas	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Plan de capacitación para el área de mantenimiento.

N°	Tema de Capacitación	Objetivo de la capacitación	Competencias esperadas alcanzar	Módulos	Dirigido a	Duración	Mes de Ejecución
1	Mantenimiento preventivo de maquinaria de construcción	Aprender como realizar un adecuado proceso de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria de Construcción	Desarrollar el mantenimiento preventivo de forma adecuada en los equipos de la empresa.	1. Introducción al mantenimiento preventivo. 2. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en la empresa. 3. Procedimiento a seguir para el desarrollo del plan de mantenimiento.	Área de Mantenimiento	5 horas	Julio
2	Planificación y programación del Mantenimiento	Conocer como realizar una adecuada planificación del mantenimiento	Mejorar la planificación del mantenimiento en la empresa Constructora.	1. Introducción a la planificación y programación del mantenimiento. 2. Métodos para la planificación y programación del mantenimiento. 3. Desarrollo de la planificación y programación del mantenimiento en la empresa.	Área de Mantenimiento	5 horas	Setiembre
3	Indicadores de mantenimiento	Mejorar la utilización de indicadores de gestión de mantenimiento.	Implementar indicadores de gestión de mantenimiento para la empresa.	1. Indicadores de la gestión del mantenimiento. 2. Cómo elaborar indicadores de mantenimiento 3. Elección de indicadores de mantenimiento para la empresa Constructora.	Área de Mantenimiento	5 horas	Octubre
4	Técnicas e instrumentos predictivos	Conocer el uso de los equipos predictivos.	Aprender a utilizar los equipos predictivos para mejorar el plan de mantenimiento preventivo	1. Revisión de las técnicas predictivas. 2. Uso de los equipos predictivos. 3. Procedimiento para la utilización en los equipos y maquinaria de la empresa.	Área de Mantenimiento	5 horas	Diciembre
TOTAL						20 horas	

Fuente: Elaboración propia