

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Monzón Campos, Oreana Sujelly

Asesor:

Mg. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mi mamá María por su apoyo incondicional,
por creer en mí e inculcarme la importancia
del estudio desde muy temprana edad.

A mi hermana Maripaz a quien
motivo a esforzarse por perseguir sus
sueños por más grandes que estos sean

A mi abuela Juana quien me cuida
desde el cielo y me enseñó que la
vida está llena de obstáculos que
siempre podemos vencer.

Al Ing. Rafael Castillo quien supo guiarme
en todos estos años universitarios con su
gran paciencia hacia mi persona.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar
mi profesión y por darme la salud para
lograr mis objetivos, además de su infinita
bondad y amor.

A toda mi familia por sus consejos,
ejemplos dignos de superación y entrega.
En especial a mi madre que siempre he contado
con su apoyo desde siquiera tengo memoria

A una persona muy especial en mi vida,
mi novio quien desde el primer momento
brindó su apoyo y confianza hacia mi persona.
Además, por alentarme día con día
en la realización de mis metas.

A mis amigas y amigos más cercanos,
por regalarme momentos maravillosos y
hacer mi vida más alegre.
Asimismo, enseñarme el valor de la amistad

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
<i>1.1.1. Antecedentes de la investigación.....</i>	<i>18</i>
<i>1.1.2. Bases teóricas.....</i>	<i>21</i>
1.2. Formulación del problema	28
1.3. Objetivos	28
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>28</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>28</i>
1.4. Hipótesis.....	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	30
2.1. Tipo de investigación	30
2.2. Técnicas de recolección y análisis de datos	31
2.3. Procedimiento.....	33
<i>2.3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa</i>	<i>34</i>
<i>2.3.2. Diagnóstico del área problemática.....</i>	<i>46</i>
<i>2.3.3. Diseño de la Propuesta de Mejora</i>	<i>51</i>
<i>2.3.4. Evaluación Económica Financiera</i>	<i>145</i>
CAPÍTULO III. RESULTADOS	153
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	157
4.1. Discusión	157
4.2. Conclusiones	163
REFERENCIAS	164
ANEXOS	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Procedimiento Diagnóstico de la realidad actual de la empresa	33
Tabla 2 Procedimiento Propuesta de mejora	34
Tabla 3 Procedimiento Evaluación Económica Financiera de la propuesta.....	34
Tabla 4 Índice de materia prima.....	41
Tabla 5 Índice de producción	43
Tabla 6 Causas Raíces.....	47
Tabla 7 Matriz de Priorización.....	48
Tabla 8 Diagrama de Pareto	49
Tabla 9 Matriz de indicadores.....	50
Tabla 10 Resumen de tiempos de máquinas	54
Tabla 11 Averías de excavadora CAT 336 DL al mes.....	56
Tabla 12 Costo de repuesto avería 4	56
Tabla 13 Averías de excavadora CAT 336 DL2 al mes.....	58
Tabla 14 Costo de repuesto avería 8	59
Tabla 15 Costo de mano de obra externa avería 5	59
Tabla 16 Averías de excavadora CAT 345 al mes	61
Tabla 17 Costo de repuestos avería 2 y 8.....	61
Tabla 18 Averías de excavadora DOOSAN 5530 al mes	63
Tabla 19 Costo de repuestos averías 7 y 9	64
Tabla 20 Costo de mano de obra externa avería 1 y 3	64
Tabla 21 Requerimiento de compra de Noviembre.....	67
Tabla 22 Costo de compras urgentes.....	69
Tabla 23 Materia prima compra semana 2 - noviembre.....	71
Tabla 24 Muestreo estadístico de la búsqueda de documentos	75
Tabla 25 Registro de equipos y/o maquinarias	82
Tabla 26 Codificación de equipos y/o maquinarias	83
Tabla 27 Hoja de vida	85
Tabla 28 Actividades de lubricación	87
Tabla 29 Actividades de electricidad	88
Tabla 30 Actividades de mecánica.....	88
Tabla 31 Actividades de instrumentación	88
Tabla 32 Compras del mes de noviembre	96
Tabla 33 Pareto de las compras de noviembre	98
Tabla 34 Resumen de materiales.....	100
Tabla 35 Datos históricos de los materiales con más alta demanda.....	101

Tabla 36 Demanda de cemento Pacasmayo mejorado	103
Tabla 37 Regresión lineal del cemento Pacasmayo mejorado	103
Tabla 38 Regresión cuadrática del cemento Pacasmayo mejorado.....	104
Tabla 39 Demanda de cemento Mochica azul.....	105
Tabla 40 Regresión lineal del cemento Mochica azul.....	105
Tabla 41 Regresión cuadrática del cemento Mochica azul	106
Tabla 42 Demanda de cemento Pacasmayo anti salitre	107
Tabla 43 Regresión lineal del cemento Pacasmayo anti salitre.....	107
Tabla 44 Regresión cuadrática del cemento anti salitre	108
Tabla 45 Demanda de arena gruesa.....	109
Tabla 46 Regresión lineal de arena gruesa.....	109
Tabla 47 Regresión cuadrática de arena gruesa	110
Tabla 48 Demanda de cemento Portland tipo 1	111
Tabla 49 Regresión lineal de cemento Portland tipo 1	111
Tabla 50 Regresión cuadrática de cemento Portland tipo 1	112
Tabla 51 Demanda de cemento Pacasmayo Extraforte	113
Tabla 52 Regresión lineal de cemento Pacasmayo Extraforte	113
Tabla 53 Regresión cuadrática de cemento Pacasmayo Extraforte.....	114
Tabla 54 Demanda de tubo de acero galvanizado 1. ½”	115
Tabla 55 Regresión lineal de tubo de acero galvanizado 1. ½”	115
Tabla 56 Regresión cuadrática de tubo de acero galvanizado 1. ½”	116
Tabla 57 Resumen de pronóstico	117
Tabla 58 Programa maestro de producción.....	118
Tabla 59 Niveles de inventario y políticas de seguridad.....	119
Tabla 60 Programa de despachos	119
Tabla 61 Inventario de materiales	122
Tabla 62 Plan de requerimientos de materiales cemento Pacasmayo mejorado	122
Tabla 63 Plan de requerimientos de materiales cemento Mochica azul.....	123
Tabla 64 Plan de requerimientos de materiales cemento Pacasmayo anti salitre.....	123
Tabla 65 Plan de requerimientos de materiales de arena gruesa	124
Tabla 66 Plan de requerimientos de materiales de cemento Portland tipo 1	124
Tabla 67 Plan de requerimientos de materiales de cemento Pacasmayo Extraforte	125
Tabla 68 Plan de requerimientos de materiales de tubo de acero galvanizado tipo ISO 1. ½”	125
Tabla 69 Órdenes de aprovisionamiento	126
Tabla 70 Programa de capacitación	134
Tabla 71 Presupuesto de capacitación.....	135
Tabla 72 Documentos en el área de Logística.....	137

Tabla 73 Frecuencias y disposiciones de uso	138
Tabla 74 Asignación de documentos según frecuencia y/o disposición	139
Tabla 75 Contratación de Mano de Obra	145
Tabla 76 Inversión en los implementos de mantenimiento preventivo	145
Tabla 77 Depreciación de los implementos para mantenimiento preventivo.....	146
Tabla 78 Inversión en los implemento de la propuesta del MRP	146
Tabla 79 Inversión en los implemento de la propuesta de la metodología 5S	147
Tabla 80 Depreciación de los implementos para las 5S	147
Tabla 81 Beneficio mensual de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo	148
Tabla 82 Beneficio mensual de la propuesta del MRP	148
Tabla 83 Beneficio de la propuesta de la metodología 5S	149
Tabla 84 Estado de resultados y flujo de caja	150
Tabla 85 Indicadores Económicos (VAN, TIR, PRC y B/C).....	151
Tabla 86 Costos perdidos anuales	153
Tabla 87 Contribución de los costos perdidos anuales.....	154
Tabla 88 Resumen de costos perdidos actuales y beneficio de las propuestas.....	155
Tabla 89 Costo actual y mejorado desarrollando plan de mantenimiento preventivo	158
Tabla 90 Costo actual y mejorado desarrollando planificación de los requerimientos de materiales (MRP).....	160
Tabla 91 Costo actual y mejorado desarrollando metodología 5S	162
Tabla 92 Formato de encuesta.....	170
Tabla 93 Ficha técnica de excavadora CAT 3360.....	171
Tabla 94 Ficha técnica de excavadora CAT 345.....	172
Tabla 95 Ficha técnica de excavadora Doosan 5530	173
Tabla 96 Formato de orden de trabajo	174
Tabla 97 Programa de mantenimiento anual.....	175
Tabla 98 Hoja de intervenciones de mantenimiento	177
Tabla 99 Formato de evaluación de maquinarias.....	178
Tabla 100 Formato de encuesta para capacitación.....	179
Tabla 101 Formato de tarjeta roja	180
Tabla 102 Notificación de desecho	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice mensual de la Actividad Económica 2019.....	13
Figura 2 Producto Bruto Interno 2019	14
Figura 3 Organigrama de la empresa constructora.....	36
Figura 4 Diagrama de espina de Ishikawa.....	46
Figura 5 Diagrama de Pareto.....	48
Figura 6 Datos históricos de los materiales con más alta demanda	102
Figura 7 Flujo grama para clasificar documentos	136
Figura 8 Área de logística en la actualidad	141
Figura 9 Área de logística propuesto.....	141
Figura 10 Diagrama de Gantt de la capacitación e implementación de la metodología 5'S.....	144
Figura 11 Costos perdidos anualmente	153
Figura 12 Contribución de los costos perdidos anuales	154
Figura 13 Comparativo de costos anuales actuales vs. Propuestos	155
Figura 14 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR1	157
Figura 15 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CR1	158
Figura 16 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR3	159
Figura 17 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR4	159
Figura 18 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CR3 y CR4	160
Figura 19 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR6	161
Figura 20 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CR6	162

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Porcentaje de paradas no planificadas de máquina	54
Ecuación 2 Costo de mano de obra interna	57
Ecuación 3 Costo lucro cesante.....	57
Ecuación 4 Costo de paradas no planificadas de máquinas	65
Ecuación 5 Porcentaje de compras urgentes	66
Ecuación 6 Costo de compras urgentes.....	70
Ecuación 7 Porcentaje de insumos utilizados.....	73
Ecuación 8 Costo total materia prima comprado / mes.....	74
Ecuación 9 Costo total materia prima consumidos /l mes.....	74
Ecuación 10 Costo de insumos no consumidos.....	74
Ecuación 11 Porcentaje de horas hombre perdidos por desorden	76
Ecuación 12 Costo de horas hombre innecesarias.....	77
Ecuación 13 Fórmula de disponibilidad.....	93
Ecuación 14 Formula de disponibilidad genérica	93
Ecuación 15 Fórmula de disponibilidad inherente	93
Ecuación 16 Fórmula de confiabilidad.....	94
Ecuación 17 Tiempo promedio para reparar	94
Ecuación 18 Fórmula de utilización.....	95

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general conocer los costos operacionales en los que incurre una empresa constructora, en el proceso del área de logística y de mantenimiento para plantear propuestas de mejora que le permitan reducirlos.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa constructora, específicamente en el Área de Logística y Mantenimiento. Culminada la etapa de identificación del problema, se procedió a redactar el diagnóstico de la Empresa, e identificar las Causas Raíces aplicando para ello el Diagrama de Ishikawa. Posteriormente, se realizó la priorización de Causas Raíces mediante el uso de la Encuesta y del Diagrama de Pareto para dar paso a determinar el impacto económico que genera en la empresa esta problemática representado en pérdidas monetarias y dichos costos ascienden a 24,992 soles/mes. El presente trabajo aplicativo detalla además las propuestas de mejora como son: Herramienta de planificación de los requerimientos de material, Plan de Mantenimiento Preventivo y Muestreo Probabilístico que proponemos para reducir los costos operacionales.

Finalmente, con la información analizada y recolectada; y a partir del diagnóstico elaborado, se presentará un análisis de los resultados y conclusiones con las Herramientas de Mejora propuestas con la finalidad de reducir costos en la empresa constructora.

Palabras clave: Diagnóstico, Costos Operacionales, Logística, Mantenimiento, Propuesta de Mejora

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La economía mundial enfrenta en la actualidad una serie de interrogantes respecto a su desempeño futuro como son el estancamiento de algunas economías desarrolladas, el crecimiento de los mercados emergentes, la creciente urbanización, los cambios demográficos de la población, los retos que plantea el cambio climático, el desgaste de la infraestructura en las economías desarrolladas, el legado de la crisis financiera y el déficit del sector público.

El último análisis mundial del sector de construcción a largo plazo pronostica que la producción mundial aumentará en un 85% hasta 2030, creciendo US\$8.000 millones para alcanzar US\$15.500 millones, impulsado principalmente por el crecimiento en China, India y Estados Unidos, el cual representa el 57%. Esto a su vez está polarizando la demanda de plantas y maquinaria nuevas y usadas en estos tres mercados, que son seguidos de cerca por Indonesia, Reino Unido, México, Canadá y Nigeria. El pronóstico también dice que para el año 2025 Reino Unido será el mercado más grande de Europa, impulsado principalmente por mega proyectos de infraestructura a medio y largo plazo, superando a Alemania y convirtiéndose en el sexto mercado de construcción más grande del mundo.

Por un lado, en el diario en línea Construcción Pan –americana, María José Pedrosa (2017) menciona que para el 2030, India será el mercado de construcción de mayor crecimiento en el mundo por lo que alcanzará el 18% de todo el crecimiento mundial con un mercado de US \$1'500,000 millones, creciendo al doble de rapidez que China.

Mientras tanto, en Centro América para ser más precisos en Guatemala el pronóstico de la construcción sigue con cierta inestabilidad en relación con la actividad que podría tener para los próximos años. Según las últimas cifras presentadas el IMAE (Índice Mensual de la Actividad Económica) del sector de construcción incremento hasta en un 3.9%, el cual se mantuvo en el último cuatrimestre del 2019.

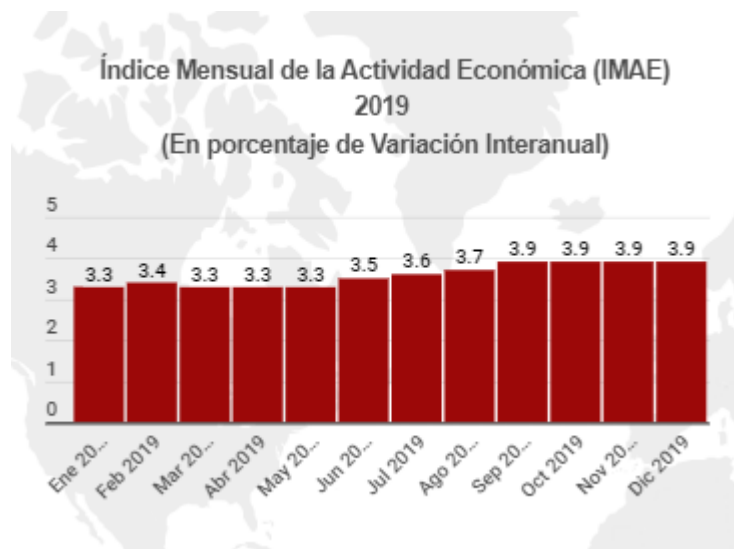


Figura 1 Índice mensual de la Actividad Económica 2019

Fuente: Cámara Guatemalteca de la Construcción

Por otro lado, en el Perú como menciona el diario El Comercio (2019) el sector construcción acumuló un crecimiento del 5,77% al cierre del mes de marzo del 2019. La cifra se alinea a la que proyectó el Banco Central de Reserva (BCR), que estimó en 6,5% en marzo. "Este mejor desempeño se debería a la ejecución de obras privadas, tendencia que se mantendría a lo largo del 2019, lo que revertiría el descenso que se espera en la inversión pública", indicó Guido Valdivia, director ejecutivo de Capeco.

PERÚ: PRODUCTO BRUTO INTERNO
(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo período del año anterior)
Año Base 2007=100

Actividad	2018/2017				2019/2018			
	I Trim.	II Trim.	I sem.	4 últimos Trim. ^{1/}	I Trim.	II Trim.	I sem.	4 últimos Trim. ^{1/}
Economía Total (PBI)	3,2	5,5	4,3	3,5	2,4	1,2	1,7	2,7
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	7,2	10,4	9,1	7,3	5,2	2,1	3,3	4,4
Pesca y acuicultura	3,0	25,8	18,1	-11,7	-21,8	-30,7	-28,1	3,6
Extracción de petróleo, gas y minerales	0,4	-0,5	-0,1	1,8	-0,5	-2,3	-1,4	-1,9
Manufactura	0,5	10,8	5,8	1,7	-0,9	-6,7	-4,0	1,1
Electricidad, gas y agua	2,3	5,0	3,7	2,2	6,0	3,9	4,9	5,0
Construcción	4,9	7,4	6,2	7,1	2,2	7,5	5,0	4,9
Comercio	2,7	3,2	3,0	2,5	2,4	2,8	2,6	2,5
Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	5,1	6,5	5,8	4,9	2,4	1,9	2,2	3,1
Alojamiento y restaurantes	3,3	2,9	3,1	2,4	3,6	4,5	4,0	4,0
Telecomunicaciones y otros servicios de información	4,9	5,5	5,2	6,8	6,8	6,6	6,7	6,3
Servicios financieros, seguros y pensiones	4,5	7,2	5,9	4,3	4,7	3,8	4,2	4,5
Servicios prestados a las empresas	2,8	3,2	3,0	3,3	3,4	3,3	3,4	3,4
Administración pública y defensa	4,3	4,2	4,3	3,8	4,9	4,9	4,9	4,8
Otros servicios	3,9	4,0	4,0	3,7	3,3	3,5	3,4	3,7
Total Industrias (VAB)	3,1	5,4	4,3	3,5	2,4	1,1	1,7	2,7
Otros impuestos a los productos y DM	4,1	6,0	5,0	3,6	2,1	1,3	1,7	2,2

Figura 2 Producto Bruto Interno 2019

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

El Gobierno peruano anunció que para el año 2021 se realizará la construcción de 150,000 viviendas bajo la modalidad de Vivienda Nueva del programa Techo Propio. Por lo que se espera que este sector siga creciendo a lo largo de los años.

Por último, en el Portal Perú Construye (2013) nos dice, que el sector construcción en la Libertad acumuló un crecimiento del 13,1%, lo cual se refleja en las ventas de concreto y los despachos locales de cemento que aumentaron 56,3 % y 7,2 %, respectivamente.

Asimismo, de acuerdo a la Oficina de Información Empresarial de la Cámara de Comercio de La Libertad (CCLL), en el 2009, La Libertad se ubicaba en el puesto seis en el ranking nacional de despachos de cemento contribuyendo de esta manera en la dinamización de una serie de industrias involucradas. Sin embargo, este buen

desempeño pasó una desaceleración que duró cinco años de consecutivos, del 2009 hasta el 2014. En este último año experimentamos una caída de -4.6 %, en 2015 de -3.9 %, en 2016 de -5 %, en 2017 de -1.2 % y en 2018 de -2.1 %. Sin embargo, el sector empresarial liberteño informó que, durante el 2019, el sector se recuperó con un significativo porcentaje que alcanzó un crecimiento de 20.9 % respecto al año anterior.

El proceso de logística de la empresa constructora concierne a uno de los procesos más importantes dentro de esta, puesto que la entrega a tiempo de los requerimientos para cada obra en marcha permite que ésta no incurra en retrasos que posteriormente generarán penalidades.

De igual manera, el área de mantenimiento es vital para la empresa ya que de este depende la máxima disponibilidad de sus maquinarias cuando lo requieran en las obras, durante el tiempo solicitado para operar, con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente.

Actualmente, la empresa presenta diversos problemas en cuanto a la gestión logística. Según Armiñana (2004) en la logística el proceso de producción se entiende no solamente como la secuencia de las actividades sino además es un proceso del flujo de materiales y de información y como proceso de generación de valor para el cliente. De este concepto, se deduce que, en un proceso de producción, la ventaja competitiva no puede venir solamente de mejorar la eficacia de las actividades de conversión, sino también reducir los tiempos de espera, del almacenaje, de movimientos improductivos e inspecciones. Todas estas actividades son inherentes a un proceso logístico.

Por ello, se considera como uno de los principales problemas se debe a que, en ocasiones de urgencia, es decir, cuando algún implemento o material faltante se necesita con suma urgencia, se saltan todas las formalidades y realizan las compras sin generar factura o documento que valide la compra. Debido a esto se produce un sobrecosto de **2,391 soles/mes**, dicho valor se calcula entre la diferencia del costo total de compras urgentes y costo total de compra planificada.

Por un lado, si poseen proveedores definidos para ciertos materiales sobre todo para los de construcción, pero para los otros como complementos para las obras son indefinidos, lo que provoca que se demore el proceso, generando paros en el avance de obras.

Por otro lado, al realizar la entrega de los materiales requeridos en obra se suscita la pérdida de algunos de estos, lo que genera un sobrecosto para la empresa ya que se tiene que volver a hacer el requerimiento y que este pase por todas las fases hasta llegar nuevamente al punto de la distribución en obra. Por lo que provoca la incomodidad del jefe en obra y de los directivos de la empresa, debido a que no se está llevando un control estricto. Este monto asciende a **2,557 soles/mes**, para hallar se hace la diferencia entre el costo total de materia prima y el costo total de materia prima consumida.

En cuanto a los trabajadores los problemas que se encontraron fueron que un pequeño grupo no tienen funciones u obligaciones definidas. Por lo tanto, produce desorden en la organización de la empresa el cual se expresa en la pérdida de tiempo retrasando el adecuado avance de las obras programadas.

Asimismo, existe una desorganización en el área de trabajo (oficina) y en área de almacenamiento. Por lo que documentación importante es extraviada retrasando pagos al personal en obra. Por ello, gracias a la desorganización, los trabajadores tardan en promedio 1.50 horas buscando algún documento, archivo y/o plano lo que se traduce en que un 16.67% de su jornada laboral mensual se desperdicia y ese porcentaje le cuesta a la empresa **311 soles/mes**.

El problema principal en el área de mantenimiento que se llega a suscitar es que, en cierto punto del avance de las obras, algunas de las máquinas llegan a presentar fallas por lo que es necesario hacerle el mantenimiento correctivo pertinente. Este produce una elevación en los costos, pérdida de tiempo no planificado y disminución de la utilidad final del proyecto a realizarse. Según los reportes arrojados de las máquinas excavadoras en un mes estas se paran en promedio 9 veces que da un total de 262 horas aproximadamente el cual arroja un costo total de **19,732 soles/mes**.

En ese contexto reseñado es que se presenta el siguiente estudio de investigación titulado: **“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA”**.

1.1.1. Antecedentes de la investigación

Para esta investigación se consideró los siguientes antecedentes tanto internacionales como nacionales:

En primer lugar, se encontró el estudio realizado por Luan (2008), su objetivo consistía en optimizar la planificación de la distribución de materiales hacia las obras y la gestión sobre ellas. La variable de estudio fue el de diseñar un sistema de optimización de la planificación logística, para ello se diseñó un sistema logístico con algún modelo existente para reducir los costos de operación. Los resultados obtenidos arrojaron que fue posible seleccionar una metodología, y varias herramientas, para diseñar un prototipo de sistema que permita optimizar el proceso de la planificación y el control del seguimiento de las órdenes de compra de la empresa constructora en Chile.

El estudio hecho por De La Rosa y Dovale (2008) que fue presentado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena para optar el título de Administrador Industrial titulado “Optimización de los Procesos de Almacenamiento: Diseño de un Sistema de Gestión y Control de Inventarios para la Empresa ECA LTDA. ”La investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de gestión y control de inventarios para la empresa ECA LTDA, con el fin de optimizar los procesos de almacenamiento. Los resultados obtenidos dieron que la empresa tiene distintos procesos de almacenamiento como la recepción, almacenamiento y entrega de materiales con distintos problemas relacionados al tiempo tan prologando que toman los procesos antes mencionados.

Asimismo, de acuerdo al estudio de Tuesta (2014), el cuál fue expuesto en la Facultad de Ingeniería Mecánica Energía de la Universidad Nacional del Callao, para optar el título profesional de ingeniero mecánico con el estudio titulado: “Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA”. Dicha investigación, tiene como propósito fundamental establecer un plan de mantenimiento de los equipos pesados para mejorar la disponibilidad de los mismos, para reducir las paradas imprevistas y al más bajo costo. Dando como resultado, el TPM ha permitido mejorar la gestión del mantenimiento, evaluar al inicio y final del estudio de investigación, conocer las mejoras realizadas con las iniciativas planteadas que garantizan la operación con un incremento significativo y una disponibilidad de 91% con un ahorro de S/. 105,814.52.

Por un lado, el estudio realizado por Elguera, Pílares & Abarca (2015), que fue presentado en la escuela de Postgrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, para optar el grado académico de magister en Gerencia de la Construcción con el estudio titulado: “Propuesta de Mejora de la Gestión de la Cadena Administrativa de Logística de la empresa constructora Pacco Constructores S.C.R.L”. El cuál tiene como propósito fundamental de ayudar a mejorar la gestión logística de la empresa Pacco Constructores S.C.R.L. Y se trabaja sobre las prácticas erróneas que se consideran más relevantes que se dan en el área logística y sobre las causas que interfieren en su desenvolvimiento. Asimismo, se concluye que, para poder implementar todas las mejoras propuestas, se requerirá de una inversión inicial de S/. 78,726.00 y

costos de operación mensuales promedio de S/. 23,281.88 que en conjunto suma un costo total de S/. 358,108.53 anual.

Por otro lado, se encontró el estudio realizado por Cruzado (2015), con el objetivo de determinar el impacto de la implementación de un sistema de control interno en el proceso logístico en la rentabilidad de la constructora RIOBADO S.A.C. Las variables de estudio fueron la rentabilidad y el control interno. Para llevar a cabo su estudio se utilizó la entrevista a expertos dentro de ellos estaban la gerente general, la ingeniera civil y el ingeniero civil que se desempeña en el área de logística. De acuerdo a los resultados obtenidos por la entrevista, desarrolló el diseño basándose en la metodología de COSO I, obteniendo como resultados finales que la implementación del sistema de control interno en el proceso logístico impacta positivamente en la rentabilidad de la constructora RIO BADO S.A.C, debido a que la rentabilidad en el año 2013 se vio afectada por pérdidas originadas en el área de logística las cuales ascendieron a S/. 119,025.00, sin embargo, con la implementación del sistema de control interno en el área de logística el costo beneficio es de S/. 58,677.00 nuevos soles aproximadamente.

Se encontró la investigación realizado por Villegas (2016), su propósito fue generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales. Para ello, se realizó una gestión del mantenimiento enfocándose en el mantenimiento preventivo. Asimismo, propuso la implementación de procesos que ayuden a optimizar tanto la tercerización de

servicios como la logística propia del mantenimiento. Dando como resultado la elevación de la disponibilidad general de los equipos de un 68.27% a un 78.47% y permitirá tener una producción más continua con equipos propios. Por último, la propuesta reducirá los costos de alquiler en el periodo de 02 años en aproximadamente S/. 198,577.80 soles.

Por último, según la investigación realizada por Villena (2017), su propósito desarrollo de un plan de Mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad y rendimiento de las maquinarias en los proyectos. Para ello la metodología elegida estuvo alineada a la búsqueda de la solución del problema presentado por la empresa, mediante la aplicación del TPM, buscando fortalecer el trabajo en equipo a través de pequeñas células de trabajo coordinadas entre las áreas de Operaciones y de Mantenimiento. Asimismo, se desarrolló un método personalizado del AMFE mediante el cual se aporta a la empresa una herramienta importante para direccionar sus recursos en anticiparse a las fallas más graves, se logró analizar 142 modos de fallas correspondientes al equipo más crítico (excavadora 336CL) para un periodo de operación de 12 meses, se espera que pueda servir de modelo para un trabajo similar para toda la flota.

1.1.2. Bases teóricas

1.1.2.1. Diagrama de Ishikawa

Nievel y Freivals (2010) consideran que los diagramas Ishikawa, también conocidos como diagramas de pescado o causa-efecto, fueron desarrolladas por Ishikawa a principios de los años 50

cuando trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company.

El método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, como la “cabeza de pescado” y después identificar los factores que contribuyen, es decir, las causas, como el, “esqueleto de pescado” que sale del hueso posterior de la cabeza. Las causas principales se dividen en cuatro o cinco categorías principales: humanas, máquinas, métodos, materiales, entorno, administración, cada una dividida en sub-causas. El proceso continuo hasta enumerar todas las causas posibles.

Un buen diagrama tendrá varios niveles de huesos y proporcionará una visión global de un problema. Se espera que este proceso tienda a identificar las soluciones potenciales.

1.1.2.2. Encuesta

Según Stanton, Etzel y Walker (1998), una encuesta consiste en reunir datos entrevistando a la gente. Para Richard L. Sandhusen (1999), las encuestas obtienen información sistemáticamente de los encuestados a través de preguntas, ya sea personales, telefónicas o por correo.

Según Naresh K. Malhotra (1996), las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un

cuestionario prediseñado. Según el mencionado autor, el método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.

Para Trespalacios, Vázquez y Bello (1996), las encuestas son instrumentos de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo.

En síntesis, y teniendo en cuenta las anteriores definiciones, planteo la siguiente definición de encuesta: la encuesta es un instrumento de la investigación de mercados que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.

1.1.2.3. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite diagrama de Pareto discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales). Sales, M. (2006).

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

1.1.2.4. Almacenes

Anaya J. (2007) expresa que, un almacén puede considerarse como un centro de producción en el que se efectúa una serie de procesos relacionados con:

- Recepción, control, adecuación y colocación de productos recibidos.
- Almacenamiento de productos en condiciones eficaces.
- Recogida de productos y preparación de la expedición de acuerdo al requerimiento del cliente.

Tipos de almacenes

Dentro de los tipos de almacén existentes, menciona los siguientes:

Almacenes Industriales: Comprende el conjunto de almacenes de una industria para almacenar las materias primas y los productos terminados.

Almacén de Materia Prima: Almacena las materias primas que intervienen directamente en la composición de los productos terminados.

Almacén de Herramientas y Utillaje: Controla todos los aspectos relativos al instrumental de producción, como herramientas, plantillas, matrices, etc.

Depósitos: Lugar concebido y equipado para las mercaderías colocadas en depósitos por trato entre el depositante y el depositario, esto normalmente corresponde al concepto de almacenera no hay que confundir con aquel que normalmente se utiliza para guardar los bienes que ya no se utilizan, es decir, los obsoletos, se guarda sin criterio sin orden.

1.1.2.5. Mantenimiento

Moubray (2004) nos dice que el mantenimiento es asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan.

Asimismo, podemos decir que el mantenimiento es un conjunto de actividades que se realizan con la finalidad de mantener o recuperar el estado inicial de un sistema, así como la determinación y evaluación de su estado real.

El conjunto de actividades de actividades se refiere a:

Inspección: permite evaluar la situación real de componentes de un sistema.

Conservación: que permite mantener el estado ideal de componentes de un sistema.

Reparación: permiten la reposición del estado ideal de los componentes de un sistema. Ejemplo: cambio o reconstrucción de componentes.

1.1.2.6. Metodología 5S

De acuerdo a Jones y Womack (2005) este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor “calidad de vida” al trabajo.

Las 5’S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una “cultura japonesa” ajena a nosotros, es más, todos hemos practicado las 5’S, aunque no nos demos cuenta. Las 5’S son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

1.1.2.7. Mantenimiento Preventivo

De acuerdo a IntegraMarkets (2018), nos dice que el mantenimiento preventivo tiene como objetivo el de organizar tareas de prevención de fallas para anticiparse a la ocurrencia de estas.

Estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de fallas, localizando vulnerabilidades y reemplazando componentes antiguos o desgastados.

1.1.2.8. Planeamiento de los requerimientos de materiales

El plan de Requerimientos de Materiales como un programa que muestra la demanda total de un artículo (antes de restar el inventario actual y las entregas programadas), así como cuando debe ordenarse a los proveedores o cuándo debe iniciar la producción para satisfacer su demanda en una fecha particular.

1.1.2.9. Valor Neto

El plan de Requerimientos de Materiales como un programa que muestra la demanda total de un artículo (antes de restar el inventario actual y las entregas programadas), así como cuando debe ordenarse a los proveedores o cuándo debe iniciar la producción para satisfacer su demanda en una fecha particular.

1.1.2.10. TIR

La TIR es la tasa a la cual el valor actual de los ingresos del proyecto es igual al valor actual de los egresos. (Díaz y Aguilera, 2013)

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento sobre los costos de la empresa constructora?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar cómo influye la propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento sobre los costos de la empresa constructora.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del área de logística y mantenimiento de la empresa constructora.
- Diseñar la propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento de la empresa constructora.
- Realizar una evaluación económica financiera de la propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento de la empresa constructora.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento reduce los costos de la empresa constructora.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación Aplicada por su objetivo, por su procedimiento es una investigación Pre experimental, por su naturaleza una investigación en ciencia formal y por el diseño, investigación diagnóstica o propositiva.

De acuerdo a Baena (2014) nos dice que la investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. Además, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales y destina los esfuerzos para resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres.

Según Gómez (2006) la investigación pre experimental se da cuando el grado de control es mínimo. Es decir, no hay un grupo de control con el que pueda contrastar los resultados.

Asimismo, se puede decir que una investigación diagnóstica o propositiva es la que utiliza un conglomerado de técnicas y procedimientos con el objetivo de diagnosticar y resolver problemas fundamentales, encontrar respuestas a preguntas científicamente preparadas, estudiar la relación entre factores y acontecimientos o generar conocimientos científicos. •

Basado en las anteriores definiciones, se sabe que esta investigación es de este tipo, ya que se desea dar alternativas de soluciones a los problemas suscitados en la empresa.

2.2. Técnicas de recolección y análisis de datos

Se realiza el diagnóstico de la empresa con la finalidad de determinar las causas raíces que engloban la problemática. Para ello se hacen uso del diagrama de Ishikawa, encuesta, matriz de priorización, diagrama de Pareto y de la Matriz de Indicadores. La propuesta de mejora se diseña a partir de dichas causas raíces, las cuales son encontradas en el diagnóstico para las cuales se hacen uso de las herramientas de gestión de Ingeniería Industrial.

Para el desarrollo de la presente tesis en la etapa diagnóstica se usaron las siguientes herramientas:

Niebel & Freivalds (2014) determinan que el Diagrama de Ishikawa, se utiliza para recoger de manera gráfica todas las posibles causas de un problema o identificar los aspectos necesarios para alcanzar un determinado objetivo (efecto). También se le denomina diagrama causa-efecto o Diagrama de Espina. Entre otras aplicaciones, puede utilizarse para: conocer y afrontar las causas de los defectos, anomalías o reclamaciones; reducir costes; obtener mejoras en los procesos; mejorar la calidad de los productos, servicios e instalaciones; y establecer procedimientos normalizados, tanto operativos como de control.

Universidad del Valle (2010) señala que la Matriz de Priorización es pretende contribuir a establecer prioridades en la toma de decisiones, con relación a nuevos temas que pueden ser objeto de desarrollo de una oferta innovadora. La necesidad de jerarquizar asuntos estratégicos es uno de los temas fundamentales para el desarrollo de capacidades institucionales de pensamiento estratégico, junto a la construcción de

visiones de futuro integrales e innovadoras. Propone una serie de variables y criterios para priorizar una serie de temas estratégicos, de forma simple y flexible.

De acuerdo a Marbán (2013), la encuesta “puede considerarse como una técnica o una estrategia entendida como un conjunto de procesos necesarios para obtener información de una población mediante entrevistas a una muestra representativa. La información se recoge de forma estructurada formulando las mismas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los encuestados.”

Es por esto que para la recolección de datos de esta investigación se usará la ENCUESTA; ya que permitirá recolectar la información específica e idónea sobre el problema a tratar, para esto se hará uso del CUESTIONARIO que de acuerdo a Silva & Tamayo (2014) “Contiene un conjunto de preguntas destinados a recoger, procesar y analizar información sobre hechos estudiados en poblaciones (muestras). Sus preguntas pretenden alcanzar información mediante las respuestas de la población” (p.10). Este será aplicado a los trabajadores del área de logística.

Ruiz - Falco (2009) postula que el Diagrama de Pareto enuncia diciendo que el 80% de los problemas están producidos por un 20% de las causas. Entonces lo lógico es concentrar los esfuerzos en localizar y eliminar esas pocas causas que producen la mayor parte de los problemas. El diagrama de Pareto no es más que un histograma en el que se han ordenado cada una de las "clases" o elementos por orden de mayor a menor frecuencia de aparición. A veces sobre este diagrama se superpone un diagrama de frecuencias acumuladas. La premisa se basa en que son pocas las causas que producen la mayor parte de los problemas. Para esa ponderación, el presente estudio

basa la frecuencia en una encuesta aplicada a las personas involucradas en el área de logística de la empresa constructora.

Para procesar los datos se harán uso de los gráficos que es un tipo especial de gráfica que se dirige a la posibilidad de interpretar información derivada de un proceso creando una imagen de las fronteras o límites de variación permisibles. A través de la estadística descriptiva que según Rodríguez (2007) es el estudio de las técnicas para recopilar, organizar y presentar datos obtenidos en un estudio estadístico para facilitar su análisis y aplicación.

2.3. Procedimiento

Tabla 1 Procedimiento Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

ETAPA	TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
Diagnóstico de la realidad actual de la Empresa	Espina de Ishikawa	Se elabora el Diagrama de Ishikawa para determinar las causas raíces
	Matriz de Priorización	Se priorizan las causas raíces de mayor a menor impacto. Se aplica el diagrama de
	Pareto	Se aplica el diagrama de Pareto con la finalidad de determinar las causas raíces que impactan en un 80% al problema.
	Matriz de Indicadores	Se formulan los indicadores para cada causa raíz.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Procedimiento Propuesta de mejora

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Propuesta de mejora	Se desarrollan las metodologías herramientas y técnicas de la Ingeniería Industrial para la solución del problema.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Procedimiento Evaluación Económica Financiera de la propuesta

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Evaluación Económica Financiera	Para poder llevar a cabo la evaluación económica financiera, en primera instancia se realizó un presupuesto de la propuesta de mejora, posteriormente un flujo de caja proyectado y finalmente se calculó VAN, TIR y ROI.

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

2.3.1.1. Descripción de la empresa

Es una empresa constructora peruana, nació en el Distrito de Chillia, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad. Fue constituida en el 2009 fruto de cinco hermanos que la integran, con el ideal de brindar un servicio de calidad a la sociedad. Desde entonces no ha dejado de crecer, contando así con diez años de experiencia desarrollando obras y proyectos de diversos tipos.

Esta empresa se dedica a brindar servicios de ingeniería, construcción, gestión y desarrollo de proyectos para sectores

mineros, energético e industriales en general, en los sectores privados y públicos con presencia a nivel nacional. El principal compromiso es crear obras que respeten la sostenibilidad, el respeto al medio ambiente y fomenten la inclusión social.

Los servicios que ofrecen cuentan con altos estándares de calidad en su ejecución y los diseños responden a la necesidad específica en la organización y/o comunidad.

Cuenta con un equipo de profesionales de alto nivel, en valores y con respeto por la sociedad y el medio ambiente; parte de su mejora continua se basa en la constante capacitación y experiencia de sus equipos. Se preocupa siempre por sus colaboradores y las comunidades en las que brindan servicios, por lo que desde sus inicios tiene una serie de compromisos enmarcados en su política de Responsabilidad Social, Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

La empresa considera que el cliente forma parte importante de esta, motivo por el cual busca brindar los mayores beneficios y el mejor servicio para su desarrollo. Por lo que, esto se ve reflejada en su promesa de “No solo buscamos darle forma al concreto, si no que buscamos transformar la vida de las personas proyectándoles a través de nuestras obras un futuro para sus familias, para sus pueblos y localidades”.

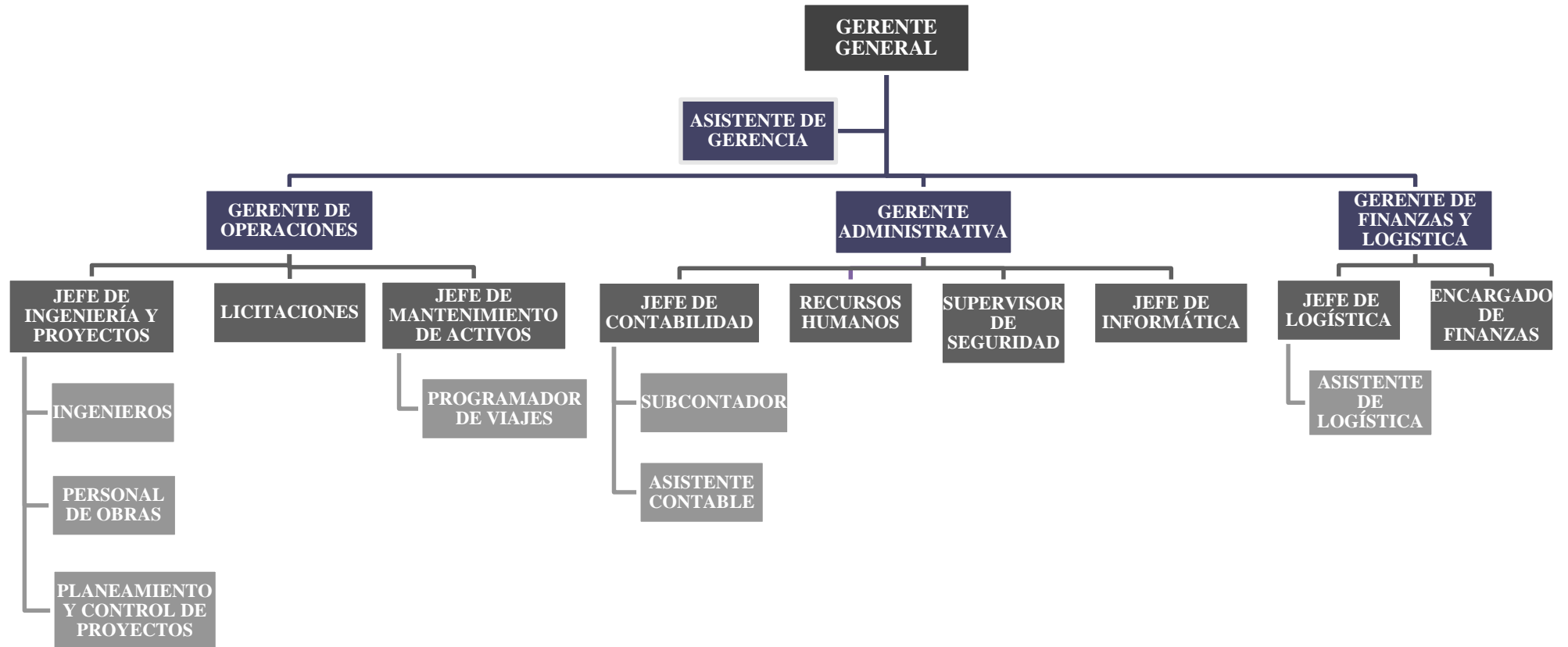


Figura 3 Organigrama de la empresa constructora

Fuente: La empresa.

2.3.1.2. Proveedores

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Distribuidora Norte Pacasmayo SRL. (DINO) es la subsidiaria comercial de Cementos Pacasmayo S.A.A. Inició sus operaciones el año 1995 con el objetivo de comercializar y distribuir materiales para la construcción en todo el norte y oriente del Perú. Durante este período, DINO ha experimentado un crecimiento sólido y sostenido que le ha permitido ubicarse en su sector como la empresa líder a nivel nacional, siendo la principal empresa distribuidora de cemento y demás líneas de productos para la construcción básica. Mayormente los productos que proveen a la empresa constructora son cemento Pacasmayo.

Ladrillos Lark

Ladrillos Lark fue creado el 14 de abril de 1994 iniciando sus actividades comerciales el 15 de octubre de 1996. Los productos que fabrican y comercializan son ladrillos cerámicos de arcilla cocida que se utilizan en la construcción de viviendas, edificios e infraestructura en general. Además, cuentan con canales de distribución a nivel nacional siendo nuestra participación actual en el mercado peruano alrededor de 35%. Esta empresa le provee a la empresa constructora ladrillos de alta calidad.

Distribuidora Dávila S.A

DISTRIBUIDORA DAVILA S.A. inició sus actividades económicas el 11 de abril de 1996, se encuentra dentro del sector venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería y equipo y materiales de fontanería y calefacción. Así como también, venta al por menor de artículos de ferretería, pinturas y productos de vidrio en comercios especializados. Dentro de los materiales más solicitados está: cemento, varillas de fierro, alambre, tubos de PVC, entre otros.

Distribuciones Olano S.A.C.

Es una empresa con la red de tiendas más grande y con mayor experiencia en el norte del país, ofreciendo soluciones constructivas en materiales y acabados para la construcción, luminarias, ferretería en general y complementos. Donde, no solo encuentra la más amplia variedad de productos y acabados de construcción, sino que se beneficia con un servicio de venta personalizada, recibiendo servicio pre y post venta, a través del staff de vendedores y departamento técnico.

Eurotubo S.A.C

Empresa peruana con más de 18 años en el mercado nacional, dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías y accesorios de PVC-U, CPVC y PEAD/HDPE para su uso en los sectores productivos y domésticos en la conducción de agua,

efluentes y energía. Sus productos son fabricados con materia prima importada 100 % virgen de primera calidad, y cumplen con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Nacionales de Fabricación vigentes para cada tipo de tubería (NTP, NTP-ISO). Dentro de los productos que vende a la empresa están: tubos doble pared estructurada para alcantarillado, tubos de 1/8, ¼ y ½ de pulgada y a su vez las uniones (codo, tee, yee, reducción), etc.

Seguridad Industrial Incal S.A.C.

Inició sus operaciones como sociedad anónima el 18 de enero del 2008. Es una empresa dedicada al manejo de riesgos en la industria, involucrados en los temas de Salud y Seguridad Ocupacional. Su objetivo es la prevención y limitación de los riesgos derivados de las actividades laborables. Ellos ofrecen una amplia gama de Equipos de Protección Personal, con certificación nacional e internacional las mismas que cumplen normas técnicas como: ANSI, CSA, EN, OSHAS, NIOSH, NTP; además brindan un trato personalizado y comprometido. Esta empresa provee de artículos de seguridad para sus trabajadores en obra como: cascos, guantes y lentes de protección.

Transportes MACONSA

Transportes MACONSA, tiene como objetivo dedicarse al transporte de carga pesada en general a nivel Nacional y desde el inicio de sus operaciones a cumplido y cumple fielmente las

movilizaciones del transporte que nos otorgan bajos los términos de lealtad, honestidad y puntualidad, manteniendo una conducta intachable que es la base primordial de sus actividades. Así mismo, Transportes MACONSA ofrece un servicio personalizado, eficiente y seguro con tarifas competitivas a la empresa.

2.3.1.3. Competidores

COAM Contratistas S.A.C.

Es una empresa constructora que elabora y desarrolla proyectos de gran envergadura, con una gestión eficiente y un equipo profesional orientado a la satisfacción del cliente en un marco de ética y de relaciones humanas de valor. Su misión es ser la empresa constructora líder en el norte peruano por la calidad de nuestro trabajo, de nuestras obras y del personal que las hace realidad.

House Business E.I.R.L.

Es una empresa privada con más de 12 años de experiencia en la ejecución de proyectos de ingeniería, fundada en la ciudad de Trujillo, teniendo por objeto dedicarse a la ejecución de obras como: obras hidráulicas, saneamiento, viales, edificaciones, habilitaciones urbanas, conjuntos habitacionales, etc.

Ramval S.A.C

En el año 2,007, El Grupo Empresarial RAMIREZ, constituye una empresa que se dedica a las actividades de Construcción, denominada Constructora GR, empresa que desarrolla varios Proyectos de construcción, entre ellos Edificios Multifamiliares.

2.3.1.4. Principales materiales y servicios

Materia prima (índices de consumo)

Tabla 4 Índice de materia prima

Materiales	Cantidad (kg)
Alambre N° 16	1,572
Alambre N° 8	650
Alambre vulcanizado de 4 x 2"	250
Alambrón x 1/4 en varilla	700
Angulo de acero negro 1.1/2 x 1.1/2" x 1/4 x 6m	75
Angulo de acero negro 1.1/2 x 1.1/2" x 3/16" x 6m	70
Angulo l de 2.5" x 2.5" x 5m	84
Anillo ALC 160mm	39
Anillo de goma 90 mm	60
CACHIMBA PVC U 4" 45° PAVCO	25
Cachimbas de 160 mm a 110 mm	30
Cajas de concreto c/tapa y marco	100
Cajas de concreto para desagüe con hueco	4,190
Cajas de concreto para desagüe sin hueco	5,470
Cemento Extraforte Pacasmayo	12,155
Cemento mochica azul	28,432
Cemento mochica rojo	4,250
Cemento Pacasmayo Anti salitre	25,075
Cemento Pacasmayo azul	850
Cemento Pacasmayo mejorado	52,827
Cemento portland tipo 1	20,060
Cinta teflón rojo 12 mm Swift	17

Clavos de 2"	30
Clavos de 4"	30
Clavos de acero	17
Codo PVC SAP c/r 1/2" x 90	624
Codo PVC SAP s/p 1/2" x 45°	381
Codo PVC SAP s/r 1/s 90	49
Conexiones PVC SAP 3/4 eléctricas	642
Conexiones PVC 1/2" eléctricas	854
CURVA DE 90° X 1MT DE 3"	35
CURVA DE 90° X 1MT DE 4"	37
Curvas PVC SAP eléctricas 1/2"	524
Curvas PVC SAP eléctricas 3/4"	254
Esmalte CPP anticorrosivo GL x 4lt	88
Fierro 1/2" SIDERPERU	945
Fierro 3/8" SIDERPERU	240
Fierro corrugado de 1/2"	1,807
Fierro corrugado de 3/4"	2,391
Fierro corrugado de 3/8"	836
Fierro de 1/4"	70
Fierro liso a 36 5/6" x 6 m	2,357.50
Fierro liso a 36 5/8" x 6 m	2,378.00
Gasolina de 90°	420
SIKA TOP	60
Narco buzón de 65 cm	650
Niple galvanizado 1/2" x 1 1/2"	40
Palana minera Tramontina	36
Parante metálico 38 x 38 mm	728
Parante metálico 89 x 38 mm	455
Pegamento AATEY dorado PVC	16
Pegamento NICOLL 1	276
Perno de anclaje para susectom de inodoro sin capuchón	36
Petróleo	3,660
Picaporte	102
Pintura anticorrosiva	88
Plancha acero negro LAC4.5 x 1220 x 2400 mm	405
Plancha acero negro LAC 6.0 x 1220 x 2400 mm	990
Plancha de acero lisa de 1"x 2.4 m x 2.4	1,164
Planchas de melanina 1.83 x 2.75 x 15 mm	1,400

SIKA 1 impermeabilizante liquido x 4kg	56
Tee PVC SAP s/p 1/2	273
Tubería 90 mm x 6 mt.	208
Tubería PVC 200 mm x6 mts.	308
Tubería PVC clase 10 de 1" x 5mm	58
Tubería PVC DN 100 mm	2,128
Tubería PVC DN100 mm	7,650
Tubería PVC ISO 4435 DN	2,004
Tubería PVC SAP C-10 s/p de 1/2" x 5m	1,694
Tubería PVC – SAP eléctrica de 1/2"	229
Tubería PVC SAP eléctrica de 3/4 " x 3m	462
Tubo 2" desagüe MATUSITA	260
Tubo 4" desagüe MATUSITA	348
Tubo alca UR 825 200 mm PAVCO	1,666
Tubo alca UR b25 160mm PAVCO	1,845
Tubo de acero 4" x 30 mm x 5 mm	2,772
Tubo de acero galv. Standard tipo ISO 1 1/2"	8,415
Tubo de acero galv. Standard tipo ISO 1 3/4"	7,458
Unión PVC 1/2" gris	650
Unión PVC 3/4" eléctricas 20 m	228
Válvula compuerta 1/2"	100
Válvulas de bronce 3/4" FLIPER	20
Válvulas esféricas de 2 pesado	24
Yee PCV sal 4" x 2"	1700
Yeso de construcción	320
Zapapicos Tramontina	48

Fuente: Elaboración propia.

Índice de producción (servicios)

Tabla 5 Índice de producción

	Servicio	Facturación
SANEAMIENTO	Construcción de la Red de Alcantarillado Anexo de Rangracoto Etapa I, Distrito de Huayo, Provincia de Pataz, Departamento La Libertad.	S/. 80,000
	Mejoramiento de los SS.HH. En las I.E. del Anexo de Chicches, Huayaucito, Buenos Aires, Oxapampa, Shacana, La Alborada, Jucusbamba y El Rago - Distrito de Chillia - Provincia de Pataz - La Libertad.	S/. 449,089

EDIFICACIONES	Construcción de Alcantarillado en el caserío de Chungana - Distrito de Huaylillas.	S/. 100,000
	Contratación Servicio de Mano de Obra: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en el Anexo de Collona - Distrito de Parcoy - Pataz - La Libertad.	S/. 105,467
	Construcción del Sistema de Alcantarillado en el Anexo de Collona - Parcoy - Pataz - La Libertad.	S/. 185,606
	Instalación del Sistema de Agua Potable y Letrinas en el C.P. El Tambo, Distrito de Parcoy - Pataz - La Libertad.	S/. 1,146,000
	Mejoramiento del Servicio del Agua del Sistema de Riego en la Localidad de Chungana en el Distrito de Huaylillas, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad.	S/. 1,234,258
	TOTAL	S/. 3,300,420
	Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. N° 80455 Luis Valle Goicochea del C.P La Soledad, Distrito de Parcoy - Provincia de Pataz - La Libertad.	S/. 1,960,409
	Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. N° 80084 Jesús de Nazareth del Caserío de Platanar, Distrito de Poroto - Trujillo - La Libertad.	S/. 2,765,646
	Construcción de Aulas y un Auditorio en la I.E. Javier Heraud - Nivel Secundario, Distrito de Angasmarca - Santiago de Chuco - La Libertad.	S/. 568,486
	Ejecución de Saldo de Obra: Construcción de I Etapa del Coliseo Cerrado de Chillia - Distrito de Chillia - Pataz - La Libertad.	S/. 1,026,212
	Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. N° 80632 San Juan I Etapa, Distrito de Usquil - Otuzco - La Libertad.	S/. 1,107,996
	Mejoramiento del Servicio Educativo en la I.E. N° 80545 - San Jerónimo del Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco - La Libertad.	S/. 1,786,740
	Mejoramiento de los Servicios Educativos en la I.E. de Nivel Inicial 1739 del Centro Poblado Barro Negro, Distrito de Usquil - Otuzco - La Libertad.	S/. 875,954
	TOTAL	S/. 10,091,442

VÍAS Y TRANSPORTE	Mejoramiento de las Vías de Acceso del C.P. Bella Aurora, Distrito de Parcoy - Provincia de Pataz - La Libertad.	S/. 1,472,714
	Mejoramiento de la Transitabilidad Vial y Peatonal del Sector Puente Retamas, C.P. Retamas, Distrito de Parcoy - Provincia de Pataz - La Libertad.	S/. 2,061,589
	Crecimiento del Puente Carrozable Allacday en el Barrio Castilla, Distrito de Otuzco, Provincia de Otuzco - La Libertad.	S/. 1,524,459
	Mejoramiento de la Transitabilidad Peatonal y Vehicular del Centro Poblado de Capachique, Distrito de Usquil - Otuzco - La Libertad.	S/. 4,548,379
	Pavimentación de la Av. Comercio I Etapa - Distrito de Huaylillas.	S/. 300,000
	Construcción del Puente carrozable Ingacarpa - Mullipampa, Distrito de Angamarca - Santiago de Chuco - La Libertad.	S/. 757,635
	TOTAL	S/. 10,664,776
HIDRAULICA E IRRIGACIONES	Construcción del encauzamiento de la Quebrada Totorapamba en la Localidad de Angamarca, Distrito de Angamarca, Santiago de Chuco.	S/. 2,005,869
	Mejoramiento del Servicio de Agua para Riego Santa Rosa del Caserío de Santa Rosa, Distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco - La Libertad.	S/. 2,822,159
	Mejoramiento del Canal de Irrigación Moyanpampa - Sector Moyan, Caserío de Carabamba, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad.	S/. 1,209,646
	Mejoramiento del Servicio de Agua del Sistema de Riego de la Localidad de Chungana en el Distrito de Huaylillas, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad.	S/. 1,234,258
	TOTAL	S/. 7,271,932

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Diagnóstico del área problemática

El área de logística y mantenimiento incurre en elevados costos debido a las siguientes causas raíces:

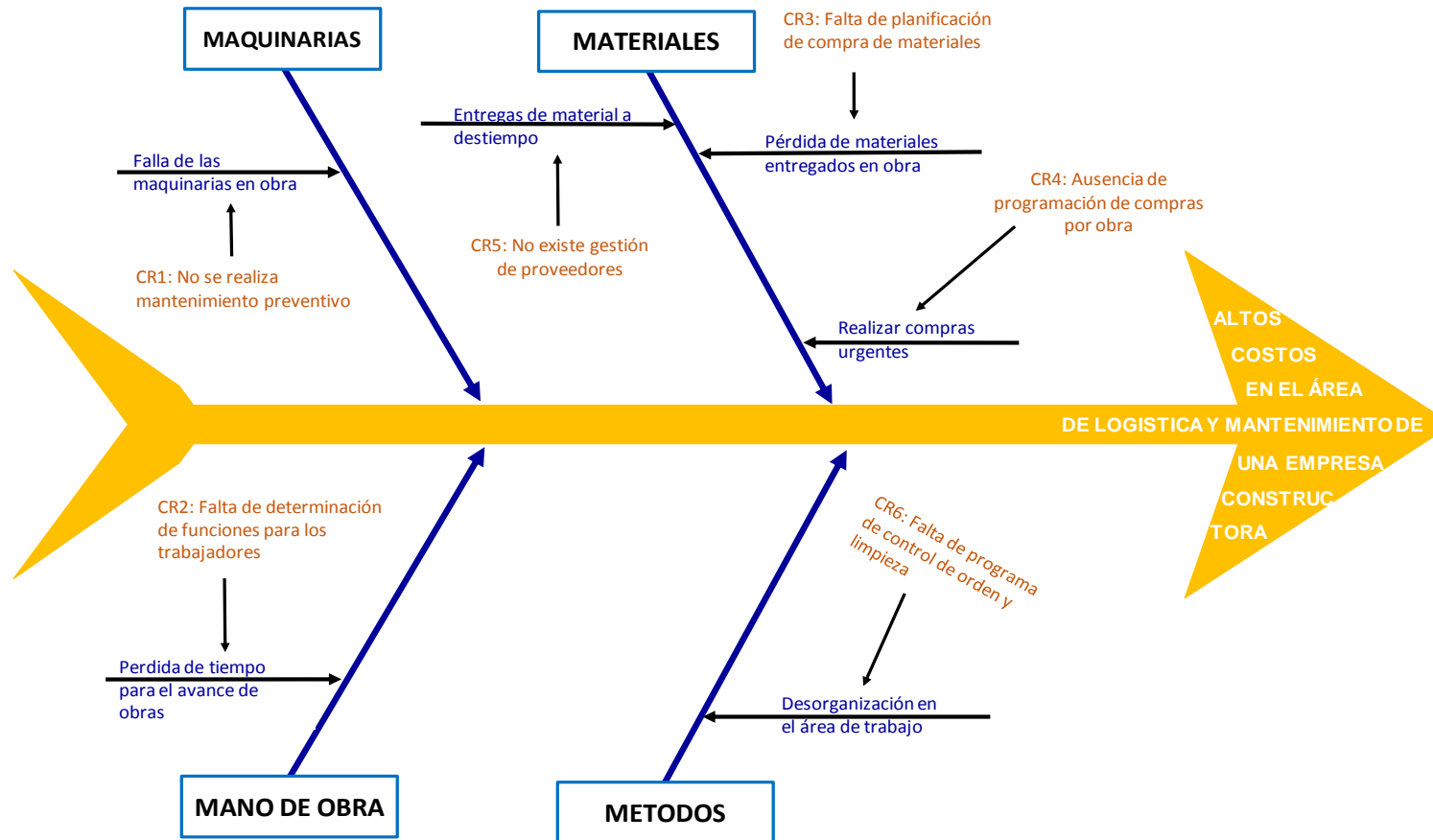


Figura 4 Diagrama de espina de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Causas Raíces

ITEM	CAUSA RAÍZ
CR1	No se realiza mantenimiento preventivo.
CR2	Falta de determinación de funciones para los trabajadores.
CR3	Falta de planificación de entrega de materiales.
CR4	Ausencia de programación de compras por obra.
CR5	No existe gestión de proveedores.
CR6	Falta de programa de control de orden y limpieza.

Fuente: Elaboración propia

Los problemas plasmados anteriormente se deben a la inadecuada gestión presentada por la gerencia general y a la inexistencia de políticas establecidas para el manejo del área de logística y la de mantenimiento.

2.3.2.1. Identificación de problemas y causas raíces

Luego de haber identificado las Causas Raíces que influyen en las áreas de logística y mantenimiento. Para ello, se realizó una encuesta a los diferentes trabajadores de las áreas, a fin de poder darle una priorización de acuerdo al nivel de influencia de la problemática de estudio. (Ver Tabla N° 7)

Se logró gracias a la herramienta de Diagrama Pareto en donde del total de 6 Causas Raíces, se llegó a priorizar a 4 causas según su puntuación del resultado de las encuestas aplicadas. (Ver Tabla N° 8)

Tabla 7 Matriz de Priorización

LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO						
Causas	CR1: No se realiza mantenimiento preventivo.	CR2: Falta de determinación de las funciones de los trabajadores del área.	CR3: No se cuenta con formatos para el control de materiales.	CR4: Ausencia de programa de compras por obra.	CR5: No existe gestión de proveedores.	CR6: Falta de programa de orden y limpieza
Asistente de Compras	3	1	3	3	1	1
Jefe de Mantenimiento	5	3	3	3	3	3
Jefe de Obra	5	1	5	5	1	3
Jefe de Logística	3	1	5	5	1	3
Jefe de Almacén	3	1	3	3	1	3
Gerente de la empresa	5	1	5	5	3	1
Practicante	5	3	3	3	3	3
Calificación Total	29	11	27	27	13	17

Fuente: Elaboración propia.

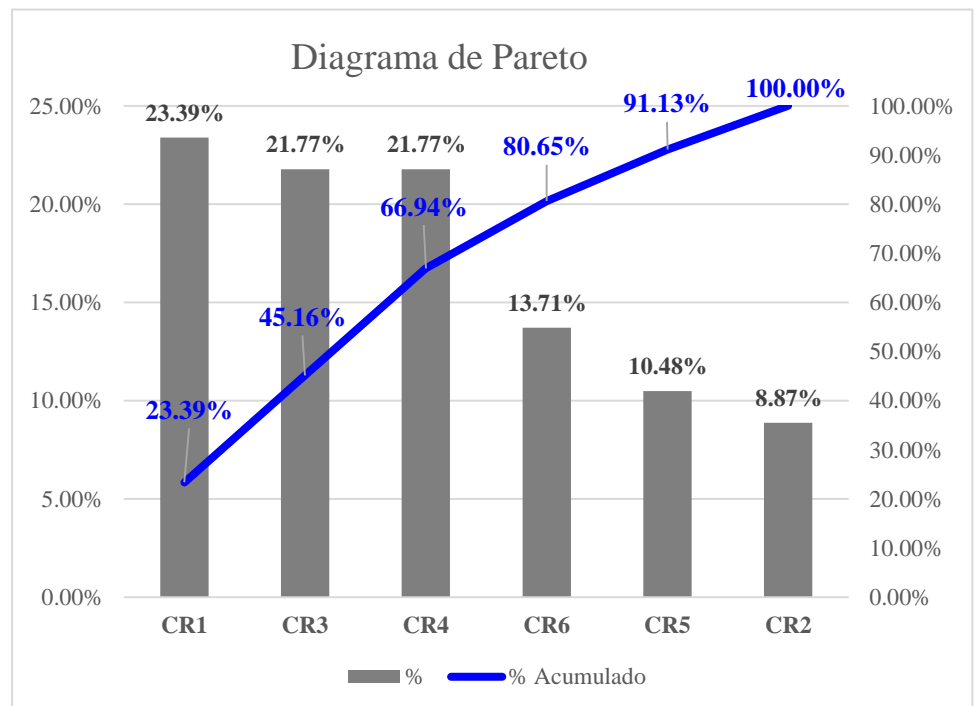


Figura 5 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propio.

Tabla 8 Diagrama de Pareto

Ítem	Causa Raíz	Frecuencia Priorización	%	% Acumulado
CR1	No se realiza mantenimiento preventivo	29	23.39%	23.39%
CR3	Falta de planificación de compra de materiales	27	21.77%	45.16%
CR4	Ausencia de programación de compras por obra	27	21.77%	66.94%
CR6	Falta de programa de orden y limpieza	17	13.71%	80.65%
CR5	No existe gestión de proveedores	13	10.48%	91.13%
CR2	Falta de determinación de funciones para los trabajadores	11	8.87%	100.00%
TOTAL		124	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.2. Identificación de los indicadores

Después de realizar el Pareto, se procede a tomar las 04 causas raíces prioritarias para desarrollar con estas la matriz de indicadores (Ver Tabla 9). En ella, se colocará los indicadores, fórmula, los valores actuales y propuestos; asimismo las herramientas a utilizar con sus inversiones respectivas.

Tabla 9 Matriz de indicadores

N° Causa Raíz	Causa Raíz	Indicadores	Fórmula	VALOR ACTUAL	PERDIDA ACTUAL	VALOR META	PERDIDA CON MEJORA	BENEFICIO	HERRAMIENTA	INVERSIÓN (S/.)
CR1	No se realiza mantenimiento preventivo	Porcentaje de paradas no planificadas de máquinas	$\frac{\text{Total de tiempo de averías de máquina}}{\text{Tiempo total planificado}} \times 100\%$	23.64%	S/. 19,732.53	14.05%	S/. 10,863.64	S/. 8,868.88	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	S/. 5,801.64
		Costo de paradas no planificadas de máquinas	$\sum \text{Costo de mantenimiento correctivo}$							
CR3	Falta de planificación de compra de materiales	Porcentaje de compras urgentes	$\frac{\text{N° de compras urgentes}}{\text{N° de compras totales}} \times 100\%$	29.63%	S/. 2,391.10	11.11%	S/. 999.54	S/. 1,391.56	PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP)	S/. 7,015.00
		Costo de compras urgentes	$\frac{(\text{Costo total real} - \text{Costo total compra planificada})}{\text{Costo total compra planificada}}$							
CR4	Ausencia de programación de compras por obra	Porcentaje de insumos utilizados	$\frac{\sum \text{kg materiales consumidos}}{\text{Total de peso de materiales comprados}} \times 100\%$	98.47%	S/. 2,557.45	100.00%	S/. -	S/. 2,557.45	METODOLOGÍA 5S	S/. 2,077.30
		Costo por insumos no utilizados	$\frac{(\text{Costo total de materia prima comprada} - \text{Costo de materia prima consumida})}{\text{Costo total de materia prima comprada}}$							
CR6	Falta de programa de control orden y limpieza	Porcentaje de horas - hombre perdidas por desorden	$\frac{\text{Total H.H perdidas por desorden}}{\text{Total de H.H}} \times 100\%$	25.93%	S/. 311.11	7.41%	S/. 88.92	S/. 222.19	METODOLOGÍA 5S	S/. 2,077.30
		Costo de Horas -hombre innecesarias	$\text{Total H.H perdidas por desorden} * \text{Costo H.H}$							
TOTAL				S/. 24,992.19	S/. 11,952.11	S/. 13,040.08	S/. 14,893.94			

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3. Diseño de la Propuesta de Mejora

2.3.3.1. Herramientas de gestión de procesos

De acuerdo a las causas raíces, se plantearán soluciones con técnicas y/o herramientas de Ingeniería Industrial para cada una de ellas:

- Causa Raíz 1: No se realiza mantenimiento preventivo

Esta causa raíz hace referencia a que en la empresa no existe un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, especialmente para las retroexcavadoras las cuales son parte importante para la realización de las obras que ejecutará la empresa. Por consiguiente, al momento de suscitarse alguna falla se para intempestivamente los trabajos en las obras ocasionando pérdidas de tiempo y sobrecostos.

Esta causa será resuelta con un plan de mantenimiento preventivo. Según Olives (2012) “consiste en programar la intervención justo antes de que la avería se produzca, teniendo en cuenta factores como, por ejemplo, la vibración, la temperatura o el ruido, que permiten predecir que en breve se producirá una avería”. De esta manera se evitará las paradas intempestivas.

- Causa Raíz 3: Falta de planificación de entrega de materiales.

Esto se debe a que cuando se hacen la distribución de los materiales necesarios para la obra a ejecutarse, en ocasiones el pedido es entregado incompleto o no es el correcto. Por lo que genera pérdida de dinero, lo que cual genera disminución en la utilidad final. Asimismo, se incurriría en tiempo al realizar una segunda distribución.

Para ello este problema se dará solución a través de la herramienta de planificación de los requerimientos de material (MRP). Pérez- Mira (2007) el MRP es un conjunto de técnicas que utilizan conocimiento de datos de material, datos de inventario y el plan maestro de producción para calcular los requerimientos de materiales, también teniendo la posibilidad de recomendar órdenes de reposición de material.

- Causa Raíz 4: Ausencia de programación de compras por obra.

Esto se debe a que por los materiales requeridos los jefes de obra son de suma urgencia por lo que la empresa hace lo que está en sus manos por conseguirla. Por ello, esto quiere decir que no se preocupan por el precio si no en que tienen que obtenerlo para que la obra siga en pie. Es por eso que para dar solución a este problema también se utilizará la herramienta de planificación de los requerimientos de material (MRP).

- Causa Raíz 6: Falta de programa de control de orden y limpieza.

Esto se debe a la desorganización que existe en el área de trabajo y además al reducido espacio que tienen los mismos. Debido a que tienen los materiales y equipos mal distribuidos, los trabajadores pierden mucho tiempo buscando y eso incurre en costos de tiempo de búsqueda.

Estos problemas se solucionarán mediante el Método de 5S y el Muestreo. Meyers (2000) afirma que el estudio de tiempos está considerado la espina dorsal de la ingeniería industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, porque la información que generan afecta a muchas otras áreas, incluyendo las siguientes: estimación de costos, control de producción e inventarios, disposición física de la planta, materiales y procesos, calidad y seguridad.

2.3.3.2. Explicación de los costos de las causas raíces

- A. Causa Raíz 1: No se realiza mantenimiento preventivo.

Para ello, se tomó en cuenta los siguientes indicadores:

- Porcentaje de paradas no planificadas de máquinas

Para hallar el tiempo total de horas programadas al mes se tomarán en cuenta las 4 excavadoras, el cuadro siguiente se visualizará el resumen de los tiempos que se observaron durante el mes de noviembre del 2019 en una de las obras de la empresa.

Tabla 10 Resumen de tiempos de máquinas

Máquina	Tiempo planificado (hr/mes)	Tiempo efectivo (hr/mes)	Tiempo total de parada (hr/mes)
CAT 336DL	309.0	283.0	26.0
CAT 336DL2	302.0	256.4	45.6
CAT 345	308.2	237.0	71.2
DOOSAN 5530	300.5	180.9	119.6
Total	1110.2	1081.0	262.4
% Total			23.64%

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{\text{Total de tiempo de averías de máquina}}{\text{Tiempo total planificado}} \times 100\%$$

Ecuación 1 Porcentaje de paradas no planificadas de máquina

En donde:

- Total de tiempo de avería de máquina: 262.4 hr
- Tiempo total planificado: 1110.2 hr

% de paradas no planificadas de máquinas = 23.64%

Por consiguiente, el 23.64% del tiempo planificado del trabajo de las excavadoras son tiempos correspondientes a las paradas de máquina. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

- Costo de paradas no planificadas de máquinas

Para realizar el cálculo del indicador, se tuvo que tener en cuenta los tiempos de las averías que presentaron las 04 maquinarias en el mes de noviembre del 2019.

Luego de eso, se procedió a conseguir los costos aproximados en cuanto a materiales, repuestos y/o insumos. Además, de los costos en cuanto a mano de obra externa en caso sea necesario. Asimismo, el sueldo del jefe de mantenimiento para con ellos obtener el costo por hora de su trabajo, de acuerdo al horario de trabajo establecido por la empresa.

Con toda la información anterior, se pudo hallar el tiempo de parada de cada avería por equipo, dichos tiempos se multiplicaron por el costo de mano de obra interna por hora para obtener el costo total por mano de obra interna. Así como también, se multiplica el tiempo por el costo de tiempo parado de máquina para hallar el lucro cesante.

Se procede a sumar el costo total por repuestos, la mano de obra externa e interna y el lucro cesante. Finalmente, se obtuvo el valor actual del indicador mediante la sumatoria de los costos de mantenimiento correctivo de cada equipo. Se presentan en los siguientes cuadros:

Tabla 11 Averías de excavadora CAT 336 DL al mes

Fecha	Horas efectivas			Horas Planificadas	N° de averías
	Día	Noche	Total		
02/11/2019	7.0	5.0	12.0	12.0	0
04/11/2019	6.5	6.5	13.0	13.0	0
05/11/2019	5.0	6.5	11.5	11.5	0
06/11/2019	9.0	8.0	17.0	17.0	0
07/11/2019	9.0	8.0	17.0	17.0	0
08/11/2019	7.5	7.0	14.5	14.5	0
11/11/2019	8.0	7.0	15.0	15.0	0
12/11/2019	8.0	7.0	15.0	15.0	0
13/11/2019	8.0	5.0	13.0	13.0	0
14/11/2019	7.0	7.0	14.0	14.0	0
15/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.8	1
16/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.2	
18/11/2019	5.3	8.2	13.5	13.5	0
19/11/2019	4.5	6.5	11.0	11.0	0
20/11/2019	9.0	8.0	17.0	17.0	0
21/11/2019	6.5	8.0	14.5	14.5	0
22/11/2019	7.0	7.5	14.5	14.5	0
25/11/2019	6.0	5.0	11.0	11.0	0
26/11/2019	4.5	6.0	10.5	10.5	0
27/11/2019	5.8	6.7	12.5	12.5	0
28/11/2019	6.0	6.5	12.5	12.5	0
29/11/2019	7.5	6.0	13.5	13.5	0
30/11/2019	5.0	5.5	10.5	10.5	0
TOTAL	142.1	140.9	283.0	309.0	1

Fuente: Elaboración propia

Avería 4: Fuga de aceite por la caja de transmisión

Costo de materiales, repuestos e insumos (CMRI)

Tabla 12 Costo de repuesto avería 4

Tipo	Materiales	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 4	Tapa conjunto #6136-7120	1	S/. 443.02	S/. 443.02
TOTAL		1	S/. 443.02	S/. 443.02

Fuente: Elaboración propia

Costo de mano de obra interna (CMOI)

- Costo mano de obra / hora

Sueldo de jefe de mantenimiento/mes: S/. 1,850.00

Horas de trabajo/mes: 200 hr

Sueldo de jefe de mantenimiento/hr: S/. 9.25/ hr

- Tiempo de mantenimiento realizado por jefe de mantenimiento

Tiempo de búsqueda de proveedores 2.5 hr

Tiempo de realizar orden de compra 0.4 hr

Tiempo de realizar orden de compra 0.3 hr

Tiempo de envío de materiales a obra 4 hr

Tiempo realiza mantenimiento 1.5 hr

Tiempo total 8.7 hr

$$\text{Tiempo total} \times \frac{\text{Sueldo Jefe mantenimiento}}{\text{hora}}$$

Ecuación 2 Costo de mano de obra interna

Costo de mano de obra interna = S/. 80.48

Costo de lucro cesante (CLC)

Costo parada de máquina: S/. 2.30

Tiempo total parada: 26 hr

$$\frac{\text{Costo parada máquina}}{\text{hr}} \times \text{tiempo total parada}$$

Ecuación 3 Costo lucro cesante

Costo de mano de obra interna = S/. 59.80

Costo de mantenimiento correctivo 1

- Costo de materiales, repuestos = S/. 443.02
y/o insumos
- Costo de mano de obra interna = S/. 80.48
- Costo de lucro cesante = S/. 33.80

CMRI + CMOI + CLC = S/. 583.30

Tabla 13 Averías de excavadora CAT 336 DL2 al mes

Fecha	Horas efectivas			Horas Planificadas	N° de averías
	Día	Noche	Total		
04/11/2019	5.2	7.8	13.0	13.0	0
05/11/2019	6.7	5.5	12.2	12.2	0
06/11/2019	6.3	7.7	14.0	14.0	0
07/11/2019	7.6	7.1	14.7	14.7	0
08/11/2019	7.7	7.8	15.5	15.5	0
09/11/2019	7.0	7.5	14.5	14.5	0
11/11/2019	6.2	5.8	12.0	12.0	0
12/11/2019	7.2	8.0	15.2	15.2	0
13/11/2019	4.5	6.0	10.5	10.5	0
14/11/2019	6.6	7.5	14.1	14.1	0
15/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.5	
18/11/2019	0.0	0.0	0.0	11.0	1
19/11/2019	0.0	0.0	0.0	9.6	
20/11/2019	4.8	6.5	11.3	11.3	0
21/11/2019	8.3	8.0	16.3	16.3	0
22/11/2019	7.7	6.0	13.7	13.7	0
23/11/2019	7.5	7.0	14.5	14.5	0
25/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.5	1
26/11/2019	7.0	7.5	14.5	14.5	0
27/11/2019	4.5	6.0	10.5	10.5	0
28/11/2019	6.6	7.2	13.8	13.8	0
29/11/2019	5.8	8.3	14.1	14.1	0
30/11/2019	5.3	6.7	12.0	12.0	0
TOTAL	122.5	133.9	256.4	302.0	2

Fuente: Elaboración propia.

Avería 5: Fuga de aceite por la caja de transmisión

Avería 8: Faro roto por impacto

Costo de materiales, repuestos e insumos (CMRI)

Tabla 14 Costo de repuesto avería 8

Tipo	Servicio	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 8	Faro pirata LED 16 focos 12-24V	2	S/. 271.00	S/. 542.00
TOTAL		2	S/. 271.00	S/. 542.00

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra externa (CMOE)

Tabla 15 Costo de mano de obra externa avería 5

Tipo	Servicio	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 5	Reparación silenciador tubo de escape	1	S/. 480.00	S/. 480.00
TOTAL		1	S/. 480.00	S/. 480.00

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra interna (CMOI)

➤ Costo mano de obra / hora

Sueldo de jefe de mantenimiento/mes: S/. 1,850.00

Horas de trabajo/mes: 200 hr

Sueldo de jefe de mantenimiento/hr: S/. 9.25/ hr

➤ Tiempo de mantenimiento realizado por jefe de mantenimiento

Tiempo de búsqueda de proveedores	5 hr
Tiempo de realizar orden de compra	0.8 hr
Tiempo de realizar orden de compra	0.3 hr
Tiempo de envío de materiales a obra	3.5 hr
Tiempo realiza mantenimiento	1.3 hr
Tiempo total	10.9 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 100.83

Costo de lucro cesante (CLC)

Costo parada de máquina:	S/. 2.30
Tiempo total parada:	45.6 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 104.88

Costo de mantenimiento correctivo 2

- Costo de materiales, repuestos = S/. 542.00
y/o insumos
- Costo de mano de obra externa = S/. 480.00
- Costo de mano de obra interna = S/. 100.83
- Costo de lucro cesante = S/. 104.88

CMRI + CMOE + CMOI + CLC = S/. 1,227.71

Tabla 16 Averías de excavadora CAT 345 al mes

Fecha	Horas efectivas			Horas Planificadas	N° de averías
	Día	Noche	Total		
02/11/2019	6.3	5.2	11.5	11.5	0
04/11/2019	5.3	6.7	12.0	12.0	0
05/11/2019	0.0	0.0	0.0	15.8	1
06/11/2019	0.0	0.0	0.0	15.0	
07/11/2019	6.2	7.8	14.0	14.0	0
08/11/2019	7.5	7.6	15.1	15.1	0
11/11/2019	6.7	7.9	14.6	14.6	0
12/11/2019	7.3	4.8	12.1	12.1	0
13/11/2019	5.7	5.2	10.9	10.9	0
14/11/2019	5.4	7.9	13.3	13.3	0
15/11/2019	6.4	8.2	14.6	14.6	0
16/11/2019	4.6	8.9	13.5	13.5	0
18/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.2	
19/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.8	1
20/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.4	
21/11/2019	4.5	7.8	12.3	12.3	0
22/11/2019	5.3	7.9	13.2	13.2	0
25/11/2019	7.0	7.5	14.5	14.5	0
26/11/2019	4.5	6.0	10.5	10.5	0
27/11/2019	5.8	6.7	12.5	12.5	0
28/11/2019	6.8	7.3	14.1	14.1	0
29/11/2019	7.2	7.8	15.0	15.0	0
30/11/2019	7.8	5.5	13.3	13.3	0
TOTAL	110.3	126.7	237.0	308.2	2

Fuente: Elaboración propia.

Avería 2: Solenoide y diodo presentan fallas

Avería 6: Giro de cuchillas defectuoso

Costo de materiales, repuestos e insumos (CMRI)

Tabla 17 Costo de repuestos avería 2 y 8

Tipo	Materiales	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 2	Diodo KM21	2	S/. 455.80	S/. 911.60
	Bobina Solen	1	S/.4,632.28	S/. 4,632.28
Avería 6	Nut #255	8	S/. 82.74	S/. 661.92
	Bolt #020	8	S/. 210.51	S/. 1,684.08
	Arandela #07	8	S/. 59.14	S/. 473.12
TOTAL		27	S/.5,440.47	S/. 8,363.00

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra interna (CMOI)

➤ Costo mano de obra / hora

Sueldo de jefe de mantenimiento/mes: S/. 1,850.00

Horas de trabajo/mes: 200 hr

Sueldo de jefe de mantenimiento/hr: S/. 9.25/ hr

➤ Tiempo de mantenimiento realizado por jefe de mantenimiento

Tiempo de búsqueda de proveedores 7 hr

Tiempo de realizar orden de compra 1 hr

Tiempo de realizar orden de compra 0.8 hr

Tiempo de envío de materiales a obra 4 hr

Tiempo realiza mantenimiento 5.8 hr

Tiempo total 18.6 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 172.05

Costo de lucro cesante (CLC)

Costo parada de máquina: S/. 2.30

Tiempo total parada: 71.2 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 163.76

Costo de mantenimiento correctivo 3

➤ Costo de repuestos y/o insumos = S/. 8363.00

➤ Costo de mano de obra interna = S/. 172.05

➤ Costo de lucro cesante = S/. 163.76

CMRI + CMOI + CLC = S/. 8698.81

Tabla 18 Averías de excavadora DOOSAN 5530 al mes

Fecha	Horas efectivas			Horas Planificadas	N° de averías
	Día	Noche	Total		
04/11/2019	5.2	5.5	10.7	10.7	0
05/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.6	1
06/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.0	0
07/11/2019	7.6	5.2	12.8	12.8	0
08/11/2019	7.8	5.8	13.6	13.6	0
09/11/2019	7.6	6.7	14.3	14.3	0
11/11/2019	0.0	0.0	0.0	14.7	1
12/11/2019	4.8	6.8	11.6	11.6	0
13/11/2019	5.2	8.3	13.5	13.5	0
14/11/2019	7.9	7.5	15.4	15.4	0
15/11/2019	8.2	5.6	13.8	13.8	0
18/11/2019	8.1	5.4	13.5	13.5	0
19/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.5	1
20/11/2019	0.0	0.0	0.0	14.5	0
21/11/2019	5.5	6.1	11.6	11.6	0
22/11/2019	6.5	5.9	12.4	12.4	0
23/11/2019	6.6	8.8	15.4	15.4	0
25/11/2019	6.5	5.3	11.8	11.8	0
26/11/2019	4.5	6.0	10.5	10.5	0
27/11/2019	0.0	0.0	0.0	12.5	0
28/11/2019	0.0	0.0	0.0	14.6	1
29/11/2019	0.0	0.0	0.0	13.3	0
30/11/2019	0.0	0.0	0.0	11.9	0
TOTAL	92.0	88.9	180.9	300.5	4

Fuente: Elaboración propia.

Avería 1: Desgaste excesivo de las uñas.

Avería 3: Asiento en malas condiciones.

Avería 7: Fuga de aceite por pistón de levante.

Avería 9: Giro de cuchillas defectuoso

Costo de materiales, repuestos e insumos (CMRI)

Tabla 19 Costo de repuestos averías 7 y 9

Tipo	Materiales	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 7	Cilindro hidráulico	1	S/. 2,102.74	S/. 2,102.74
Avería 9	Cucharón	1	S/. 5,500.00	S/. 5,500.00
TOTAL		2	S/. 7,602.74	S/. 7,602.74

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra externa (CMOE)

Tabla 20 Costo de mano de obra externa avería 1 y 3

Tipo	Servicio	Cantidad	Precio Unt.	Precio Total
Avería 1	Recalce de uñas	1	S/. 946.62	S/. 946.62
Avería 3	Tapizado de asiento	1	S/. 125.40	S/. 125.40
TOTAL		2	S/. 1,072.02	S/. 1,072.02

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra interna (CMOI)

➤ Costo mano de obra / hora

Sueldo de jefe de mantenimiento/mes: S/. 1,850.00

Horas de trabajo/mes: 200 hr

Sueldo de jefe de mantenimiento/hr: S/. 9.25/ hr

➤ Tiempo de mantenimiento realizado por jefe de mantenimiento

Tiempo de búsqueda de proveedores 18 hr

Tiempo de realizar orden de compra 1 hr

Tiempo de realizar orden de compra	0.5 hr
Tiempo de envío de materiales a obra	4 hr
Tiempo realiza mantenimiento	6 hr
Tiempo total	29.5 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 272.88

Costo de lucro cesante (CLC)

Costo parada de máquina:	S/. 2.30
Tiempo total parada:	119.6 hr

Costo de mano de obra interna = S/. 275.08

Costo de mantenimiento correctivo 4

- Costo de materiales, repuestos = S/. 7602.74
y/o insumos
- Costo de mano de obra externa = S/. 1072.02
- Costo de mano de obra interna = S/. 272.88
- Costo de lucro cesante = S/. 275.08

CMRI + CMOE + CMOI + CLC = S/. 9,222.72

$$\sum \text{Costo de mantenimiento correctivo}$$

Ecuación 4 Costo de paradas no planificadas de máquinas

En donde:

- Costo de mantenimiento correctivo 1: S/. 583.30
- Costo de mantenimiento correctivo 2: S/. 1227.71

- Costo de mantenimiento correctivo 3: S/. 8698.81
- Costo de mantenimiento correctivo 4: S/. 9222.72

Costo paradas no planificadas

de máquinas = S/. 19,275.08/mes

Por lo tanto, se incurren en S/. 19,732.53 al mes por paradas no planificadas de las excavadoras. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

B. Causa Raíz 3: Falta de planificación de entrega de materiales.

Para ello, se tomó en cuenta los siguientes indicadores:

- Porcentaje de compras urgentes

Para hallar el número de compras urgentes tomamos como referencia el requerimiento N°20 de noviembre de 2019 de una obra en Pataz (Ver Tabla 21). Donde se muestra el número total de compras y el número de veces que se procedió a realizar compras urgentes.

$$\frac{N^{\circ} \text{ de compras urgentes}}{N^{\circ} \text{ de compras totales}} \times 100\%$$


Ecuación 5 Porcentaje de compras urgentes

En donde:

- Compras urgentes : 8 veces
- Compras totales : 27 veces

% de compras urgentes = 29.60%

Tabla 21 Requerimiento de compra de Noviembre

REQUERIMIENTO N° 020							
						FECHA	19/11/2019
 <p>EMPRESA CONSTRUCTORA</p>							
Obra:	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. INICIAL 1687 NIÑO JESUS DEL DISTRITO DE PIAS. PROVINCIA DE PATAZ-LA LIBERTAD						
Ubicación:	PIAS - PATAZ - LA LIBERTAD			RESPONSABLE DE SOLICITUD: ING. JUAN APOLINARIO VEGA			
Código	Partida	Producto	Unidad	Fecha de Requerimiento	Cantidad	Faltantes	
0120020801	ESCRITORIO DE MADERA - SILLA DE MADERA						
		Silla para docente según diseño	Und.	19/11/2019	6.00	3.00	
		Escritorio para docente según diseño	Und.	19/11/2019	6.00	3.00	
0120020802	CARPETAS PARA NIÑOS (1 MESA - 1 SILLA)						
		Silla para niños según diseño	Und.	19/11/2019	36.00	6.00	
		Mesa para niños según diseño	Und.	19/11/2019	36.00	6.00	
0120020803	ESTANTERA DE MELAMINE 18MM RH PARA LIBROS Y MATERIAL EDAGOGICO						
		Estante de melanina 18mm RH libros y material pedagógico	Und.	19/11/2019	3.00	-	
0120020804	ESTANTERA DE MELAMINE 18MM RH PARA DESPENSA						
		Estante de melanina 18mm RH para despensa	Und.	19/11/2019	3.00	-	
0120020814	ESTANTERA DE MELAMINE 18MM RH						
		Estante de melanina 18mm RH para cuentos y materiales	Und.	19/11/2019	8.00	-	
COMEDOR DEL MODULO II							
		Juego de comedor para 6 personas	Und.	19/11/2019	2.00	2.00	

0120020805 EQUIPAMIENTO SUM					
	Colchonetas 1 1/2 pz. con forro de cuero importado	Und.	19/11/2019	40.00	-
	Silla de plástico pesada	Und.	19/11/2019	30.00	6.00
0120020806 LAPTOP 15" CORE I7 6ta GENERACION					
	Laptop de 15" CORE I7 6ta generación	Und.	19/11/2019	2.00	-
0120020807 REPRODUCTOR DE DVD, BLU RAY.					
	Reproductor DVD, BLU-RAY BDP-S3700	Und.	19/11/2019	2.00	-
0120020808 TELEVISOR FULL HD 50"					
	Televisor FULL HD 50"	Und.	19/11/2019	2.00	-
0120020810 PROYECTOR LED 1400 LM HDMI FULL HD					
	Proyector LED 1400 LM HDMI FULL HD	Und.	19/11/2019	1.00	-
	Ecran	Und.	19/11/2019	1.00	-
0120020809 EQUIPAMIENTO DE COCINA					
	Balón de gas (GLP 10 KG)	Und.	19/11/2019	6.00	3.00
	Refrigeradora NO FROST 485 LTS	Und.	19/11/2019	1.00	-
	Cocina industrial con 4 quemadores con sistema a gas	Und.	19/11/2019	1.00	-
0120020815 IZARRA ACRILICA 4.00X1.20M					
	Pizarra acrílica 4.00X1.20M	Und.	19/11/2019	6.00	3.00
TOTAL				19	8

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, el 29.60% de las compras totales pertenecen a las compras urgentes. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

- Costo de compras urgentes

Para hallar el costo de las compras urgentes tomamos como referencia el cuadro resumen con los costos planificados y reales (Ver Tabla 22). Para hallar el costo planificado se debe sumar el número de unidades de la compra inicial más las faltantes y multiplicarlos por el precio planificado. En cuanto al costo real es la suma de la compra inicial más el costo de la compra faltante.

Tabla 22 Costo de compras urgentes

Descripción	Cant.	Faltantes	Precio Unt.
Escritorio para docente	6	3	S/. 429.89
Silla para docente	6	3	S/. 152.52
Silla para niños	36	6	S/. 92.89
Mesa para niños	36	6	S/. 233.98
Juego de comedor (6 personas)	2	2	S/. 808.65
Silla de plástico pesada	30	6	S/. 35.00
Balón de gas (GLP 10 kg)	6	3	S/. 32.50
Pizarra acrílica 4 x 1.20mt	6	3	S/. 15.00
TOTAL	128	32	S/1,900.43

Fuente: Elaboración propia.

Costo compra inicial	Costo x faltante	Costo total planificado	Costo total real
S/. 2,433.36	S/. 1,289.67	S/. 3,464.82	S/. 3,723.03
S/. 714.90	S/. 457.56	S/. 907.02	S/. 1,172.46
S/. 3,044.88	S/. 557.34	S/. 3,015.18	S/. 3,602.22
S/. 7,988.04	S/. 1,403.88	S/. 8,922.90	S/. 9,391.92
S/. 1,557.48	S/. 1,617.30	S/. 2,895.56	S/. 3,174.78
S/. 900.00	S/. 210.00	S/. 810.00	S/. 1,110.00
S/. 180.00	S/. 97.50	S/. 238.50	S/. 277.50
S/. 592.02	S/. 345.00	S/. 743.85	S/. 937.02
S/. 17,410.68	S/. 5,978.25	S/. 20,997.83	S/. 23,388.93

Fuente: Elaboración propia.

(Costo total real – Costo total planificado)

Ecuación 6 Costo de compras urgentes

En donde:

- Costo total real : S/. 23,388.93
- Costo total planificado : S/. 20,997.83

Costo de compras urgentes = 2, 391.10/mes

En consecuencia, se incurren en S/. 2,391.10 al mes por compras urgentes. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

C. Causa Raíz 4: Ausencia de programación de compras por obra.

Para ello, se tomó en cuenta los siguientes indicadores:

- Porcentaje de insumos utilizados

Para hallar el porcentaje de insumos utilizados, se tomó en cuenta la cantidad consumida y el peso unitario. Luego, se halla el producto de los dos para obtener los kilogramos consumidos. Después, se procede a hallar los kilogramos totales, a través del producto de la cantidad total y el peso unitario. Se muestra en el cuadro de compras de la segunda semana de noviembre del 2019 de una obra de la empresa constructora (Ver Tabla 23).

Tabla 23 Materia prima compra semana 2 - noviembre

Fecha	Descripción	Unidad Medida	Cantidad	Cant. Consumido	Peso Unt.	Peso Total	Kg. Consumidos	Precio Unt.	Costo total	Costo Total consumido
12/11/2019	ES-LUMA C/C 94802	Unidad	1	1	0.5	0.5	0.5	S/. 30.30	S/. 30.30	S/. 30.30
12/11/2019	ES- FRESA 95617	Unidad	1	1	0.5	0.5	0.5	S/. 52.80	S/. 52.80	S/. 52.80
12/11/2019	ES -CHOCOLATE 95673	Unidad	1	1	0.5	0.5	0.5	S/. 48.90	S/. 48.90	S/. 48.90
12/11/2019	Batería ETNA 12 VC	Unidad	2	1	14	28	14	S/. 30.00	S/. 660.00	S/. 330.00
12/11/2019	Bidones plásticos vacíos	Unidad	4	3	0.2	0.8	0.6	S/. 85.00	S/. 340.00	S/. 255.00
13/11/2019	Tubo PVC S25 110 X 6 MTS ISO 4435 UF	Unidad	15	12	5	75	60	S/. 41.00	S/. 615.00	S/. 492.00
13/11/2019	Tubo PVC C5 2X 5 MTS SP ANTP 399 plástica	Unidad	10	10	2.5	25	25	S/. 18.90	S/. 189.00	S/. 189.00
13/11/2019	UNIVERSAL PVC C 10 UR GRIS M plástica	Unidad	50	50	0.2	10	10	S/. 1.40	S/. 70.00	S/. 70.00
13/11/2019	Válvula compuerta 1/2"	Unidad	16	16	2	32	32	S/. 22.00	S/. 352.00	S/. 352.00
13/11/2019	Unión PVC C10 1/2 GRIS	Unidad	50	47	1	50	47	S/. 0.34	S/. 17.00	S/. 15.98
13/11/2019	Tubo PVC C10 1/2 X5 MTS SP NTP 399	Unidad	50	50	3	150	150	S/. 5.30	S/. 265.00	S/. 265.00
14/11/2019	Tee PVC C 10 63 MM	Unidad	23	23	0.1	2.3	2.3	S/. 30.00	S/. 690.00	S/. 690.00
14/11/2019	Tubo PVC AGUA PVC 1 semipesado	Unidad	20	20	2	40	40	S/. 5.80	S/. 116.00	S/. 116.00
14/11/2019	Tubo PVC AGUA PVC 3/4 semipesado	Unidad	20	20	1	20	20	S/. 4.80	S/. 96.00	S/. 96.00
14/11/2019	TUBO PVC C7 1 1/2 X 5 MTS SP NTP 399	Unidad	10	10	5	50	50	S/. 14.98	S/. 149.80	S/. 149.80
14/11/2019	Tee PVC C10 1" SP GRISM	Unidad	5	5	2	10	10	S/. 1.10	S/. 5.50	S/. 5.50
14/11/2019	Reducción C 10 2" A 1 1/2 SP	Unidad	5	3	0.2	1	0.6	S/. 3.60	S/. 18.00	S/. 10.80

14/11/2019	UPR PVCC10 1/2 GRIS M plástica	Unidad	300	290	2	600	580	S/.	0.25	S/.	75.00	S/.	72.50
15/11/2019	Válvula compuerta 1/2" CIM 125	Unidad	34	34	2	68	68	S/.	20.00	S/.	680.00	S/.	680.00
15/11/2019	SIKA 1 impermeabilizante líquido X 4KG	Unidad	14	14	4	56	56	S/.	22.00	S/.	308.00	S/.	308.00
15/11/2019	Malla zaranda 1/2	Unidad	1.5	1.5	3	4.5	4.5	S/.	90.00	S/.	135.00	S/.	135.00
15/11/2019	Cinta teflón rojo 12 MM SWIFT	Unidad	50	50	0.35	17.5	17.5	S/.	0.55	S/.	27.50	S/.	27.50
15/11/2019	Hoja de sierra	Unidad	12	12	0.01	0.12	0.12	S/.	4.50	S/.	54.00	S/.	54.00
15/11/2019	Yeso de construcción	Unidad	40	40	1	40	40	S/.	2.50	S/.	100.00	S/.	100.00
15/11/2019	Niple galvanizado 1/2 X 1 1/2	Unidad	100	100	0.4	40	40	S/.	1.00	S/.	100.00	S/.	100.00
15/11/2019	Chapa inter FORTE MOD cromo pulido	Unidad	1	1	1.5	1.5	1.5	S/.	28.50	S/.	28.50	S/.	28.50
15/11/2019	Guantes PROTEX 10	Unidad	15	15	0.2	3	3	S/.	6.60	S/.	99.00	S/.	99.00
15/11/2019	Guantes PROTEX 8	Unidad	4	4	0.2	0.8	0.8	S/.	6.60	S/.	26.40	S/.	26.40
15/11/2019	Guantes PROTEX 9	Unidad	4	4	0.2	0.8	0.8	S/.	6.60	S/.	26.40	S/.	26.40
16/11/2019	Cemento EXTRAFORTE PACASMAYO	Bolsa	145	145	42.5	6162.5	6162.5	S/.	22.00	S/.	3,190.00	S/.	3,190.00
16/11/2019	Fierro 1/2" SIDERPERU	Unidad	72	72	8.69	625.68	625.68	S/.	26.00	S/.	1,872.00	S/.	1,872.00
16/11/2019	Fierro 3/8" SIDERPERU	Unidad	50	50	4.81	240.5	240.5	S/.	14.50	S/.	725.00	S/.	725.00
16/11/2019	Alambre negro 08 X 100 MTS.	Unidad	20	17	25	500	425	S/.	4.00	S/.	80.00	S/.	68.00
16/11/2019	Alambre negro 16 X 100 MTS.	Unidad	20	18	10	200	180	S/.	3.80	S/.	76.00	S/.	68.40
16/11/2019	Marco buzón de 65 CM	Unidad	10	10	65	650	650	S/.	95.00	S/.	950.00	S/.	950.00
TOTAL			1175.5	1150.5	210.56	9706.5	9558.9	S/.	1,050.62	S/.	12,268.10	S/.	11,699.78

Fuente: Elaboración propia.

$$\frac{\Sigma \text{kg materiales consumidos}}{\text{Total de peso de materiales comprados}} \times 100\%$$

Ecuación 7 Porcentaje de insumos utilizados

En donde:

- Σ Kg materiales consumidos : 9558.9 kg
- Total peso materiales comprados : 9706.5 kg

% de insumos utilizados = 98.48%

Por consiguiente, el 98.48% del total de materiales comprados pertenecen a los materiales consumidos. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

- Costo insumos no utilizados

Para hallar el costo de los insumos (materia prima) no utilizados se tomó como referencia la tabla anterior (Ver Tabla 23). Para obtener el costo mensual, tanto el costo total de materia prima comprada como el costo de materia prima consumida se multiplicaron por el número promedio de semanas en un mes. Luego, se halla diferencia entre el costo total de M.P comprados al mes y el costo de M.P. consumidos al mes.

Costo total materia prima comprado al mes

Costo total de materia prima comprado/sem: S/. 12,268.10

$$\frac{\text{C.T de materia prima comprados}}{\text{semana}} \times \frac{4.5 \text{ semanas}}{\text{mes}}$$

Ecuación 8 Costo total materia prima comprado / mes

Costo total materia prima comprado/mes = S/. 55,206.45

Costo total materia prima comprado al mes

Costo total de materia prima consumido/sem: S/. 11,699.78

$$\frac{\text{C.T de materia prima consumidos}}{\text{semana}} \times \frac{4.5 \text{ semanas}}{\text{mes}}$$

Ecuación 9 Costo total materia prima consumidos / mes

Costo total materia prima comprado/mes = S/. 52,649.01

(Costo total de M.P comprados

– Costo total de M.P consumidos)

Ecuación 10 Costo de insumos no consumidos

En donde:

- Costo total materia prima comprados: S/. 55,206.45
- Costo total materia prima consumidos : S/. 52,649.01

Costo de compras urgentes = 2, 391.10/mes

En consecuencia, se incurren en S/. 2,391.10 al mes por insumos no consumidos. Además, este valor representa el valor actual del indicador.

D. Causa Raíz 6: Falta de programa de control de orden y limpieza.

Para ello, se tomó en cuenta los siguientes indicadores:

- Porcentaje de horas hombre perdidas por desorden

Para hallar el porcentaje de horas hombres perdidos, se realizó un muestreo de la situación. Por lo que, se observó desde las 08:00 horas hasta las 13:00 horas al jefe de logística, por 05 días. Se muestra los datos recopilados de un día aleatorio del mes Noviembre del 2019 (Ver Tabla 24).

Tabla 24 Muestreo estadístico de la búsqueda de documentos

N° de observaciones	Fecha	Tiempo	Acción	Diferencia
1	14/11/2019	08:00 08:10	Trabaja	
2	14/11/2019	08:10 08:20	Búsqueda	00:10
3	14/11/2019	08:20 08:30	Trabaja	
4	14/11/2019	08:30 08:40	Búsqueda	00:10
5	14/11/2019	08:40 08:50	Búsqueda	00:10
6	14/11/2019	08:50 09:00	Búsqueda	00:10
7	15/11/2019	09:00 09:10	Trabaja	
8	15/11/2019	09:10 09:20	Trabaja	
9	15/11/2019	09:20 09:30	Búsqueda	00:10
10	15/11/2019	09:30 09:40	Trabaja	
11	15/11/2019	09:40 09:50	Búsqueda	00:10
12	15/11/2019	09:50 10:00	Búsqueda	00:10
13	16/11/2019	10:00 10:10	Búsqueda	00:10
14	16/11/2019	10:10 10:20	Búsqueda	00:10
15	16/11/2019	10:20 10:30	Trabaja	
16	16/11/2019	10:30 10:40	Trabaja	
17	16/11/2019	10:40 10:50	Trabaja	
18	16/11/2019	10:50 11:00	Trabaja	
19	19/11/2019	11:00 11:10	Trabaja	
20	19/11/2019	11:10 11:20	Búsqueda	00:10
21	19/11/2019	11:20 11:30	Búsqueda	00:10
22	19/11/2019	11:30 11:40	Trabaja	
23	19/11/2019	11:40 11:50	Trabaja	
24	19/11/2019	11:50 12:00	Búsqueda	00:10
25	20/11/2019	12:00 12:10	Trabaja	
26	20/11/2019	12:10 12:20	Búsqueda	00:10
27	20/11/2019	12:20 12:30	Trabaja	
28	20/11/2019	12:30 12:40	Trabaja	
29	20/11/2019	12:40 12:50	Búsqueda	00:10
30	20/11/2019	12:50 13:00	Trabaja	
Total de hr perdidas			2.33	02:20

Fuente: Elaboración propia.

Horas hombre trabajadas al mes

Total de horas - hombre al día : 9 hr/día

Días promedio al mes : 22.22 días/mes

Total de horas - hombre al mes = 200 hr/mes

Horas hombre perdidas al mes

Total de horas - hombre al día : 2.33 hr/día

Días promedio al mes : 22.22 días/mes

Total de horas - hombre perdidas al mes = 51.85 hr/mes

$$\frac{\text{Total h. h perdidas por desorden}}{\text{Total de h. h}} \times 100\%$$

Ecuación 11 Porcentaje de horas hombre perdidos por desorden

En donde:

- Total de H.H perdidas por desorden: 51.85 hr/mes
- Total de horas hombre: 200 hr/mes

% de horas hombre perdidos por desorden = 25.93%

Por consiguiente, el 25.93% del total de horas hombre al mes pertenecen a las que se pierden por desorden en el área.

Además, este valor representa el valor actual del indicador.

- Costo de horas hombres innecesarias

Para hallar el costo de las horas hombres innecesarios, se tomó como referencia las horas de la tabla anterior (Ver Tabla 24). Asimismo, se tiene en cuenta el sueldo del jefe de logística por hora. Después, se obtiene como resultado el producto del costo por hora del jefe de logística y las horas perdidas por desorden al mes.

Horas hombre perdidas al mes

Total de horas - hombre al día: 2.33 hr/día

Días promedio al mes: 22.22 días/mes

Total de horas - hombre perdidas al mes = 51.85 hr/mes

Costo mano de obra / hora

Sueldo de jefe de logística/mes: S/. 1,200.00

Horas de trabajo/mes: 200 hr

Sueldo de jefe de logística/hr = S/. 6.00/ hr

Total H. H perdidas por desorden * Costo H. H
Ecuación 12 Costo de horas hombre innecesarias

En donde:

➤ Total de H.H perdidas por desorden: 51.85 hr/mes

➤ Sueldo de jefe de logística/ hr S/.6.00/mes

Costo horas hombre innecesarios = S/. 311.11

En consecuencia, se incurren en S/. 311.11 al mes por horas hombre innecesarias.

2.3.3.3. Desarrollo de propuestas de mejora

2.3.3.3.1. CR1: No se realiza mantenimiento preventivo.

a. Plan de mantenimiento preventivo

En primer lugar, para desarrollar cualquier investigación se debe precisar que es el mantenimiento preventivo y cuáles son los pasos a seguir.

Mantenimiento preventivo

En ocasiones se considera el mantenimiento preventivo como sinónimos del mantenimiento periódico, planeado, sistemático o continuo. En realidad, tiene una parte esencial de todas estas funciones, pero no son sus únicos elementos.

En cada tipo de empresa de acuerdo con la naturaleza de sus actividades y su sistema productivo, es factible establecer un programa de PM, que sea fácil de implementar ya que toda organización cuenta con los equipos, personal e instalaciones para llevarlo a cabo.

Para realizar una buena implementación se requiere una aplicación selectiva del programa de mantenimiento preventivo. Debido a que, se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a todas las maquinarias de la empresa de una vez.

Por ello, lo mejor será ir construyendo el programa paso a paso, sin importar que tan rápidamente sea posible su integración hasta que se termine una etapa se puede comenzar la siguiente. Cuando se tengan diseñados los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente. Es de suma importancia que una vez implementado el plan esta será manejada con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia.

Uno de los inconvenientes principales cuando se introduce un sistema de mantenimiento preventivo es el aumento de los costos de mantenimiento, ya que en las primeras inspecciones se encuentran un gran número de fallas que deberán ser corregidas.

Esto debido al alto deterioro de los equipos que usualmente han sido manejados con base al mantenimiento correctivo. Por eso se recomienda que antes de aplicarlo, los equipos se deben poner en óptimas condiciones de funcionamiento lo cual implica altos costos por reparaciones generales.

Un plazo prudencial para la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo es de dos a tres años.

Debido a que la impaciencia puede ralentizar el desarrollo del programa, por lo tanto, es necesario que todas las personas relacionadas tengan conocimiento de las dificultades que se presentan. Se puede afirmar, además, que implantar el mantenimiento preventivo exige un cambio de mentalidad y una férrea voluntad de hacerlo.

En conclusión, un sistema de mantenimiento preventivo cubre todos los mantenimientos programados a la planta, los cuales son llevados a cabo con el objetivo de prevenir la ocurrencia de las fallas o para detectar fallas prematuras antes de que se desarrollen una parada inesperada de la maquinaria o de los sistemas de control que desencadenen problemas en la producción.

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa constructora

Esta propuesta de mantenimiento en la empresa constructora se realiza con el fin de prevenir al máximo las fallas en la maquinaria y preservar los equipos en un óptimo estado de funcionamiento. Con este plan de mantenimiento se busca seguir un procedimiento adecuado a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en los equipos que intervienen en el proceso de descolmatación de las obras de la empresa.

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos al implementar dicho plan de mantenimiento es compromiso de la empresa y de ellos depende una mejora sustancial en la empresa. Los pasos a seguir para desarrollarlo son:

- Registrar las máquinas y/o equipos.
- Codificar las máquinas y/o equipos.
- Diseñar un sistema documental: (Tarjetas Maestras, Hojas de vida, Relación de Requerimientos, Redacción de Instructivos, etc.)
- Diseñar los tableros de control para el correcto mantenimiento.
- Elaboración de formatos para la administración adecuada del mantenimiento.
- Plantear indicadores de gestión del mantenimiento.


Por lo consiguiente, se procede a explicar el procedimiento de cada uno de ellos.

1) Registrar las máquinas y/o equipos.

Como primer paso para la realización objetiva de este plan de mantenimiento se realizó un inventario de las maquinarias.

Cabe recalcar, que no se tendrán en cuenta los equipos utilizados para la realización del mantenimiento preventivo y correctivo tales como: Mezcladoras, Motobombas, Inyectores y Vibro compactador para concreto. Para el estudio se tendrán en cuenta 4 máquinas excavadoras.

Tabla 25 Registro de equipos y/o maquinarias

 HOJA DE REGISTRO DE EQUIPOS Y/O MAQUINAS				
Realizado por: Oreana Monzón		Verificado por:		Fecha:
Taller de equipo pesado				
Nombre del Equipo	Cant.	Fabricante	Modelo /serie	Observaciones (Potencia)
Excavadora 336 DL	1	CAT	C9 ACERT	200Kw
Excavadora 336 DL2	1	CAT	C9 ACERT	208Kw
Excavadora 345	1	CAT	C13 ACERT	257Kw
Excavadora D0C05530	1	SCANIA	DC09	237Kw

Fuente: Elaboración propia.

2) Codificar las máquinas y/o equipos.

La codificación de los equipos es un problema propio de cada empresa. Para ello, existen unos principios fundamentales para su diseño:

- Identificación rápida, corta y sencilla.
- Costo de implantación.
- Relación con otros sistemas de codificación, como el contable.

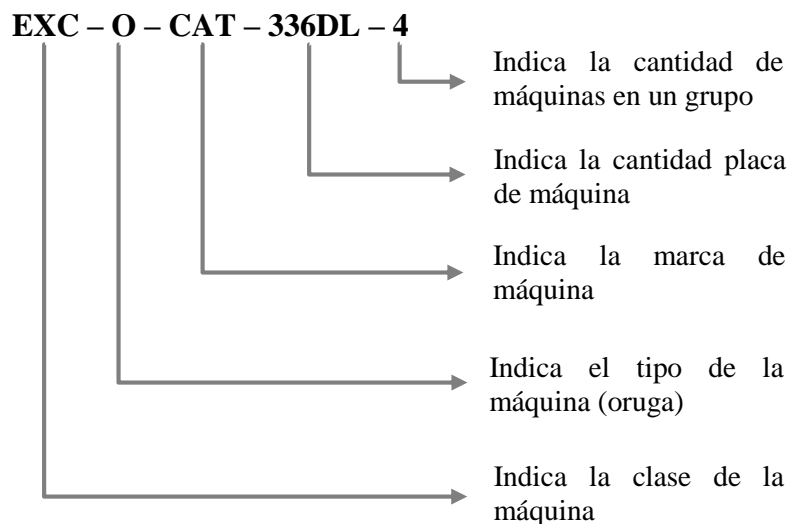
Después de identificar y hacer un registro de las máquinas existentes en la empresa. Se procede a realizar la codificación de los equipos seleccionados, para el que se utiliza un código alfanumérico propio para cada uno de ellos.

Tabla 26 Codificación de equipos y/o maquinarias

 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS Y/O MÁQUINAS					
Realizado por: Oreana Monzón		Verificado por:		Fecha:	
TALLER DE EQUIPO PESADO					
Nombre del Equipo	Cant.	Fabricante	Modelo /serie	Observ. (Potencia)	Código
Excavadora 336 DL	1	CAT	C9 ACERT	200Kw	EXC-O-CAT-336DL-1
Excavadora 336 DL2	1	CAT	C9 ACERT	208Kw	EXC-O-CAT-336DL2-2
Excavadora 345	1	CAT	C13 ACERT	257Kw	EXC-O-CAT-345CL-3
Excavadora D0C05530	1	DOOSAN	SCANIA DC09	237Kw	EXC-O-DOO-380LC-4

Fuente: Elaboración propia.

Para explicar que significa el carácter del código, se toman el siguiente ejemplo:



3) Diseñar un sistema documental.

✓ Ficha técnica de las máquinas

Un programa de mantenimiento debe mantener y almacenar un registro con toda la información de las máquinas. La ficha técnica es una hoja que contiene la información general del equipo (código, placa, el modelo, la marca, el color, potencia, etc.). En donde se presenta la información necesaria para el mantenimiento y la operación de la máquina.

La empresa constructora no cuenta con un formato de ficha técnica. Por lo que, se considera realizarse un formato donde se precise los campos anteriormente mencionados (**Ver anexo n°2**).

✓ Hoja de vida de las máquinas

Este formato es de vital importancia, ya que ayuda a tener un historial de las actividades realizadas de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa.

Como consecuencia cada equipo tendrá su propia hoja de vida. Asimismo, se debe tener en cuenta que con la información recolectada en dicho formato se pueden tomar decisiones a futuro

referentes a la maquinaria, dando como resultado un posible cambio o sustitución de las mismas.

Para facilidad en un futuro tanto del jefe de mantenimiento, como del operario que realiza dicho mantenimiento, el formato de hoja de vida tendrá el mismo diseño para toda la maquinaria seleccionada para este trabajo. A continuación, se mostrará un ejemplo del diseño de dicho formato.

Tabla 27 Hoja de vida

EMPRESA CONSTRUCTORA			 EMPRESA CONSTRUCTORA	
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
HOJA DE VIDA				
N° Hoja de vida	N° Tarjeta maestra	Nombre del equipo	Código del equipo	
Ubicación	Marca	Modelo	Fecha de puesta en marcha	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
Fecha	Orden de Trabajo	Descripción	Reparó	Costos

Fuente: Elaboración propia.

✓ Relación de requerimientos

El objetivo primordial de este plan de mantenimiento es establecer políticas y actividades que nos garanticen un excelente funcionamiento de los equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa.

Por tal motivo se establecen los tipos de mantenimiento más convenientes para conformar el programa de la empresa:

- Mantenimiento de emergencia o correctivo, este proceso se utilizará para efectuar reparaciones tan pronto como sea posible después del reporte de la falla.

- Mantenimiento de rutina y preventivo, incluye el mantenimiento periódico, como la lubricación de las máquinas, inspecciones y trabajos menores repetitivos. Para ello, se debe ser programado con anterioridad.

Después de especificar los tipos de mantenimiento que se pueden aplicar, se presentan las actividades o relación de requerimientos a desarrollar

en los equipos de la empresa, los cuales son de distinta naturaleza, tales como:

- Lubricación
- Eléctricas
- Mecánicas
- Instrumentación

Para el desarrollo de las actividades de mantenimiento o relación de requerimientos, se hace necesaria una codificación de dicha actividad. Esta debe ser sencilla, fácil de reconocer e identificar por el operario o encargado en cuestión.

La codificación se hará con base en una relación alfanumérica, identificando la inicial de la actividad y un número consecutivo siguiente, como se muestra a continuación.

Tabla 28 Actividades de lubricación

Actividad	Código
Cambio de aceite de motor	LU01
Cambio de aceite hidráulico	LU02
Revisión del nivel y fugas de aceite	LU03
Revisión y lubricación de rodamientos	LU04
Cambio de refrigerante	LU05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 Actividades de electricidad

Actividad	Código
Revisión, ajuste y/o cambio de conexiones eléctricas	EL01
Revisión de voltaje y amperaje	EL02
Revisión tarjeta electrónica	EL03
Revisión servo motores	EL04
Revisión de motor eléctrico	EL05
Revisión del estado de los cables y general	EL06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Actividades de mecánica

Actividad	Código
Ajustes y alineación de partes móviles	ME01
Revisión y verificación de engranes	ME02
Revisión del nivel y verificación del circuito de refrigerante	ME03
Inspección, ajuste, cambio de bandas, correas y poleas	ME04
Limpieza o rasqueteado de bancadas	ME05
Inspección visual de posibles daños y/o verificación del estado de la herramienta	ME06
Revisión y/o cambio de boquillas, tubos de contacto y tuberías	ME07

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Actividades de instrumentación

Actividad	Código
Calibración de presostato, manómetro y válvula de seguridad	I01
Revisión de control numérico (CN)	I03
Inspección, calibración y/o cambio de flujómetro	I04

Fuente: Elaboración propia.

Con la relación de requerimientos expuesta anteriormente se procede a realizar todas las órdenes de trabajo para las máquinas en listadas

✓ Órdenes de trabajo (OT)

Las Órdenes de Trabajo (OT) son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee entre otras.

Sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como son: número consecutivo, tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, registros de historial y duración real del mantenimiento.

Las ordenes de trabajo son la fuente de información para los registros históricos, contiene información básica de tiempos, actividad, solicitante, maquina, horas – hombre, materiales, entre otros.

Son realizadas por los usuarios de la empresa incluido Mantenimiento, en éste último caso son provenientes de las inspecciones realizadas por los operadores y cada solicitud debe ser aprobada por un funcionario del área solicitante y/o de Mantenimiento **(Ver anexo n°3)**.

- 4) Diseñar los tableros de control para el correcto mantenimiento.

El cronograma de actividades se realiza con el fin de tener una guía diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual de todas las actividades de mantenimiento necesarias, para tener en correcto estado operativo la maquinaria que sirvió de estudio en este trabajo.

A cada actividad le corresponde un código que puede servir para varias máquinas, pero tener diferente frecuencia de ejecución. Para el balanceo de estas actividades se hace necesario el manejo de tableros de control general y auxiliar que se presentan en el anexo 4 al final de este documento (**Ver anexo n° 4**).

- 5) Elaboración de formatos para la administración adecuada del mantenimiento.

Los formatos presentados nos proveen de información necesaria para el cálculo de los indicadores de desempeño de equipos como los son el MTTF, MTTR y la disponibilidad (**Ver anexo n°5**).

Para la realización del mantenimiento realizado por los operadores se tendrán en cuenta los formatos de lubricación, limpieza, engrase e inspecciones rutinarias **(Ver anexo n° 6)**.

6) Plantear indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores de gestión son parámetros numéricos que facilitan la información sobre un factor crítico identificado en los diferentes procesos de mantenimiento y manufactura que intervienen en la organización. Estos indicadores pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para compararlos con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

Es por esto que los indicadores deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.

- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer unos valores plan o consigna que determine los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

Para el correcto desarrollo de este plan de mantenimiento tendremos en cuenta los indicadores de clase mundial. Estos servirán de apoyo para el correcto diagnóstico e ilustración del funcionamiento de los equipos y/o máquinas.

✓ Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté detenida por averías o ajustes.

$$D = \frac{\textit{Tiempo dispobible}}{\textit{Tiempo programado}} \times 100\%$$

Ecuación 13 Fórmula de disponibilidad

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina. Por ellos, se obtiene:

$$D = \frac{(365 - \textit{paradas programadas}) - (N^\circ \textit{ de fallas} * \textit{ tiempo de falla})}{(365 - \textit{paradas programadas})} \times 100\%$$

Ecuación 14 Formula de disponibilidad genérica

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallas y de reparación. Por lo tanto, tenemos:

$$D = \frac{\textit{MTBF}}{\textit{MTBF} + \textit{MTTR}}$$

Ecuación 15 Fórmula de disponibilidad inherente

En donde:

- MTBF: Tiempo promedio entre fallas.
- MTTR: Tiempo promedio de reparación.

✓ Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

$$R = e^{\frac{-t}{MTBF}}$$

Ecuación 16 Fórmula de confiabilidad

✓ Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados. Por lo tanto, la media de tiempos de reparación (MTTR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NFALLAS}$$

Ecuación 17 Tiempo promedio para reparar

En donde:

- TTF: Tiempo total de fallas.
- NFALLAS: Número de fallas detectadas.

✓ Utilización

Es el porcentaje de horas disponibles en que los equipos se encuentran operando. La utilización mide el grado de uso del equipo, lo que define en gran medida las estimaciones de horas hombre, repuestos, componentes, etc.

$$U = \frac{\text{Horas de operación}}{\text{Horas programadas}} \times 100\%$$

Ecuación 18 Fórmula de utilización

- 2.3.3.3.2. CR3: Falta de planificación de compra de materiales /
CR4: Ausencia de programación de compras por obra.**

a. Planificación de los requerimientos de materiales (MRP)

Implementación de la planificación de los requerimientos de materiales (MRP)

Para implementar un MRP se deben seguir los siguientes pasos con mucho cuidado debido a que los cálculos siempre tienen un margen de error dependiendo de la manera en que sea el desarrollo.

1° En este caso se tomarán los datos base de las compras de materiales del mes de noviembre.

Tabla 32 Compras del mes de noviembre

Materiales	Cantidad (kg)
Alambre nº 16	1,572
Alambre nº 8	650
Alambre vulcanizado de 4 x 2	250
Alambrón x 1/4 en varilla	700
Angulo de acero negro 1. ½” x 1. ½” x ¼” x 6m	75
Angulo de acero negro 1. ½” x 1. ½” x ¾” x 6m	70
Angulo L De 2.5" X 2.5" X 5m	84
Anillo ALC 160mm	40
Anillo ALC 200mm	691
Anillo de goma 90 mm	60
Arena gruesa	30,765
Batería ETNA 12 V	28
CACHIMBA PVC U 4" 45° PAVCO	25
Cachimbas de 160 mm a 110 mm	30
Cajas de concreto c/tapa y marco	100
Cajas de concreto para desagüe con hueco	4,190
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	27,865
Cemento MOCHICA AZUL	55,678
Cemento MOCHICA ROJO	4,250
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	35,895
Cemento PACASMAYO AZUL	850
Cemento PACASMAYO MEJORADO	58,456
Cemento PORTLAND TIPO 1	28,675
Clavos de 2"	30
Clavos de 4"	30
Codo PVC SAP C/R ½” x 90	624
Codo PVC SAP S/P ½” x 45°	381
Codo PVC SAP S/R ½” 90	50
Conexiones PVC SAP ¾” eléctricas	642
Conexiones PVC SAP ½” eléctricas	854
Curva de 90° X 1m de 3"	35
Curva de 90° X 1m de 4"	37
Curvas PVC SAP eléctricas ½”	524
Curvas PVC SAP eléctricas ¾”	254
Esmalte CPP ANTICORROSIVO gal. X 4lt.	88
Fierro ½” SIDERPERU	946
Fierro 3/8” SIDERPERU	241
Fierro corrugado de ½”	1,808
Fierro corrugado de ¾”	2,391
Fierro corrugado de 3/8”	837

Fierro de ¼"	70
Fierro liso a36 5/6 x 6 mv	2,358
Fierro liso a36 5/8" x 6 mv	2,378
Gasolina de 90°	420
Gal base plus xl gris PARACAS	72
Gal SIKA TOP	60
Narco buzón de 65 cm	650
Niple galvanizado 1/2 x 1 1/2	40
Palana minera TRAMONTINA	36
Parante metálico 38 x 38 mm	729
Parante metálico 89 x 38 mm	455
Pegamento NICOLL 1 gal	277
Perno de anclaje de inodoro sin capuchón	37
Petróleo x 55 gal.	3,660
Picaporte	103
Pintura anticorrosiva	88
Plancha acero negro lac 4.5 x 1220 x 2400 mm	406
Plancha acero negro lac 6.0 x 1220 x 2400 mm	990
Plancha de acero lisa de 1"x 2.4 m x 2.4	1,164
Planchas de melanina 1.83 x 2.75 x 15 mm	1,400
SIKA 1 Impermeabilizante líquido X 4kg	56
Tee PVC SAP s/p 1/2	273
Tubería 90 mm x 6 mts	208
Tubería PVC 200 mm x6 mts	308
Tubería PVC Clase 10 De 1" X 5mm	58
Tubería PVC DN 100 mm	2,128
Tubería PVC DN 100 mm	8,967
Tubería PVC ISO 4435 DN	2,005
Tubería PVC SAP C-10 S/P De 1/2" X 5m	1,694
Tubería PVC SAP eléctrica de 1/2	229
Tubería PVC SAP eléctrica De 3/4 " X 3m	462
Tubo 2" desagüe MATUSITA	260
Tubo 4" desagüe MATUSITA	348
Tubo ALCA UR 825 200 mm PAVCO	1,667
Tubo ALCA UR B25 160mm PAVCO	1,846
Tubo de acero 4" x 30 mm x 5 mm	2,772
Tubo de acero galv. Standard tipo ISO 1. ½"	26,756
Tubo de acero galv. Standard tipo ISO 1. ¾"	7,458
Unión PVC 1/2 gris	650
Unión PVC 3/4" eléctricas 20 m	229
Válvula compuerta 1/2"	100
Válvulas esféricas de 2 pesado	24
Yee PVC sal 4" x 2"	1,700

Yeso de construcción	320
Zapapicos TRAMONTINA	48
TOTAL	336,725

Fuente: Elaboración propia.

2° Se realiza un Pareto para conocer cuáles son los materiales que más se consumen.

Tabla 33 Pareto de las compras de noviembre

Materiales	Cantidad (kg)	%	% acumulado
Cemento PACASMAYO MEJORADO	58,456	17.36%	17.36%
Cemento MOCHICA AZUL	55,678	16.54%	33.90%
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	35,895	10.66%	44.56%
Arena gruesa	30,765	9.14%	53.69%
Cemento PORTLAND TIPO 1	28,675	8.52%	62.21%
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	27,865	8.28%	70.48%
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. 1/2"	26,756	7.95%	78.43%
Tubería PVC DN 100 mm	8,967	2.66%	81.09%
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. 3/4"	7,458	2.21%	83.31%
Cemento mochica rojo	4,250	1.26%	84.57%
Cajas de concreto para desagüe con hueco	4,190	1.24%	85.81%
Petróleo x 55 gal	3,660	1.09%	86.90%
Tubo de acero 4" x 30 mm x 5 mm	2,772	0.82%	87.72%
Fierro corrugado de 3/4"	2,391	0.71%	88.43%
Fierro liso A36 5/8" x 6 mv	2,378	0.71%	89.14%
Fierro liso A36 5/6 x 6 mv	2,358	0.70%	89.84%
Tubería PVC DN 100 mm	2,128	0.63%	90.47%
Tubería PVC ISO 4435 DN	2,005	0.60%	91.07%
Tubo ALCA UR b25 160mm PAVCO	1,846	0.55%	91.62%
Fierro corrugado de 1/2" AA	1,808	0.54%	92.15%
Yee PVC sal 4" x 2"	1,700	0.50%	92.66%
Tubería PVC SAP c-10 s/p de 1/2" x 5m	1,694	0.50%	93.16%
Tubo ALCA UR 825 200 mm PAVCO	1,667	0.50%	93.66%
Alambre nº 16	1,572	0.47%	94.12%

Planchas de melanina 1.83 x 2.75 x 15 mm	1,400	0.42%	94.54%
Plancha de acero lisa de 1"x 2.4 m x 2.4	1,164	0.35%	94.88%
Plancha acero negro lac 6.0 x 1220 x 2400 mm	990	0.29%	95.18%
Fierro 1/2" SIDERPERU	946	0.28%	95.46%
Conexiones PVC SAP 1/2" eléctricas	854	0.25%	95.71%
Cemento PACASMAYO AZUL	850	0.25%	95.96%
Fierro corrugado de 3/8"	837	0.25%	96.21%
Parante metálico 38 x 38 mm	729	0.22%	96.43%
Alambrón x 1/4" en varilla	700	0.21%	96.64%
Anillo ALC 200mm	691	0.21%	96.84%
Unión PVC 1/2" gris	650	0.19%	97.04%
Narco buzón de 65 cm	650	0.19%	97.23%
Alambre nº 8	650	0.19%	97.42%
Conexiones PVC SAP 3/4" eléctricas	642	0.19%	97.61%
Codo PVC SAP c/r 1/2" x 90°	624	0.19%	97.80%
Curvas PVC SAP eléctrica 1/2"	524	0.16%	97.95%
Tubería PVC SAP eléctrica de 3/4" x 3m	462	0.14%	98.09%
Parante metálico 89 x 38 mm	455	0.14%	98.23%
Gasolina de 90°	420	0.12%	98.35%
Plancha acero negro lac 4.5 x 1220 x 2400 mm	406	0.12%	98.47%
Codo PVC SAP s/p 1/2" x 45°	381	0.11%	98.58%
Tubo 4" desagüe MATUSITA	348	0.10%	98.69%
Yeso de construcción	320	0.10%	98.78%
Tubería PVC 200 mm x 6 mts	308	0.09%	98.87%
Pegamento NICOLL 1 gal	277	0.08%	98.96%
Tee PVC SAP s/p 1/2	273	0.08%	99.04%
Tubo 2" desagüe MATUSITA	260	0.08%	99.11%
Curvas PVC SAP eléctrica 3/4	254	0.08%	99.19%
Alambre vulcanizado de 4 x 2	250	0.07%	99.26%
Fierro 3/8" SIDERPERU	241	0.07%	99.34%
Tubería PVC SAP eléctrica de 1/2"	229	0.07%	99.40%
Unión PVC 3/4" eléctrica 20 m	229	0.07%	99.47%
Tubería 90 mm x 6 mts	208	0.06%	99.53%
Picaporte	103	0.03%	99.56%
Válvula compuerta 1/2"	100	0.03%	99.59%
Cajas de concreto c/tapa y marco	100	0.03%	99.62%
Pintura anticorrosiva	88	0.03%	99.65%
Esmalte CPP anticorrosivo gal x 4lt	88	0.03%	99.68%
Angulo l de 2.5" x 2.5" x 5m	84	0.02%	99.70%

Angulo de acero negro 1.½" x 1.½" x ¼" x 6m	75	0.02%	99.72%
Gal base plus xl gris paracas	72	0.02%	99.74%
Fierro de ¼"	70	0.02%	99.76%
Angulo de acero negro 1. ½" x 1. ½" x 3/16" x 6m	70	0.02%	99.79%
Gal SIKA TOP	60	0.02%	99.80%
Anillo de goma 90 mm	60	0.02%	99.82%
Tubería PVC clase 10 de 1" x 5mm	58	0.02%	99.84%
SIKA 1 impermeabilizante líquido x 4kg	56	0.02%	99.85%
Codo PVC SAP s/r 1/s 90	50	0.01%	99.87%
Zapapicos TRAMONTINA	48	0.01%	99.88%
Niple galvanizado 1/2 x 1 1/2	40	0.01%	99.90%
Anillo ALC 160mm	40	0.01%	99.91%
CURVA DE 90° X 1MT DE 4"	37	0.01%	99.92%
Perno de anclaje de inodoro sin capuchón	37	0.01%	99.93%
Palana minera TRAMONTINA	36	0.01%	99.94%
CURVA DE 90° X 1MT DE 3"	35	0.01%	99.95%
Clavos de 4"	30	0.01%	99.96%
Clavos de 2"	30	0.01%	99.97%
Cachimbas de 160 mm a 110 mm	30	0.01%	99.98%
Batería ETNA 12 V	28	0.01%	99.99%
Cachimba PVC U 4" 45° PAVCO	25	0.01%	99.99%
Válvulas esféricas de 2 pesado	24	0.01%	100.00%
Total	336,725	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34 Resumen de materiales

Materiales	Cantidad (kg)	%	% acumulado
Cemento PACASMAYO MEJORADO	58,456	17.36%	17.36%
Cemento MOCHICA AZUL	55,678	16.54%	33.90%
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	35,895	10.66%	44.56%
Arena gruesa	30,765	9.14%	53.69%
Cemento PORTLAND TIPO 1	28,675	8.52%	62.21%
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	27,865	8.28%	70.48%
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	26,756	7.95%	78.43%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 Datos históricos de los materiales con más alta demanda

Ítem	Materiales	Und	2016	2017	2018	2019
1	Cemento PACASMAYO MEJORADO	bolsa	10,404	9,624	14,051	12,240
2	Cemento MOCHICA AZUL	bolsa	12,300	11,377	13,714	14,470
3	Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	bolsa	7,812	7,226	8,851	9,190
4	Arena gruesa	m3	225	208	255	265
5	Cemento PORTLAND TIPO 1	bolsa	6,010	5,559	6,810	7,070
6	Cemento EXTRAFORTE PACASMAYO	bolsa	5,942	5,496	6,732	6,990
7	Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	und	14,501	13,413	16,431	17,060

Ítem	Materiales	Und	Peso Unt.	Cantidad (Kg)			
				2016	2017	2018	2019
1	Cemento PACASMAYO MEJORADO	bolsa	42.5	442,170	409,007	597,152	520,200
2	Cemento MOCHICA AZUL	bolsa	42.5	522,729	483,524	582,835	614,975
3	Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	bolsa	42.5	331,989	307,090	376,185	390,575
4	Arena gruesa	m3	1250	281,563	260,445	319,046	331,250
5	Cemento PORTLAND TIPO 1	bolsa	42.5	255,404	236,248	289,404	300,475
6	Cemento EXTRAFORTE PACASMAYO	bolsa	42.5	252,514	233,575	286,130	297,075
7	Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	und	16.5	239,267	221,322	271,119	281,490

Fuente: Elaboración propia.

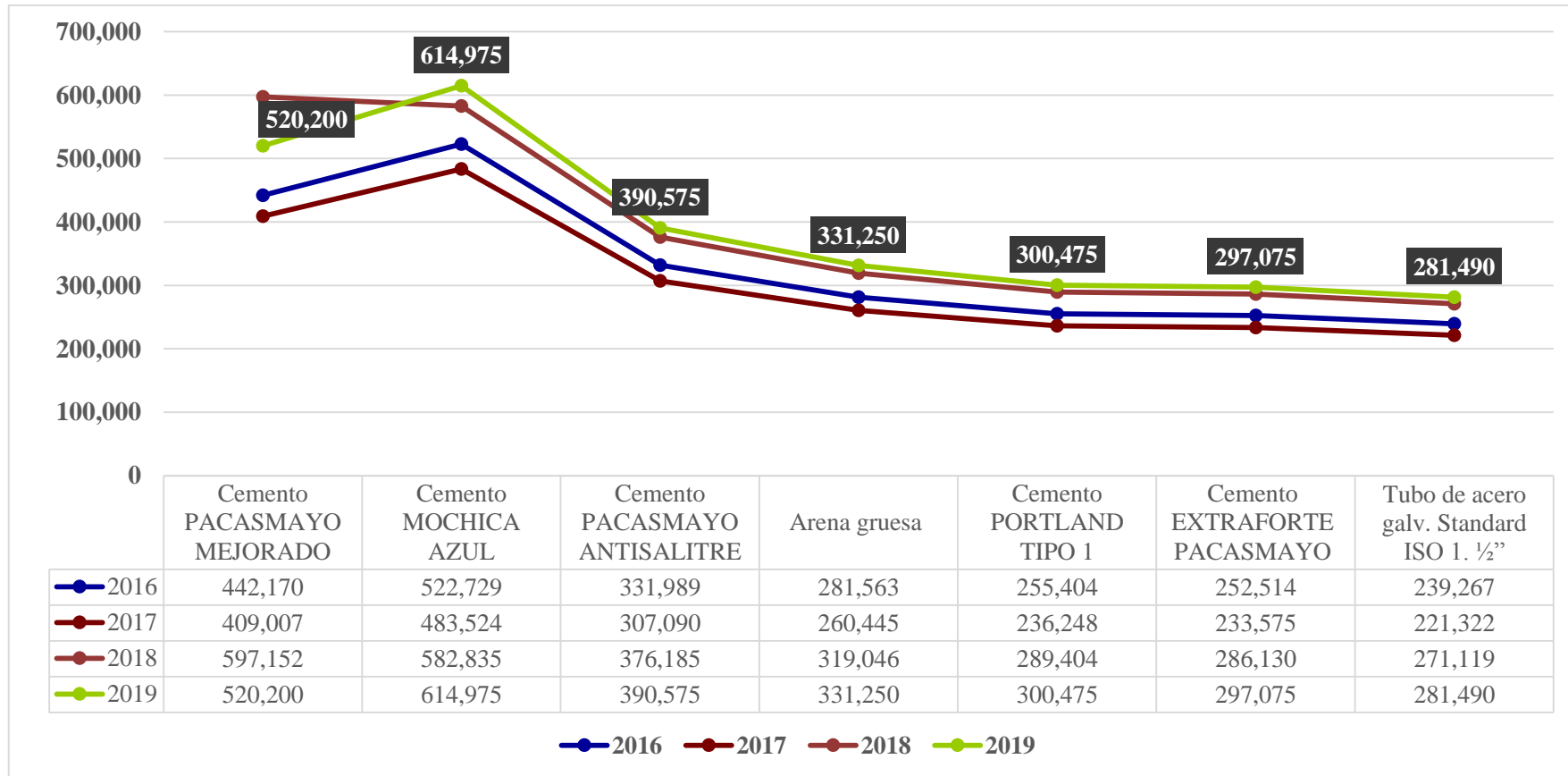


Figura 6 Datos históricos de los materiales con más alta demanda

Fuente: Elaboración propia.

3° Se procede a realizar los pronósticos de los materiales con más alta demanda para realizar la propuesta.

Tabla 36 Demanda de cemento Pacasmayo mejorado

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	54,828
2	4	54,858
3	9	53,756
4	16	48,970
5	25	51,247
6	36	52,450
7	49	45,678
8	64	49,945
9	81	52,828
10	100	52,828
11	121	52,542

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37 Regresión lineal del cemento Pacasmayo mejorado

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

$$Y = A + BX$$

$$Y = 59365.03333 - 363.2606061 * 12$$

$$Y = 55369.167$$

Pronóstico mes diciembre

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	59365.03333	1919.832037	30.9219933	1.3003E-09	54937.89272	63792.1739	54937.8927	63792.1739
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.17404687	0.27413996	-1076.758921	350.237709	-1076.75892	350.237709

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38 Regresión cuadrática del cemento Pacasmayo mejorado

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.708094564
Coefficiente de determinación R ²	0.501397911
R ² ajustado	0.358940172
Error típico	2296.952021
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.29	18569504.65	3.519625629	0.087526453
Residuos	7	36931920.11	5275988.587		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 64270.61667 - 2816.052273 * 12 + 222.9810606 * 12^2$$

$$Y = \mathbf{60274.75}$$

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	64270.61667	2701.564524	23.79014682	5.89366E-08	57882.43168	70658.80166	57882.43168	70658.80166
Variable X1	-2816.052273	1128.287239	-2.495864683	0.041241033	-5484.027642	-148.0769037	-5484.027642	-148.0769037
Variable X 2	222.9810606	99.96200591	2.230658124	0.060911688	-13.39152282	459.353644	-13.39152282	459.353644

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39 Demanda de cemento Mochica azul

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	57,678
2	4	57,708
3	9	56,607
4	16	51,821
5	25	54,098
6	36	55,301
7	49	48,529
8	64	52,796
9	81	55,678
10	100	55,678
11	121	53,455

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40 Regresión lineal del cemento Mochica azul

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

$$Y = A + BX$$

$$Y = 56587.03333 - 363.2606061 * 12$$

$$Y = 52591.17$$

Pronóstico mes diciembre

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	56587.03333	1919.832037	29.47499169	1.9022E-09	52159.89272	61014.17395	52159.89272	61014.17395
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.174046865	0.27413996	-1076.758921	350.2377087	-1076.758921	350.2377087

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41 Regresión cuadrática del cemento Mochica azul

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.708094564
Coefficiente de determinación R ²	0.501397911
R ² ajustado	0.358940172
Error típico	2296.952021
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.29	18569504.65	3.519625629	0.087526453
Residuos	7	36931920.11	5275988.587		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 61492.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = 57496.75$$

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	61492.61667	2701.564524	22.76185378	8.00178E-08	55104.43168	67880.80166	55104.43168	67880.80166
Variable X1	-2816.052273	1128.287239	-2.495864683	0.041241033	-5484.027642	-148.0769037	-5484.027642	-148.0769037
Variable X2	222.9810606	99.96200591	2.230658124	0.060911688	-13.39152282	459.353644	-13.39152282	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Demanda de cemento Pacasmayo anti salitre

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	37,895
2	4	37,925
3	9	36,824
4	16	32,038
5	25	34,315
6	36	35,518
7	49	28,746
8	64	33,013
9	81	35,895
10	100	35,895
11	121	33,894

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43 Regresión lineal del cemento Pacasmayo anti salitre

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX$$

$$Y = 36804.03333 - 363.2606061 * 12$$

$$Y = 32808.17$$

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	36804.03333	1919.832037	19.1704444	5.6818E-08	32376.8927	41231.1739	32376.8927	41231.1739
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.17404687	0.27413996	-1076.75892	350.237709	-1076.75892	350.237709

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44 Regresión cuadrática del cemento anti salitre

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.708094564
Coefficiente de determinación R ²	0.501397911
R ² ajustado	0.358940172
Error típico	2296.952021
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.3	18569504.6	3.51962563	0.08752645
Residuos	7	36931920.1	5275988.59		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 41709.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = 37713.75$$

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	41709.6167	2701.56452	15.43906	1.1543E-06	35321.4317	48097.8017	35321.4317	48097.8017
Variable X1	-2816.05227	1128.28724	-2.49586468	0.04124103	-5484.02764	-148.076904	-5484.02764	-148.076904
Variable X2	222.981061	99.9620059	2.23065812	0.06091169	-13.3915228	459.353644	-13.3915228	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Demanda de arena gruesa

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	32,765
2	4	32,795
3	9	31,694
4	16	26,908
5	25	29,185
6	36	30,388
7	49	23,616
8	64	27,883
9	81	30,765
10	100	30,765
11	121	29,185

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 Regresión lineal de arena gruesa

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX$$

$$Y = 31674.03333 - 363.2606061 * 12$$

$$Y = 27678.17$$

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	31674.03333	1919.832037	16.4983356	1.8382E-07	27246.8927	36101.1739	27246.8927	36101.1739
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.17404687	0.27413996	-1076.75892	350.237709	-1076.75892	350.237709

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47 Regresión cuadrática de arena gruesa

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.70809456
Coefficiente de determinación R ²	0.50139791
R ² ajustado	0.35894017
Error típico	2296.95202
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.3	18569504.6	3.51962563	0.08752645
Residuos	7	36931920.1	5275988.59		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 36579.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = \mathbf{32583.75}$$

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	36579.6167	2701.56452	13.5401603	2.8168E-06	30191.4317	42967.8017	30191.4317	42967.8017
Variable X1	-2816.05227	1128.28724	-2.49586468	0.04124103	-5484.02764	-148.076904	-5484.02764	-148.076904
Variable X2	222.981061	99.9620059	2.23065812	0.06091169	-13.3915228	459.353644	-13.3915228	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 Demanda de cemento Portland tipo 1

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	30,675
2	4	30,705
3	9	29,604
4	16	24,818
5	25	27,095
6	36	28,298
7	49	21,526
8	64	25,793
9	81	28,675
10	100	28,675
11	121	24,818

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49 Regresión lineal de cemento Portland tipo 1

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

$$Y = A + BX$$

$$Y = 29584.03333 - 363.2606061 * 12$$

Pronóstico mes diciembre

$$Y = 25588.17$$

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	29584.03333	1919.832037	15.4096987	3.1264E-07	25156.8927	34011.1739	25156.8927	34011.1739
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.17404687	0.27413996	-1076.75892	350.237709	-1076.75892	350.237709

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50 Regresión cuadrática de cemento Portland tipo 1

Estadísticas de la regresión	Datos
Coeficiente de correlación múltiple	0.70809456
Coeficiente de determinación R ²	0.50139791
R ² ajustado	0.35894017
Error típico	2296.95202
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.3	18569504.6	3.51962563	0.08752645
Residuos	7	36931920.1	5275988.59		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 34489.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = \mathbf{30493.75}$$

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	34489.61667	2701.564524	12.76653449	4.192E-06	28101.43168	40877.80166	28101.43168	40877.80166
Variable X1	-2816.052273	1128.287239	-2.495864683	0.041241033	-5484.027642	-148.0769037	-5484.027642	-148.0769037
Variable X2	222.9810606	99.96200591	2.230658124	0.060911688	-13.39152282	459.353644	-13.39152282	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Demanda de cemento Pacasmayo Extraforte

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	29,865
2	4	29,895
3	9	28,794
4	16	24,008
5	25	26,285
6	36	27,488
7	49	20,716
8	64	24,983
9	81	27,865
10	100	27,865
11	121	28,794

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52 Regresión lineal de cemento Pacasmayo Extraforte

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

$$Y = A + BX$$

$$Y = 29584.03333 - 363.2606061 * 12$$

Pronóstico mes diciembre

$$Y = 24778.17$$

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	28774.03333	1919.832037	14.98778684	3.87784E-07	24346.89272	33201.17395	24346.89272	33201.17395
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.174046865	0.27413996	-1076.758921	350.2377087	-1076.758921	350.2377087

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53 Regresión cuadrática de cemento Pacasmayo Extraforte

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.708094564
Coefficiente de determinación R ²	0.501397911
R ² ajustado	0.358940172
Error típico	2296.952021
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.3	18569504.6	3.51962563	0.08752645
Residuos	7	36931920.1	5275988.59		
Total	9	74070929.4			

$$Y = A + BX + CX^2$$

Pronóstico mes diciembre

$$Y = 33679.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = \mathbf{29683.75}$$

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	33679.6167	2701.56452	12.4667082	4.92E-06	27291.4317	40067.8017	27291.4317	40067.8017
Variable X1	-2816.05227	1128.28724	-2.49586468	0.04124103	-5484.02764	-148.076904	-5484.02764	-148.076904
Variable X2	222.981061	99.9620059	2.23065812	0.06091169	-13.3915228	459.353644	-13.3915228	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 Demanda de tubo de acero galvanizado 1. ½”

Mes	Mes (x ²)	Compras (kg)
1	1	28,756
2	4	28,786
3	9	27,685
4	16	22,899
5	25	25,176
6	36	26,379
7	49	19,607
8	64	23,874
9	81	26,756
10	100	26,756
11	121	22,899

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55 Regresión lineal de tubo de acero galvanizado 1. ½”

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.383372874
Coefficiente de determinación R ²	0.14697476
R ² ajustado	0.040346605
Error típico	2810.346338
Observaciones	10

Pronóstico mes diciembre

$$Y = A + BX$$

$$Y = 27665.03333 - 363.2606061 * 12$$

$$Y = 23669.16667$$

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	10886557.1	10886557.1	1.37838604	0.27413996
Residuos	8	63184372.3	7898046.54		
Total	9	74070929.4			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	27665.03333	1919.832037	14.4101321	5.2572E-07	23237.8927	32092.1739	23237.8927	32092.1739
Variable X1	-363.2606061	309.4089485	-1.17404687	0.27413996	-1076.75892	350.237709	-1076.75892	350.237709

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 Regresión cuadrática de tubo de acero galvanizado 1. ½”

Estadísticas de la regresión	Datos
Coefficiente de correlación múltiple	0.708094564
Coefficiente de determinación R ²	0.501397911
R ² ajustado	0.358940172
Error típico	2296.952021
Observaciones	10

Análisis de varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	37139009.3	18569504.6	3.51962563	0.08752645
Residuos	7	36931920.1	5275988.59		
Total	9	74070929.4			

Pronóstico mes
diciembre

$$Y = A + BX + CX^2$$

$$Y = 32570.6167 - 2816.05227 * 12 + 222.981061 * 12^2$$

$$Y = 28574.75$$

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	32570.6167	2701.56452	12.0562053	6.162E-06	26182.4317	38958.8017	26182.4317	38958.8017
Variable X1	-2816.05227	1128.28724	-2.49586468	0.04124103	-5484.02764	-148.076904	-5484.02764	-148.076904
Variable X2	222.981061	99.9620059	2.23065812	0.06091169	-13.3915228	459.353644	-13.3915228	459.353644

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Resumen de pronóstico

Material	Regresión	
	Lineal	Cuadrática
Cemento PACASMAYO MEJORADO	55369.17	60274.75
Cemento MOCHICA AZUL	52591.17	57496.75
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	32808.17	37713.75
Arena gruesa	27678.17	32583.75
Cemento PORTLAND TIPO 1	27678.17	30493.75
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	24778.17	29683.75
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	23669.17	28574.75

Material	Cuadrática	Peso Unt.	Cantidad
Cemento PACASMAYO MEJORADO	60274.75	42.5	1419.0
Cemento MOCHICA AZUL	57496.75	42.5	1353.0
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	37713.75	42.5	888.0
Arena gruesa	32583.75	1250	27.0
Cemento PORTLAND TIPO 1	30493.75	42.5	718.0
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	29683.75	42.5	699.0
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	28574.75	16.5	1732.0

Fuente: Elaboración propia.

4° Se procede a realizar el programa maestro de producción.

Tabla 58 Programa maestro de producción

Materiales	Dic. (kg)
Cemento PACASMAYO MEJORADO	60,274.75
Cemento MOCHICA AZUL	57,496.75
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	37,713.75
Arena gruesa	32,583.75
Cemento PORTLAND TIPO 1	30,493.75
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	29,683.75
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	28,574.75

Materiales	Kg	Cantidad
Cemento PACASMAYO MEJORADO	42.50	1,419
Cemento MOCHICA AZUL	42.50	1,353
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	42.50	888
Arena gruesa	1,250.00	27
Cemento PORTLAND TIPO 1	42.50	718
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	42.50	699
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	16.50	1,732

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59 Niveles de inventario y políticas de seguridad

SKU	Stock	Stock Seguridad
Cemento PACASMAYO MEJORADO	180	0
Cemento MOCHICA AZUL	120	0
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	100	0
Arena gruesa	6	0
Cemento PORTLAND TIPO 1	70	0
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	40	0
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	90	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60 Programa de despachos

SKU	1	2	3	4	Total
Cemento PACASMAYO MEJORADO	400	320	420	280	1420
Cemento MOCHICA AZUL	320	270	350	255	1195
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	200	195	218	250	863
Arena gruesa	13		8		21
Cemento PORTLAND TIPO 1	175	128	188	165	656
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE		300		350	650
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	460		500		960
Total kg	70,378	51,553	68,230	55,250	245,410

Cuánto	Comprar material			Cantidad a comprar
	Demanda (Und)	Stock seguridad (Und)	Stock (Und)	
Materiales				
Cemento PACASMAYO MEJORADO	1,420	0	180	1,240
Cemento MOCHICA AZUL	1,195	0	120	1,075
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	863	0	100	763
Arena gruesa	21	0	6	15
Cemento PORTLAND TIPO 1	656	0	70	586
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	650	0	40	610
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	960	0	90	870

Cuándo	Programa mensual por material					
	SKU	1	2	3	4	Total
Cemento PACASMAYO MEJORADO		310	310	310	310	1,240
Cemento MOCHICA AZUL		269	269	269	269	1,075
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE		191	191	191	191	763
Arena gruesa		4	4	4	4	15
Cemento PORTLAND TIPO 1		147	147	147	147	586
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE		153	153	153	153	610
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"		218	218	218	218	870
Total kg		53,688	53,688	53,688	53,688	214,750

Inventario final (comprobación)			
1	2	3	4
90	80	-30	0
69	68	-14	0
91	87	59	0
-3	1	-4	0
42	60	19	0
193	45	198	0
-153	65	-218	0

Cuándo	Programa mensual por material				
SKU	1	2	3	4	Total
Cemento PACASMAYO MEJORADO	310	310	340	280	1,240
Cemento MOCHICA AZUL	269	269	283	255	1,075
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	191	191	191	191	763
Arena gruesa	7	4	5	0	15
Cemento PORTLAND TIPO 1	147	147	147	147	586
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	153	153	153	153	610
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	370	283	218	0	870
Total kg	59,954	54,760	56,808	43,229	214,750

Inventario final (comprobación)			
1	2	3	4
90	80	0	0
69	68	0	0
91	87	59	0
0	4	0	0
42	60	19	0
193	45	198	0
0	283	0	0

Cuándo	Programa mensual por material				
SKU	1	2	3	4	Total
Cemento PACASMAYO MEJORADO	310	310	340	280	1,240
Cemento MOCHICA AZUL	269	269	283	255	1,075
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	191	191	191	191	763
Arena gruesa	7	4	5	0	15
Cemento PORTLAND TIPO 1	147	147	147	147	586
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	153	153	153	153	610
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	370	283	218	0	870
Total kg	59,954	54,760	56,808	43,229	214,750

Inventario final (comprobación)			
1	2	3	4
90	80	0	0
69	68	0	0
91	87	59	0
0	4	0	0
42	60	19	0
193	45	198	0
0	283	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61 Inventario de materiales

Material	Tipo	Nivel	Unidad	Stock	Tamaño lote	Lead time	Entradas previstas			
							Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Cemento PACASMAYO MEJORADO	MAT	1	bolsa	0	LFL	1	75			
Cemento MOCHICA AZUL	MAT	1	bolsa	0	LFL	1	55			
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	MAT	1	bolsa	0	LFL	1	30			
Arena gruesa	MAT	1	m3	0	LFL	2	4			
Cemento PORTLAND TIPO 1	MAT	1	bolsa	0	LFL	1				
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	MAT	2	bolsa	0	LFL	1	28			
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	MAT	2	varilla	0	LFL	2		100		

Fuente: Elaboración propia.

5° Se procede a realizar el plan de requerimientos de materiales.

Tabla 62 Plan de requerimientos de materiales cemento Pacasmayo mejorado

Periodo	Stock Inicial				Tamaño de lote				Lead Time			
	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Necesidades brutas		310	310	340	280							
Entradas previstas		75	0	0	0							
Inventario inicial	0	0	0	0	0							
Necesidades netas		235	310	340	280							
Pedidos planeados		235	310	340	280							
Lanzamiento de órdenes	235	310	340	280	0							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63 Plan de requerimientos de materiales cemento Mochica azul

	Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
	0	LFL	1

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		269	269	283	255
Entradas previstas		55	0	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		214	269	283	255
Pedidos planeados		214	269	283	255
Lanzamiento de órdenes	214	269	283	255	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64 Plan de requerimientos de materiales cemento Pacasmayo anti salitre

	Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
	0	LFL	1

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		191	191	191	191
Entradas previstas		30	0	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		161	191	191	191
Pedidos planeados		161	191	191	191
Lanzamiento de órdenes	161	191	191	191	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65 Plan de requerimientos de materiales de arena gruesa

	Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
	0	LFL	2

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		7	4	5	0
Entradas previstas		4	0	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		3	4	5	0
Pedidos planeados		3	4	5	0
Lanzamiento de órdenes	4	5	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66 Plan de requerimientos de materiales de cemento Portland tipo 1

	Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
	0	LFL	1

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		147	147	147	147
Entradas previstas		0	0	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		147	147	147	147
Pedidos planeados		147	147	147	147
Lanzamiento de órdenes	147	147	147	147	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67 Plan de requerimientos de materiales de cemento Pacasmayo Extraforte

		Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
		0	LFL	1

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		153	153	153	153
Entradas previstas		28	0	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		125	153	153	153
Pedidos planeados		125	153	153	153
Lanzamiento de órdenes	125	153	153	153	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68 Plan de requerimientos de materiales de tubo de acero galvanizado tipo ISO 1. ½”

		Stock Inicial	Tamaño de lote	Lead Time
		0	LFL	2

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades brutas		370	283	218	0
Entradas previstas		0	100	0	0
Inventario inicial	0	0	0	0	0
Necesidades netas		370	183	218	0
Pedidos planeados		370	183	218	0
Lanzamiento de órdenes	183	218	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

6° Finalmente, se realizan las órdenes de aprovisionamiento para realizar la propuesta.

Tabla 69 Órdenes de aprovisionamiento

Programa de producción	Semana			
	1	2	3	4
Cemento PACASMAYO MEJORADO	310	340	280	0
Cemento MOCHICA AZUL	269	283	255	0
Cemento PACASMAYO ANTISALITRE	191	191	191	0
Arena gruesa	5	0	0	0
Cemento PORTLAND TIPO 1	147	147	147	0
Cemento PACASMAYO EXTRAFORTE	153	153	153	0
Tubo de acero galv. Standard ISO 1. ½"	218	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.3.3. CR6: Falta de programa de control de orden y limpieza.

a. Metodología 5's

Para desarrollar cualquier investigación se debe precisar que es la metodología 5S y cuáles son las fases que seguirán.

Metodología 5's

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

1) Seiri (Clasificar)

Consiste en clasificar todo lo que se encuentra en el área con dos criterios lo necesario y lo innecesario y eliminar esto último. Su ejecución se basa en identificar si los elementos están de más y pueden ser útiles en otra área, si es obsoleto y se deben descartar y si está dañado y es necesario repararlo.

2) Seiton (Orden)

Consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario y para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Además, utilizar la identificación visual, de

tal manera que permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.

3) Seiso (Limpieza)

Es integrar la limpieza como parte del trabajo, asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario. Asimismo, eliminar la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza; también las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

4) Seiketsu (Estandarización)

En esta fase se debe mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo. También, instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.

Después, utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas. Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden.

5) Shitsuke (Disciplina)

En esta última fase se establecerá una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros

alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.

Así como también, el de promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología y la filosofía de que todo puede hacerse mejor. Por ello, es mejor aprender haciendo, enseñar con el ejemplo y hacer visibles los resultados.

Implementación de la Metodología 5's en la empresa constructora

Para poder iniciar con la propuesta de implementación de la metodología 5S, primero se deberá presentar la iniciativa a la Gerencia General de la empresa constructora y ellos decidirán si aceptan la propuesta. De todas maneras, se realizará una prueba piloto en este estudio para luego poder solicitar cualquier apoyo y recursos necesarios para difundir todo el sistema a toda la empresa.

En primera instancia, se tuvo que recabar información de lo que es el método 5S, así como la instrucción y capacitación personal del tema.

PLAN DE CAPACITACIÓN DE IMPORTANCIA DE METODOLOGÍA 5'S

PRESENTACIÓN

Este plan de capacitación para el área de logística, nace como una propuesta para contribuir con el desarrollo de la metodología 5'S. A través de esta actividad se orienta hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes de los colaboradores de la empresa constructora.

La capacitación es un medio que se utiliza para apalancar el desempeño en el trabajo. Es el proceso mediante el cual se prepara a la persona para que desempeñe con excelencia las tareas específicas impuestas por la empresa. Es un medio que desarrolla las competencias de las personas para que puedan ser más productivas, creativas e innovadoras dentro la organización.

Es importante para el cambio permanente en un individuo y que mejora su capacidad para desempeñar su trabajo. Implica un cambio de habilidades, de conocimientos, de actitudes o de comportamiento.

De esta manera, es necesario decir que este plan se dará únicamente a los trabajadores del área de logística de la empresa, con la exposición de temas asociados a la metodología 5'S y la importancia de su implementación.

Finalmente, se propondrá un plan anual de capacitaciones enfocadas en la importancia del desarrollo de la metodología 5'S y de esta manera encarrilar al personal de forma positiva.

I. ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Es una empresa constructora peruana que brinda servicios de ingeniería, construcción, infraestructura y servicios mineros con presencia a nivel nacional.

II. ALCANCE

El presente plan de capacitación es de aplicación para el personal que trabaja en el área de logística de la empresa constructora.

III. RESPONSABLES

Gerencia: Brindar todos los recursos y el financiamiento necesario para la implementación de esta metodología.

Jefe de Logística: Encargado de transmitir e inspeccionar las actividades de la metodología 5'S al personal de logística.

IV. FINES DEL PLAN DE CAPACITACIÓN

Siendo su propósito general impulsar la importancia de la implementación de la metodología 5'S en la organización, la capacitación se lleva a cabo para contribuir a:

- Elevar el nivel de rendimiento de los colaboradores y, con ello, al incremento de la productividad y rendimiento de la empresa.
- Mejorar la interacción entre los colaboradores y, con ello, a elevar el interés por el conservar en condiciones saludables las instalaciones del área de trabajo

- Sensibilizar y/o motivar a los colaboradores a aplicar los criterios, el sentido común y tiempo prudente para lograr un hábito.

V. OBJETIVOS DEL PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1 Objetivo General

Preparar al personal para tomar conciencia del orden y la limpieza no solo en el área de trabajo, sino también en sus hogares.

4.2 Objetivos Específicos

- Proporcionar orientación e información relativa a las etapas de la metodología 5'S.
- Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos para el desempeño de puestos específicos.
- Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo y a su vez contribuir a crear un clima de trabajo satisfactorio.

VI. METAS

Capacitar al 100% de gerentes, jefe y los colaboradores del área de logística de la empresa constructora.

VII. ESTRATEGIAS

- Conferencia
- Cuestionarios
- Ejercicios grupales

VIII. CONTENIDO

Módulo 1: Introducción a la metodología 5's y primera fase: Seiri

- Introducción de la historia de la metodología 5's
- Objetivos organizacionales enfocados en la implementación de la metodología.
- Definición e importancia de la primera fase: Seiri – Clasificar.

Módulo 2: Segunda fase: Seiton

- Definición e importancia de la segunda fase: Seiton – Ordenar.
- Criterios para la implementación: Localización e identificación.

Módulo 3: Tercera fase: Seiso

- Definición e importancia de la tercera fase: Seiso – Limpieza.
- Como implantar la limpieza en la organización.

Módulo 4: Cuarta fase: Seiketsu

- Definición e importancia de la cuarta fase: Seiketsu – Estandarización.
- Como implantar y determinar las responsabilidades de las actividades.

Módulo 5: Quinta fase: Shitsuke

- Definición e importancia de la quinta fase: Shitsuke – Disciplina.
- Como lograr la implementación de la quinta S.

Al finalizar la capacitación se entregará una encuesta a los colaboradores que participaron de ella (**Ver anexo n° 7**).

X.RECURSOS

- Elemento humano: Estará conformado por los trabajadores del área de logística y el ponente especializado en la metodología.

- Elemento material

Infraestructura: Las capacitaciones se desarrollarán en el salón de reuniones de la empresa.

Documentos: encuesta, material informativo, certificado, material didáctico, etc.

Mobiliario: Conformado por las sillas y mesas de trabajo, pizarra, proyector, plumones, equipo multimedia y aire acondicionado.

XI.PRESUPUESTO

Tabla 71 Presupuesto de capacitación

Presupuesto para capacitación			
Cantidad	Descripción	Costo Unt. (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Ponente especializado (5 módulos)	S/. 600.00	S/. 600.00
1	Impresora	S/. 320.00	S/. 320.00
2	Pizarra Acrílica	S/. 52.00	S/. 104.00
1	Juego de útiles de oficina	S/. 120.00	S/. 120.00
1	Temporizador	S/. 30.00	S/. 30.00
5	Archivadores	S/. 38.50	S/. 192.50
TOTAL (S/.)			S/. 1,366.50

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realizó la observación de área de trabajo de la empresa para poder conocer a fondo todos los detalles y realizar una lluvia de ideas. Las 5'S se describen a continuación:

1) Seiri (Clasificar)

Para hacer la clasificación de los objetos del área de logística, se tiene que realizar un reconocimiento de todos los documentos archivados y por archivar, que estén sueltos o por reparar. Después, se elabora una lista con los documentos (facturas, guías de remisión y transportista, detracciones, etc.) identificados en la oficina.

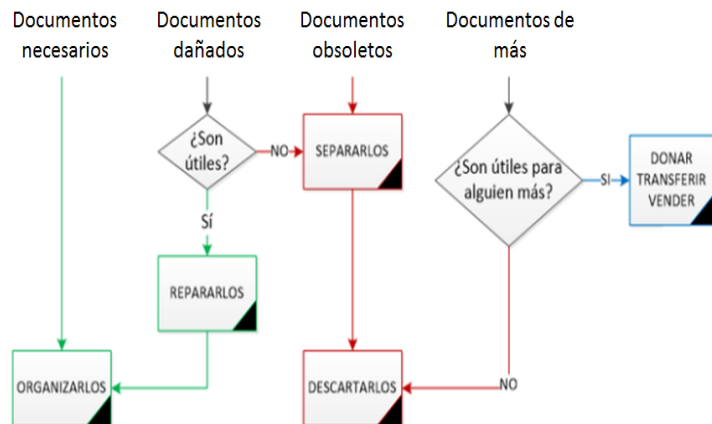


Figura 7 Flujo grama para clasificar documentos

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, a través de tres simples preguntas quedarán clasificados en necesarios, descartados y transferidos. Las preguntas clave para lograrlo son las

siguientes y estarán de acuerdo a los documentos encontrados en la oficina de logística:

- a. ¿El documento sirve como ayuda para la logística de la empresa?
- b. Si no sirve para logística. ¿Sirve para otra área?
- c. Si no sirve en otra área. ¿Se desecha?

Tabla 72 Documentos en el área de Logística

Documentos en área de logística			
Documento	¿El documento sirve como ayuda para la logística de la empresa?	Si no sirve para logística. ¿Sirve para otra área?	Si no sirve en otra área. ¿Se desecha?
Guía de Remisión anuladas	SI	-	-
Guía de Transportista de Julio	SI	-	-
Detracciones sin llenar	NO	SI	-
Facturas maltratada	NO	SI	-
Orden de Compra de Setiembre	NO	NO	SI
Requerimiento del 2018	NO	NO	SI
Factura de tanqueo de volquete	NO	SI	-
Expedientes inconclusos	NO	SI	-
Archivadores rotos	NO	NO	SI
Contratos de alquiler de máquinas (Mayo)	NO	SI	-
Currículo VITAE del 2019	NO	NO	SI
Expedientes de Valoraciones de obras culminadas	NO	SI	-
Guías discontinuadas	NO	NO	SI
Solicitudes de corrección de detracción de Octubre	NO	SI	-
Guías de Remisión Octubre	SI	-	-
Requerimiento de Octubre	SI	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Una vez hecho el cuadro, con autorización de la Gerencia, se procedería a desecharlos para mantener un almacén libre de elementos innecesarios. Para el caso de los documentos desechados se hará uso de la tarjeta roja (**Ver anexo n° 8**). Cabe resaltar que todo lo que se desecha debe documentarse (**Ver anexo n° 9**).

2) Seiton (Orden)

Para implementar el orden, después de haberse clasificado y deshecho de los documentos inservibles para empresa. Con los documentos que son necesarios para el área se tomará en cuenta dar valor al modo de poder ubicar e identificarlas.

En esta etapa se buscará señalar los archivadores, para evitar las pérdidas de tiempo al momento de buscar ciertos documentos. Asimismo, se elaboró una tabla con los criterios de frecuencia de uso y de donde ubicarlos con la relación de materiales usada anteriormente.

Tabla 73 Frecuencias y disposiciones de uso

Frecuencia de uso	Disposición
Lo utiliza en todo momento	Téngalo a la mano
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	Téngalo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	

Lo utiliza una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colóquelo en el estante, perfectamente localizable.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74 Asignación de documentos según frecuencia y/o disposición

Documentos en Área de Logística		
Documento	Frecuencia de Uso	Disposición
Guía de Remisión anuladas	Una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Guía de Transportista de Julio	En todo momento	Tener a la mano
Hojas usadas	Todas las semanas	Téngalo sobre la mesa de trabajo
Guías de Remisión Noviembre	En todo momento	Tener a la mano
Requerimiento de Noviembre	Varias veces al día	Cerca de la persona

Fuente: Elaboración propia.

3) Seiso (Limpieza)

Una vez que se ha realizado Seiri y Seiton, se aplicará la Limpieza al área de trabajo de la empresa, en la cual se llegaron a identificar y a resolver las fuentes de suciedad que la afectaban. Asimismo, se tomarán acciones para garantizar que la suciedad se reduzca como, el hecho de limpiar el almacén por lo menos 2 veces por semana, mantener todas las ventanas del área cerradas.

Por otro lado, se podrían desarrollar etapas, las cuales ayudarán a fortalecer el hábito de limpieza,

manteniendo con esto el almacén en óptimas condiciones.

En una primera etapa se darán charlas acerca la importancia de la higiene personal y que el área de trabajo debe siempre en óptimas condiciones. Luego de esto se procede a realizar la limpieza del área, en donde se removerá el polvo de los archivadores con un trapo.

Además, se realizaría una dinámica para poder encontrar las mayores fuentes de suciedad del área. También se dio a conocer que el personal de limpieza solo hace limpieza los días domingo debido a que ese día no es laborable para nadie del personal, entonces ahí realiza una limpieza general.

Una vez que el personal estuviese habituado a los hábitos de limpieza, se hará conocer a los trabajadores que las herramientas y materiales durarán más si se los tienen en óptimas condiciones.

4) Seiketsu (Estandarización)

Se buscará preservar los niveles de organización, orden y limpieza alcanzados mediante la estandarización de las tareas y procedimiento establecidos. Para poder mantener un mejor control, se necesitará que se adquieran basurero y señalización para los archivadores.



Figura 8 Área de logística en la actualidad

Fuente: Elaboración propia.

Todo lo anterior, ayudará a que se pueda guardar cada uno de los documentos, en donde se agruparan por tipo, frecuencia de uso, identificando cada una de ellas con un color de archivador correspondiente.



Figura 9 Área de logística propuesto

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se informará de estos estándares propuestos al jefe de logística encargado de mantener archivado todos documentos en óptimas condiciones y se dará seguimiento al programa de estandarización, mediante reuniones semanales para conocer las mejoras de la aplicación.

5) Shitsuke (Disciplina)

Se pretende fomentar la autodisciplina para que constantemente lo vengán practicando. De lo anterior, se entiende que, si se practica con constancia, se habrá adquirido el hábito de hacer todas las actividades propuestas y se mantendrá una disciplina.

El objetivo de Shitsuke es que los trabajadores del área de logística de la empresa constructora, adopten la metodología 5'S como una forma de reducir los costos en desperdicio del tiempo, no solo en el trabajo, si no en la vida personal de igual forma.

Todo lo anterior explicado, se logrará solo si se estimula y concientiza al personal en cumplir con las políticas, reglas y normas establecidas. Además, para poder realizar la aplicación de las 5S se deberá implementar diversos procedimientos y formatos.

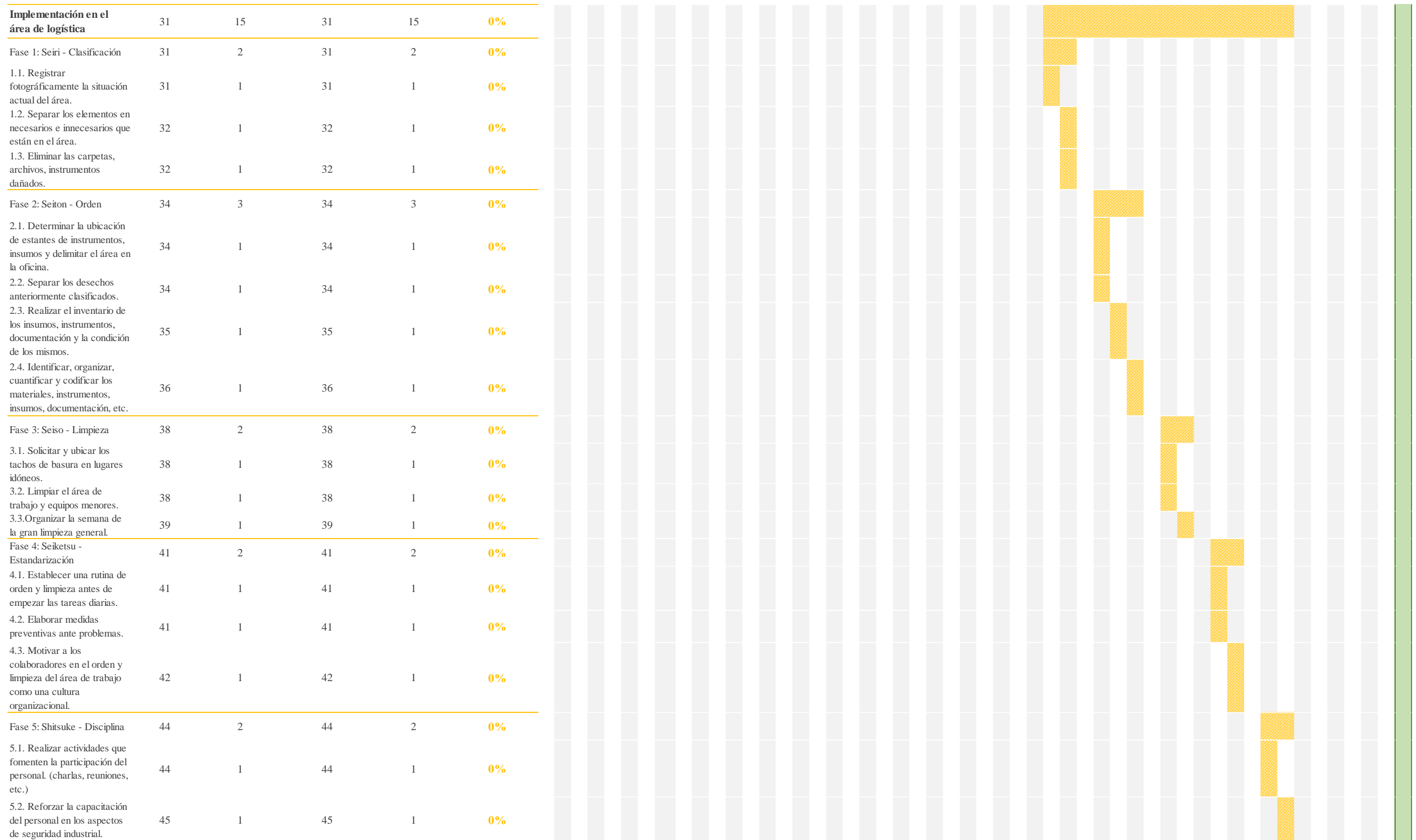


Figura 10 Diagrama de Gantt de la capacitación e implementación de la metodología 5'S

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4. Evaluación Económica Financiera

2.3.4.1. Inversión de la Propuesta

Para poder proponer las mejoras de cada Causa Raíz, se elaboró un presupuesto, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina y personal de apoyo para que todo funcione correctamente. En las tablas siguientes se detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces.

A. Inversión para la propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 75 Contratación de Mano de Obra

Contratación		Remuneración (S./mes)	
1	Practicante Pre-profesional de Ing. Industrial	S/.	930.00
1	Técnico especialista	S/.	1,450.00
Total (S./mes)		S/.	2,380.00
Total (S./año)		S/.	28,560.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76 Inversión en los implementos de mantenimiento preventivo

Cantidad	Descripción	Costo Unt (S/.)	Costo Total (S/.)
1	Viscosímetro	S/.	350.00
2	Aceite de Motor (cil)	S/.	1,059.50
2	Aceite Hidráulico (cil)	S/.	1,371.70
3	Aceite de transmisión (cil)	S/.	1,877.94
4	Filtro de aire	S/.	220.00
6	Filtro de combustible	S/.	502.50
6	Filtro de aire	S/.	420.00
TOTAL (S/.)			S/.
			5,801.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77 Depreciación de los implementos para mantenimiento preventivo

Vida Útil (AÑOS)	Depreciación (S/.)
2	S/. 14.58
1	S/. 88.29
1	S/. 114.31
1	S/. 156.50
1	S/. 18.33
1	S/. 41.88
1	S/. 35.00
Total (mes)	S/. 468.89
Total (año)	S/. 5,626.64

Fuente: Elaboración propia.

Reinversión de materiales y/o repuestos para mantenimiento preventivo

Reinversión (1 año) = S/. 5,451.64

Reinversión (2 años) = S/. 350.00

Costo total propuesta de mejora CR1 = S/. 5,801.64

B. Inversión para la propuesta de un MRP.

Tabla 78 Inversión en los implementos de la propuesta del MRP

Cantidad	Descripción	Costo Unt (S/.)	Costo Total (S/.)
50	Impresiones en órdenes de aprovisionamiento	S/. 0.30	S/. 15.00
TOTAL (S/.)			S/. 15.00

Fuente: Elaboración propia.

Otros costos de la propuesta de un MRP

Costo de consultoría = S/. 3,450.00

Costo de software = S/. 3,550.00

Costo total propuesta de mejora CR3 – CR4 = S/. 7,015.00

C. Inversión para la propuesta de la metodología 5S.

Tabla 79 Inversión en los implemento de la propuesta de la metodología 5S

Cantidad	Descripción	Costo Unt (S/.)	Costo Total (S/.)
90	Impresiones de códigos de materiales e insumos	S/. 0.20	S/. 18.00
30	Cartulina Bristol A-4 Blanca Plus (Pack x 10)	S/. 1.40	S/. 42.00
2	Cinta para plastificado	S/. 5.90	S/. 11.80
1	Patas de estante metálico 2m	S/. 24.00	S/. 24.00
4	Estante metálico 1.5m	S/. 60.00	S/. 240.00
1	HUDE Escoba de PVC	S/. 13.90	S/. 13.90
2	Escoba baja	S/. 29.90	S/. 59.80
2	Recogedor metal	S/. 19.90	S/. 39.80
1	Papelero metalizado 5L	S/. 24.90	S/. 24.90
3	Tacho de plástico 140L	S/. 69.90	S/. 209.70
1	Trapo industrial x5 kg	S/. 26.90	S/. 26.90
TOTAL (S/.)			S/. 710.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80 Depreciación de los implementos para las 5S

Vida Útil (años)	Depreciación (S/.)
5	S/. 0.40
5	S/. 4.00
2	S/. 0.58
3	S/. 1.66
3	S/. 1.11
3	S/. 0.69
3	S/. 5.83
3	S/. 8.89
5	S/. 1.73
Total (mes)	S/. 24.88
Total (año)	S/. 298.62

Fuente: Elaboración propia.

Costo de capacitación (Ver Tabla n°71) = S/. 1,366.50

Reinversión de los implementos para las 5S

Reinversión (2 año) = S/. 13.90

Reinversión (3 años) = S/. 654.20

Reinversión (5 años) = S/. 368.00

Costo total propuesta de mejora CR6 = S/. 2,077.30

2.3.4.2. Beneficio de la Propuesta

En las siguientes tablas se detalla los beneficios de las herramientas de mejora comprendidas por el Plan de Mantenimiento Preventivo, MRP y Metodología 5'S que ascienden a un monto total de S/. 156,480.97 soles de forma anual.

A. Beneficio de la propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 81 Beneficio mensual de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo

N° Causa Raíz	Causa Raíz	Perdida actual	Perdida con mejora	Beneficio	Herramienta
CR1	Falta de planificación de compra de materiales	S/.19,732.53	S/.10,863.64	S/.8,868.88	Plan de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia.

B. Beneficio de la propuesta de un MRP.

Tabla 82 Beneficio mensual de la propuesta del MRP

N° Causa Raíz	Causa Raíz	Perdida actual	Perdida con mejora	Beneficio	Herramienta
CR3	Falta de planificación de compra de materiales	S/. 2,391.10	S/. 999.54	S/. 1,391.56	Planificación de los requerimientos de materiales (MRP)

CR4	Ausencia de programación de compras por obra	S/.2,557.45	S/.	0.00	S/.2,557.45
------------	---	--------------------	------------	-------------	--------------------

Fuente: Elaboración propia

C. Beneficio de la propuesta de la metodología 5S.

Tabla 83 Beneficio de la propuesta de la metodología 5S

N° Causa Raíz	Causa Raíz	Perdida actual	Perdida con mejora	Beneficio	Herramienta
CR6	Falta de programa de limpieza y orden	S/. 311.11	S/. 88.92	S/. 156.00	Metodología 5S

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4.3. Evaluación Económica

A continuación, se desarrolla el flujo de caja (inversión, egresos vs ingresos) proyectado a 05 años de la propuesta de implementación. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo año se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta.

Inversión total = S/. 14,893.94

Costo oportunidad (COK) = 20%

Tabla 84 Estado de resultados y flujo de caja

ESTADO DE RESULTADOS						
AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 78,240.48	S/. 79,022.89	S/. 79,813.12	S/. 80,611.25	S/. 81,417.36
Costos operativos		S/. 50,760.00	S/. 50,760.00	S/. 50,760.00	S/. 53,298.00	S/. 53,298.00
Depreciación activos		S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26
GAV		S/. 5,076.00	S/. 5,076.00	S/. 5,076.00	S/. 5,329.80	S/. 5,329.80
Utilidad antes de impuestos		S/. 16,479.23	S/. 17,261.63	S/. 18,051.86	S/. 16,058.19	S/. 16,864.30
Impuestos (29.5%)		S/. 4,861.37	S/. 5,092.18	S/. 5,325.30	S/. 4,737.17	S/. 4,974.97
Utilidad después de impuestos		S/. 11,617.85	S/. 12,169.45	S/. 12,726.56	S/. 11,321.02	S/. 11,889.33

FLUJO DE CAJA						
AÑO	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/. 11,617.85	S/. 12,169.45	S/. 12,726.56	S/. 11,321.02	S/. 11,889.33
Depreciación		S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26	S/. 5,925.26
Inversión	S/. -14,893.94	S/. 5,451.64	S/. 5,815.54	S/. 6,105.84	S/. 5,815.54	S/. 5,819.64
	S/. -14,893.94		S/. 12,279.17	S/. 12,545.98	S/. 11,430.74	S/. 11,994.95

Fuente: Elaboración propia.

Para poder determinar la rentabilidad de la propuesta, se ha realizado la evaluación a través de indicadores económicos: VAN, TIR, PRI y B/C. Se ha seleccionado una tasa de interés de 20% anual para los respectivos cálculos, determinado lo siguiente:

Tabla 85 Indicadores Económicos (VAN, TIR, PRC y B/C)

AÑO	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto de Efectivo	S/. -14,893.94	S/. 12,091.47	S/. 12,279.17	S/. 12,545.98	S/. 11,430.74	S/. 11,994.95
VAN	S/.	21,302.90				
TIR		76.85%				
PRI	2.1	años				

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 78,240.48	S/. 79,022.89	S/. 79,813.12	S/. 80,611.25	S/. 81,417.36
Egresos		S/. 60,697.37	S/. 60,928.18	S/. 61,161.30	S/. 63,364.97	S/. 63,602.77
VAN Ingresos	S/.	237,860.39				
VAN Egresos	S/.	184,405.13				
B/C	1.29					

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior nos explica que se obtiene una ganancia al día de hoy con valor neto actual de S/. 21,302.90 una tasa interna de retorno de 76.85% (ampliamente superior a la de 20%), así mismo de acuerdo al PRI se obtendrá ganancias después de aproximadamente 2.1 años.

Además, nos muestra que el valor del B/C es de 1.29 lo cual es dividido los VAN ingresos sobre los VAN egresos, que nos quiere decir que la empresa constructora por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de 0.29 centavos con las propuestas.

CAPÍTULO II. RESULTADOS

CAPÍTULO III. RESULTADOS

El siguiente cuadro resume los costos perdidos por las causas raíces determinadas:

Tabla 86 Costos perdidos anuales

Ítem	Causa Raíz	Indicador	Costo Perdido Mensual	Costo Perdido Anual
CR1	No se realiza mantenimiento preventivo	Costo de paradas no planificadas de máquinas	S/. 19,732.53	S/. 236,790.30
CR3	Falta de planificación de compra de materiales	Costo por insumos no utilizados	S/. 2,391.10	S/. 28,693.20
CR4	Ausencia de programación de compras por obra	Costo de compras urgentes	S/. 2,557.45	S/. 30,689.28
CR6	Falta de programa de control orden y limpieza	Costo de horas - hombre innecesarias	S/. 311.11	S/. 3,733.33
Total			S/. 24,992.18	S/. 299,906.11

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se logra observar los costos anuales perdidos por causa raíz:

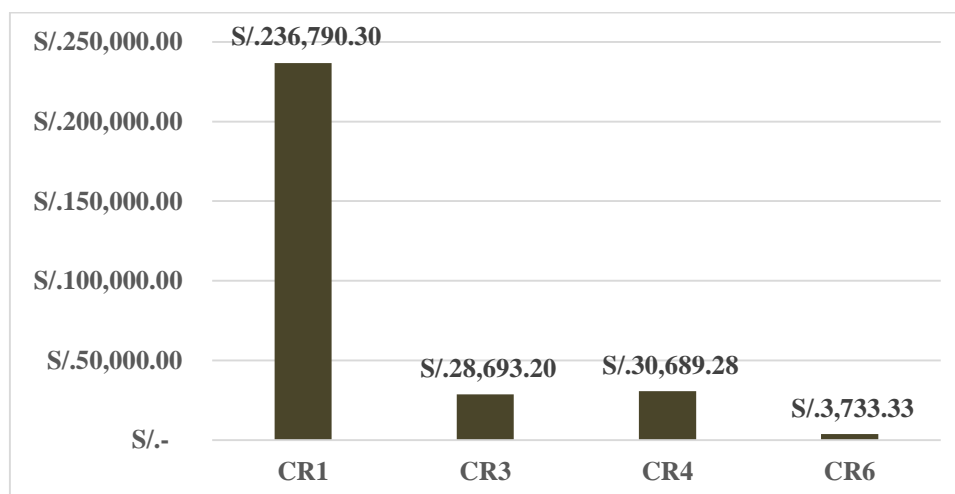


Figura 11 Costos perdidos anualmente

Fuente: Elaboración propia.

Además, se determinó cual es la participación porcentual de los costos en los que incurre el área de logística y mantenimiento.

Tabla 87 Contribución de los costos perdidos anuales

Ítem	Costo anuales perdidos	% de Costos perdidos
CR1	S/. 236,790.30	78.95%
CR3	S/. 28,693.20	9.57%
CR4	S/. 30,689.28	10.23%
CR6	S/. 3,733.33	1.24%
Total	S/. 299,906.11	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Para ello, en el siguiente gráfico se puede observar detalladamente cual es la repartición de los costos perdidos por cada causa raíz.

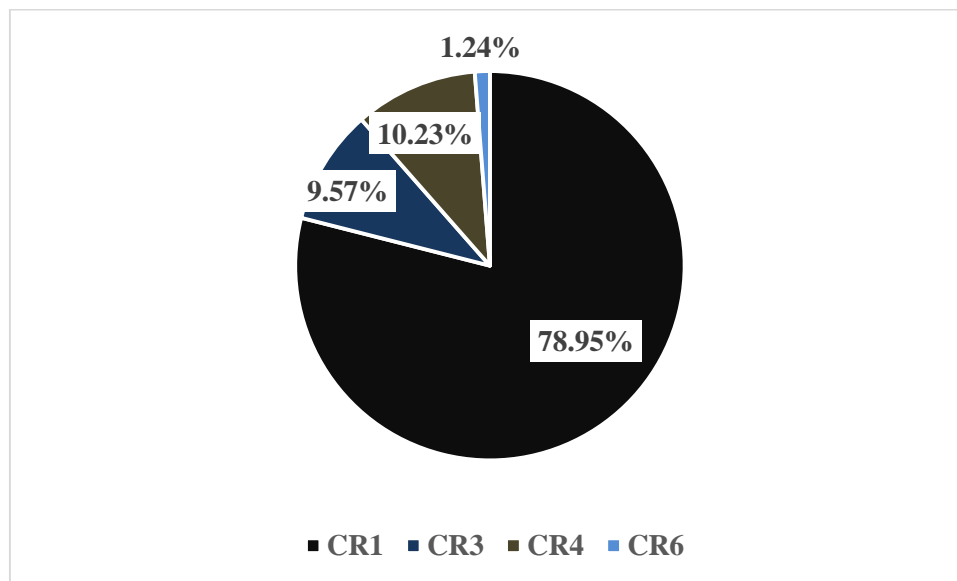


Figura 12 Contribución de los costos perdidos anuales

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el área de logística y mantenimiento involucrada en la propuesta de mejora tiene un costo perdido actual que se detalla en la Tabla N°88, anexo a continuación. En el mismo se encuentra el costo perdido meta y el beneficio anual, que implica la inversión realizada en las áreas respectivas.

Tabla 88 Resumen de costos perdidos actuales y beneficio de las propuestas

Causas raíces	Costo perdido actual		Costo perdido meta		Beneficio	
CR1	S/.	236,790.30	S/.	130,363.70	S/.	106,426.61
CR3	S/.	28,693.20	S/.	11,994.48	S/.	16,698.72
CR4	S/.	30,689.28	S/.	0.00	S/.	30,689.28
CR6	S/.	3,733.33	S/.	1,067.09	S/.	2,666.24
Total (S/.)	S/.	299,906.11	S/.	143,425.27	S/.	156,480.85

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta una gráfica comparativa de costos perdidos antes y después de la propuesta de implementación de las herramientas de MRP, plan de mantenimiento preventivo y la metodología 5s.

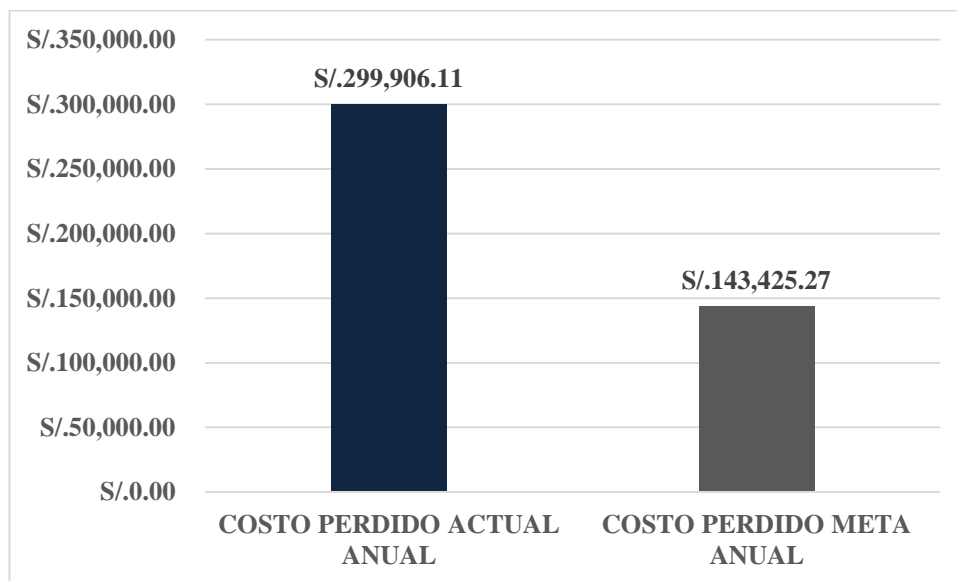


Figura 13 Comparativo de costos anuales actuales vs. Propuestas

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- Plan de mantenimiento preventivo

Se puede observar en el gráfico siguiente el valor actual y meta de la causa raíz uno (No se realiza mantenimiento preventivo). El valor meta se alcanza al realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

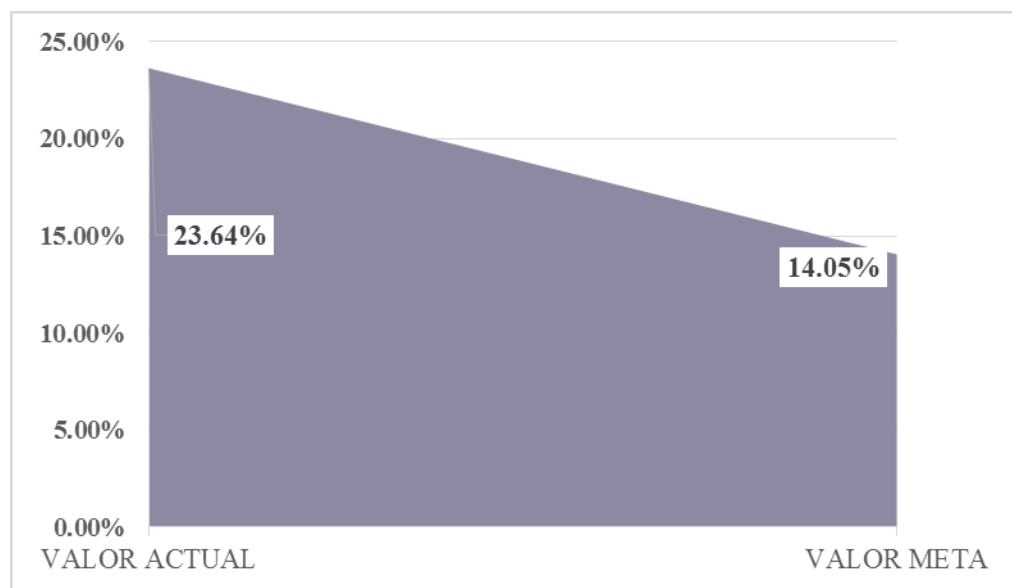


Figura 14 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR1

Fuente: Elaboración propia.

Los valores hacen referencia al porcentaje de tiempo de averías de máquinas, ya que estas fallas no se encuentran en un programa de planificación. Mientras que Villegas (2016) nos dice que el porcentaje de paradas no planificadas de máquinas pasó de 31.73% a 25.73%, esto representa una reducción del 18.90% comparado al 40.57% de esta investigación.

La aplicación de la herramienta permite que las averías que se presentan intempestivamente se reduzcan y de esta manera se pueda trabajar eficientemente. Asimismo, esto ayudara a que se reduzcan los tiempos de máquina parada.

Tabla 89 Costo actual y mejorado desarrollando plan de mantenimiento preventivo

Causas raíces	Costo perdido actual	Costo perdido meta
Plan de Mantenimiento Preventivo	S/. 236,790.30	S/. 130,363.70

Fuente: Elaboración propia.

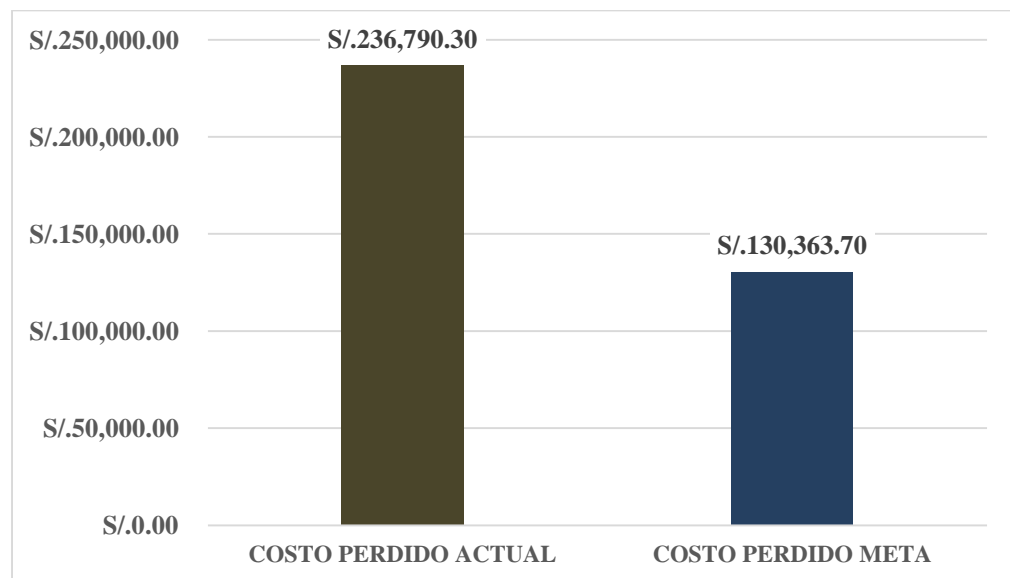


Figura 15 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CRI

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, con el gráfico anterior se observa la pérdida actual de S/. 236,790.30 y con implementación de la herramienta se reduce a S/. 130,363.70, lo cual representa un ahorro del 44.95% para la empresa. Por otro lado, Tuesta (2014) expone que las perdidas actuales pasaron de S/. 224,718.74 a S/. 118,903.48 una disminución del 47.09%.

- Planificación de los requerimientos de materiales (MRP)

Se puede observar en el gráfico siguiente el valor actual y meta de la causa raíz tres (Falta de planificación de compra de materiales); y de la causa raíz cuatro (Ausencia de programación de compras por obra). El valor meta se alcanza al realizar la planificación de los requerimientos de materiales (MRP).

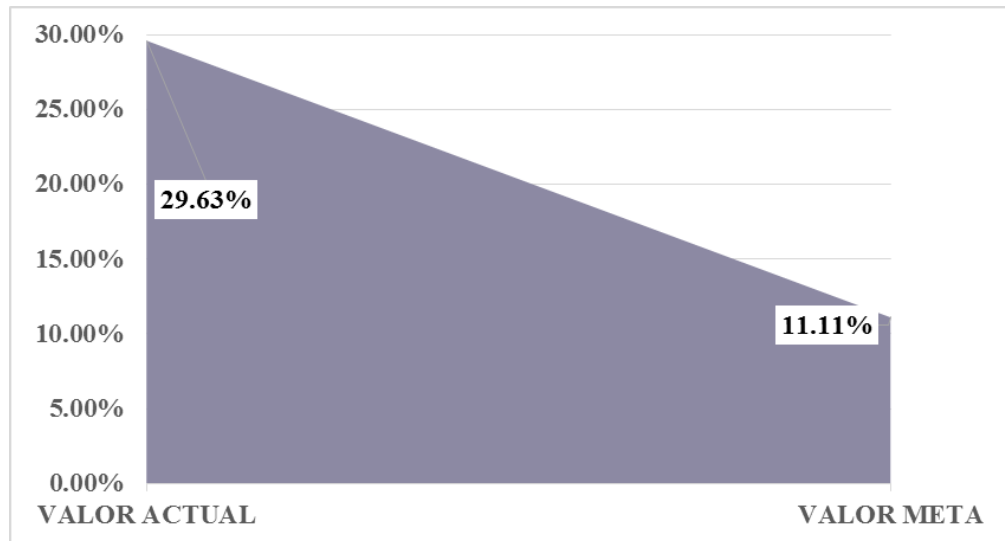


Figura 16 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR3

Fuente: Elaboración propia.

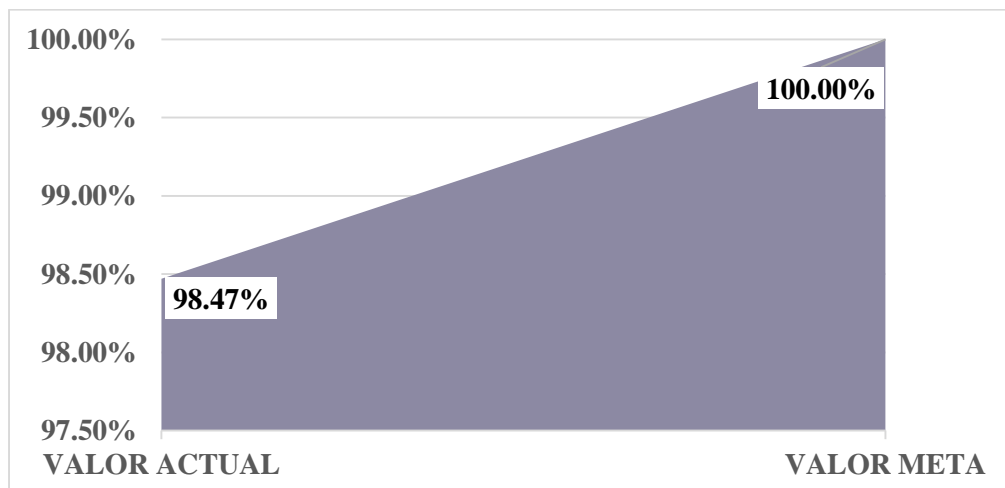


Figura 17 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR4

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de la figura N° 14 hace referencia al porcentaje de compras urgentes que se realizaron en una obra. Además, los valores de la figura N° 15 se refiere al porcentaje de insumos utilizados.

La aplicación de la herramienta permite que las compras de materiales para las obras estén alineadas con la planificación de esa manera se reduzcan los tiempos para adquirir lo que se requiere. Así como también, acrecentar la eficiencia y eficacia al momento de realizar la compra de los materiales.

Tabla 90 Costo actual y mejorado desarrollando planificación de los requerimientos de materiales (MRP)

Causas raíces	Costo perdido actual	Costo perdido meta
MRP	S/. 59,382.48	S/. 11,994.48

Fuente: Elaboración propia.

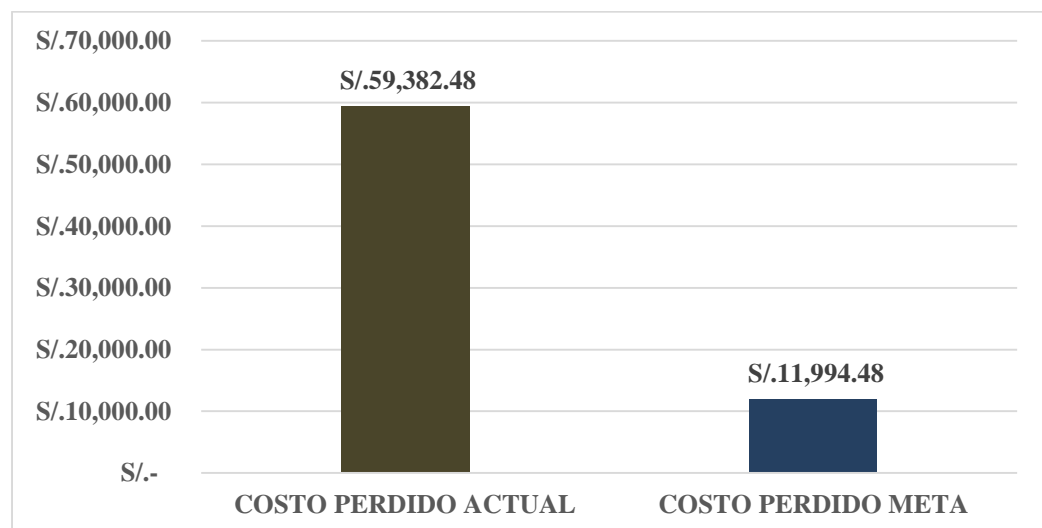


Figura 18 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CR3 y CR4

Fuente: Elaboración propia.

Por ello, se aprecia en el gráfico anterior la perdida actual de S/. 59,382.48 y con implementación de la herramienta se reduce a S/. 11,994.48, lo cual

representa un ahorro del 79.80% para la empresa. Asimismo, Elguera; Pilares & Abarca (2015) nos dice en su investigación que se logró reducir los costos de S/. 41,187.23 a S/. 9,271.34 lo que representa un 77.49% de beneficio al implementar un sistema de control para la adquisición de los materiales.

- Metodología 5'S

Se puede observar en el gráfico siguiente el valor actual y meta de la causa raíz seis (Falta de programa de control orden y limpieza). El valor meta se alcanzará al realizar la metodología 5S.

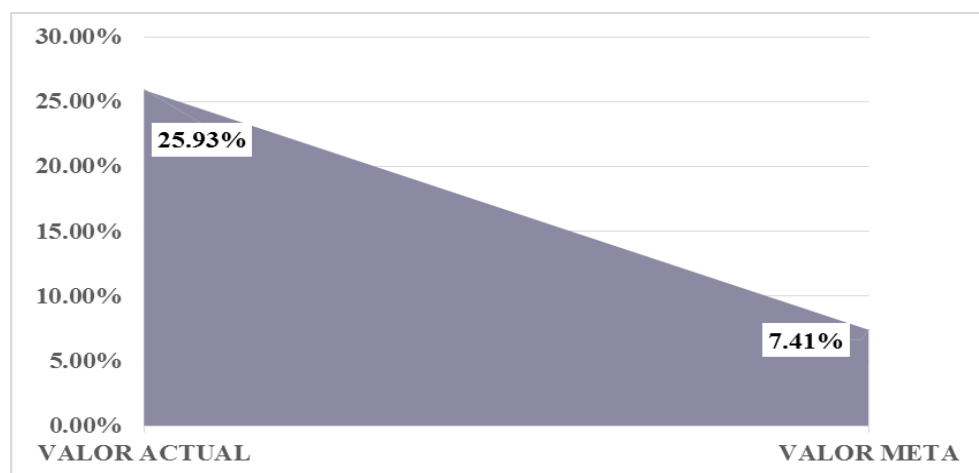


Figura 19 Comparativo del valor porcentual actual vs. Meta de CR6

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de la figura N° 17 hace referencia al porcentaje de horas hombre perdidas por el desorden en el área de trabajo. Los cuales se pierden al realizar la búsqueda de los distintos documentos necesarios.

La aplicación de la metodología 5'S permite que área de logística se encuentre clasificada, organizada y limpia. De esta manera, el talento humano realiza sus actividades laborales con mayor eficiencia y calidad.

Tabla 91 Costo actual y mejorado desarrollando metodología 5S

Causas raíces	Costo perdido actual	Costo perdido meta
Metodología 5S	S/. 3,733.33	S/. 1,067.09

Fuente: Elaboración propia.

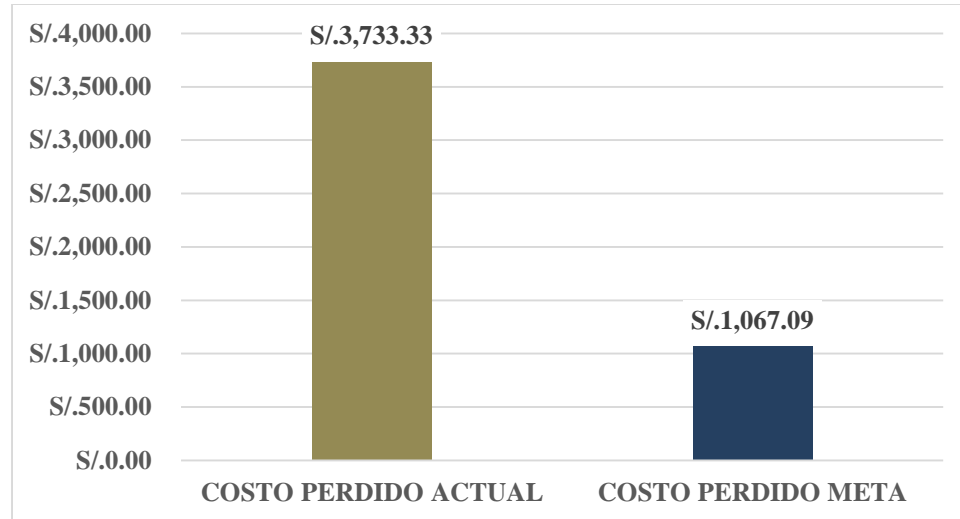


Figura 20 Comparativo de la perdida actual vs. Mejora de CR6

Fuente: Elaboración propia.

Por ello, se aprecia en el gráfico anterior la pérdida actual de S/. 3,733.33 y con implementación de la herramienta se reduce a S/. 1,067.09, lo cual representa un ahorro del 71.42% para la empresa.

De acuerdo a lo planteado por Elguera; Pilares & Abarca (2015) afirma en su investigación que se logró reducir los costos de S/. 6,345.56 a S/. 3,174.54 lo que representa un 49.97% de beneficio al implementar un sistema de control y manejo del área de trabajo.

4.2. Conclusiones

- Se logró demostrar que las propuestas de implementación reducen en 52.17% los costos en área de logística y mantenimiento de la empresa constructora.
- En consecuencia, llevo a cabo el diagnóstico del área de logística y mantenimiento actual de la empresa, encontrándose 6 causas raíces. Posteriormente, se priorizaron 4 de ellas a través del diagrama de Pareto.
- Para la propuesta de mejora se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo, una planificación de los requerimientos de materiales y la metodología 5's para el área de logística y mantenimiento de la empresa constructora.
- Al realizar la evaluación económica financiera se obtiene como resultado la eficiencia y viabilidad de la implementación de las herramientas. Asimismo, el VAN de S/. 21,302.90, un TIR= 76.85 % > TMAR= 20%, un PRI de 2.1 años y un B/C de 1.29 soles, indicando que el resultado es beneficioso para la empresa.

REFERENCIAS

1. Armiñana, T. P. (2004). *El Control de Gestión en las Empresas Constructoras*. España: UPV
2. Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjus9Lb5ITqAhW5SjABHfNrCssQ6AEITzAF#v=onepage&q&f=false>
3. Bejarano, M (11 de enero de 2018). *BCN: sector de la construcción crecerá 9.9% en 2018. El Nuevo Diario*. Recuperado de <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/452361-bcn-sector-construccioncrecera-9-9-2018/>
4. Cruzado, M. (2015). *Implementación de un sistema de control interno en el proceso logístico y su impacto en la rentabilidad de la constructora RIO BADO S.A.C. en el año 2014*. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6347/Cruzado%20Carri%C3%B3n%20Milagritos%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Cámara Guatemala de la Construcción (2019). *Indicadores Macroeconómicos*. Recuperado de <http://construguate.com/observatorio-de-competitividad/>

6. De la Rosa, A. & Dovale, P. (2008). *Optimización de los procesos de almacenamiento: diseño de un sistema de gestión y control de inventarios para la empresa ECA LTDA. (Tesis de grado)*. Universidad de Cartagena, Cartagena. Colombia.
7. Elguera, R; Pílares, N & Abarca, C. (2015). *Propuesta de Mejora de la Gestión de la Cadena Administrativa de Logística de la Empresa Constructora Pacco Constructores S.C.R.L. (Tesis de maestría)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
8. Gómez, M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjus9Lb5ITqAhW5SjABHfNrC5sQ6AEISDAE#v=onepage&q&f=false>
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Comportamiento de la Economía Peruana en el Segundo Trimestre de 2019*. Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/pbi_trimestral.pdf
10. IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial. (2018). *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. Recuperado de <https://issuu.com/integramarkets/docs/gestion-y-planificacion-del-manteni>

11. Luan, L. (2008). *Diseño de un sistema para la optimización de la planificación logística en una empresa constructora. (Tesis de título)*. Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/lee_cl/sources/lee_cl.pdf
12. Lucero, C. (23 de mayo de 2019). Sector construcción: Capeco eleva estimado de crecimiento de 4,75% a 6,22% al 2019. *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/sector-construccion-capeco-eleva-estimado-crecimiento-4-75-6-22-2019-noticia-638045-noticia/?ref=ecr>
13. Marbán, V. (2012-2013) La encuesta estadística. Tipos de encuesta. Organización y diseño de cuestionarios. Casos prácticos. Prácticas cualitativas: el grupo de discusión, Curso. Universidad de Alcalá. Recuperado de http://www3.uah.es/vicente_marban/ASIGNATURAS/SOCIOLOGIA%20ECONOMICA/TEMA%205/tema%205.pdf
14. Mercado, A & Dovale, P. (2008). *Optimización de los procesos de Almacenamiento: Diseño de un Sistema de Gestión y Control de Inventarios para la empresa ECA LTDA (Tesis de grado)*. Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia
15. Meyers, F. (2000) *Estudio de tiempos y movimientos. Introducción a los estudios de tiempos y movimientos*. Person Educación.
16. Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Reliability Centred Maintenance*. Madrid. España.

17. Niebel, B. & Freivalds, A. (2014). Métodos Estándares y Diseño del Trabajo. Diagrama de Ishikawa. 13° Edición. McGraw-Hill.
18. Olives, R. (2012). Mantenimiento Preventivo. Departamento de Empresa y Empleo. Recuperado de http://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_manteniment_preventiu_cast.pdf
19. Pedrosa, M (2016, 12 de diciembre). Panorama Mundial de la Construcción. Construcción Pan-americana. Recuperado de <http://www.construccionpa.com/noticias/panorama-mundial-la-construccion/>
20. Pérez- Mira, D. (2007) *Gestión de operaciones. Planificación de los requerimientos de materiales.* Recuperado de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48044/componente48042.pdf
21. Rodríguez, L. (2007). *Probabilidad y Estadística básica para Ingenieros.* Estadística descriptiva. Escuela Superior Politécnica del Litoral Instituto de Ciencias Matemáticas. Guayaquil. Ecuador.
22. Ruiz- Falco, A. (2009). *Herramientas de Calidad. Diagrama de Pareto.* Recuperado de <http://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf.pdf>

23. Sector construcción creció 13% a agosto en La Libertad (20 de noviembre de 2013). *La República*. Recuperado de <https://larepublica.pe/archivo/753219-sectorconstruccion-crecio-13-a-agosto-en-la-libertad>
24. Sector construcción se recupera tras 5 años de desaceleración. (15 de marzo del 2020). *Cámara de Comercio de La Libertad*. Recuperado de <http://www.camaratru.org.pe/web2/index.php/jstuff/noticias-destacadas/item/5373-sector-construccion-se-recupera-tras-5-anos-de-desaceleracion#>
25. Silva, I. & Tamayo, C. (s.f) *Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Curso Metodología de la Investigación*. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Recuperado de http://200.48.31.85/documentos/tecnicas_Instrumentos.pdf
26. Universidad de Valle. (2010). *Matriz de Priorización para la toma de Decisiones. ¿Qué es el instrumento?* Recuperado de http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/03_Matriz%20de%20priorizacion
27. Tuesta, J. (2014). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa OBRAINSA* (tesis de grado). Universidad Nacional de Callao. Lima. Perú.
28. Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa "MANFER*

S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES (tesis de grado). Universidad Católica
San Pablo. Arequipa. Perú.

29. Villena, A. (2017). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora* (tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima. Perú.

ANEXOS

Anexo n.º 1

Tabla 92 Formato de encuesta

Formato de encuesta a personal de la empresa				
Problema : ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN EL ÁREA DE LOGISTICA Y MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA				
Área de aplicación: LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO				
Nombre: _____				
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el Problema.				
Valorización		Puntaje		
Elevado		5		
Medio		3		
Bajo		1		
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Elevado	Moderado	Bajo
CR1	No se realiza mantenimiento preventivo			
CR2	Falta de determinación de las funciones de los trabajadores del área.			
CR3	Falta de planificación de un control de materiales.			
CR4	Ausencia de programa de compras por obra.			
CR5	No existe gestión de proveedores.			
CR6	Falta de programa de control orden y limpieza.			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 2

Tabla 93 Ficha técnica de excavadora CAT 3360



DATOS GENERALES DEL EQUIPOS

EQUIPOS

MARCA

SERIE/Nº PARTE

AÑO DE FABRICACIÓN

CARACTERISTICAS

POTENCIA 200 KW (271 hp)

PRESIÓN MAXIMA 5500 Psi/lb 2

COMBUSTIBLE Diésel/D2 Gln/Lt.

ENTRADA/PROCESO/SALIDA

Zona de extracción de cantera PÍAS - PATAZ Extracción de mineral (hormigón) Producción: 300m³/hr piedra caliza de alta calidad para las obras

UBICACION

OBRA ASIGNADA: Mejora del Servicio Educativo en la I.E. Inicial Niño Jesús del Distrito de Pías – Pataz – La Libertad

OPERADOR: _____

SUPERVISOR: _____

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94 Ficha técnica de excavadora CAT 345



DATOS GENERALES DEL EQUIPOS

Equipos

Marca

Serie / número parte

Año de fabricación

CARACTERISTICAS

Potencia	206	KW (271 hp)
Presión máxima	5009.34	Psi/lb 2
Combustible	Diésel/D2	Gln/Lt.

ENTRADA/PROCESO/SALIDA

Zona de extracción de cantera PÍAS - PATAZ	Extracción de mineral (hormigón)	Producción: 250m3/hr piedra caliza de alta calidad para las obras
--	----------------------------------	--

UBICACION

OBRA ASIGNADA: Mejora del Servicio Educativo en la I.E. Inicial Niño Jesús del Distrito de Pías – Pataz – La Libertad

OPERADOR: _____

SUPERVISOR: _____

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95 Ficha técnica de excavadora Doosan 5530



DATOS GENERALES DEL EQUIPOS

Equipos

Marca

Serie / número parte

Año de fabricación

CARACTERISTICAS

Potencia	256	KW (271 hp)
Presión máxima	5076.32	Psi
Combustible	Diésel/D2	Gln/Lt

ENTRADA/PROCESO/SALIDA

Zona de extracción de
cantera PÍAS - Extracción de mineral (hormigón)
PATAZ

OBRA ASIGNADA: Mejora del Servicio Educativo en la I.E. Inicial Niño Jesús del Distrito de Pías
– Pataz – La Libertad

OPERADOR: _____

SUPERVISOR: _____

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 3

Tabla 96 Formato de orden de trabajo



CONSTRUCTORA E INVERSIONES SOTO
PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO

Código: _____

Fecha de Vigencia: _____

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Nº de Orden de Trabajo: _____

Fecha y
hora de la
solicitud: _____

Solicitado por: _____

Código del Equipo: _____

Nombre del equipo: _____

TRABAJO SOLICITADO

Datos para ser llenados por el Responsable del Mantenimiento

TRABAJO EJECUTADO

RECURSOS NECESARIOS

Mano de Obra		Materiales y Repuestos		Equipos Necesarios	
Cantidad	Descripción	Cant.	Descripción	Cantidad	Descripción

OBSERVACIONES

Hora y Fecha de Inicio del
Mantenimiento: _____

Hora y Fecha de culminación del
Mantenimiento: _____

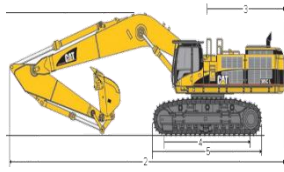
Tiempo de ejecución del trabajo _____

Firma del Jefe de Mantenimiento _____

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 6

Tabla 99 Formato de evaluación de maquinarias



LISTA DE VERIFICACION DE NIVELES Y POSIBLES DAÑOS POTENCIALES

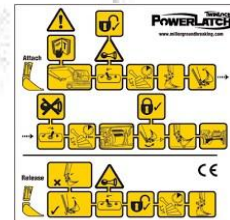
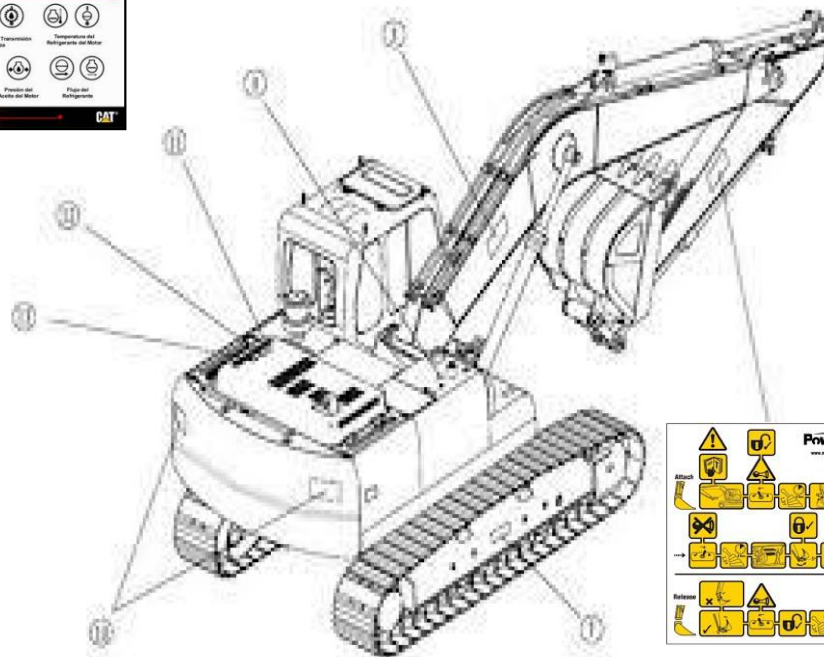
PLAN DE
MANENIMIENTO
PREVENTIVO

EXCAVADORA 336DL2

FRECUENCIA:

AREA: EXTRACION

OBRA



Ítem	DESCRIPCION	Estado	Ítem	DESCRIPCION	ESTADO
1	Revisar niveles de aceite hidráulico	O	9	Revisar terminales de dirección	
2	Revisar niveles de refrigerante		10	Revisar mangueras hidráulicas	
3	Revisar carga de la batería		11	Revisar fugas de aceite hidráulico	
4	Revisar estado de los neumáticos	O	12	Revisar nivel de líquido de frenos	
5	Revisar los niveles de aceite de motor		13	Revisar faja del ventilador	
6	Revisar filtro separador de agua/petróleo		14	Revisar pernos sueltos y oxidados	
7	Revisar filtro separador de agua/petróleo		15	Revisar pernos sueltos y oxidados	
8	Revisar filtro separador de agua/petróleo		16	Revisar pernos sueltos y oxidados	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 7

Tabla 100 Formato de encuesta para capacitación

FORMATO DE ENCUESTA	
Marque con una (X) en caso se cumpla los siguientes enunciados:	
Seiri - Clasificación	Marca
El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	
Existencia de materiales y/o insumos sin uso en el área	
Se cuenta con lo necesario para el trabajo	
Los escritorios se encuentra debidamente ordenados	
Los documentos se localizan en otra áreas o lugares diferentes al asignado	
Existe dificultad al momento de buscar algún documento	
El área de trabajo está libre de papeles otros objetos	
Seiton - Orden	
El área está debidamente señalizada	
Los tachos de basura están en los lugares designados	
Señalización del material de trabajo (Archivadores, carpetas, planos, etc.)	
Las sillas y mesas están el lugar destinado	
Seiso - Limpieza	
El área de trabajo se encuentra limpia	
El piso está libre de polvo, basura, componentes, etc.	
Las cajones de los escritorios están siempre limpios	
Las mesas están libres de polvo, manchas y/o residuos	
Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	
Seiketsu - Estandarización	
Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	
Todos los instructivos cumplen con el estándar	
La capacitación está estandarizada para el personal del área	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 8

Tabla 101 Formato de tarjeta roja



Nombre del elemento:	Cantidad:
-----------------------------	------------------

CATEGORÍA	Materia prima	
	Máquinas y equipos	
	Herramientas e instrumentos	
	Útiles y plantillas	
	Mobiliario	
	Equipos de seguridad	
	Otro (especificar)	

ESTADO Y/O MOTIVO DE RETIRO	Material sobrante	
	Defectuoso o deteriorado	
	Contaminante o peligroso	
	Obsoleto	
	Otro (especificar)	


Evaluador:	
Área identificada:	
Fecha de notificación:	
Sugerencia:	

Supervisor:	
Disposición final:	
Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n.º 9

Tabla 102 Notificación de desecho

NOTIFICACIÓN DE DESECHO						
Área y/o Departamento:				Fecha:		
Responsable:						
Nombre de elemento	Cantidad	Estado	Ubicación	Motivo del retiro	Sugerencia	Decisión final

Fuente: Elaboración propia.