



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE APLICACIÓN DE
HERRAMIENTAS TPM PARA MEJORAR LA
RENTABILIDAD DE UNA EMPRESA
METALMECANICA, TRUJILLO 2021”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERIO INDUSTRIAL

Autor:

Luis Gustavo Cabel Alfaro

Asesor:

Ing. Victor Fernando Calla Delgado
<https://orcid.org/0000-0002-7502-5806>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña	17806063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Informe final completo Luis Cabel

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	biblioteca.unitecnologica.edu.co Fuente de Internet	2%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	salud3.guanajuato.gob.mx Fuente de Internet	1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres,
porque son mi fortaleza y mi motivación para ser cada
día una mejor persona, un mejor profesional.

A mis amigos quienes sin esperar nada a cambio,
están apoyándome en todo momento y sobre todo
compartiendo conocimiento y viviendo momentos
inolvidables

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional
en la parte moral y económica para poder llegar a
cumplir una de las tantas metas que me propuse, el de
ser Ingeniero.

Así también agradezco a mis asesores por brindarme su
paciencia y darme la oportunidad de poder recurrir a su
experiencia profesional y conocimiento científico

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	II
INFORME DE SIMILITUD	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
TABLA DE CONTENIDO	VI
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	39
CAPÍTULO III: RESULTADOS	124
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	129
REFERENCIAS	133
ANEXO	137

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 HERRAMIENTAS DE RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	43
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEFINICIÓN DIMENSIÓN, INDICADOR, FORMULA.....	44
TABLA 3 RESUMEN DE LAS CAUSAS DEL DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	48
TABLA 4 RESUMEN DE CAUSAS RAÍCES Y SUS COSTOS.....	49
TABLA 5: MATRIZ DE COSTOS ACTUALES Y ESPERADOS PARA EL AÑO 2021.....	50
TABLA 6 ANÁLISIS DE COSTOS CAUSA 01- FALTA DE CAPACITACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	53
TABLA 7 ANÁLISIS DE COSTOS CAUSA 02- AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA.....	55
TABLA 8 ANÁLISIS DE COSTOS DE CAUSA 03- FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS.....	57
TABLA 9 ANÁLISIS DE COSTOS DE CAUSA 04 FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA.....	59
TABLA 10 DISEÑO DE UN PERFIL DE PUESTO Y SU DESCRIPCIÓN PARA UN OPERARIO UNA SOLDADORA.....	65
TABLA 11 ANÁLISIS DEL PERFIL DE PUESTO PARA UNA OPERARIO DE UNA MÁQUINA SOLDADORA.....	66
TABLA 12 DISEÑO DE UN PERFIL DE PUESTO Y SU DESCRIPCIÓN PARA UN OPERARIO DE MAQUINA ROLADORA.....	67
TABLA 13 ANÁLISIS DEL PERFIL DE PUESTO PARA UNA OPERARIO DE UNA MÁQUINA ROLADORA DE TRES RODILLOS.....	68
TABLA 14 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DESEMPEÑO PARA EL MANEJO DE LA MAQUINA SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO.....	69
TABLA 15 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DESEMPEÑO PARA EL MANEJO DE UNA MAQUINA ROLADORA DE TRES RODILLOS.....	70
TABLA 16 PLAN DE CAPACITACIÓN.....	72
TABLA 17 ANÁLISIS COSTOS PROYECTADOS PARA LA CAUSA RAÍZ FALTA DE CAPACITACIÓN.....	73
TABLA 18 FORMATO DE EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES POR CADA S ANTES DE SU IMPLEMENTACIÓN.....	75
TABLA 19 LISTA DE ELEMENTOS INNECESARIOS.....	77
TABLA 20 LISTADO DE ACCIONES REALIZADAS – EN LA EMPRESA CON RESPECTO A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	79
TABLA 21 REUBICACIÓN DE ELEMENTOS SEGÚN LA FRECUENCIA DE USO EN PROCESO.....	80
TABLA 22 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE LIMPIEZA PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA.....	81
TABLA 23 ARTÍCULOS DE LIMPIEZA DE TERCERA S- SEISO.....	82
TABLA 24 POLÍTICAS DE ORDEN Y LIMPIEZA.....	83
TABLA 25 ASIGNACIÓN DE TRABAJOS.....	84
TABLA 26 PAPEL DE LA DIRECCIÓN.....	86
TABLA 27 PAPEL DE LOS OPERARIOS.....	87
TABLA 28 INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 5S.....	88
TABLA 29 COSTOS PROYECTADOS POR FALTA DE ORDEN EN LA EMPRESA.....	89
TABLA 30 LISTADO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	91
TABLA 31 FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINA DOBLADORA CNC.....	92
TABLA 32 TIEMPO DE PARADAS POR AVERÍAS EN MAQUINARIA DE LA EMPRESA METALMECÁNICA EN EL AÑO 2020.....	93
TABLA 33 VALORES PARA LA TAZA DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO.....	96
TABLA 34 VALORES PARA LA INFLUENCIA DEL EQUIPO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO.....	97
TABLA 35 VALORES DEL CRITERIO MANTENIMIENTO SEGÚN LOS SUB CRITERIOS.....	97

TABLA 36 VALORES DE INFLUENCIA DE EQUIPO EN LA SEGURIDAD O MEDIO AMBIENTE	98
TABLA 37 ESCALA DE VALORES TOTALES DE LOS GRUPOS DE CRITICIDAD.....	98
TABLA 38 ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA METALMECÁNICA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2021.....	99
TABLA 39 ANÁLISIS DE AVERÍAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DE LAS MAQUINAS CON CRITICIDAD DE MANTENIMIENTO	100
TABLA 40 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MÁQUINA DE SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO	104
TABLA 41 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINA ROLADORA	105
TABLA 42 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINA DOBLADORA HIDRÁULICA CNC.....	106
TABLA 43 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINA GUILLOTINA HIDRÁULICA CNC	107
TABLA 44 FICHA DE INSPECCIONES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	108
TABLA 45 MODELO DE ORDEN DE TRABAJO	109
TABLA 46 FICHA DE REGISTROS DE FALLAS.....	110
TABLA 47 MODELO DE LA HOJA DE HISTORIAL DE DAÑOS DE LOS EQUIPOS	111
TABLA 48 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	112
TABLA 49 RESULTADO DEL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS	113
TABLA 50: RESULTADO DEL TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN PARA LAS MAQUINARIAS	114
TABLA 51 DISPONIBILIDAD CALCULADA A PARTIR DEL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS Y EL TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN	115
TABLA 52 COSTOS PROYECTADOS POR AVERÍAS CONSTANTES EN MAQUINARIAS	116
TABLA 53 REGISTRO DE AVERÍAS MENORES	117
TABLA 54 MTTR ACTUAL (TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN)	118
TABLA 55 REGISTRO DE AVERÍAS MENORES	118
TABLA 56 MTTR MEJORADO (TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN).....	119
TABLA 57: COSTOS PROYECTADOS POR FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	120
TABLA 58 : INVERSIÓN EN HERRAMIENTAS.....	122
TABLA 59 : INVERSIÓN DE LA PROPUESTA.....	122
TABLA 60 FLUJO NETO EFECTIVO DE LA PROPUESTA.....	123
TABLA 61 COSTOS ACTUALES Vs COSTOS PROYECTADOS	124
TABLA 62: COSTOS INICIALES ANTES DE LA PROPUESTA DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TPM	125
TABLA 63: DESARROLLO Y RESULTADOS DE HERRAMIENTAS	126
TABLA 64: RESUMEN DE INDICADORES FINANCIEROS	128

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EXPORTACIONES NIVEL INTERNACIONAL DE PRODUCTOS METALMECÁNICOS _____	12
FIGURA 2 DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS AÑO 2012 _____	13
FIGURA 3: PORCENTAJE DE EMPLEO INFORMAL EN EMPRESAS MANUFACTURERAS _____	14
FIGURA 4 METAS DEL TPM _____	22
FIGURA 5 “PILARES DEL TPM” _____	23
FIGURA 6 LAS SEIS GRANDES PERDIDAS _____	24
FIGURA 7 HERRAMIENTA 5S – PRIMERA S – SEIRI _____	25
FIGURA 8 HERRAMIENTA 5S' -TERCERA 'S - SEISO _____	26
FIGURA 9 DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA METALMECÁNICA _____	47
FIGURA 10 ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍCES CON LA DISTRIBUCION DE PARETO _____	48
FIGURA 11: DIAGRAMA DE FLUJO QUE DESCRIBE EL DESARROLLO DEL PROYECTO 5"5" _____	76
FIGURA 12 PROCEDIMIENTO DE 1ª S- SEIRI _____	77
FIGURA 13 DISEÑO DE UNA TARJETA ROJA _____	78
FIGURA 14 PROCEDIMIENTO 2° S – SEITON _____	80
FIGURA 15 PROCEDIMIENTO 3° S SEISO _____	81
FIGURA 16 PROCEDIMIENTO:5° S PROCEDIMIENTO _____	86
FIGURA 17 BENEFICIO ANUAL DESPUÉS DE APLICAR LA PROPUESTA _____	124
FIGURA 18 COMPARACIÓN DE SOBRE COSTOS ACTUALES VS COSTOS PROYECTADOS _____	127

RESUMEN

El presente trabajo busco identificar las causas que estaban generando una baja rentabilidad en la producción anual de una metalmecánica. A razón de ello se generó la siguiente tesis que tuvo objetivo determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas TPM (mantenimiento productivo total) para incrementar la rentabilidad de una empresa metalmecánica. Se diagnosticó la situación identificando problemas de operarios sin enteramiento y habilidades, averías contantes en maquinaria, falta de procedimientos estandarizados, desorden en planta, monetizándolos se determinó sobre costo de S/227,465.92 soles. Para la solución se identificaron tres herramientas de ingeniería y se elaboró una propuesta de aplicación de las herramientas del mantenimiento productivo total TPM: las 5S, Plan de Capacitación, Mantenimiento Preventivo. Posteriormente se evaluaron los resultados de una proyección realizada obteniéndose una reducción de costos anuales S/. 137,384.06 soles equivalente a un 40% del monto de su diagnóstico, una disponibilidad de maquinaria de 94% al 96%. Se realizó una evaluación económica obteniendo un VAN S/. S/96,382.05, un TIR de 64% superior al 20% del TMR, un B/C de 2.96 y una ROA de 48% sobre los activos del proyecto. Por lo expuesto se concluye que propuesta aumentara la rentabilidad de la empresa metalmecánica.

PALABRAS CLAVES: 5S, Plan de capacitación, Mantenimiento Preventivo, Rentabilidad

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Cuando nosotros venimos a hablar del mantenimiento hablamos de ir haciendo un mantenimiento preventivo a cualquier tipo de empresa esto corresponde a todas las unidades de maquinarias que hay operando dentro de la misma es importante dentro de toda empresa poder hacer un mantenimiento predictivo y así evitar y caer en el desabastecimiento o en las paradas de plantas no inesperadas las cuales vienen a generar un coste negativo dentro de toda organización empresarial productiva y manufacturera. El mantenimiento es una necesidad en cualquier manufacturera del Planeta. Cada necesidad de mantenimiento genera una asignación de dinero y cada asignación de dinero genera un Costo. En otras palabras, se crean costos de implementación de manera que los costos totales se vean mermados en un mediano plazo (Lorival, 2009).

Las manufactureras que tienen a los metales como su materia prima (metalmecánica) de todo el orbe, tienen abundante competencia expendiendo sus productos, lo que les permite progresar y mejorar continuamente con ayuda de herramientas tecnológicas que fortalezcan la producción de la empresa. En tal sentido, la Asociación Nacional de la Industria (SIN, 2012); considero que la mejora de la economía internacional será impulsada por alza de precio de los metales, lo que promoverá las ventas de manufactura del sector metalmecánico, proporcionando un alza en su producción, esta alza vendrá a ser beneficiosa para el sector metalmecánico ya que al final en producción de producto terminado llegará con un 10% adicional que en promedio vienen a ser millones de Sol de dólares anuales.

Otro enfoque con respecto a las sociedades de la industria metalmecánica es que se encuentra trabajando, haciendo uso de los materiales que esta requiere para estar enfilados a salvaguardar la integridad física de cada uno de sus colaboradores que desempeñan las

actividades laborales dentro de esta empresa. Para el 2014, la siniestralidad cerró en 5,66%, lo que destaca el desarrollo de la actividad metalmecánica, que pasó de 10,45% en enero de 2013 a 5,66% en diciembre de 2014 (HSEC, 2016). Si ocurriesen accidentes, estos resultan en trabajo perdido, tiempo muerto, se reduce la productividad, por el uso inadecuado de insumos y herramientas que no benefician la utilidad de la empresa. Tras pasar por circunstancias difíciles por la pandemia que azotó todo el rubro empresarial, Latinoamérica, los países más afectados son el gigante brasileño y los estados unidos mexicanos. Sin embargo, últimamente la extorción de este sector ha tenido un aumento en promedio casi un 20% anual, mientras que el comercio internacional del sector ha crecido un 8,3%, siendo la industria metalmecánica una de las más importantes para el Comercio global de bienes manufacturados que pone la eficiencia local una ventaja comparativa. Asociación Latinoamericana del Acero (Alacero, 2020).

Figura 1

Exportaciones nivel internacional de productos metalmecánicos

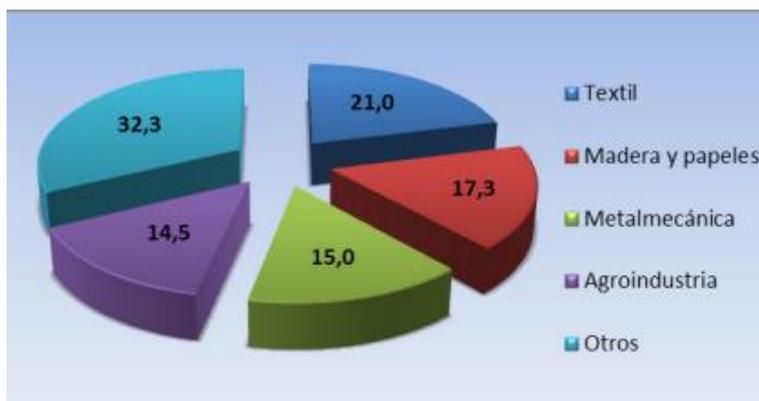


Nota: El sector de la metalmecánica ha mantenido un crecimiento constante y silencioso en algunos países de América del Sur como Perú, Ecuador y Colombia Fuente: Sunat; -- Elaboración: Comex -Perú

En el Perú existen 111.347 empresas manufactureras, de las cuales el 65% son industrias livianas (textil, madera, papel, agricultura, etc.), destacando que esta industria tiene una baja densidad de capital. Otro rasgo destacable que en nuestro país a la actualidad no contamos con un alto nivel de desarrollo tanto en producción metalmeccánica siderurgia nosotros nuestro país somos más vendedores de materia prima que de producto terminado esto desencadena en una baja productividad anual para nuestro país si bien somos un país que exporta metales los metales es un recurso no renovable que con el tiempo se va a terminar es muy importante en nuestro país ir generando mejores índices de productividad anuales en cuanto a los manufactura y al metal mecánica (metalmeccánica, siderúrgica, etc.), que abarca aproximadamente el 15% del universo productivo peruano. Además de que la producción de recursos naturales es pequeña, ronda el 4% (Cárdenas Núñez, 2010). Esto se debe a que no invierten más en la industria metalmeccánica, lo que genera poca rentabilidad y baja capacitación de los trabajadores.

Figura 2

Distribución de las empresas manufactureras año 2012



Nota: la figura representa el porcentaje de empresas según su actividad principal recopilado ministerio de la producción

Según el INEI, Perú logró un crecimiento del 5,02% a finales de 2013, marcando el 52° mes consecutivo de crecimiento y la economía latinoamericana más próspera y estable

a pesar de la continua incertidumbre mundial. Todos los sectores de la economía registraron crecimiento en el mismo año, siendo más destacados el comercio, la construcción, los servicios empresariales, el transporte y las comunicaciones, los restaurantes y los hoteles. Fajardo Cesar (2014).

La Comisión Gremial de metalmecánica de la Cámara de Comercio de La libertad dio un alcance para el 2016 existían 2.000 plantas de mecanizado de metales propiedad de empresas grandes y pequeñas, de las cuales el 40% eran formales en la región. Por esta razón, las empresas metalmecánicas carecen o simplemente la regularización es nula o la gestión con la que cuentan es totalmente ineficiente regulación en el proceso y por ende no cuentan con una adecuada gestión.

Figura 3:

Porcentaje de empleo Informal en empresas manufactureras

	2015	2016	2017	2018
Nacional	73,2%	72,0%	72,5%	72,4%
La libertad	77,0%	72,4%	72,4%	72,5%

Nota: la tasa de empleo informal, que bordeó el 72,5% el 2018, indicador que puede estar asociado a la falta de calificación adecuada del recurso humano de la región, Fuente INEI

El área de mantenimiento es la más importante y está íntimamente relacionada con los costes de operación mantenimiento y esto influye directamente en la rentabilidad a corto mediano y a largo plazo de la empresa, ya que brinda mantenimiento y soluciones a las máquinas que sufren tiempos de inactividad o averías inesperadas por falta de mantenimiento, esta es la razón buscada, que todas sus partes estén integradas para satisfacer las demandas del proceso productivo con mejoras y rapidez con el objetivo de encontrar costos significativamente menores. Con el mantenimiento las organizaciones obtienen una ventaja diferenciada de costos en el mercado (Novoa, 2009).

Existe una empresa metalmecánica local especializada en la fabricación y distribución de hormigoneras de alta calidad. La empresa inició operaciones en 1994, tal manera desde un principio tuvo la dedicación en la fabricación de una diversidad de productos, siendo las más importantes hormigoneras, cabrestantes, cocinas industriales, etc. Actualmente la empresa cuenta con 10 empleados y sus áreas se dividen de la siguiente manera: área de mercadeo (taller), área exclusiva de producción, almacén de materiales y herramientas, área de mantenimiento y área administrativa, la cual se divide en: gerencia general, secretaría de contabilidad y sistema de información. Habiendo señalado que Mantenimiento tiene costos operativos corporativos, metales. En Perú, la producción aumentará un 2,5% en 2017 (Gálvez, 2017). Asimismo, nuestra empresa metalmecánica se enfoca específicamente en el suministro; Servicios industriales como laminado, plegado, triturado, maquinaria de ingeniería civil de alta calidad, panaderías, industria agrícola como prensas, cabrestantes, agujas vibratorias, molinos de granos, rodillos, prensas centrífugas, mangueras hidráulicas y tipos de hormigoneras. este último trompo es el producto que más gira en el mercado; abastecer los mercados regionales. Se observa que el mantenimiento de toda la empresa se desarrolló de manera improvisada; no hay procedimientos estándar y no hay orden en la planta, lo que significa un costo promedio anual de S/. 46,463.22 y S/. 56,645.60 soles. Además, se encontró que no cuentan con un ambiente laboral adecuado y no cuentan con un plan de capacitación personal adecuado, lo que conlleva a que la productividad, eficiencia y eficacia del talento humano sea limitada y la empresa incurra en pérdidas hasta S/. 51,625.80 por año. De igual forma, la falta de calibres y las continuas averías de las máquinas provocan paradas ya sea por mantenimiento correctivo y/o tiempos no productivos y esto genera retrasos en el proceso productivo, lo que significa una pérdida de S/. 72,731.30 por año.

El presente trabajo de investigación cuenta con un respaldo de dos antecedentes a nivel internacional, Según Palacio (2015), en su trabajo de investigación "Propuesta de implementación de Sistema General de Mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total y confiabilidad en el sector metalmeccánico ". Dice que el mantenimiento preventivo viene a ser fundamental para cualquier empresa, entro de cualquier tipo de empresa más aún cuando esta es manufacturera o de producción, poder minimizar los tiempos de paradas de planta no esperadas aumenta la productividad de la empresa ya que va a poder llegar a cumplir con las metas de producción esperadas. El mantenimiento correctivo cuesta mucho dinero comparado con el mantenimiento preventivo que a largo plazo reducirá significativamente estos costos. Además, la fiabilidad de la maquinaria viene a ser directamente proporcional a la calidad del mantenimiento preventivo realizado al mismo tiempo. Tener un índice de confiabilidad es costoso, pero es aún más costo un mantenimiento correctivo adicional con costos altos posteriormente. Por otro lado, las mediciones de rendimiento manifestaran la confiabilidad de una determinada máquina en una mejora, por lo que el TPM es un método cuya base principal es relacionar entre todos los departamentos de la empresa el mantenimiento lo cual va a venir a beneficiar a todas las partes de la empresa tanto desde producción, almacenes, logística, ventas en el lugar de trabajo, tanto dentro como fuera de la empresa como en el interior, ya que al reducir la jornada laboral extendida (horas extras), lo que es un factor para que los empleados tengan más tiempo libre fuera de la empresa. El propósito de TPM levar la productividad de la empresa haciendo uso de una toma de decisiones en base a resultados y objetivos medibles y tangibles dentro de la organización tomando como principal punto de referencia la demanda estimada del producto a producir y con ellos se estima y se ajusta todos los

parámetros dentro de la organización; como resultado de la aplicación del TPM habrá un aumento en los indicadores de productividad aumentarán dramáticamente. En la implementación y ejecución de sistemas de mantenimiento integrados a TICs en cualquier tipo de negocio aumentara la eficacia del proceso, mientras que la aplicación Access 2010 utilizada para este trabajo resulta ser una herramienta con las habilidades necesarias en cuanto a aplicaciones.

Otra investigación a nivel internacional que respalda el presente trabajo es la de Guevara & Osorio (2014), en su estudio: "Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicios de transporte interdepartamentales", El propósito de su investigación fue la de implantar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo en una empresa de servicios de transporte interdepartamental para mejorar su competitividad. Esta investigación pudo ser posible con el uso herramienta encuesta, aplicación de un sistema de planificación de mantenimiento de autobuses, con el desarrollo y la aplicación de este plan de mantenimiento el cual se hizo previa evaluación y previo estudio de la realidad de la empresa se pudo observar unas mejoras dentro de la misma pudiendo tener un ahorro económico de en tal sentido pudo aumentar la utilidad de la empresa 9.875.586.000 en 2013 a 7.202.586.000 en 2014, mejorando así la utilidad.

En el ámbito nacional el presente trabajo cuenta con un soporte de su antecedente parecido, así tenemos Gonzales y Jáuregui (2018) PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD EN LOS SERVICIOS DE LA EMPRESA FG GROUP IT S.A.C. buscó dar solución a la actual baja rentabilidad de sus servicios por malos manejos logísticos y su ineficiencia en el área de acopio de diversos materiales y/o insumos; y la estructura de producción de sus principales productos en la actualidad. La presente investigación ha sido

creada con la finalidad de multiplicar la utilidad de la empresa FG GROUP IT S.A.C, para ello se planteó arreglar la situación actual en el ámbito de la logística y el mantenimiento sugiriendo renovar la gestión de las necesidades materiales y la capacidad de prestación de servicios. (MRP II), ABC, Buenas Prácticas de Manufactura, Indicadores KPI (OEE), Plan de Mantenimiento (TPM) y Layout de Almacenes. Para implementar esta propuesta de mejora, en primer lugar, se realizó una valoración de la situación actual de las actividades de logística y mantenimiento, cuáles son las principales causas que alzan los costos operativos: control insuficiente de entradas y salidas (Kardex), incorrecta distribución de materiales , errores en la asignación de materiales a los técnicos de la empresa, falta de seguimiento con los proveedores, incorrecta distribución de funciones a los técnicos de la empresa y personal administrativo, así como el incumplimiento de las normas de la empresa, no cumplen con el programa de mantenimiento preventivo. Estas propuestas de mejora incrementarán las ventas de sus servicios en un 22%; Puede reducir el número de trabajadores de 15 a 9, y el ingreso anual es de s/s. 961.278; Todo esto con la sugerencia de las herramientas mencionadas. Finalmente, se realizó una evaluación económico-financiera, la cual arrojó un VAN de S/. 23702, TIR es 43,54 y B/C es 1,20; Indica que el proyecto es factible.

Por otro lado , en el ámbito nacional también contamos con un antecedente de soporte, así tenemos el trabajo de García & Quesquén (2019) en su investigación, "GESTIÓN E MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE ALIMENTOS BALANCEADOS ABANOR SRL, CHICLAYO", la presente investigación está enfocada en realizar una propuesta para incrementar la rentabilidad usando mantenimiento productivo total (TPM), en la empresa ABANOR SRL – provincia de Chiclayo, ya que la empresa cuenta con maquinaria y equipos obsoletos en mal estado estos problemas perjudican a la empresa retrasando la producción.

El estudio de Mantenimiento productivo total (TPM) en la Empresa ABANOR SRL, en Base a la Metodología 5s y la gestión de mantenimiento, tiene como objetivo reducir actividades que no agreguen valor, así como ayudar a mejorar la eficiencia de la maquinaria y equipos de la empresa. Se realizó un diagnóstico de la situación de la empresa en cuanto al proceso de producción y mantenimiento, mediante la observación directa y aplicando los conceptos técnicos. Estas se definieron dentro de aspectos concretos como Instalaciones Físicas, Personal que opera las máquinas, Condiciones de la maquinaria, Condiciones del Proceso de Fabricación y Salud Ocupacional. Además, se aplicó encuestas, entrevistas y se hizo uso del diagrama de causa efecto, donde se encontró ciertas fallas en la calidad y el mantenimiento de la maquinaria y equipos. La posible implementación de esta metodología logrará incrementar la rentabilidad en un 10% y la productividad en las actividades de producción en planta, generando beneficios sociales en los trabajadores, demostrando que el proyecto es factible y con la aplicación del TPM. Finalmente se calculó la relación Beneficio Costo obteniéndose 1.34 que es mayores que 1, lo que nos indica que el proyecto es rentable.

Otro de los respaldos con un gran aporte, pero esta vez en entono local es el trabajo hecho por Julca, L. J. (2018). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE LA EMPRESA FABRICACIONES METÁLICAS CARRANZA S. A.C, El presente trabajo de investigación tuvo como fin el desarrollo de un Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir los costos operativos en la Línea de Producción de Plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C. En primer lugar, se efectúa un diagnóstico situacional de la empresa, para identificar los problemas existentes, para este fin se utilizó el Diagrama de Ishikawa; donde

luego se exponen las causas raíz que inciden dichos problemas. Para la solución de esta situación, se usaron las herramientas del Mantenimiento Productivo Total (TPM) tales como: Plan de Mantenimiento Preventivo, Gestión de la Documentación, Procedimientos de Mantenimiento y un Programa Anual de Capacitación que contiene los temas antes mencionados. Finalmente se realizó una evaluación económica, obteniendo un VAN: S/. 103,149.77, TIR: 26.03% y un B/C: 1.45. Lo cual se concluye que la propuesta de mejora es viable y rentable para la empresa.

Por último, como soporte más confiable por el rubro del trabajo con un aporte considerable tenemos el trabajo de García, A (2020) "PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN, PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA FACTORÍA BRAYAN'S CAR EIRL; propósito de este trabajo es determinar cómo las mejoras sugeridas en la gestión de mantenimiento de maquinarias en el área de producción afectan la utilidad del negocio de Automóviles de Factoría Brayan. Se realizó una valoración de la situación actual del proceso de mantenimiento. En cuanto a los equipos del área de producción, los principales problemas identificados son: falta de un plan de mantenimiento de los equipos de producción, falta de procedimientos claros en el área de mantenimiento, falta de equipos y herramientas de mantenimiento y falta de capacitación del personal de mantenimiento, lo que genera muchos errores que debe ser manipulado por personal de servicios tercerizados. Se desarrolló la proposición de renovar la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción sugiriendo las herramientas: Plan de mantenimiento preventivo, estandarización procedimiento de mantenimiento, agenciarse de equipos y herramientas, emplear a nuevo personal y un calendario de capacitación; gestando un ahorro anual de S/29,145.30. Para finalizar se desarrolló una evaluación económica / financiera de la

propuesta de mejora en un periodo de 2 años, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE ya que se obtuvo un: VAN de S/ 201,913.00, TIR de 86.5%, B/C de 1.38 y un PRI de 13.36meses.

Para cimentar y darle la solidez correspondiente al presente trabajo es necesario contar con conocimientos de ciertas bases teóricas relacionadas con el tema de estudio que nos van permitir realizar un correcta análisis de datos. Algunas teorías a revisar son MPT (mantenimiento productivo total, las 5S, educación-capacitación-entrenamiento y plan de mantenimiento preventivo.

Como primer concepto tenemos El Mantenimiento Productivo Total (TPM) según Suzuki, T. (2017) nos dice que TPM tiene como objetivo maximizar la eficiencia de los equipos mediante la implementación de un modelo de mantenimiento de productivo amplio que cubre todo el ciclo de vida de los equipos y maquinarias”, comprometiéndose así a todas las áreas relacionadas con los equipos (planificación, producción, mantenimiento, etc.) con la colaboración de todos los operarios desde el alta, entre la gestión de estímulo e incentivos a participar en actividades de pequeños grupos de voluntarios.

A la vez el pilar de TPM es un conjunto de procesos utilizados para diseñar una línea de producción con resultados precisos. Cada uno se enfoca en reducir y eliminar las pérdidas, incluidos los defectos de calidad, los daños a las máquinas y los equipos y los desperdicios de producción. Como resultado, muchas empresas utilizan este enfoque para optimizar el rendimiento de sus equipos y permitirles gestionar mejor sus procesos (Fernández, 2018).

Mientras que Velandia, R. (2019), Indica que el TPM es una filosofía de trabajo que se puede usar producción o en servicios, este se crea al realizar cierto tipo de mantenimiento, pero engloba y acentúa otros aspectos, tales como: involucramiento de toda la nómina de planta eficiencia global equipamiento y máximo beneficio económico. rentabilidad y un

Sistema de gestión de mantenimiento de equipos perfecto, desde el diseño hasta la corrección de desviaciones hasta la prevención integral.

Figura 4

Metas del TPM



Nota: Tomado del libro "TPM en Industrias de procesos", por Suzuki, T. (2017), P. 148

La renovada forma de TPM, que se evidencia en el diagrama a continuación, se fundamenta en el desarrollo de siete pilares, que sustentan la nueva filosofía de optimización del rendimiento de la organización a través de una operación totalmente práctica.

“Pilares del TPM”



Nota: Tomado del libro “TPM en industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 149

En un sistema TPM, la falla de una maquinaria se califica como la pérdida de funcionalidad de la misma y debe ser supervisada y agremiada.

Las seis grandes pérdidas



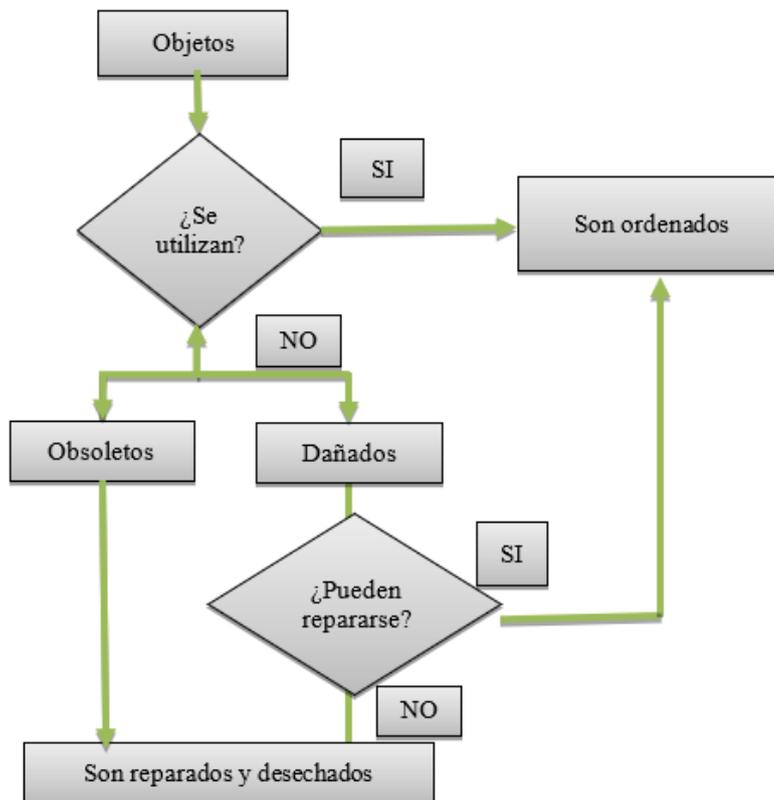
Nota: Tomado del libro "TPM en industrias de procesos", por Suzuki, T. (2017), P. 151.

Como segunda teoría tenemos las 5s Según Rey (2005), nos indica que 5S es un plan de trabajo para factorías y despachos, que incluye la implementación de labores de orden/limpieza y detección de irregularidades en una estación de trabajo, que por su simplicidad permite la cooperación de todos a nivel de operarios y ejecutivos en conjunto, mejoran el lugar de trabajo, y la confianza en personas, equipos y productividad.

Heizer & Render (2008), señala las definiciones de cada una de las 5 S:

En la primera S, Seiri (identificar y seleccionar) se debe guardar lo imprescindible y separar todo lo demás de la estación de trabajo; en caso de duda, quítelo. Los artículos sin valor deben ser identificados y retirados. Deshacerse de estos elementos ahorra espacio y mejora el flujo de trabajo general (Heizer & Render, 2008).

Herramienta 5S – Primera S – SEIRI

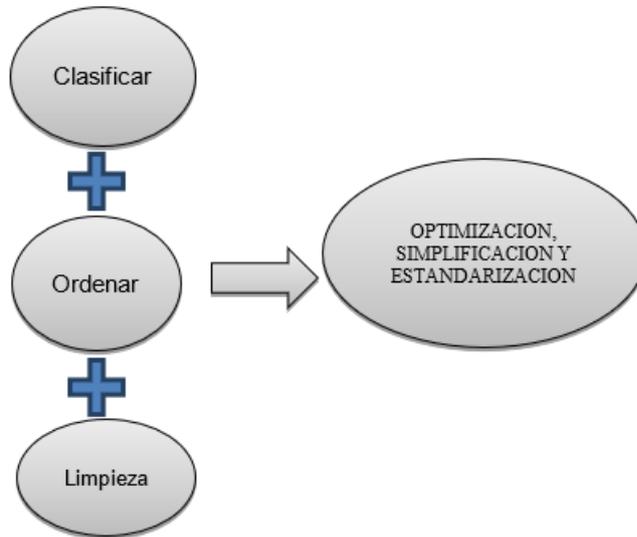


Nota: Tomado del libro Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas por Heizer, J. & Render, B. (2008)

En la segunda S, Seiton (Organizar y Simplificar) Nos hicieron ordenar y usar herramientas de distinción de procedimientos para modernizar el tráfico de trabajo y mermar el desperdicio. Analizar problemas relacionados al entorno en periodos de tiempo cortos y largos (Heizer & Render, 2008)

En la tercera S, Seiso (Limpiar y barrer) nos dice que limpiemos todos los días; elimine toda la suciedad, la contaminación y el desorden del área de trabajo. (Heizer & Render, 2008)

Herramienta 5S' -Tercera 'S' - SEISO



Nota: Tomado del libro *Gestión de producción y de operaciones. Decisiones tácticas* por Heizer, J. & Render, B. (2008)

Según Heizer, J. & Render, B. (2008) nos indica que la 4ª S Seiketsu (estandarizar), El proceso de homogenizar intenta distinguir fácilmente entre situaciones "normales" y "anormales", es decir, los empleados deben ser capaces de distinguir cuándo se aplican correctamente las tres primeras.

Todo el personal de la planta debe estar debidamente instruido para reconocer tales condiciones. De esta manera, los empleados se sienten más valorados y aumenta su motivación. Los operadores, por el contrario, son más ágiles y pueden detectar errores en sus registros que pueden causar problemas más graves más adelante. (Heizer & Render, 2008).

Según Rey, F. (2005) en la S, Shitsuke (Autodisciplina), nos indica que se debe Elimine las alteraciones del proceso mediante el progreso de procedimientos operativos estándar y listas de verificación; los buenos estándares hacen obvias las excepciones.

Por otro lado, equipos y herramientas de estandarización para reducir el periodo y el costo de adiestramiento multidisciplinario. (Heizer & Render, 2008).

Mientras que la autodisciplina se debe revisar por etapas para aceptar los esfuerzos y motivar mejoras adicionales. Si es posible, use imágenes para comunicar y mantener el progreso (Heizer & Render, 2008).

Programas de educación y capacitación A los mismos empleados se les pregunta qué capacitación necesitan en función de las necesidades identificadas durante las reuniones de mantenimiento autónomo y otros programas. No es principalmente una cita con especialistas o gerentes mecánicos o eléctricos, sino que brinda la capacitación práctica básica requerida para mantener una pieza de equipo en particular o ejecutar con éxito un programa en particular. (Morales, 149. s., 2012). Más a menudo pasa que las personas con habilidades de liderazgo implementan con éxito planes específicos. Además, los empleados de una empresa completan cursos de capacitación recomendados por expertos. Según las necesidades descubiertas durante las reuniones de mantenimiento autónomo y otros programas, esos mismos empleados solicitan la capacitación que necesitan. No está destinado principalmente a comunicarse con especialistas o gerentes mecánicos o eléctricos, sino que brinda la capacitación práctica básica requerida para mantener una pieza particular de equipo o ejecutar con éxito un programa particular. A menudo, las personas que gestionan con éxito un proyecto en particular. Son las que tiene una formación con asesoramiento experto en un tema, normalmente son de la misma empresa.

Otro conocimiento que no podemos pasar por alto son los sistemas de mantenimiento que han ido evolucionando con el tiempo y hoy en día no se pueden dejar en ninguna forma o versión si queremos un correcto mantenimiento y funcionamiento de los equipos. En la actualidad, existen diversos sistemas que brindan servicios de mantenimiento a estaciones

operativas, algunos de los cuales se orientan no solo en la tarea de rectificación de errores, sino que también intentan prevenir ocurran los errores a través de cargas de trabajo programadas. Entre los mantenimientos más resaltantes se encuentran:

El mantenimiento correctivo de emergencia tenemos el punto de vista de (Boero 2012). Dicho mantenimiento debe llevarse a cabo lo antes posible y debe abordarse en relación con la causa del daño. Por lo tanto, los operadores de la máquina informan de los errores y el personal de mantenimiento interviene. Por lo tanto, este modelo de mantenimiento tiene un valor monetario elevado en costo debido a los siguientes factores: La contratación de personal en demasía, necesidad de expertos en varios campos, la necesidad de tener alto inventario de repuestos es amplia, las reparaciones son inciertas y tienen un precio elevado, los tiempos de intervención son más largos.

Otro concepto es el mantenimiento predictivo, (Cuatrecasas 2000). Definir el mantenimiento predictivo como el que se basa en localizar y determinar averías antes de que puedan acontecer en plena producción, por lo que se pueda asumir que respaldan el presente y provee el futuro. Esta metodología de mantenimiento se basa en circunstancias normales, las averías no emergen de la noche a la mañana, sino que apoyan el progreso.

La teoría en la que nos vamos centrar es el mantenimiento preventivo que según (Fucci ,2000) Este mantenimiento se basa en la programación de actividades de conservación, con el objetivo de acotar la cantidad de desajustes que se producen durante el desempeño del equipo, reduciendo significativamente su ocurrencia y complejidad; esto a su vez significa ahorro de dinero en costos. Las actividades simples del enfoque son: limpiar, calibrar, engrasar, etc. El principal atributo del mantenimiento preventivo sobre los métodos estrictamente correctivos es la reducción significativa del tiempo de inactividad potencial que se logra al implementar el monitoreo y la reparación periódicos del sistema.

Un concepto muy importante ignorar es la diferencia entre falla y avería el autor no hace la aclaración; (Boero 2012), define avería como el deterioro de cualquier elemento de un equipo o maquinaria que hace que no funcione correctamente. En el rubro manufacturero se percibe a la avería como la falla que impide que los equipos mantengan los niveles de producción. Este juicio debe extenderse para incluir a aquellas fallas que conducen a un producto de baja calidad, inseguridad, pérdidas de energía y contaminación ambiental.

Algunos indicadores de mantenimiento que son elementales para el presente trabajo la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad

Según Gonzales (2004, p.52) menciona que los KPI de mantenimiento son:

Confiabilidad, este KPI mide el tiempo medio que el equipo pudo maniobrar a sin intermisión durante un tiempo respectivo; es un KPI indirecto confiabilidad de un equipo o sistema MTBF (Tiempo medio entre fallas o tiempo promedio operativo).

La mantenibilidad, es una escala del periodo que lleva reparar un dispositivo o sistema. Esta métrica mide la eficiencia de restaurar una instalación a condiciones operativas óptimas durante un período de tiempo específico después de que la instalación se haya cerrado debido a una falla. El tiempo medio de reparación es un parámetro medible relacionado con el mantenimiento, es decir, para mantenimiento. Mantenibilidad, definida como la capacidad del equipo para reanudar funcionamiento dentro de lapso de tiempo utilizando procedimientos determinados.

La disponibilidad, es una función que proporciona una estimación global del porcentaje total de tiempo que un dispositivo debe estar disponible para realizar su función prevista. Al examinar los factores que afectan la facilidad de uso, TPEF y TPPR, es posible

la dirección está valorando diferentes opciones de actuación para conseguir el necesario incremento de disponibilidad.

Algunos conceptos de Rentabilidad, Según Lizcano, J. (2004) dice que la rentabilidad es un concepto amplio que permite: diferentes enfoques y pronósticos, y que actualmente hay discrepantes puntos de vista sobre relación de este termino con los negocios ; se puede hablar por tanto de rentabilidad desde la perspectiva económico o financiero, o también se puede hablar de rentabilidad social, comprendiendo distintos aspectos como culturales, ambientales, etc. que tienen resultados favorables. o perjudiciales para una empresa en su entorno social o natural (Pag. 10). Además, se advierte que el aspecto financiero de la rentabilidad es de primordial interés para el accionista y la empresa. En el primer caso, tome sus decisiones de inversión en la empresa. En segundo lugar, disponer de un criterio para decidir el modelo de financiación, suponiendo posiblemente una mejora de la rentabilidad de los recursos propios. (Arteche & Etcheverry, pag. 5, 2013).

Mientras que Lizcano, J. (2004) afirma que al analizar la rentabilidad de una empresa se puede tener en cuenta otro aspecto, como la cantidad de recursos financieros que genera internamente en relación a sus productos, es decir, el nivel de sus ingresos.

El análisis de la rentabilidad empresarial se realiza desde una perspectiva dual, de inversión y financiamiento, que luego se combinan en una perspectiva integral. Básicamente, apoyamos el análisis de las variables que se derivan de la cuenta de resultados y balance. (Arteche & Etcheverry, pag.1, 2013).

Los componentes de la utilidad se suelen analizar desde dos puntos principales: por un lado, la rentabilidad de los dueños de la empresa, es decir, la utilidad financiera; Por otro lado, la rentabilidad suele referirse al total de activos utilizados en las operaciones de la empresa, en este caso como rentabilidad económica. (Lizcano, Pag. 12, 2004). Según

Lizcano, J. (2004), la forma de determinar el beneficio económico es comparar los resultados obtenidos por la empresa con los activos utilizados para lograr este resultado, independientemente de los recursos involucrados. A continuación, se presentará la siguiente fórmula:

Mientras que la Rentabilidad Financiera, Las métricas se pueden utilizar para medir el rendimiento de una inversión desde el punto de vista de un inversor o accionista. Los inversores obtienen rendimientos de sus inversiones a través de la capacidad de apreciar sus valores en los mercados de capital, así como a través de dividendos. Es por esto que los mercados de capitales se enfocan principalmente en estos dos aspectos, el valor de las acciones y los dividendos, e incluyen en sus métricas de análisis: EPS, Price Earnings Ratio (PER), dividendos en acciones, rentabilidad de las acciones, seguro de dividendos, valor contable de acciones, etc. (Lizcano, Pag. 13, 2004) A continuación se presentará la siguiente fórmula:

Por lo tanto, Rentabilidad económica tuvo en cuenta los activos utilizados por la empresa o todos ellos, o los activos de inversiones asociadas a la operación. Entonces, la rentabilidad financiera, que ahora nos ocupa, incluye en su divisor la cantidad de ahorros propios, por lo que esta rentabilidad es un criterio de eficiencia o rentabilidad para el accionista o propietario de la empresa (Lizcano, Pag. 12, 2004).

Vemos que el flujo de caja corresponde al de Moreno (2016). En su enunciado "Flujo de caja y su consideración para la Toma de Decisiones" expresa lo siguiente: "Flujo de caja" es una memoria financiera que describe el progreso de los ingresos y gastos de una empresa durante un período de tiempo específico. La disparidad entre los ingresos y los gastos se denomina balance o flujo neto y, por lo tanto, es un KPI importante de la solvencia de una e

empresa. Si el resto es positivo, significa que los ingresos corrientes son superiores a los gastos, si es negativo, entonces los gastos son superiores a los ingresos.

Además de acuerdo a Velayos (2017) nos dice que el Valor Presente Neto (VAN) es un estándar de inversión que consiste en actualizar los ingresos y gastos de un proyecto o inversión para entender cuánto ganará o perderá la inversión. También conocido como valor actual neto (VAN). El VAN se utiliza para tomar dos tipos de decisiones: primero, para determinar si una inversión es viable y, segundo, para determinar qué inversión es absolutamente mejor que otra. Los criterios de decisión serán los siguientes:

- $VAN > 0$: Valor presente de los ingresos y gastos futuros de la inversión que, a la tasa de descuento seleccionada, generará utilidad.
- $VAN = 0$: El proyecto de inversión no generará ganancias ni pérdidas, en principio no interesa la ejecución del proyecto.
- $VAN < 0$: El proyecto de inversión sufrirá una pérdida, por lo que debe descartarse.

Por último, la tasa interna de retorno, como nos dice Sevilla (2017), es el interés o rendimiento que da una inversión. Es decir, es el porcentaje de ganancia o pérdida de la inversión del monto no deducido del proyecto. Los criterios de selección son los siguientes, donde "k" es la tasa de flujo de caja descontada utilizada para calcular el VAN:

- Si $TIR > k$, se aprobara inversión en proyecto. En este caso, nuestra tasa interna de retorno es superior a la tasa de retorno mínima requerida para la inversión.

- Si $TIR = k$, estamos en la misma situación que cuando el VAN es cero. En esta situación, la inversión puede realizarse si la posición competitiva de la empresa mejora y no existen alternativas más favorables.

- Si $TIR < k$, el proyecto debe ser rechazado. No se consigue la rentabilidad mínima que exigimos a la inversión.

Definición de términos

Análisis de criticidad: es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas.

Avería: Cuando el activo alcanza un estado de incapacidad para realizar una o más funciones, lo clasificamos como avería. A diferencia de la falla, que es el inicio y causa de la incapacidad productiva, la avería es el estado en que se encuentra el bien después de la falla.

Beneficio costo (B/C): Compara tus ingresos y costos con los valores actualizados para obtener resultados que determinen tus costos de inversión y lograr mejores resultados

Disponibilidad: Es la probabilidad de que un sistema esté activo o listo para usarse. Es decir, el período durante el cual la instalación debe operar.

Evaluación de desempeño: el sistema que mide de forma objetiva e integral la conducta profesional, las competencias, el rendimiento y la productividad. En definitiva, cómo es la persona, qué hace y qué logra.

Falla: Cuando el activo alcanza la incapacidad para desempeñar su papel funcional, lo consideramos una falla. La falla es un evento que impide que el activo funcione, no el estado en el que se encuentra.

Mantenimiento: Un conjunto de técnicas para mantener los equipos y los sistemas en funcionamiento durante el mayor tiempo posible para obtener la máxima disponibilidad y el máximo rendimiento.

Orden de trabajo: Es un documento que contiene instrucciones escritas detalladas para realizar un tipo de trabajo o encargo en particular. Es una herramienta básica utilizada en varios procesos de producción y, a menudo, también se usa para problemas de mantenimiento.

Perfil de puesto: son descripciones concretas de las características, tareas y responsabilidades que tiene un puesto en la organización, así como las competencias y conocimientos que debe tener la persona que lo ocupe.

Periodo de recuperación de inversión (PRI): Establece el tiempo que toma que la inversión retorne. Es importante destacar que un proyecto de inversión es aceptado si el tiempo para recuperar la inversión es menor al periodo determinado.

Plan de capacitación: Es una serie de acciones de entrenamiento y formación de personas, donde la transferencia de conocimiento puede servirse de actividades teóricas o prácticas.

Rentabilidad financiera (ROA): Este es un índice que mide la rentabilidad de una empresa en relación con su propio capital. Medir la razón de utilidad neta a autofinanciamiento de la empresa.

Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) según Baca, G. (2010) en su libro Evaluación de Proyectos nos indica que TMAR es una ganancia que compensa el índice inflacionario más el premio de riesgo de dinero en inversión. Este debe ser válido para los años de proyecto. Para el presente trabajo se calculó un TMAR de 20% detalle en anexos 15

Tiempo promedio entre fallas (MTBF): Este es el tiempo promedio entre fallas reparables de equipos o maquinarias. Esta métrica se utiliza para monitorear tanto la disponibilidad como la confiabilidad del producto. Cuanto mayor sea el tiempo entre fallas, más confiable será el sistema.

Tiempo Promedio entre reparaciones (MTTR): El tiempo medio que se tarda en reparar un sistema (normalmente un problema técnico o mecánico). Esto incluye tanto el tiempo de reparación como el tiempo de prueba. El reloj marca esta cifra clave hasta que el sistema vuelva a estar completamente operativo.

Problema

Tras haber analizado la situación actual de la empresa metalmecánica se consideró plantear el siguiente planteamiento del problema ¿Cuál es el impacto la propuesta de aplicación de herramientas TPM para mejorar la rentabilidad de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021?

Objetivos

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo Determinar el impacto de la propuesta de aplicación de herramientas TPM para mejorar la rentabilidad de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021. Algunos puntos que se esperan lograr son

- Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de la línea de producción de la empresa metalmecánica.
- Identificar las metodologías de la Ingeniería Industrial que se pueden aplicar para aumentar la rentabilidad de la empresa metalmecánica.
- Establecer los indicadores para evaluar la factibilidad económica de aplicar las metodologías propuestas para aumentar la rentabilidad en la gestión de mantenimiento de la línea de producción de la metalmecánica.

Como respuesta al planteamiento del problema se conjetura la siguiente Hipótesis,

Hipótesis

La propuesta de aplicación de herramientas TPM incrementaran la rentabilidad de una empresa metalmecánica, Trujillo 2021

Como justificación para la realización de la presente propuesta se ha tomado diferentes criterios Criterio Teórico, Con la realización de este estudio se cubrirán vacíos cognitivos de la empresa metalmecánica. Haciendo uso de conceptos teóricos en la gestión del Mantenimiento. Del mismo modo, en el desarrollo del proyecto se utilizarán conceptos básicos que todo Ingeniero Industrial debe conocer y manejar.

Criterio Aplicativo, El proyecto propone la aplicación de diferentes metodologías en el área de Mantenimiento con la finalidad de aumentar la rentabilidad significativa incrementando los ahorros para la empresa como resultado, la empresa metalmecánica que de llegar a aplicarse se evidenciará una mejora en su situación económica.

Criterio Valorativo, Se decidió analizar el estado actual de la empresa metalmecánica. Buscando detectar los problemas con mayor incidencia y repercusión en el área de Mantenimiento, con esto se logrará plantear diversas propuestas de mejora con el fin de que la empresa disminuya sus costos operacionales, optimice sus procesos y sea más productiva.

Criterio académico El presente trabajo tiene como fin académico servir de ayuda a la realización de futuros estudios en donde se busque reducir costos operativos en el área de Mantenimiento. De igual manera, el proyecto busca proponer mejoras en la empresa metalmecánica. Haciendo uso de diversos conocimientos adquiridos durante el estudio de nuestra carrera profesional. Como autor, estoy totalmente convencido de que nuestro estudio será de gran apoyo para la formación de nuevas generaciones de profesionales.

Aspectos éticos, la información utilizada en el presente documento goza del 100% de veracidad porque el autor tuvo contacto directo con la empresa Metalmecánica. En dicha empresa fue donde realizo sus prácticas Pre Profesionales contado con el acceso a información de primera mano otorgada por la Jefa administrativa Flores Briones Vásquez.

Por otro lado, la propuesta se elaboró usando antecedentes elegidos y otros trabajos que contiene las herramientas de ingeniería, así como bases teóricas usadas en la propuesta. Toda la información usada ha sido referenciada en el formato APA 7ma edición y expresado los contenidos con palabras propias con organización, continuidad y coherencia, evitando el delito de plagio parcial o total, de conformidad con en el artículo 219 del Código penal, modificado por el artículo 1 de la Ley N° 28289 (publicado el 20 de julio de 2004) de la siguiente manera: "será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro ni mayor de ocho años y noventa a ciento ochenta días multa, el que con respecto a una obra, la difunda como propia, en todo o en parte, copiándola o reproduciéndola textualmente, o tratando de disimular la copia mediante ciertas alteraciones, atribuyéndose o atribuyendo a otro, la autoría o titularidad ajena".

Otro punto a considerar en aspectos éticos es que la propuesta ha sido elaborada tomando el tema de seguridad que llegar aplicarse la propuesta se tiene que tener en cuenta, actualmente se viene cumpliendo con la seguridad, pero no en su totalidad de acuerdo a lo que exige la normativa. La seguridad laboral hoy en día es uno de los aspectos más relevantes de las actividades diarias y planificadas. Existen principios y títulos legales que rigen la Seguridad y Salud en el Trabajo en el Perú especificados en la LEY N° 29783 (publicado 20 de agosto del 2011). Específicamente en el Artículo 60 de la Ley 29783 agrega que es responsabilidad del empleador proporcionar a sus trabajadores «equipos de protección personal adecuados, según el tipo de trabajo y riesgos específicos presentes en el desempeño

de sus funciones, cuando no se puedan eliminar en su origen los riesgos laborales o sus efectos perjudiciales para la salud este verifica el uso efectivo de los mismos». Si no hay medidas de seguridad, puede causar algunos problemas, los accidentes laborales en algunos casos no se pueden superar.

Otro punto a tomar en aspectos éticos es el tema ambiental. Los problemas ambientales más importantes respecto al medio ambiente con respecto al rubro metalmeccánico son la generación de dos tipos de residuos, la chatarra (piezas de cambio) y los residuos generados a partir de los usos de los fluidos de trabajo (lubricantes y enfriamiento), además de emisiones de calor, maquinaria vieja y ruido. El presente trabajo de investigación ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas y políticas ambientales para aire, agua, suelo y residuos sólidos de acuerdo a la siguiente normativa legal de Perú.

DECRETO SUPREMO N° 002-2014-MINAM-- Disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

LEY-- N° 27314 ---Ley General de Residuos Sólidos

DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM--Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

DECRETO SUPREMO N° 023-2009 MINAM— Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Ya que al aplicarse la propuesta de mantenimiento preventivo la empresa estará expuesta cambios que generan chatarra y fluidos líquidos, emisiones de ruidos, olores fuertes.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación:

En la publicación de metodología de la investigación se explica cuatro variaciones de investigación: exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo.

El alcance de los estudios descriptivos es trazar situaciones particulares, fenómenos e incidentes, detallando cómo se manifiestan, buscan especificar propiedades de cualquier suceso particular analizado. Intenta recopilar o evaluar de forma autónoma o conjunta datos de las variables. así dentro de la investigación, la correlación de variables permite responder a una pregunta de investigación que busca entender el vínculo que puede haber entre los conceptos y variables, realizando con ello mediciones, que pueden ser cuantificadas más adelante. Seguidamente para el autor (Tamayo, 2003, pág. 46) “la investigación descriptiva trajina sobre realidades de acontecimientos, y su característica fundamental es mostrar una apreciación precisa”. En esta variedad de trabajos el experto debe puntualizar con precisión qué va a calcular, y de qué manera se realizará la recopilación datos, dicha información se podrán recopilar de cosas, congregaciones, personas, etc.

Asimismo, el autor (Behar, 2008), menciona que “el propósito de este alcance de investigación es detallar la forma de los sucesos o acontecimientos y su comportamiento, identificando aspectos notables de la realidad”. Para ello se puede hacer uso de herramientas que permitan cuantificar la información obtenida (test, encuestas).

La presente investigación cuenta con un diseño no experimental. Behar, 2008, pág. 17, un diseño no experimental es donde “el experto contempla sucesos tal y como se producen de manera natural, sin participar en su proceso. se efectúan sin manipular las variables para que se puedan observar los efectos sobre la variable dependiente. Transversal

o transaccional Para el autor los diseños no experimentales se clasifican en diseños transversales y longitudinales es transversal por la manera en la que se plantea desarrollar, porque este proyecto recopila y analiza información en una ocasión concreta; por tanto, evalúa los sucesos particulares, eventos o contextos en un momento dado con el objetivo de describir variables y analizar su ocurrencia e intercambio en la ocasión precisa. El alcance de la investigación realizada es, por tanto, de orientación descriptiva y de estructura no experimental, en la que no se incide conscientemente en las variables, solo se analizan los problemas encontrados y se ofrece una solución a los mismos. Se describe la situación actual de la empresa.

2.2. Población y Muestra:

Población; el conjunto de todos los casos que satisfacen un grupo de especificaciones. La calidad se evidencia en la capacidad de demarcar bien tu población. En el presente estudio la población a estudiar todos los procesos de la empresa metalmecánica. Se ha seleccionado todos los procesos, debido son indispensables para la fabricación de productos

Muestra, es un grupo minoritario dentro de la población. Otro punto de vista, que es un subconjunto de los miembros de un conjunto. Por esta razón, la muestra debe ser característica y puntual, se debe argumentar el tamaño de la muestra, el método y la forma de elegir (Behar, 2008), pag.51. La muestra es un subconjunto de miembros que dentro de la población; debemos elegir una muestra cuando trabajar con toda la población. Asimismo, la muestra debe ser reflejo del universo debe ser representativa. La muestra se divide en dos ramas, probabilística y no probabilística. En una muestra probabilística, todos los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para esa muestra. En cambio, una muestra no probabilística o direccional es una muestra de un pequeño grupo de

la población considerada. Se sabe que la población es finita por lo tanto se llega a la conclusión que la muestra será igual al proceso de mantenimiento en el área de producción, Por consiguiente, se realizará una muestra del tipo no probabilístico o dirigida por conveniencia.

Muestreo; hay dos métodos principales de muestreo en la investigación. Un método de muestreo que depende de la probabilidad y un método de muestreo que no depende de la probabilidad. Ambos métodos le permiten crear diferentes tipos de muestras para recolectar datos de manera eficiente para su próxima investigación. El muestreo probabilístico es un método de recolección de muestras que brinda la posibilidad todos los individuos de ser elegidos como muestra. Es el método severo ya que elimina sesgos que pueden afectar a la muestra de estudio. El muestreo no probabilístico. La elección de algunos de estos métodos puede perjudicar los datos o la amplitud para sacar conclusiones generales de los resultados del estudio Artículo tipos de muestreo (Muguira A,2017).

Al identificar el modelo de muestreo con el que se trabajar es el no probabilístico, pasamos a considerar que subtipo de muestreo seleccionando el muestreo de conveniencia. el muestreo basado en objetos accesibles. El muestreo por conveniencia, también conocido como el método basado en individuos disponibles, no le faculta al experto contrastar la representatividad de la muestra, es conveniente usar cuando el experto quiere trabajar en una ocasión optima, llegando a concluir que el modelo de muestreo es no probabilístico, en el subgrupo por conveniencia. Artículo tipos de muestreo (Muguira A,2017).

2.3. Técnicas e Instrumentos:

Técnicas. – Es un grupo de normas que rigen los pasos para que los expertos suelen dar en cada fase de una investigación. Debe enfatizarse que estas técnicas se aplican adecuadamente al trabajo descrito anteriormente, a la tesis en toda su vastedad. También se consideran herramientas para la resolución de problemas de forma precisa y metódica (Carrasco, 2007, p. 274). Las técnicas utilizadas en esta tesis son la entrevista y observación.

Entrevista. – diálogos abiertos realizados a través del instrumento cuestionario, lo cual presentan dos contextos y estos son: estructurada o fluida; La cual puede ser tomada ya sea de manera presencial o de manera virtual haciendo uso del internet como una herramienta indispensable para la aplicación de esta entrevista s por medio de esta técnica que se va a recolectar los datos necesarios para la aplicación de este estudio, de esta manera nos permite saber cuál es la realidad de la empresa con respecto al sección mantenimiento. Asimismo, saber qué es lo que aqueja tanto y los hace perder dinero. Es una de las herramientas de recolección de datos más usadas y consiste en una hoja de preguntas sobre una o más variables a calcular. Existen variedad, pero hay dos clásicas.

Tabla 1
Herramientas de recopilación y análisis de datos

Técnicas	Justificación	Instrumentos	Ejecutado
Observación de campo	Permite contemplar las estaciones de trabajos, la cooperación de cada operario en el área de mantenimiento de la empresa metalmeccánica.	Cuestionario Fichero de datos Capturado de videos o imágenes	En las estaciones de producción , en la que se dan los procesos más frecuentes y que requieren un mantenimiento continuo
Entrevistas	Permite diagnosticar la dirección mediante diálogos con los operarios que laboran en la metalmeccánica , gestión de mantenimiento , la rentabilidad.	Cuestionario Grabadora de voz	Personal que labora en el área de mantenimiento
Análisis de documento	Nos permite utilizar información de primera mano obteniendo información precisa del área de mantenimiento en línea de producción	Laptop Microsoft Excel Libreta de notaciones	Documentación archivada de la empresa en Estudio
Encuesta	Esto le permite detallar los circunstancias que juegan un papel en el campo de conservación de las maquinarias.	Cuestionario con preguntas cerradas y abiertas	Operarios que laboran en la área de producción y que están en el mantenimiento

Nota: en la tabla se describen las técnicas, instrumentos usado y en quien será ejecutado dichas técnicas.

2.4. Procedimientos:

Operacionalización de Variables

Tabla 2

Operacionalización de variables definición dimensión, indicador, formula

VARIABLES	D.CONCEPTUAL	D.OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	ESCALA
Variable independiente: Herramientas TPM	El TPM es filosofía de trabajo que busca maximizar la eficiencia del equipo mediante la implementación de un modelo de mantenimiento de amplio espectro que cubra todo el ciclo de vida de los equipos, vinculando todas las áreas relacionadas con el equipo con participación del personal (Mora, 2010)	Cabe mencionar que se aplicara las siguientes herramientas: Según Rey (2005), señaló que 5S es un programa para mejorar el entorno laboral, el equipo, la productividad, seguridad humana con actividades simples como clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y disciplinar. Por otro lado, un plan de capacitación te permitirá aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen. Así mismo Sánchez (2015) afirma que el mantenimiento preventivo representa una serie de acciones necesarias para extender la vida útil de equipos e instalaciones, evitando interrupción de actividades laborales a través de eventos imprevistos. Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno. Así mismo	Plan de capacitación	% retorno de inversión	$= \frac{\text{beneficio neto}}{\text{costo capacitacion}}$	RAZON
			Plan de mantenimiento	% disponibilidad	$= \frac{TPEP}{TPEP - TPER}$	RAZON
			Aplicación de la 5s	% de la aplicación de la 5s	$= \frac{\text{Puntaje obtenido por S}}{\text{Puntaje total de las 5'S}}$	RAZON
Variable dependiente: Rentabilidad	Según Lizcano, J. (2004) nos indica que, se puede considerar otro aspecto al analizar la rentabilidad de la empresa, como es el nivel de recursos financieros que genera internamente en proporción a su producto, esto es su volumen de ingresos (Lizcano, Pag. 11, 2004)	Al referirse a esta definición se utilizará el Beneficio/ Costo, el VAN y TIR como indicadores de rentabilidad, estos sirven para medir la efectividad de la administración de la empresa para controlar los costos e inversión, de esta manera convertir ventas en Utilidades y por ende en ahorro. (Lizcano, 2004).	Valor neto actual	VAN	$= -1_0 \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+i)^t}$	RAZON
			Tasa interna de retorno	TIR	$= \frac{-I + \sum_{i=1}^n Fi}{\sum_{i=1}^n * Fi}$	RAZON
			Beneficio costo	B/C	$= \frac{\text{beneficio neto}}{\text{Costo de inversion}}$	RAZON

Nota: en la tabla de Operacionalización de variables se explica la definición conceptual y operacional además de las dimensiones indicadores y formulas a usar para cada variable

Generalidades de la Empresa

Negocio metalmeccánico. fue fundad en 1994 para abastecer los mercados regionales con maquinaria de calidad utilizada en la construcción civil, agroindustria, etc. El primer local se estableció originalmente en la Av. César Vallejo No. Urb. 943 Aranjuez, durante 3 años; Con el tiempo, la fábrica y las oficinas principales se trasladaron a la Av. Miguel Grau N° 114 - El Milagro, Panamericana Norte, Km.570, donde aún funciona.

Al iniciar el negocio, la empresa no contaba el dinero ni la estructura necesaria, pero a medida que se desarrollaba la producción de máquinas en la metalmeccánica, poco a poco comenzó a crecer y posicionarse en el mercado de maquinaria de construcción; como ventaja competitiva, consultoría y fabricación de grandes proyectos industriales.

Ahora es una empresa establecida con una trayectoria muy importante el rubro metalmeccánico, siempre estamos innovando y adelantándonos a las necesidades de nuestra industria. Promoviendo el desarrollo de empresas regionales con producto de buena calidad.

Diagnóstico del área problemática

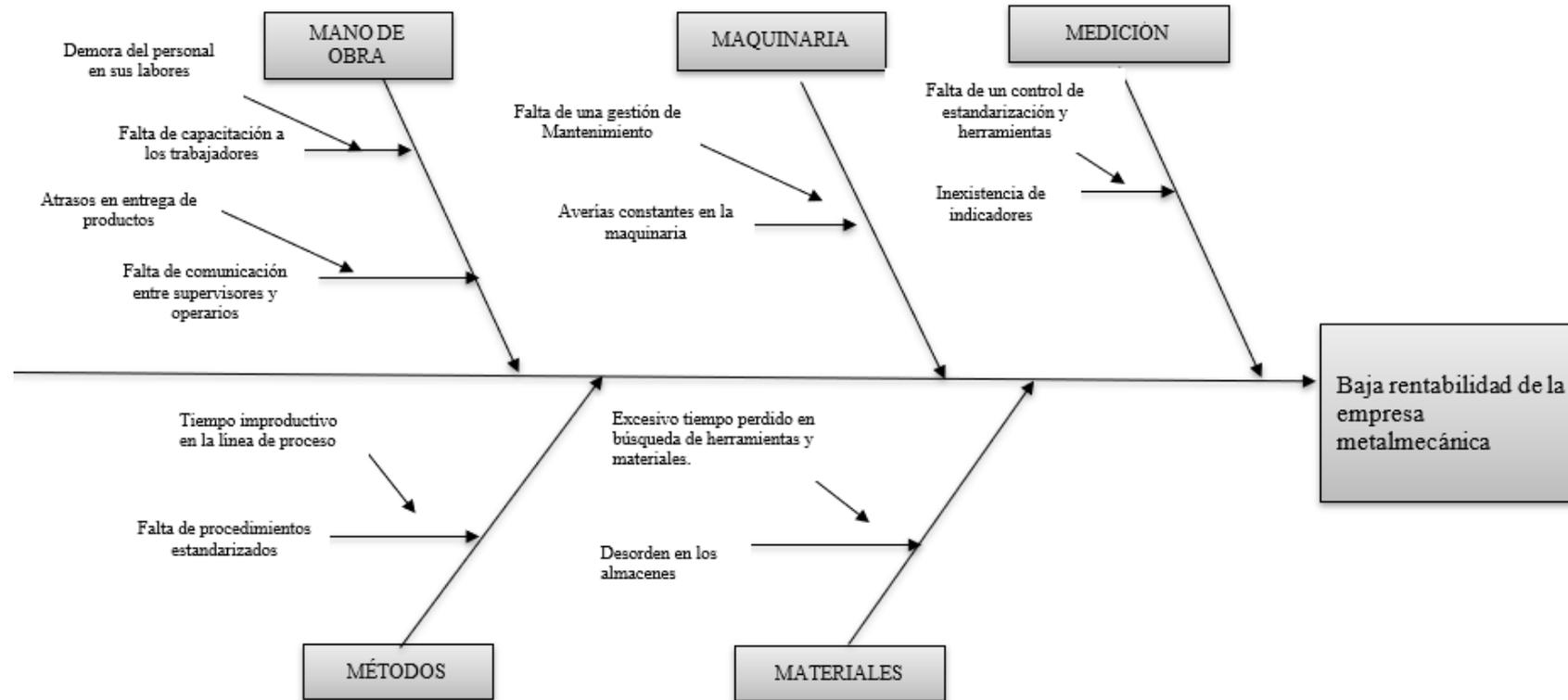
Los metales y aleaciones de hierro. Los elementos procesados crean una amplia gama de productos; desde dispositivos electrónicos hasta enormes estructuras metálicas. La industria encargada de la fabricación, instalación y mantenimiento de estos artículos es la metalmeccánica. A nivel mundial, los países con mayor crecimiento en esta área son Estados Unidos, Japón, Alemania y España. América Latina aún está en desarrollo, pero la industria metalúrgica de Perú ha registrado un crecimiento significativo en los últimos años. Hoy representa el 16% del PIB del país.

Los niveles de producción se encuentran retrasados debido a averías en equipos y maquinaria por mantenimiento no programado de las máquinas. Por lo tanto, los costos excesivos en mantenimiento correctivo son causados ya sea por el mantenimiento o por la falta de capacitación de los empleados debido a diversos factores como la pereza, la ignorancia o la falta de experiencia laboral, por otro lado, el excesivo desorden en planta tener conocimiento de las existencias de materiales y herramientas. Las paradas en la línea de producción generan retrasos en los pedidos, tiempo de inactividad y costos de oportunidad

Ishikawa

Figura 9

Diagrama de Ishikawa para el área de producción de la metalmecánica



Nota: en el análisis realizado para detectar las causas del problema principal, están descritas en la figura, cuenta con 5 causas principales y se divide en sub causas. Encontrándose así 12 sub causas posible

Tabla 3

Resumen de las causas del diagrama de Ishikawa

RESUMEN DE COSTO EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO			
CAUSA	CRITERIOS	CAUSA RAIZ	COSTOS ACTUAL
C 01	MANO DE OBRA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	S/. 51,625.80
C 03	MAQUINARIA	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	S/. 72,731.30
C 04	METODO	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 46,463.22
C 05	MATERIALES	FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA	S/. 56,645.60
C 06	MEDICION	INEXISTENCIA DE INDICADORES	S/. 12,120.00
C 02	MANO DE OBRA	FALTA DE COMUNICACION ENTRE SUPERVISOR Y OPERARIO	S/. 13,440.00
TOTAL			S/. 227,465.92

Nota: en la tabla anterior se muestra el resumen de las causas raíces con más costos

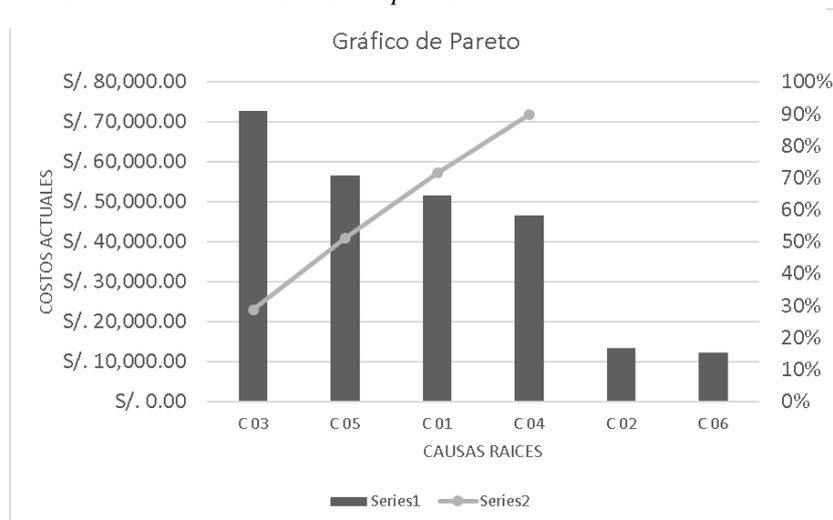
Luego de determinar la causa raíz mediante el diagrama de Ishikawa en el área de mantenimiento de la línea de producción de hormigoneras, se prioriza mediante el diagrama de Pareto y se determina la causa más influyente de acuerdo con el costo anual de la empresa

Matriz de Priorización: Incluye Pareto

De las 4 causas raíz presentadas, 1 de ellas es la de mayor impacto y es la que afecta directamente los elevados costos operacionales de la empresa Metalmecánica. En la siguiente tabla se detallan los costos por causa raíz

Figura 10

Análisis de causas raíces con la distribución de Pareto



Nota: las causas de mayor relevancia son averías constantes de maquinaria, falta de orden en planta, la falta de capacitaciones, falta de estándar en proceso

Luego de determinar la causa raíz mediante el diagrama de Ishikawa en el área de mantenimiento de la línea de producción de hormigoneras, se prioriza mediante el diagrama de Pareto y se determina la causa más influyente de acuerdo al costo anual de la empresa.

Tabla 4

Resumen de causas raíces y sus costos

PARETO				
CAUSA	COSTOS	%	Acumulado	% Acumulado
C 03	S/. 72,731.30	29%	S/. 72,731.30	29%
C 05	S/. 56,645.60	22%	S/. 129,376.90	51%
C 01	S/. 51,625.80	20%	S/. 181,002.70	72%
C 04	S/. 46,463.22	18%	S/. 227,465.92	90%
C 02	S/. 13,440.00	5%	S/. 240,905.92	95%
C 06	S/. 12,120	5%	S/. 253,025.92	100%
TOTAL	S/. 253,025.92	100%		

Nota: en la presente tabla se ha sombreado las causas con costo más elevado, se estará dando una posible solución al 90% de costos elevados que ocasionan la baja rentabilidad

Después del análisis realizado, se determinó que, del total de las seis causas raíces, se tiene que desarrollar la cuatro las criticas

Matriz de costos

Tabla 5:

Matriz de costos actuales y esperados para el año 2021

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	COSTO ACTUAL S/. (AÑO)	COSTO PROYECTADO (AÑO)	AHORRO / BENEFICIO (AÑO)	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR 01	FALTA DE CAPACITACION	S/. 51,625.80	S/. 24,116.40	S/ 27,509.40	Programas de Capacitación
CR 02	AVERIAS EN MAQUINARIAS	S/. 72,731.30	S/. 43,305.60	S/ 29,425.70	Plan de Mantenimiento Preventivo
CR 03	FALTA DE ESTANDARIZACION DE PROCESOS	S/. 46,463.22	S/. 24,116.40	S/ 22,346.82	Programas de Capacitación
CR 04	DESORDEN EN PLANTA	S/. 56,645.60	S/. 27,767.54	S/ 28,878.06	5'S
TOTAL		S/. 227,465.92	S/. 137,392.16	S/. 90,073.76	

Nota: En la presente tabla se confronta los costos actuales y proyectado los costos para el próximo año intentando hallar el beneficio esperado por cada causa raíz.

2.5. Solución de la Propuesta

Descripción de Causas Raíces

Criterio: Maquinaria

Causa: Averías constantes en la maquinaria

Para realizar la solución propuesta se utilizó esta causa por pérdidas de dinero que ascienden a S/ 72,731.30 soles anuales ya que es la causa que mayor costo genera. Además cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como la inexistencia de un técnico especializado en el área de mantenimiento, Inexistencia de una planificación para el proceso de mantenimiento en las máquinas , existe presupuesto para este criterio pero no repercute demasiado ya que el dinero no es utilizado para la dicha implementación se debe tomar en cuenta que no será un gasto si no una inversión cabe resaltar que para esta causa no se utilizara ningún estándar.

Criterio: Materiales

Causa: Falta de orden en la planta

Se realizará la solución propuesta de esta causa ya que se obtiene por pérdidas de dinero el monto de S/. 56,645.64 soles anuales, ya que es una de las causas con mayor costo. Además, se utilizará el siguiente estándar CCS (Consejo Colombiano de Seguridad) para el aprovechamiento de espacio, el pasillo peatonal periférico debe ser de 70 cm, esto ayudará a la realización de dicha mejora. Cabe resaltar que para esta causa no se utilizara ninguna restricción.

Criterio: Método**Causa: Falta de Procedimientos estandarizados**

Se realizará la solución propuesta de esta causa ya que es una de las que obtiene pérdidas de dinero moderado un monto de S/. 3,871.94 soles mensuales. Además, cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como el enfoque tradicional a las máquinas, no cuentan específicamente normas y políticas de la empresa y por último no existe un presupuesto destinado para capacitar y elaborar programas de mantenimiento. Este último para nuestro criterio no repercute demasiado ya que el dinero utilizado para la dicha implementación se recupera, debemos tomar en cuenta que no será un gasto si no una inversión. Cabe resaltar que para esta causa se utilizara el siguiente estándar: La empresa Agro Ángel indica que para realizar mantenimiento preventivo para las máquinas: debería tomarse un tiempo de 25 y 40 minutos respectivamente. De esta manera el estándar ayudara a la realización de dicha mejora.

Criterio: Mano de Obra**Causa: Falta de capacitación a los trabajadores**

También se realizará la solución propuesta para esta causa ya que es una de las que obtiene pérdidas moderadas y similar a la anterior nos referimos al monto de S/. 51,625.8 soles anuales. Además, cuenta con restricciones que para nuestro criterio son trabajables como la falta de presupuesto destinado para capacitar a los operarios, a la vez la negativa del dueño, pero nosotros decidimos trabajarlo para darle el sustento correcto al dueño de la empresa demostrarle que el costo de implementación no es muy alto. Cabe resaltar que para esta causa se utilizara el siguiente estándar: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783 y su modificatoria en Ley N° 30222 la cual determina "Se debe realizar un mínimo de 4 capacitaciones anuales y estas capacitaciones deben completarse entre semana. La formación

que se realiza fuera del horario laboral se retribuye de acuerdo con la legislación vigente.”.

A la vez este estándar ayudara a la realización de dicha mejora

Análisis de costos por causa mano de obra

Tabla 6

Análisis de costos Causa 01- Falta de Capacitación de los trabajadores

CAUSA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	
EVIDENCIA	ENCUESTAS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
Nª MANTTOS REALIZADOS / MES	12	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	1	UND/ DIA
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	1.65	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	19.78	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE POR MANTTO CORRECT.	S/. 741.75	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	2.4725	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 3,560.40	
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION	S/. 4,302.15	SOLES /MES
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION	S/. 51,625.80	SOLES /AL AÑO

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual por falta de capacitación de los operarios

Interpretación:

En esta causa Falta de capacitación al personal, se obtuvo información a través de una encuesta (anexos), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el rendimiento, el número de unidades no producidas por para y el tiempo perdido por mantenimientos Correctivos.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimientos realizados al mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades producidas por día.

Se halló el tiempo estándar por mantenimiento Correctivo que fueron 1.65 horas/Mtto, por lo tanto, con los números de mantenimiento realizados al mes que fueron 12 mantenimientos/mes se halló el tiempo total por mantenimiento Correctivo que es de 19.78 horas/mes.

Por medio de las unidades producidas al mes, conociendo las horas laborables por día y el tiempo total por mantenimiento Correctivo se halló las unidades no producidas por para que son 3 Unid. /mes

Se realizó el costo por tiempo de para por mantenimiento correctivo y a la vez las utilidades no percibidas por unidades no producidas. En conclusión, esto nos generó un costo total por falta de capacitación de 4, 302.15 soles/mes, y un costo total al año de S/. 51,625.80

Maquinaria

Tabla 7

Análisis de costos Causa 02- Averías constantes en la maquinaria

CAUSA	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	
EVIDENCIA	ENCUESTAS Y FOTOS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - PROD.	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO PROD./MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
# MANTENIM. CORRECTIVOS / MAQUINA-MES	12.00	MC/ MAQ-MES
NÚMERO DE MAQUINAS EN EL PROC. PRODUCT	4	MAQUINAS
TIEMPO PROMEDIO X M. CORRECT	1.65	HR / MC
OPERARIOS QUE REALIZAN M.C.	4	OP / MC
MONTO A PAGAR POR SERVICIO ELECT	S/. 2,000.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR M. CORREC	S/. 150.00	SOLES / MC
PRODUCTOS TERMINADOS/ DIA	1	P. TER/ DIA
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
# PRODUCTOS TER. / DIA	1	P. TER. /DIA
P. TER / MES	24	P. TER /MES
TIEMPO. MANTTO CORRECTIVO / MES	19.78	HR / MES
COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CMC: CMAT+CMO+CINS+LCES	
COSTO DE MATERIALES	S/. 1,800.00	SOLES / MES
COSTO POR MANO DE OBRA	S/. 494.50	SOLES / MES
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (CINS)	S/. 206.04	SOLES / MES
COSTO POR UND NO PRODUCIDAS (L.CES)	S/. 3,560.40	SOLES / MES
COSTO TOTAL X MANT. CORRECTIVO (09MAQ)	S/. 6,060.94	SOLES / MES
COSTO TOTAL POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO AL AÑO	S/. 72,731.28	SOLES / AL AÑO

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual por averías constantes en maquinarias

Interpretación:

En esta causa Averías constantes en las maquinarias, se obtuvo información a través de una encuesta (anexos) y fotos (anexos), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total por mantenimiento correctivo, reducir el número de mantenimiento productivo.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimiento correctivos por maquinas al mes, numero de máquinas en el proceso productivo al mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad, el número de productos terminados por día, el tiempo promedio por mantenimiento correctivo; también se nos proporcionó el monto a pagar por servicios eléctricos y el costo de materiales por mantenimiento correctivo.

Conociendo el número de productos terminados por día y el número de días laborables por mes se halló en 1 el producto terminado /día. A la vez se halló el tiempo de mantenimiento Correctivo que fueron 1.65 horas/mes.

Se hallaron los costos de mantenimiento correctivo por las 4 máquinas que se encuentran en el proceso productivo como: los costos de materiales, costo por mano de obra, costo de energía eléctrica y costo por unidades no producidas. En conclusión, esto nos generó un

costo total por mantenimiento correctivo de S/. 6,060.94 soles/mes y por lo consiguiente S/.

72,731.28 al año

Método

Tabla 8

Análisis de costos de Causa 03- Falta de procedimientos estandarizados

CAUSA	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	
EVIDENCIA	FOTOS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
# MANTTOS REALIZADOS / MES	12	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	1	UND/ DIA
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	1.65	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	19.78	HOR/ MES

El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).

TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	17.80	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 667.58	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	2.47	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 3,204.36	
COSTO TOTAL POR FALTA PROCEDIMIENTO S ESTANDAR	S/. 3,871.94	SOLES /MES
COSTO TOTAL POR FALTA PROCEDIMIENTO S ESTANDAR	S/. 46,463.28	SOLES /AÑO

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual para la falta de procedimientos estandarizados

Interpretación:

En esta causa Falta de procedimientos estandarizados, se obtuvo información a través de visitas en el área de mantenimiento que se evidenciaran por fotos (ver Figura 05 y 06), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total por falta de indicadores y reducir el tiempo improductivo.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimiento realizados por mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades no producidas por día.

Conociendo el número de mantenimientos realizados por mes y el tiempo estándar por mantenimiento correctivo se halló el tiempo total de mantenimiento correctivos que es de 19.78 horas/mes.

Por medio de una fuente proporcionada por el Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas), de esta manera se halló el nuevo tiempo total de mantenimiento correctivo que

es de 17.80 horas/mes y por ello se encontró el costo por tiempo de para por mantenimiento correctivo de 667.58 soles/mes.

Al conocer las unidades no producidas por para de 2 unidades/mes, el valor de venta unitario, el porcentaje dado al momento de aplicar la mejora y el porcentaje de utilidad; nos dan una utilidad no percibida por unidad no producidas de 3204.36 soles. En conclusión, esto nos generó un costo total de 3, 871.94 soles/mes por falta de procedimientos estandarizados.

Maquinaria

Tabla 9

Análisis de costos de Causa 04 Falta de orden en la planta

CAUSA	FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA	
EVIDENCIA	FOTOS	
DATOS GENERALES		
# ACT REALIZADAS / DIA	20	ACTIV. /DIA
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
PRODUCTIVIDAD (ACT/H)	2.5	ACTIV/HOR
COSTO DE MANO DE OBRA	1200	SOLES
DIAS LABORABLES POR MES	24	DÍAS
COSTO DE MANO DE OBRA POR HORA	6.25	SOLES/HORA
DATOS DE LA EMPRESA		
PRODUCCIÓN MENSUAL	210	UNIDADES
PRECIO DE VENTA	3200	SOLES
CALCULO		
Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento.		
COSTO MANTENIMIENTO MENSUAL	REDUCCION X 5S	REDUCCIÓN NO PERCIBIDA
S/. 6, 060.94	14.00%	S/. 848.53

El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).

TIEMPO OPERATIVO (HR/MES)	C. OPERATIVO	TPO - 10 % POR MEJORA	NUEVO COSTO OPERATIVO
19.78	S/. 4302.15	17.802	S/. 3,871.94

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual para la causa falta de procedimientos estandarizados

Interpretación:

En esta causa Falta de orden en la planta, se obtuvo información a través de visitas en el área de mantenimiento que se evidenciaran por fotos (Anexos), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total de pérdida en materiales y reducir el tiempo operativo.

Se realizó una recopilación de información por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de actividades realizadas por día en planta, horas laborables por día, se halló la productividad de las actividades por hora, se halló la mano de obra en soles, se halló la mano de obra en soles y los días laborables al mes que son 24 días/mes

Se nos proporcionó también las unidades de producción que es un producto y el precio de venta del producto producido que es de 3200 soles.

Conociendo el número de mantenimientos realizados por mes y el tiempo estándar por mantenimiento correctivo se halló el tiempo total de mantenimiento correctivos que es de 19.78 horas/mes.

Por medio de una fuente proporcionada por Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento, conociendo los costos por mantenimiento correctivo mensual que es de 6, 060.94 soles se aplica la

referencia de la reducción que se generaría por aplicar la metodología 5S esto nos genera una reducción no percibida de 848.53 soles.

Por medio de una fuente proporcionada por el Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas), es por ello conociendo nuestro tiempo operativo de 19.78 hora/mes , nuestros costos operativos de 4302.15 soles obtenidos por los costos por tiempo de mantenimiento correctivo más la utilidad no percibida por unidades no producidas, y aplicándolo la referencia se obtiene un nuevo tiempo operativo de 17.80 esto nos generaría un nuevo costo operativo de 3,871.94 soles. En conclusión, esto nos generó un costo total de 4, 720.47 soles por falta de orden en la planta.

Solución de la Propuesta: Desarrollo de Herramientas

C 01: FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES

MANTENIMIENTO AUTONOMO - CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

En esta sección se describe el proceso para la implementación de la herramienta TPM plan de capacitación propuesto por SEAS (2012) en su libro titulado "Gestión del mantenimiento".

Se describe la evaluación de cada una de las etapas de este procedimiento y la retroalimentación de los indicadores respectivos, en este caso el Mean Time To Repair (MTTR). Este indicador hace referencia al tiempo promedio que demora la reparación de las máquinas que participan en el proceso productivo de las mezcladoras de concreto, en la cual ocurren averías menores.

Previo a la implementación, se entrevistó a todos los empleados de la región para comprender el proceso a implementar y los beneficios que traería para ellos y la empresa.

Tenga en cuenta que el propósito del mantenimiento autónomo es enseñar a los operadores cómo mantener las máquinas que respaldan el proceso de producción. a cabo:

1. Verificaciones diarias
2. Reemplazo de partes accesorias (Eliminar fuentes de contaminación)
3. Reparaciones básicas
4. Detectar de manera temprano condiciones anormales en los equipos

1. Realizar limpieza inicial y eliminar fuentes de contaminación de áreas inaccesibles:

Debido a que ya se ha implementado dentro de la estación la metodología 5 S, ya se ha logrado el compromiso por parte de los trabajadores para mantener limpia toda el área de trabajo. Sin embargo, es necesario mostrarles los beneficios de realizar una limpieza exhaustiva de máquinas que participan en el curso de producción. Para la puesta en marcha de esta fase se entregó materiales para los operarios encargados en dichas maquinas:

- Brochas
- Paños de limpieza
- Cepillos domésticos
- Fibra esponjas
- Frasco limpiador de aire a presión

Estos materiales son controlados por el sector comercial y están presupuestados para consumo mensual.

3. Reparaciones básicas: A su vez se ejecutarán medidas drásticas las cuales harán que las actividades de cotejar de la situación de las maquinas sea más fácil y segura. Estas actividades son:

- Minimizar la dispersión de óxido y polvo en las máquinas.
- Ajustar las partes sueltas de las maquinas
- Cambiar y corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones.
- Revisar e instalar el sistema a usar, servidor, equipo y otros para verificar su buen funcionamiento.

4. Detectar de manera temprano condiciones anormales en los equipos

Inspección general de los equipos: Los operadores asignados para operar cada máquina deben estar capacitados en los aspectos técnicos de estas máquinas para que puedan realizar su propio mantenimiento. Así cobra sentido la columna Mantenimiento Autónomo del TPM.

Falta de capacitación en aspectos técnicos de las maquinas: Esto se logra mediante la implementación de programas de capacitación para los operadores en las estaciones de trabajo. Por esta razón, se describe el procedimiento para implementar la educación del trabajador., propuesto por Chiavenato, I. (2011) en su libro titulado "Administración de Recursos Humanos".

Esto indica que los procesos de organización del personal incluyen la incorporación de nuevos miembros a la organización, diseño de puestos, evaluación del desempeño y planes de capacitación.

Ya hemos visto cómo el proceso de dotación de personal atrae, coloca e integra el talento requerido en la organización para asegurar la continuidad y eficiencia del talento. El

siguiente paso es organizar el trabajo de las personas dentro de la organización. Esto significa que una vez que los empleados son contratados y seleccionados, necesitan ser integrados, colocados en puestos, evaluados por desempeño y seguidos de capacitación en consecuencia.

De esta manera, lo que sigue después de la previsión de personas es organizarlos en grupos. Cabe resaltar que el propósito de un plan de capacitación es el de enseñar a los trabajadores cómo mantener las máquinas que participan en las estaciones de producción, enseñarles a los operarios la definición, y que poner en práctica el mantenimiento autónomo, llevando a cabo:

- Descripción y análisis del puesto
- Evaluación del desempeño
- Plan de capacitación

Descripción y análisis del puesto. Para conocer el contenido de un puesto es necesario describirlo. Su descripción es un proceso que consiste en enunciar las tareas o responsabilidades que lo conforman y distinguen del resto de los puestos en la organización. La descripción de puestos representa la descripción detallada de las atribuciones o tareas del puesto, la periodicidad de su realización, los métodos para el cumplimiento de esas responsabilidades o tareas mientras que el análisis de puesto se da una vez hecha la descripción, ya identificado el contenido, se analiza el puesto en relación con los requisitos que impone a su ocupante. Se realizaron la descripción del perfil de puesto en el área de mantenimiento para el proceso de la línea de producción de mezcladoras de concreto tipo trompo en los puestos de Operario en soldadora de arco eléctrico y Operario en Roladora de tres rodillos CNC. A la vez se realizó el análisis correspondiente para cada perfil de puesto.

Tabla 10

Diseño de un perfil de puesto y su descripción para un operario una soldadora

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Técnico Operario en Mantenimiento para maquina soldadora de arco eléctrico Dirección: Mantenimiento</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN Adoptar una lista de verificación diaria de mantenimiento en cuanto al aislamiento de la maquina con respecto de la superficie en donde asienta la máquina, pinza porta electrodos, temperatura, aislamiento de cables , para contribuir con el mantenimiento dela maquina soldadora.</p>
<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES Cambiar el filtro del regulador electrónico si es necesario. Si el filtro se ensucia rápidamente, podría indicar presencia de contaminantes en el aire que deben ser eliminados, porque podrían derivar en otros problemas. Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material del área de paso de aire. Esto ayudará a detectar problemas con los sistemas de la prensa. Revisar e instalar el sistema a usar, servidor, equipos y otros para verificar su buen funcionamiento. Controlar el nivel del líquido hidráulico. Corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones</p>
<p>RESPONSABILIDADES COMUNES Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</p>
<p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS Capacidad para programar y ejecutar el correcto funcionamiento de la prensa hidráulica. Facilidad para verificar y corregir anomalías, en las zonas de trabajo de su responsabilidad, en relación a las condiciones de seguridad e higiene, generales y particulares, según la política de seguridad e higiene de la empresa. Capacidad para tomar medidas preventivas adecuadas para evitar accidentes, en caso de identificar riesgos primarios. Capacidad en el mantenimiento adecuado de la prensa hidráulica. Facilidad en obtener la información sobre la funcionalidad del sistema hidráulico, su composición y la función de cada elemento histórico de la máquina para su reparación y/o mantenimiento.</p>

Nota: el presente cuadro cuenta con la descripción de funciones y habilidades para perfil de puesto de un operario de una maquina soldadora de arco eléctrico.

Tabla 11
Análisis del Perfil de Puesto para una operaria de una máquina soldadora

<p style="text-align: center;">Carrera Base</p> <p>Técnico en Mecánica de producción para una maquina Soldadora de Arco eléctrico</p>	<p>Experiencia/Certificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especialización en máquinas hidráulicas. • Un año realizando funciones similares. • Autorización acreditada de uso. • Certificado de aptitud para el puesto de trabajo.
<p style="text-align: center;">Conocimientos Técnicos</p> <p>Procesador de hoja de cálculo</p> <p>Procesador de texto</p> <p>Procesador de gráficos</p> <p>Herramientas de planificación</p>	
COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO	
COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES	NIVEL REQUERIDO
Aprendizaje y mejoramiento continuo	Alto
Orientación para el cumplimiento de objetivos	Alto
Responsabilidad	Alto
Diálogo efectivo	Alto
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	NIVEL REQUERIDO
Planificación y Organización	Alto
Manejo y solución de problemas	Medio
Relaciones interpersonales	Alto
Estabilidad emocional	Alto
Liderazgo y supervisión	Medio

Nota: el presente cuadro cuenta con el análisis y la calificación requerida para perfil de puesto de un operario de una maquina soldadora de arco eléctrico.

Tabla 12

Diseño de un perfil de puesto y su descripción para un operario de maquina Roladora

<p>IDENTIFICACIÓN Título del Puesto: Técnico Operario en Mantenimiento en Maquina Roladora de tres rodillos CNC Dirección: Operaciones</p>
<p>MISIÓN DE LA FUNCIÓN Utilizar la maquina Roladora para cortar planchas de metal en distintos ángulos y verificación de piezas.</p>
<p>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES Usar la maquina Roladora y doblar y curvar planchas de metal en piezas de distintos ángulos. Para efectuar los doblados y curvados, el operario deposita la plancha de metal sobre la mesa contra la guía-tope posterior, selecciona el ángulo de curvado y aproxima la pieza hacia los rodillos buscando el efecto deseado. Antes de utilizar cualquier máquina esta debe ser revisada, prestando especial atención a que estén colocados todos los dispositivos de seguridad. Volver a colocar la protección siempre que deje usar la maquinaria</p>
<p>RESPONSABILIDADES COMUNES Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto del interruptor. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</p>
<p>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS Facilidad al operar la máquina para el curvado y doblado de planchas en distintos ángulos Facilidad en la sujeción de la plancha a curvar, no debe realizarse nunca manualmente, sino con la ayuda de algunos tensores que ayudan garanticen una sólida fijación. Facilidad para solucionar problemas dentro del área del trabajo.</p>

Nota: el presente cuadro cuenta con la descripción de funciones y habilidades para perfil de puesto de un operario de una maquina Roladora de tres rodillos

Tabla 13

Análisis del Perfil de Puesto para un operario de una máquina Roladora de tres rodillos

<p>Carrera Base</p> <p>Técnico en Mecánica de producción para Máquina Roladora de tres rodillos CNC</p>	<p>Experiencia/Certificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experiencia específica en manejo de maquina Roladora • Autorización acreditada de uso • Certificado de aptitud para el puesto de trabajo • Un año realizando funciones similares • Manipular Roladora de forma segura • Lubricar los rodillos • Manejar la Roladora de tres rodillos • Mantener equipos de rolado en buen estado • Detectar peligros en el lugar de trabajo
<p>Conocimientos Técnicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normas de calidad • Técnicas de rolado • Técnicas de doblado 	
<p>COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO</p>	
<p>COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</p>	<p>NIVEL REQUERIDO</p>
Aprendizaje y mejoramiento continuo	Alto
Orientación para el cumplimiento de objetivos	Alto
Responsabilidad	Alto
Diálogo efectivo	Medio
<p>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p>	<p>NIVEL REQUERIDO</p>
Planificación y Organización	Alto
Manejo y solución de problemas	Medio
Relaciones interpersonales	Alto
Estabilidad emocional	Alto
Liderazgo y supervisión	Alto

Nota: el presente cuadro cuenta con el análisis y la calificación requerida para perfil de puesto de un operario de una maquina Roladora de tres rodillos

Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño es la evaluación sistemática del desempeño y el potencial de desarrollo de un individuo en el trabajo. Cualquier evaluación es un proceso que inspira o juzga el valor, la excelencia y las cualidades de una persona.

Se realizaron dos evaluaciones de desempeño para cada competencia. Consulte las tablas 15 y 16 en el Área de mantenimiento posterior: Cargas de soldador y cargas de rodillos el formato de la evaluación se encuentra en el anexo

Tabla 14

Resultados de evaluación desempeño para el manejo de la maquina Soldadora de arco eléctrico.

RESULTADOS	
GESTIÓN TÉCNICA	A MEJORAR
COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES	
MEJORAMIENTO CONTINUO	A MEJORAR
RESPONSABILIDAD	BUENO
COMUNICACIÓN	A MEJORAR
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	
PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN	MEJORAR
MANEJO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	A MEJORAR
RELACIONES INTERPERSONALES	BUENO
ESTABILIDAD EMOCIONAL	BUENO
LIDERAZGO Y SUPERVISIÓN	A MEJORAR
GESTIÓN DE RECURSOS	BUENO

Nota: en los resultados de la evaluación de desempeño para maquina soldadora se puede observar que en el ítem de gestión técnica y competencias organizacionales hay que mejorar; en competencias específicas y gestión de recursos hay que conservar la calificación de bueno procurando llegar a optimo

Tabla 15

Resultados de evaluación desempeño para el manejo de una maquina Roladora de tres rodillos

RESULTADOS	
GESTIÓN TÉCNICA	A MEJORAR
COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES	
MEJORAMIENTO CONTINUO	A MEJORAR
RESPONSABILIDAD	BUENO
COMUNICACIÓN	A MEJORAR
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	
PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN	A MEJORAR
MANEJO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	BUENO
RELACIONES INTERPERSONALES	OPTIMO
ESTABILIDAD EMOCIONAL	BUENO
LIDERAZGO Y SUPERVISIÓN	A MEJORAR
GESTIÓN DE RECURSOS	A MEJORAR

Nota: en los resultados de la evaluación de desempeño para maquina roladora se puede observar que en el ítem de gestión técnica y competencias organizacionales hay que mejorar; en competencias específicas y gestión de recursos hay que conservar la calificación de bueno y procurar llegar a alto

Plan de Capacitación

La formación es un proceso educativo sistemático y organizado a corto plazo durante el cual una persona adquiere conocimientos, desarrolla habilidades y competencias en función de determinados objetivos. Una vez que se establece un diagnóstico, debe procederse a la capacitación, la selección del tratamiento y la prescripción para abordar la necesidad declarada o percibida. En otras palabras, una vez que se ha identificado las necesidades de capacitación, se puede desarrollar un plan de capacitación.

Se realizó un plan de capacitación en la empresa Metalmecánica Primordialmente para poner en práctica el desarrollo de un mantenimiento autónomo, mejorar el desempeño, la comunicación, y otros factores que involucran el desarrollo y sostenibilidad de la misma.

Planeación y ejecución de los programas de capacitación:

A) Objetivos de la capacitación:

- Preparar al personal para la ejecución inmediata y eficiente de todas las tareas propias del cargo.
- Diseñar y desarrollar planes estratégicos y operativos de manera efectiva.
- Proporcionar conocimientos al personal para el continuo desarrollo en sus cargos actuales
- Mejorar el clima laboral de la estación a través de la mejora en la actitud y la motivación del personal
- Mejorar los sistemas, procedimientos y métodos de trabajo.
- Reducir la ausencia y la rotación del personal por falta de conocimientos
- Dejar en claro la importancia de los EPP en el desarrollo de las actividades tanto en producción y mantenimiento en las máquinas, tomar precauciones para evitar situaciones no deseadas.
- Reducir costos por mantenimiento correctivo de la máquina tronzadora y la prensa hidráulica.
- Reducir la pérdida de horas hombre

Tabla 17
Análisis Costos Proyectados para la Causa raíz falta de capacitación

C	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	
EVIDENCIA	ENCUESTAS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
# MANTTOS REALIZADOS / MES	7	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	1	UND/ DIA
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	1.32	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	9.24	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 346.50	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	1.155	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 1,663.20	
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION	S/. 2,009.70	SOLES /MES
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION PROM.	S/. 24,116.40	SOLES /AÑO

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual proyectados para la causa raíz por falta de capacitación de los operarios

En el cuadro Tabla N° 17 podemos observar los números de mantenimientos reducidos a la vez, el costo por tiempo de para por mantenimientos correctivo en s/. 346.50 además de la utilidad no percibida por unidades no producidas en s/. 1663.20. Disminuyendo de esta manera su costo mensual a s/. 2,009.70 soles y s/. 24116.40 soles al año.

C 04. FALTA DE ORDEN EN PLANTA

Según Manuel Suárez (2007), Esta guía ayudará a todos los empleados a implementarla. Se trata de brindar lineamientos para el entendimiento, implementación y mantenimiento del sistema de orden y limpieza de la empresa, a partir del cual se puedan sentar las bases para la mejora continua y mejores condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente en toda la empresa. Las empresas y los propios empleados son constantemente responsables de organizar, mantener y mejorar sus lugares de trabajo para lograr la productividad, reducir los costos operativos y evitar el tiempo de inactividad necesario para que las empresas sobrevivan en el mercado actual. Además, creará una mayor sensación de bienestar entre los trabajadores.

Tabla 18

Formato de evaluación de Actividades por cada S antes de su implementación

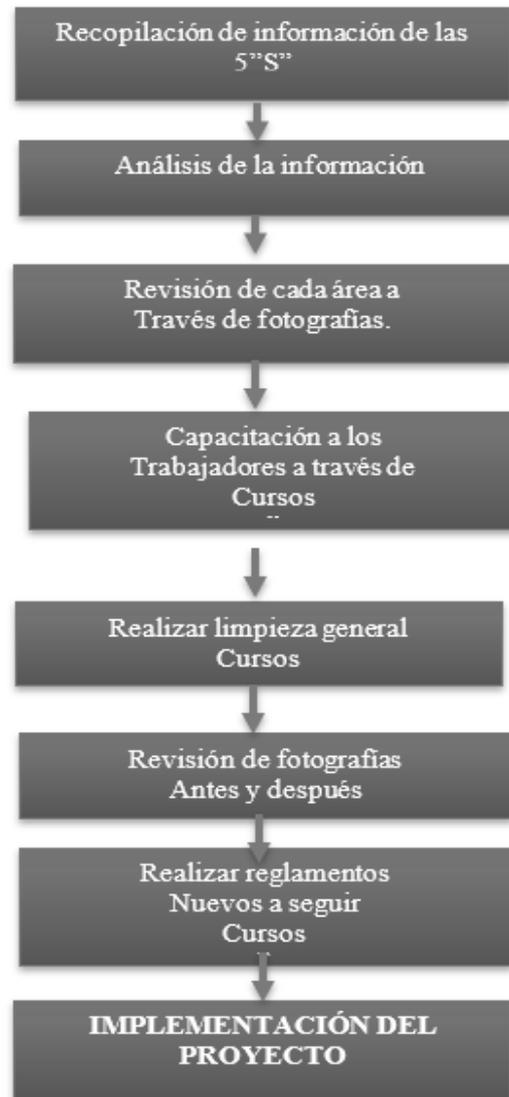
FORMATO DE EVALUACIÓN			Calif.
Seleccionar			
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	1	
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	1	
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	1	
4	Pasillos libres de obstáculos	2	
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	1	
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	2	
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	1	
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	2	
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	1	
10	El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos	2	
SUB TOTAL		14	17%
Ordenar			
11	Las áreas están debidamente identificadas	1	
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	1	
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	2	
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	1	
15	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	2	
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario	1	
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	2	
SUB TOTAL		10	12%
Limpiar			
18	Los escritorios se encuentran limpios	2	
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	1	
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	2	
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	1	
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.	2	
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	2	
SUB TOTAL		10	12%
Estandarizar			
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	1	
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	2	
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	1	
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	2	
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	2	
SUB TOTAL		8	0.095
TOTAL		84	50%
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3= Bueno			

Nota: En la tabla 19 se muestra un formato check list aplicado antes de la implementación calificando los ítems propuestos, mostrando la situación actual

Guía de calificación
0 = No hay implementación
1 = Un 30% de cumplimiento
2 = Cumple al 65%
3 = Un 95% de cumplimiento

Figura 11:

Diagrama de flujo que describe el desarrollo del proyecto 5"S"



Nota: lista de acciones que deben realizarse en la implementación de 5S

Figura 12

Procedimiento de 1ª S- Seiri



Nota: listas de acciones que se tienen que realizar en implementación de 1º S

Identificación de elementos innecesarios.

Tabla 19 *Lista de Elementos Innecesarios*

LISTA DE ELEMENTOS INNECESARIOS FINAL	
ARTICULOS	UBICACION
Herramientas de obsoletas, accesorios en mal estado	PLANTA DE PRODUCCION
Residuos de Plásticos, metales.	
Cajas vacías	
Tubos de metales	
Sillas	DOBLADORA
Baldes vacíos y rotos	
Desecho de Corte	CORTADORA
Desechos de cables	
Cajas vacías	
Retazos de acero	
Acoples y Conectores derramados por el piso, Filtros y manijas malogradas	ROLADORA
Sacos rotos	SOLDADORA
Restos de electrodos	

Nota: Tras una revisan capturas de imágenes y revisión de notas de observación en la planta de producción se elaboró la lista de objetos innecesarios

Tarjeta Roja 5S's

Figura 13

Diseño de una Tarjeta Roja

TARJETA ROJA		N° 2
Fecha :	30 / 06 / 2018	
Area o Puesto de trabajo:	Planta de produccion	
Item:	Residuos de plasticos, metales	
Cantidad:	8	
ACCION SUGERIDA		
<input type="checkbox"/>	Agrupar en espacio separado	
<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	Reubicar	
<input type="checkbox"/>	Reparar	
<input type="checkbox"/>	Reciclar	
Comentario : Este Tipos de material es inncesario para dicho area es por eso que se debe eliminar,		
Fecha de Desecho:	05 / 07 / 2018	

Nota: se adaptó un diseño de tarjeta roja de acuerdo al rubro

Plan de acción retiro de elementos

Tabla 20

Listado de acciones realizadas – En la empresa con respecto a la línea de producción

RETIRO DE ELEMENTOS INNECESARIO	
Herramientas de obsoletas, accesorios en mal estado	Reciclar
Residuos de Plásticos, metales.	Reciclar
Cajas vacías	Reciclar
Tubos de metales	Reciclar
Sillas	Reubicar
Baldes vacíos y rotos	Eliminar
Desecho de Corte	Eliminar
Desechos de cables	Eliminar
Cajas vacías	Reciclar
Retazos de acero	Eliminar
Acoples y Conectores derramados por el piso, Filtros y manijas malogradas	Reubicar
Sacos rotos	Eliminar
Restos de electrodos	Eliminar

Nota: en la tabla se observa las acciones realizadas tras haber identificado los elementos innecesarios y darle el proceso de acuerdo a la ley de residuos solido

BENEFICIOS DE USAR SEIRI

Sus beneficios son los siguientes:

- Se tendrá una optimización de espacio, consiguiendo un ambiente grato para trabajar y obteniendo una liberación de dicho espacio.
- Se tendrá las áreas de paso común y salidas, libres por si sucede algún incidente se pueda evacuar de manera rápida.
- Existirá un orden. “Cada cosa debe tener un sitio y cada sitio debe ser para una cosa”.

Figura 14

Procedimiento 2° S – Seiton



Nota: listas de acciones que se tienen que realizar en implementación de 2° S

Tabla 21

Reubicación de elementos según la frecuencia de uso en proceso

IMPLEMENTACION DE ORDEN 2S		
Nombre del elemento que necesito en mi puesto de trabajo	¿Dónde lo voy a ubicar? (teniendo en cuenta que tanto lo uso)	¿Cuántas Unidades necesito aquí en mi puesto?
planchas metálicas de 2.5 x 1.5 metros	Planta de producción	20
Acoples y Conectores	Planta de producción	100
Maquina Dobladora	dobladora	1
Micrómetro	Planta de producción	1
Marcadores (plumones, tiza)	Guillotina	5
Roladora	Rolado	2
Maquina soldadora	Soldado	1
Electrodos	soldado	1
Vernier	Soldado	1

Nota: En la tabla se identificaron elementos de que merecen ser reubicados en su área correspondientes y las unidades necesarias para su

Figura 15

Procedimiento 3° S Seiso



Nota: listas de acciones que se tienen que realizar en implementación de 3° S

Planificar la limpieza.

Tabla 22

ELABORACION DEL PLAN DE LIMPIEZA FINAL	
PLANTA DE PRODUCCION	Manual de Limpieza para la planta de producción
PUESTO DE DOBLADO	Manual de Limpieza para el Puesto de doblado
PUESTO DE CORTADO	Manual de Limpieza para el Puesto de cortado
PUESTO DE ROLADO	Manual de Limpieza para el Puesto de rolado

PUESTO DE SOLDADO Manual de Limpieza para el Área de soldado

Elaboración de un Plan de Limpieza para la empresa Metalmecánica

Nota: en la tabla se muestra que se propone un manual conjunto con título que contiene recomendaciones a tomar en cuenta en la limpieza de cada área

Tabla 23

Artículos de Limpieza de tercera S- Seiso

ARTICULOS DE LIMPIEZA	
PLANTA DE PRODUCCION	Escoba
	Recogedor
	Balde
	Detergente
	Paños Industriales
PUESTO DE DOBLADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
PUESTO DE CORTADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
	Sopladora
	Detergente
PUESTO DE ROLADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
PUESTO DE SOLDADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
	Bolsas desechables

Nota: en la presente tabla se menciona los artículos de limpieza con los que cuenta cada área

Seiketsu – Estandarizar

El Seiketsu o estandarización pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras tres “S”, el Seiketsu solo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores; implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.

Políticas de Orden y Limpieza. Definir políticas y normas que permitan el mejoramiento y la evolución de lo alcanzado con la implementación de las 5S’s anteriores, con el fin de estandarizar.

Tabla 24

Políticas de Orden y Limpieza

Nº	POLITICAS DE ORDEN Y LIMPIEZA
1	Es OBLIGACION de TODOS conocer y aplicar las normas relacionadas al programa de mejoramiento 5 S.
2	Es TAREA de TODOS mantener el ambiente de trabajo LIMPIO y ORDENADO de acuerdo a la metodología 5 S. Dichas tareas son parte de las actividades regulares y no de actividades extraordinarias.
3	El jefe de área es responsable que TODOS LOS TRABAJADORES conozcan sobre la metodología 5 S, para lo cual debe vigilar permanentemente a su personal con el fin de garantizar el éxito en el proceso.
4	Se debe de entrenar al nuevo personal en la metodología 5 S a través de charlas de inducción. En caso del personal temporal, estos también deben de cumplir con cada una de las políticas establecidas.
5	Es OBLIGACION de cada trabajador, dejar y entregar su lugar de trabajo LIMPIO y ORDENADO al finalizar su turno.
6	Los trabajadores deberán de mantener en su puesto de trabajo solo lo necesario. De igual manera mantendrán los elementos de su puesto de trabajo en excelente estado de conservación y notificarán en caso necesiten la reposición de alguno de ellos.
7	Las herramientas de trabajo, útiles, mesas, estantes, casilleros, cabinas, paredes, techos, lámparas deben de mantenerse correctamente limpias y/o pintadas.
8	Se deben de mantener en perfecto estado las señalizaciones de la empresa.

Nota: En la presente tabla se menciona las políticas de orden y limpieza, además de las obligaciones

Asignar trabajos y responsables. En esta actividad se asignan responsabilidades y acciones a cumplir a cada uno de los trabajadores de la empresa, así mismo, se designan líderes para la supervisión de las tareas. En este punto se les facilita a los líderes la siguiente información:

- Manual de Limpieza
- Estándares generales

Tabla 25

Asignación de Trabajos

ASIGNACION DE TRABAJOS			
AREA /PUESTO DE TRABAJO	RESPONSABLE	ORDEN	LIMPIEZA
PLANTA DE PRODUCCION	María Jahiara Calderón Alfaro Pedro Gamboa Gonzales	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar después de su uso .	Son los encargados de mantener limpio el área donde se desempeñan, cumplimiento con los Manuales establecidos en la tercera S.
PUESTO DE CORTADO	Gustavo Salcedo López	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar después de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumplimiento con los Manuales establecidos en la terceras S.
PUESTO DE DOBLADO	Oscar Taboada Sánchez	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar después de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumplimiento con los Manuales establecidos en la terceras S.
PUESTO DE ROLADO	José Arrunátegui Calvo	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar después de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumplimiento con los Manuales establecidos en la terceras S.
AREA DE SOLDADO	Melissa Mendoza Ramírez Daniel León Pérez	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar después de su uso .	Son los encargados de mantener limpio el área de Acabado, cumplimiento con los Manuales establecidos en la tercera S.

Nota: en la tabla se mencionan los responsables con respecto al orden y limpieza de cada área

Integrar las acciones clasificar, ordenar y limpiar en los trabajos de rutina.

Se debe realizar seguimiento de las actividades con el fin de mantener las condiciones de los puestos de trabajo, este mantenimiento debe ser natural día a día. Dicha Actividad se encuentra en el Anexo donde podemos observar las integraciones de las 3 primeras S en los trabajos de rutina.

Shitsuke – Disciplina

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan.

Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

A diferencia de la clasificación, organización, limpieza y estandarización, la disciplina no es visible y no puede medirse. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Tanto la dirección de la empresa como los empleados, han de cumplir un papel fundamental a la hora de generar un elevado grado de disciplina.

Figura 16

Procedimiento: 5° S Procedimiento



Nota: listas de acciones que se tienen que realizar en implementación de 5° S

El papel de la dirección. Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, la dirección de *la empresa Talleres Unidos Ingeniería e Inversiones S.A.C.*, tiene las siguientes responsabilidades:

Tabla 26

Papel de la Dirección

PAPEL DE LA DIRECCION
Educar al personal sobre principios y técnicas de las 5 S y mantenimiento autónomo
Crear un equipo promotor o líder para la implantación de la planta
Suministrar los recursos para la implantación de las 5S
Motivar y participar directamente en la promoción de actividades
Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
Participar en las auditorías de progreso semestrales o anuales.
Aplicar las 5S en su trabajo
Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo
Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S

Nota: se menciona las funciones de la personal área de administración de la metalmecánica

El papel de trabajadores. Al igual que la dirección, los trabajadores de la metalmecánica tienen las siguientes responsabilidades:

Tabla 27

Papel de los Operarios

PAPEL DE LOS OPERARIOS
Continuar aprendiendo más sobre la implantación
Asumir con entusiasmo la implantación de las 5S.
Colocar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
Realizar las auditorias de rutina establecidas.
Pedir al jefe de área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S
Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos.
Participar activamente en la promoción de las 5S.

Nota: se menciona las funciones de la personal áreas operativas de la metalmecánica

Seguimiento y control. Al culminar con toda la implementación de las 5S se requiere conservar todas las técnicas en óptimas condiciones, esto quiere decir que no se regrese al estado en que se encontraba antes el área. Para alcanzar este nivel de mejora se debe revisar de manera continua los formatos de evaluación para cada técnica implementada.

Estas verificaciones de la implementación deben realizarse en un periodo no mayor a 2 meses y deberán realizarse con la participación activa de los gerentes y todos los trabajadores del área. No se deberá olvidar tampoco de continuar con las inspecciones y controles visuales diarios que forman parte de las revisiones periódicas para no permitir que ningún tipo de anomalía afecte al funcionamiento de las 5S.

Además, mediante el desarrollo del formato de Evaluación de la metodología 5s se observa que el porcentaje de calificación subió de un 50% a un 100% esto nos demuestra que la implementación de la metodología 5s en la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo-2021, fue buena.

Tabla 28

Inspección y verificación después de la implementación de la 5s

FORMATO DE EVALUACIÓN		Calif.
Seleccionar		
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	3
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	3
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	3
4	Pasillos libres de obstáculos	3
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	3
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	3
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	3
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	3
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	3
10	El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos	3
SUB TOTAL		30
		36%
Ordenar		
11	Las áreas están debidamente identificadas	3
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	3
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	3
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	3
15	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	3
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario	3
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	3
SUB TOTAL		21
		25%
Limpiar		
18	Los escritorios se encuentran limpios	3
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	3
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	3
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	3
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.	3
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	3
SUB TOTAL		18
		21%
Estandarizar		
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	3
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	3
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	3
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	3
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	3
SUB TOTAL		15
		0.17857143
TOTAL		84
		100%
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3= Bueno		

En la

Nota: tabla 29 se muestra un formato check list aplicado después de la implementación calificando los ítems propuestos, mostrando la situación proyectada

Guía de calificación
0 = No hay implementación
1 = Un 30% de cumplimiento
2 = Cumple al 65%
3 = Un 95% de cumplimiento

Tabla 29
Costos proyectados por Falta de Orden en la empresa

DATOS GENERALES			
# ACT REALIZADAS / DIA	20	ACTIV. /DIA	
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA	
PRODUCTIVIDAD (ACT/H)	2.5	ACTIV/HOR	
COSTO DE MANO DE OBRA	1200	SOLES	
DIAS LABORABLES POR MES	24	DÍAS	
COSTO DE MANO DE OBRA POR HORA	6.25	SOLES/HORA	
DATOS DE LA EMPRESA			
PRODUCCIÓN MENSUAL	210	UNIDADES	
PRECIO DE VENTA	3200	SOLES	
CALCULO			
Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento.			
COSTO MANTENIMIENTO MENSUAL	REDUCCION X 5S	REDUCCIÓN NO PERCIBIDA	
S/. 3,608.80	14.00%	S/. 505.23	
El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).			
TIEMPO OPERATIVO (HR/MES)	C. OPERATIVO	TPO - 10 % POR MEJORA	NUEVO COSTO OPERATIVO
9.24	S/. 2,009.70	8.316	S/. 1,808.73
COSTO TOTAL POR DESORDEN EN PLANTA AL MES			S/. 2,313.96
COSTO TOTAL POR DESORDEN EN PLANTA AL AÑO			S/ 27,767.54

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual proyectados para la causa falta de procedimientos estandarizados

En la tabla N° 29 podemos observar que el Tiempo medio de reparación es de 1.32 hr/ Mntto Correctivos promedio. Además, los costos totales por mantenimiento correctivos al mes disminuyeron considerablemente en s/. 2,313.96, mientras que al año fueron s/. 27,767.54 soles.

C 02: AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA

Propuesta implementación de un mantenimiento preventivo

Se está desarrollando esta recomendación de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de sus máquinas para rendir al máximo; por lo tanto, es imperativo reducir el número de fallas para aumentar el tiempo medio entre fallas (TMEF); preservando así su actividad. Considerando que la ejecución del plan que se desarrolle dependerá de la organización y de la mejora continua, ya que se verá reflejada en la productividad, calidad, seguridad del producto y rentabilidad de la empresa.

Codificación de Equipos

La codificación de los dispositivos es muy importante ya que nos permite identificarlos mediante los respectivos códigos definidos. Según el autor (García, 2003), existen dos codificaciones que se pueden considerar.

Sistema de Códigos Sin Sentido: A cada comando se le asigna un número o código asociado, pero no brinda información adicional.

Sistema de codificación importante: los códigos asignados brindan información relevante.

La información requerida a incluir en el código asignado al dispositivo es la siguiente: Área a la que pertenece, descripción del equipo, Número correlativo.

Tabla 30

Listado de máquinas y equipos

CODIGO	EQUIPO	FABRICANTE	MODELO
GUI-T-01	Guillotina n°1	ANGLI	QC12Y-6x
GUI-T-02	Guillotina n°2	ANGLI	QC12Y-4x
DOB-T-01	Dobladora n°1	HANGGI	MHRM
DOB-T-02	Dobladora n°2	CAOPAR	J14
SOLAE-T-01	Soldador arco eléctrico	OERLIKON	GL-220
SOLAE-T-02	Soldador arco eléctrico	PRADELEC	NN
ROL3R-T-01	Roladora 3 rodillos	MEISTER	W11-12X 2000
MAN-T-01	Mandriladora n°1	TOS	H100A
MAN-T-02	Mandriladora n°2	HECKERT UNION	BFT 130/5
FRE-T-01	fresadora n°1	TOS KURIN	FA5B-U
TOR-T-01	torno paralelo n°1	METAL EXPORT	TUG -40
PRE-T-01	prensa hidráulica n°1	STENHOJ	S01007

Nota: en la tabla se observa que se codificado cada equipo con las primeras tres letras del nombre maquina más la letra del proceso de producción y la serie de orden de llegada

Listado de funciones y especificaciones

Analizando algunas definiciones generales de las maquinarias que se van trabajar, acompañado de su respectiva ficha técnica con el fin de brindar la mayoría de información de forma fácil y representativa con el objetivo de crear una percepción completa del equipo. A continuación, algunas definiciones básicas de los equipos y sus fichas técnicas

Dobladora hidráulica. La dobladora es una herramienta utilizada para realizar moldeos y curvaturas en tubos y láminas metálicos. Son unas máquinas específicas capaces de manipular metales, y de aplicar las suficientes tensiones como para no dañar una pieza y evitar su rotura

Tabla 31

Ficha técnica de la maquina dobladora CNC

DOBLADORA			FOTOGRAFIA
DATOS DE EQUIPO	UNID	MEDIDAS	
Marca		YANGLI	
Modelo		wc67y100/3200	
Distribuidor		Cabrera S.A	
Manual de fabricante		Si	
Año Fabricación		2000	
Año compra		2006	
ESPECIFICACIONES			
Presión de cierre	ton	100	DESCRIPCION Esta máquina herramienta dobla láminas de cierto calibre, funciona por medio de energía eléctrica y aceite. La energía eléctrica alimenta un motor que a su vez mueve una bomba de aceite con la que se genera un presión de cortina
Longitud de mesa	mm	3200	
Distancia / bastidores	mm	2550	
Profundidad de garganta	mm	320	
Carrera de cortina	mm	130	
Ajuste de carrera	mm	100	
altura Max. Cortina	mm	390	
Nº golpes minuto	mm	>10	
Motor	hp	10	
Dimensiones(lar/an/al)	mm	3.380x15770x7120	
Peso	kg	7120	

Nota: en la se detalla los datos generales del equipo, especificaciones de la maquina dobladora

Cizalla Hidráulica. También conocida como guillotina, es una máquina que sirve para cortar materiales metálicos, generalmente en lámina o placa. El corte se genera mediante el deslizamiento de 2 cuchillas verticales, logrando un hacer un corte de gran precisión y rápido.

Roladora de tres rodillos. La Roladora es una máquina que sirven para darle una curvatura a las láminas de acero, su principal función es convertir las láminas de acero en tubos u objetos curvos que posteriormente se usan en la industria.

Soldadora de arco eléctrico. La soldadura por arco es uno de varios procesos de fusión para la unión de metales. Mediante la aplicación de calor intenso, el metal en la unión entre las dos partes se funde y causa que se entremezclen directamente, o más comúnmente con el metal de relleno fundido intermedio

Numero de fallos y costos mantenimiento

Para determinar fallos funcionales en la maquinaria y equipos necesario analizar un historial de mantenimiento que permite verificar y determinar los diferentes fallos y costos que se han generado mediante un mantenimiento correctivo y las consecuencias de sus fallas. En esta parte del proceso se explica brevemente mediante la revisión y análisis del historial disponible del año 2020.

Tabla 32

Tiempo de paradas por averías en maquinaria de la empresa metalmeccánica en el año 2020

TIEMPO DE PARADAS DE MAQUINARIA 2020				
	SEMANAS	Paradas	Tiempo (Hr)	Maquina
ENERO	SEMANA 1	4	54	Dobladora / Roladora / Soldadora
	SEMANA 2	2	53	Cizalla Guillotina / Soldadora / Dobladora
	SEMANA 3	3	51	Soldadora de arco / Roladora / Dobladora
	SEMANA 4	3	50	Roladora / Cizalla Guillotina
FEBRERO	SEMANA 1	2	54	Dobladora / Soldadora de arco / Roladora
	SEMANA 2	3	48	Dobladora / Roladora de tres rodillo
	SEMANA 3	2	45	Cizalla Guillotina / Roladora / Dobladora
	SEMANA 4	1	32	Soldadora de arco / Cizalla Guillotina

TIEMPO DE PARADAS DE MAQUINARIA 2020				
	SEMANAS	Paradas	Tiempo (Hr)	Maquina
MARZO	SEMANA 1	2	28	Cizalla Guillotina / Roladora de tres rodillo
	SEMANA 2	1	24	Dobladora / Cizalla Guillotina
	SEMANA 3	2	29	Soldadora de arco / Roladora
	SEMANA 4	2	22	Roladora/ Soldadora de arco
ABRIL	SEMANA 1	2	21	Cizalla Guillotina/Dobladora
	SEMANA 2	2	31	Roladora / Dobladora
	SEMANA 3	2	25	Dobladora / Cizalla Guillotina
	SEMANA 4	2	27	Cizalla Guillotina / Soldadora de arco
MAYO	SEMANA 1	2	28	Soldadora / Dobladora
	SEMANA 2	2	26	Dobladora / Roladora
	SEMANA 3	2	18	Cizalla Guillotina / Roladora
	SEMANA 4	2	32	Cizalla Guillotina/Dobladora
JUNIO	SEMANA 1	1	17	Dobladora / Roladora
	SEMANA 2	2	18	Soldadora de arco / Dobladora
	SEMANA 3	3	29	Dobladora
	SEMANA 4	1	18	Roladora / Cizalla Guillotina
JULIO	SEMANA 1	2	32	Cizalla Guillotina /Dobladora
	SEMANA 2	2	18	Cizalla Guillotina/ Soldadora de arco
	SEMANA 3	2	38	Roladora / Dobladora
	SEMANA 4	1	18	Dobladora / Roladora
AGOSTO	SEMANA 1	1	17	Cizalla Guillotina / Soldadora de arco
	SEMANA 2	2	27	Dobladora / Roladora
	SEMANA 3	2	29	Soldadora / Cizalla Guillotina
	SEMANA 4	2	29	Soldadora de arco / Cizalla Guillotina / Dobladora

TIEMPO DE PARADAS DE MAQUINARIA 2020				
	SEMANAS	Paradas	Tiempo (Hr)	Maquina
SETIEMBRE	SEMANA 1	1	18	Soldadora / Roladora / Dobladora
	SEMANA 2	2	28	Dobladora / Soldadora de arco
	SEMANA 3	2	32	Cizalla Guillotina / Roladora
	SEMANA 4	1	18	Roladora / Dobladora
OCTUBRE	SEMANA 1	2	19	Dobladora / Soldadora de arco
	SEMANA 2	3	33	Cizalla Guillotina / Roladora
	SEMANA 3	3	31	Dobladora / Roladora
	SEMANA 4	2	34	Rolado / Cizalla Guillotina
NOVIEMBRE	SEMANA 1	2	35	Dobladora / Cizalla Guillotina / Rolado
	SEMANA 2	3	31	Roladora / Dobladora/ Soldadora
	SEMANA 3	2	28	Cizalla Guillotina / Roladora
	SEMANA 4	2	28	Roladora / Soldadora de arco
DICIEMBRE	SEMANA 1	2	19	Roladora / Cizalla Guillotina
	SEMANA 2	2	31	Dobladora / Soldadora de arco
	SEMANA 3	2	29	Soldadora / Roladora
	SEMANA 4	2	17	Dobladora / Roladora /
	TOTAL	97	1418	

Nota: En la tabla se describe las horas y cantidad de averías en el año 2020

Análisis de criticidad

Estudio de las consecuencias de las consecuencias de cada uno de los modos de fallos clasificación de los fallos críticos importantes o tolerables. Respecto al diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo, se elaboró un análisis de criticidad de las máquinas para detectar a cuáles se le dará prioridad, método que requirió el apoyo del responsable del mantenimiento: el jefe de Producción. Según Miquel, P. (2010). El análisis de criticidad es

una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la fiabilidad operacional, basado en la realidad actual; además Sierra, G. (2004) nos indica que la mejora de la fiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro criterios fundamentales: fiabilidad del proceso (Producción), fiabilidad humana (Calidad), fiabilidad de los equipos (Seguridad) y mantenimiento de los equipos (Mantenimiento).

Ecuación de criticidad:

$$EC = \{PROD + CALD + MANT + SEG\}$$

Producción: Este criterio se divide en 3 sub criterios: Taza de producción, equipo auxiliar, influencia en el proceso.

Tabla 33

Valores para la Taza de utilización del equipo

PRODUCCION		EQUIPO AUXILIAR		INFLUENCIA EN EL PROCESO	
PUNTOS	CARACTERISTICA	PUNTOS	CARACTERISTICA	PUNTOS	CARACTERISTICA
4	>80%	5	Sin posibilidad de reemplazo	5	Paro del proceso de producción
2	Entre 50 y 80%	4	Equipo que puedan cumplir la misma función	4	Influencia importante
1	<50%	1	Equipos con duplicado	2	Influencia relativa

Nota: valores para los criterios de evaluación producción, reemplazo, influencia en el proceso

Calidad: Influencia del equipo en la calidad del producto

Tabla 34

Valores para la influencia del equipo en la calidad del producto

PUNTOS	CARACTERISTICA
5	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

Nota: valores para los criterios de evaluación de calidad

Mantenimiento: Este criterio se divide en 3 sub criterios Costo mensual de mantenimiento, Número de horas de paradas por averías al mes, Grado de especialización del equipo

Tabla 35

Valores del criterio mantenimiento según los sub criterios

COSTO DE MANTO		NUMERO DE PAROS AL MES		GRADO DE ESPECIALISTA	
PUNTOS	CARACTERISTICA	PUNTOS	CARACTERISTICA	PUNTOS	CARACTERISTICA
5	Decisiva	4	Mayor a 3 horas	4	Especialista
4	Importante	2	Entre 1 a 3 horas	2	Normal
2	Sensible	1	Menor a 1 hora	1	sin especialista
1	Nula				

Nota: valores para los sub criterios de evaluación de mantenimientos, paradas, expertos

Seguridad: influencia que tiene el equipo en la seguridad o medio ambiente

Tabla 36

Valores de influencia de equipo en la seguridad o medio ambiente

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Nota: valores para el criterio de evaluación seguridad.

Escala final de criterios: Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres grupos de criticidad:

Tabla 37

Escala de Valores totales de los grupos de criticidad

GRUPOS DE CRITICIDAD	VALORES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$25 < X < 35$
CONTROL SOBRE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	$16 < X < 24$
PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	$X < 15$

Nota: con la suma total de valores por criterio según la escala propuesta, se someterá a mantenimiento preventivo los equipo y/o maquinaria que tenga un puntaje mayor a 25 y menor a 35

Tabla 38

Análisis de criticidad para los equipos de la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD									
EQUIPO	PRODUCCIÓN		CALIDAD		MANTENIMIENTO		SEGURIDAD	VALOR DE LA CRITICIDAD	
	TASA DE MARCHA	EQUIPO AUXILIAR	INFLUENCIA SOBRE EL PROCESO	INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO	COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO	HORAS DE PARO EN EL MES	GRADO DE ESPECIALISTA		INFLUENCIA EN LA SEGURIDAD O MEDIO AMBIENTE
Roladora de tres rodillos 1	4	4	5	5	1	4	4	4	31
Soldador arco eléctrico 1	4	1	5	5	1	4	4	4	28
Guillotina 1	4	1	5	5	1	4	4	2	26
Dobladora 1	4	1	5	5	1	4	4	2	26
Prensa Hidráulica	2	5	4	4	1	4	2	2	24
Mandriladora 1	2	1	5	5	1	2	2	2	20
Roladora de cuatro rodillos 2	2	4	2	4	1	2	2	2	19
Dobladora 2	2	1	4	4	1	2	2	2	18
Guillotina 2	2	1	4	4	1	2	2	2	18
Mandriladora 2	2	1	4	4	1	2	2	2	18
Soldador arco eléctrico 2	2	1	4	4	1	2	2	2	18
Torno paralelo 1	1	5	2	2	1	2	2	2	17

Nota: Al aplicar en análisis de criticidad y encontrar equipos con valores entre 25 y 35 puntos según la escala planteada, lo equipos que pasan a ser seleccionados para el mantenimiento preventivo son la Roladora, guillotina, dobladora y soldadora de arco eléctrico

Análisis de averías funcionales y averías técnicas, modos o causas de los fallos encontrados

Una vez tenemos el listado de máquinas en estado de crítico, pasamos a determinar las posibles averías o fallas del ítem que impiden cumplir su función. Se estudian los modos de fallo, es decir, las circunstancias y causas que acompañan al fallo.

Tabla 39

Análisis de averías, causas y soluciones de las maquinas con criticidad de mantenimiento

Equipo	Averías	Causas	Soluciones
Cizalla o guillotina hidráulica	maquinaria no enciende	sin acceso al poder	comprobar alimentación energía , el fusible esta quemado
	rebaba de la hoja es demasiado grande	Ajuste inadecuado del ajuste de la hoja	calibrar el espacio de la hoja
	la viga de corte no puede bajar	filo de la hoja romo	Cambio de hoja o afilado
		Motor de bomba gira mal	Ajuste de cables trifásicos
		la bomba no puede funcionar	compruebe estado de la bomba o reemplazar
		fuga en el cilindro o en el pezón	verificación y servicio
		el interruptor de limite no reacciona	comprobar cables e interruptor y reemplazar
		el contador sin resetear	reiniciar contador
		Los errores de orden de la viga de corte regresan lento	la presión del cilindro de nitrógeno es baja

	sonido de impacto al cortar la viga al volver al punto superior	la presión del cilindro de nitrógeno es alta	reducir la presión del cilindro de nitrógeno
	Desgaste del elemento de sellado	Demasiado uso con respecto al anillo de sellado	Intercambio de elemento de sellado y anillo de sellado
	Fuga de Pezón	el pezón esta flojo , junta esta desgastada	atornille el pezón junta de intercambio
	Fuga del cilindro de nitrógeno	el aceite de sello no es suficiente o el sello está desgastado	aumente el aceite del sello o cambie el sello
Equipo	Averías	Razones	Soluciones
soldadora de arco eléctrico	maquinaria no enciende	hundimiento de fusible sobre carga de voltaje	revisar tensión o reemplazar fusible
	Paro repentino de soldadora	obstrucción de ventilación o sobrecarga	limpiar y liberar ventilador, reemplazar conexiones
	Problema con interruptor de polaridad	desgaste del interruptor o uso inadecuado	reemplazo de interruptor
	calentamiento de soporte	conexiones flojas o tamaño incorrecto de electrodo	verificar conexión cambio de electrodo
	choques eléctricos al operador	bastidor de soldadora no conectado correctamente a tierra	verificar conexión a tierra
	calentamiento de cables	cable no es del tamaño apropiado	reemplazar cables
	abrazaderas en mal estado	oxidación de pinzas por mala conservación	verificación y limpieza de pinza
	cables dañados	daño por tiempo de vida, o uso inadecuado	reemplazar cables
Equipo	Averías	Razones	Soluciones

dobladora hidráulica	ruido en la bomba de aceite es demasiado grande	fuga de aceite, cambios de temperatura, filtro obstruido	reemplazo de filtro, verificación de viscosidad de aceite
	no hay presiona para construir	manómetro dañado, válvula de presión bloqueada o tascada	reemplazo de manómetro, verificación de presión , limpieza de válvula
	perdida acción en control deslizante	válvula sin señal eléctrica o atascada	verificación de voltaje de retroalimentación
	control deslizante lento, vibra, se balancea	fricción en rieles o baja lubricación , válvula de compresión suelta	limpiar rieles, lubricar, verificar válvula de compresión
	error en el Angulo de flexión es muy grande	aflojamiento de rejilla o regla	verificar flexión en punto muerto o verificar llave proa
	fuga de línea hidráulica o falla de tubería	tubería no cumple requisitos, sufrió impacto , ausencia de accesorios	verificar tubería, reemplazar abrazadera
	fallas en tope trasero	aflojamiento de tornillos, daño en husillo de bolas	verificación o reemplazo de tornillos huesillo de bolas
Equipo	Averías	Razones	Soluciones
Roladora de tres rodillos	maquinaria no enciende	hundimiento de fusible sobre carga de voltaje	revisar tensión o reemplazar fusible
	Problema con interruptor de polaridad	desgaste del interruptor o uso inadecuado	reemplazo de interruptor
	derrame de aceite	fugas hidráulicas	reparar fuga
	desnivel de cilindros	fallo en programación de potenciómetros lineales	verificación y calibración de potenciómetros
	bloqueo total de maquina	Falla en el PLC	reseteo de sistema PLC
	no hay presión en la maquina	rotura de bomba hidráulica	reemplazo de accesorio

	impedimentos de movimiento	daños de válvula de distribución	verificación o reemplazo de válvula
	cables dañados	daño por tiempo de vida, o uso inadecuado	reemplazar cables

Nota: la tabla menciona las averías, posibles causa y propuestas soluciones a las averías en la maquinas

Plan de mantenimiento y agrupación de medidas preventivas

Con base en las acciones identificadas a tomar, cree un formato que describa las acciones, acciones y ciclos que se realizarán según sea necesario para cada mal funcionamiento.

Cabe mencionar que el formato se preparó en una hoja de cálculo de Excel por sugerencia del autor (García, S. 2009), ya que era más fácil realizar cambios que pudieran ocurrir más adelante. También porque no hay un software de control de mantenimiento

Tabla 40

Cronograma de actividades de plan de mantenimiento para máquina de soldadora de arco eléctrico

Sistema	Actividad de mantenimiento a realizar	Frecuencia	Herramienta y/o equipo	Tiempo
Estructura mecánica	Limpieza general	DIARIO	pañó y/o disolventes	20min
	Reemplazar etiquetas dañadas	SEMESTRAL	inspección visual	1 hora
	Aspirar interiores de la máquina para remover polvo	SEMESTRAL	soplador y paño industrial	1.5 horas
	Revisar ruedas de las máquina para su transporte	SEMANAL	htas menores	1hora
	Lubricar ruedas de la base de transporte	MENSUAL	lubricante y paño industrial	45 min
	Verificar no removido piezas después de soplado	SEMESTRAL	inspección visual	15 min
Sistema eléctrico	Verificar estado de cables cortes y daños	MENSUAL	inspección visual	30 min
	Revisar conexiones que no presenten deterioro o aislamiento	MENSUAL	probador , htas menores y aislantes	20 min
	Reparar puntos de aislamiento dañado	TRIMESTRAL	multímetro, probador htas aislantes	1.5 horas
	Cambie cable porta electrodo y tierra	TRIMESTRAL	cables hta menores aislantes	2 horas
	Limpiar conexiones eléctricas	TRIMESTRAL	limpiador electrónicos, paño industrial	1 hora
	Verificar el funcionamiento de interruptor principal	TRIMESTRAL	inspección visual	15 min
	Verificar el funcionamiento de luces indicadoras	TRIMESTRAL	inspección visual	15 min
	Verificar funcionamiento de las perillas de ajuste	TRIMESTRAL	inspección visual	15 min
	Verificar funcionamiento de ventilación	TRIMESTRAL	inspección visual	15 min
	Verificar funcionamiento de relojes y pantallas	TRIMESTRAL	inspección visual	15 min

Tabla 41

Cronograma de actividades de plan de mantenimiento para maquina Roladora

Sistema	Actividad de mantenimiento a realizar	Frecuencia	Herramienta y/o equipo	Tiempo
Sistema Mecánico	Limpieza general de maquina	DIARIO	pañó y/o disolventes	20min
	Lubricación manuala de partes	SEMANAL	Lubricante	1.5horas
	Apretar pernos de sujeción	TRIMESTRAL	Laves mixtas	30min
	Controlar paralelismo de rodillos	TRIMESTRAL	llaves mixtas	45min
	Controlar deslizamientos de los rodillo	TRIMESTRAL	llaves mixtas	30 min
	Realizar pruebas de alineamiento de equipo	TRIMESTRAL	Nivel	2 horas
Sistema hidráulico	Controlar la perdida de fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	15 min
	Inspeccionar el nivel de fluidos sea permisible	MENSUAL	inspección visual	5min
	Revisar estado de mangueras que estén deteriorados	TRIMESTRAL	inspección visual	20 min
	Controlar el funcionamiento de sistema hidráulico	MENSUAL	inspección visual	1hora
	Sustitución de filtro de aire en el deposito	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de filtro de aceite de aspiración	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de cartucho de filtro de aire de retorno	TRIMESTRAL	cartucho hta menores	3horas
	Controlar sistema de precarga de nitrógeno	MENSUAL	inspección visual	1horas
	Sustitución de fluido hidráulico y limpieza de deposito	SEMESTRAL	inspección visual	4horas
sistemas de lubricación	Controlar perdidas de lubricante en la línea	SEMANAL	aceite paño industrial solvente	15min
	Verificar el funcionamiento del sistema	DIARIO	inspección visual	15min
	Revisar el nivel de lubricante se encuentre estándar	SEMANAL	inspección visual	5min
	Revisar mangueras que no presentan fugas	TRIMESTRAL	inspección visual	20min
Sistema de enfriamiento	Revisar el funcionamiento del sistema hídrico	SEMANA L	inspección visual	20 min
	Controlar pérdidas de agua en la línea	DIARIO	inspección visual	15min
	Controlar a toda hora la temperatura del fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	5min
	Revisar que el sistema se encuentre operativo	SEMANAL	inspección visual	30min
	Limpieza de intercambiador de calor	SEMESTRAL	inspección visual	5horas
	Prueba de aislación	TRIMESTRAL	probador	1 hora
	Ajuste de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL	hta menores aislantes o auto fundentes	3horas
	Inspeccionar hacer revisión de toch panel	TRIMESTRAL	probador, multímetro ,htas menores	45 min

Tabla 42

Cronograma de actividades de plan de mantenimiento para maquina dobladora hidráulica CNC

Sistema	Actividad de mantenimiento a realizar	Frecuencia	Herramienta y/o equipo	Tiempo
Sistema Mecánico	Limpieza general de maquina	DIARIO	pañó y/o disolventes	20min
	Lubricación manuela de partes	SEMANTAL	Lubricante	1.5horas
	Apretar pernos de sujeción	TRIMESTRAL	Laves mixtas	30min
	Controlar paralelismo de rodillos	TRIMESTRAL	llaves mixtas	45min
	Controlar deslizamientos de los rodillo	TRIMESTRAL	llaves mixtas	30 min
	Realizar pruebas de alineamiento de equipo	TRIMESTRAL	Nivel	2 horas
Sistema hidráulico	Controlar la perdida de fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	15 min
	Inspeccionar el nivel de fluidos sea permisible	MENSUAL	inspección visual	5min
	Revisar estado de mangueras que estén deteriorados	TRIMESTRAL	inspección visual	20 min
	Controlar el funcionamiento de sistema hidráulico	MENSUAL	inspección visual	1hora
	Sustitución de filtro de aire en el deposito	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de filtro de aceite de aspiración	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de cartucho de filtro de aire de retorno	TRIMESTRAL	cartucho hta menores	3horas
	Controlar sistema de precarga de nitrógeno	MENSUAL	inspección visual	1horas
Sustitución de fluido hidráulico y limpieza de deposito	SEMESTRAL	inspección visual	4horas	
sistemas de lubricación	Controlar perdidas de lubricante en la línea	SEMANTAL	aceite paño industrial solvente	15min
	Verificar el funcionamiento del sistema	DIARIO	inspección visual	15min
	Revisar el nivel de lubricante se encuentre estándar	SEMANTAL	inspección visual	5min
	Revisar mangueras que no presentan fugas	TRIMESTRAL	inspección visual	20min
Sistema de enfriamiento	Revisar el funcionamiento del sistema hídrico	SEMANTAL	inspección visual	20 min
	Controlar pérdidas de agua en la línea	DIARIO	inspección visual	15min
	Controlar a toda hora la temperatura del fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	5min
	Revisar que el sistema se encuentre operativo	SEMANTAL	inspección visual	30min
	Limpieza de intercambiador de calor	SEMESTRAL	inspección visual	5horas
	Prueba de aislación	TRIMESTRAL	probador	1 hora
	Ajuste de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL	hta menores aislantes o auto fundentes	3horas
	Inspeccionar hacer revisión de toch panel	TRIMESTRAL	probador, multímetro ,htas menores	45 min

Tabla 43

Cronograma de actividades de plan de mantenimiento para maquina Guillotina hidráulica CNC

Sistema	Actividad de mantenimiento a realizar	Frecuencia	Herramienta y/o equipo	Tiempo
Sistema Mecánico	Limpieza general de maquina	DIARIO	pañó y/o disolventes	20min
	Lubricación manual de partes	SEMANAL	Lubricante	1.5horas
	Apretar pernos de sujeción	TRIMESTRAL	Laves mixtas	30min
	Controlar paralelismo de rodillos	TRIMESTRAL	llaves mixtas	45min
	Controlar deslizamientos de los rodillo	TRIMESTRAL	llaves mixtas	30 min
	Realizar pruebas de alineamiento de equipo	TRIMESTRAL	Nivel	2 horas
Sistema hidráulico	Controlar la perdida de fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	15 min
	Inspeccionar el nivel de fluidos sea permisible	MENSUAL	inspección visual	5min
	Revisar estado de mangueras que estén deteriorados	TRIMESTRAL	inspección visual	20 min
	Controlar el funcionamiento de sistema hidráulico	MENSUAL	inspección visual	1hora
	Sustitución de filtro de aire en el deposito	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de filtro de aceite de aspiración	SEMESTRAL	filtro hta menores	2horas
	Sustitución de cartucho de filtro de aire de retorno	TRIMESTRAL	cartucho hta menores	3horas
	Controlar sistema de precarga de nitrógeno	MENSUAL	inspección visual	1horas
Sustitución de fluido hidráulico y limpieza de deposito	SEMESTRAL	inspección visual	4horas	
sistemas de lubricación	Controlar perdidas de lubricante en la línea	SEMANAL	aceite paño industrial solvente	15min
	Verificar el funcionamiento del sistema	DIARIO	inspección visual	15min
	Revisar el nivel de lubricante se encuentre estándar	SEMANAL	inspección visual	5min
	Revisar mangueras que no presentan fugas	TRIMESTRAL	inspección visual	20min
Sistema de enfriamiento	Revisar el funcionamiento del sistema hídrico	SEMANA L	inspección visual	20 min
	Controlar pérdidas de agua en la línea	DIARIO	inspección visual	15min
	Controlar a toda hora la temperatura del fluido hidráulico	DIARIO	inspección visual	5min
	Revisar que el sistema se encuentre operativo	SEMANAL	inspección visual	30min
	Limpieza de intercambiador de calor	SEMESTRAL	inspección visual	5horas
	Prueba de aislación	TRIMESTRAL	probador	1 hora
	Ajuste de conexiones eléctricas	TRIMESTRAL	hta menores aislantes o auto fundentes	3horas
	Inspeccionar hacer revisión de toch panel	TRIMESTRAL	probador, multímetro ,htas menores	45 min

Ficha de inspecciones de máquinas y/o equipos

Tabla 44

Ficha de inspecciones de máquinas y equipos

Nº	SISTEMA	VERIFICACION DE ACTIVIDADES	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	estructura mecanica	Limpieza general	DIARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		reemplazar etiquetas dañadas	SEMESTRAL	0																							
		aspirar interiores de la maquina para remover polvo	SEMESTRAL	0																							
		revisar ruedas de las maquinas para su transporte	SEMANAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		lubricar ruedas de labase de transporte	MENSUAL		0				0				0				0				0				0		
		verificar no removido piezas despues de soplado	SEMESTRAL		0																						
2	sistema electrico	verificar estado de cables cortes y daños	MENSUAL	0			0				0				0				0				0				0
		revisar conexiones que no presenten deterioro o aislamiento	MENSUAL			0				0				0				0				0				0	
		reparar puntos de aislamiento dañado	TRIMESTRAL		0												0										
		cambie cable porta electrodo y tierra	TRIMESTRAL	0													0										
		limpiar conexiones electricas	TRIMESTRAL			0												0									
		verificar el funcionamiento de interruptor pirncipal	TRIMESTRAL	0													0										
		verificar el funcionamiento de luces indicadoras	TRIMESTRAL		0													0									
		verificar funcionamiento de las perillas de ajuste	TRIMESTRAL	0													0										
		verificar funcionamiento de ventilacion	TRIMESTRAL			0												0									
		verificar funcionamiento de relojes y pantallas	TRIMESTRAL	0													0										
FECHA DE MANTENIMIENTO:																											
FIRMA DEL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO:																											
OBSERVACIONES												FRECUENCIA				CLAVE											
Limpieza externa del equipo rutinario												S SEMANAL				O: INSPECCIONAR V: CONFORME X: CON FALLA											
												Q QUINCENAL															
												M MENSUAL															
												T TRIMESTRAL															
												SM SEMESTRAL															

Nota: la tabla detalla los ítems de una ficha de inspecciones diarias de la maquinaria según el sistema que contengan más la frecuencia con que se ejecutaran las actividades

Orden de trabajo

Conociendo las actividades a realizar para cada equipo o máquina y el orden a seguir, completar la orden de trabajo y entregarla al responsable del mantenimiento preventivo de cada equipo. el equipo está controlado y sabe qué herramientas y repuestos usar

Tabla 45

Modelo de orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO PARA MANTIENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO							
Nde Orden de Trabajo				Fecha de emisión			
I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD							
Código				Tipo de Ejecución	Interna		
Nombre					Externa		
Ubicación		Marca		Modelo		Serie	
II. FECHAS Y TIEMPOS:							
Fecha de inicio:				Hora:			
Fecha de término:				Hora:			
III. RESPONSABLES:							
Emitido por:				Solicitado por:		Autorizado por:	
				Jefe de producción		Gerente General	
IV. DATOS DEL DIAGNÓSTICO DE FALLAS							
V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO							
Nº	Descripción de la actividad			Tipo de falla			
1				Mecánica	Hidráulico		
2				Eléctrica	Operación		
3				Electrónica	Neumático		
VI. DATOS DE REPUESTOS							
Nº	Descripción			Unidad de medida	Cantidad	Costo	
						Unitario	Total
VII. DATOS DE LA MANO DE OBRA							
Nº	Personal técnico			Código	Horas hombre	Costo (s/.)	
						Horas	Total
VIII. DATOS DE COSTOS TOTALES							
Costo de	Costo de repuesto	Costos varios	Costos varios	Costo total			
IX. OBSERVACIONES							

Nota: la tabla detalla la propuesta de orden de trabajo para un mantenimiento preventivo programado en la que indica tiempo, responsables datos del encargo y algunas observaciones.

Historial de fallas y averías.

Es un documento que registra todas las averías y errores de los equipos en el área de producción. El propósito de las hojas de trabajo es verificar el mantenimiento y así encontrar errores en el sistema. La frecuencia de las averías de las máquinas también es muy importante para saber cuándo se requieren trabajos de mantenimiento.

Tabla 46

Ficha de registros de fallas

EMPRESA METALMECANICA TRUJILLO, 2021			REGISTROS DE FALLAS			
AUTORIZADO POR:			CODIGO:	FECHA:	AREA:	
EQUIPO						
Causa de la Parada			Parada		Arranque	
			Fecha	Hora	Fecha	Hora

Nota: la tabla detalla una ficha de registro de fallas en la que se estará registrando los tiempos y causa de la parada. Dicho formato lo que busca es generar un historial de fallas y

Historial de control de daños

Con la elaboración de fichas de control de averías se puede obtener información útil para crear un historial de averías de las máquinas y planificar el mantenimiento preventivo en función de las necesidades de las máquinas en el área de producción de la empresa. En el formulario de control de daños, anote el tiempo que tomó completar la reparación, el trabajo se hizo de manera responsable, etc. Con la información de estas tablas de historial, es posible realizar el mantenimiento preventivo de la máquina y gestionar los repuestos necesarios.

Tabla 47

Modelo de la hoja de historial de daños de los equipos

EMPRESA METALMECANICA TRUJILLO, 2021			HOJA DE CONTROL DE DAÑOS DE LA MAQUINA				
MAQUINA: MARCA:			PROCEDENCIA: AÑO DE FRABRICACION :		CODIGO: MODELO:		
Fecha	Parte Revisada		Hora		Trabajo realizado	Observaciones	Responsable
			Inicio	Fin			

Nota: la tabla detallara una propuesta de ficha de historial de daño para los equipos, esta tabla está relacionada con la tabla 46

Tabla 48

Cronograma de mantenimiento preventivo

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	AÑO	2021																															
	MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de plan a gerencia		■																															
Codificación de máquinas y/o equipos			■	■																													
Inventarios de máquinas y equipos					■	■	■	■																									
Realización de las fichas técnicas						■	■	■	■																								
Lista de stock de repuestos										■	■																						
Programa de rutinas de Mantto											■	■	■	■																			
Realizar las fichas de inspección														■	■	■																	
Formatos de órdenes de trabajo															■	■	■																
Elaboración de la ficha de registro de falla																	■	■	■														
Hoja control de daños																						■	■	■	■								
Cronograma Para Plan de Manto																												■	■	■			

Tiempo medio entre fallos

Es el resultado del tiempo disponible de los equipos entre la diferencia del tiempo de paradas del equipo y el número de averías totales de los equipos.

Tabla 49

Resultado del Tiempo Medio entre Fallos

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIOS ENTRE FALLOS				Promedio
		Tiempo total disponible (horas)	Tiempo total de paradas	Numero de averías	Tiempo medio entre fallos	
Situación actual (2020)	Enero	1820	36.4	18	99.088	136.7
	Febrero	1820	30.3	12	149.139	
	Marzo	1820	32.7	33	54.629	
	Abril	1820	26.1	13	137.994	
	Mayo	1820	27.1	13	137.917	
	Junio	1820	18.4	7	257.367	
	Julio	1820	28.9	13	137.776	
	Agosto	1820	31.4	14	127.758	
	Setiembre	1820	29.4	14	127.901	
	Octubre	1820	27.1	15	119.526	
	Noviembre	1820	24.6	11	163.217	
	Diciembre	1820	32.3	14	127.690	
Situación proyectada (2021)	Enero	2080	15.6	8	258.050	314.0
	Febrero	2080	12.1	7	295.419	
	Marzo	2080	13.9	8	258.269	
	Abril	2080	10.9	7	295.586	
	Mayo	2080	11.1	6	344.819	
	Junio	2080	9.8	6	345.042	
	Julio	2080	6.9	6	345.515	
	Agosto	2080	12.5	7	295.360	
	Setiembre	2080	10.6	6	344.894	
	Octubre	2080	12.5	7	295.354	
	Noviembre	2080	10.0	6	344.993	
	Diciembre	2080	10.1	6	344.988	

Nota: Se detalla la operación del tiempo promedio entre fallas para la situación actual vs una proyectada

Después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Se puede observar en la tabla N° ... calculado con los datos previos el tiempo medio entre fallos por maquinaria tiene un promedio de 136.7 horas y el pos-test de 314 horas, eso significa que es el tiempo que transcurre para que suceda una posible avería o fallo del equipo.

Tiempo medio de reparación:

Es el resultado del tiempo total de paradas del equipo entre el número de averías, es decir es el tiempo promedio que demora en reparar alguna máquina o equipo que presente alguna falla.

Tabla 50

Resultado del Tiempo Medio de Reparación para las maquinarias

Escenario	Mes	TIEMPO MEDIO DE REPARACION			Promedio
		Tiempo total de paradas	Numero de averías	Tiempo medio de reparación	
Situación actual (2020)	Enero	36.4	18.0	2	2.1
	Febrero	30.3	12.0	3	
	Marzo	32.7	32.7	1	
	Abril	26.1	13.0	2	
	Mayo	27.1	13.0	2	
	Junio	18.4	7.0	3	
	Julio	28.9	13.0	2	
	Agosto	31.4	14.0	2	
	Setiembre	29.4	14.0	2	
	Octubre	27.1	15.0	2	
	Noviembre	24.6	11.0	2	
	Diciembre	32.3	14.0	2	
Situación proyectada (2021)	Enero	15.6	8.0	2	1.7
	Febrero	12.1	7.0	2	
	Marzo	13.9	8.0	2	
	Abril	10.9	7.0	2	
	Mayo	11.1	6.0	2	
	Junio	9.8	6.0	2	
	Julio	6.9	6.0	1	
	Agosto	12.5	7.0	2	
	Setiembre	10.6	6.0	2	
	Octubre	12.5	7.0	2	
	Noviembre	10.0	6.0	2	
	Diciembre	10.1	6.0	2	

Nota: Se detalla la operación del tiempo promedio entre reparaciones para la situación actual vs una proyectada

Después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Se puede observar en la tabla N° 50 en situación actual el tiempo medio de reparación de las maquinarias tiene un promedio de 2.1 horas y en situación proyectada de 1.7 horas, eso significa que es el tiempo que

transcurre para que puedan reparar una posible avería o falla en las maquinarias.

Disponibilidad:

Tabla 51

Disponibilidad calculada a partir del tiempo medio entre fallos y el tiempo medio de reparación

Escenario	Mes	DISPONIBILIDAD			PROMEDIO
		TIEMPO MEDIOS ENTRE FALLOS	TIEMPO MEDIO DE REPARACION	DISPONIBILIDAD	
Situación actual (2020)	Enero	134.3	17.3	0.8857	0.94
	Febrero	205.1	22	0.9016	
	Marzo	245.3	14.7	0.9434	
	Abril	214.6	12.9	0.9431	
	Mayo	214.5	13.0	0.9429	
	Junio	248.3	11.7	0.9549	
	Julio	244.9	15.1	0.9418	
	Agosto	245.4	14.6	0.9440	
	Setiembre	287.3	16.0	0.9473	
	Octubre	170.3	11.7	0.9357	
	Noviembre	188.7	13.5	0.9332	
	Diciembre	215.6	11.9	0.9475	
Situación proyectada (2021)	Enero	1038.8	1.2	0.9988	0.998
	Febrero	691.8	1.6	0.9978	
	Marzo	414.0	2.0	0.9953	
	Abril	692.0	1.4	0.9981	
	Mayo	519.5	0.5	0.9990	
	Junio	414.8	1.2	0.9971	
	Julio	519.2	0.8	0.9985	
	Agosto	691.7	1.6	0.9977	
	Setiembre	1038.8	1.2	0.9988	
	Octubre	344.8	1.9	0.9945	
	Noviembre	518.5	1.5	0.9972	
	Diciembre	1039.0	1.0	0.9990	

Nota: Se detalla la operación disponibilidad para la situación actual vs una proyectada sacando un promedio en la que se observa una mejor

Después de proyectar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Metalmecánica, se puede observar en la tabla N° 5.0 en el escenario de la situación actual la disponibilidad de los equipos tiene un promedio de 94% y el y en el escenario proyectado es de 99%, eso significa que habrá un posible incremento de 6%.

Tabla 52
Costos proyectados por Averías constantes en maquinarias

DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - PROD.	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO PROD./MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
# MANTENIM. CORRECTIVOS / MAQUINA-MES	7	MC/ MAQ-MES
NÚMERO DE MAQUINAS EN EL PROC. PRODUCT	4	MAQUINAS
TIEMPO PROMEDIO X M. CORRECT	1.32	HR / MC
OPERARIOS QUE REALIZAN M.C.	3	OP / MC
MONTO A PAGAR POR SERVICIO ELECT	S/. 2,000.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR M. CORREC	S/. 200.00	SOLES / MC
PRODUCTOS TERMINADOS/ DIA	1	P. TER/ DIA
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	7	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
# PRODUCTOS TER. / DIA	1	P. TER. /DIA
P. TER / MES	24	P. TER /MES
TIEMPO. MANTTO CORRECTIVO / MES	9.24	HR / MES
COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CMC: CMAT+CMO+CINS+LCES	
COSTO DE MATERIALES	S/. 1,400.00	SOLES / MES
COSTO POR MANO DE OBRA	S/. 198.00	SOLES / MES
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (CINS)	S/. 110.00	SOLES / MES
COSTO POR UND NO PRODUCIDAS (L.CES)	S/. 1,900.80	SOLES / MES
COSTO TOTAL X MANT. CORRECTIVO (Al mes)	S/. 3,608.80	SOLES / MES
COSTO TOTAL X MANT. CORRECTIVO (Al año)	S/ 43,305.60	SOLES / AÑO

Nota: se ha operado los diferentes campos para obtener el costo mensual y anual proyectado por averías constantes en maquinarias

En la tabla 52 podemos observar que el Tiempo medio de reparación es de 1.32 hr/
Mntto Correctivos promedio. Además, los costos totales por mantenimiento correctivos al

mes disminuyeron considerablemente en s/. 3608.80, mientras que al año fueron s/. 43,305.6 soles.

C 03. FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS

Diagnostico en el área de trabajo antes y después:

El indicador que nos dará a conocer el impacto de la capacitación será el Mean Time To Repair (MTTR), el cual mide la eficiencia y la calidad en cuanto a las reparaciones.

A continuación, se presenta un registro de las averías menores durante el semestre comprendido entre Julio y agosto del año 2021 obtenidos por la empresa

Tabla 53

Registro de Averías Menores

MANTTO CORRECTIVOS MAQ. (HORAS)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
logístico y administrativo	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Intervención correctiva	1.25	1.35	1.28	1.25	1.15	1.2	1.15	1.25	1.28	1.25	1.22	1.35
Total (horas)	1.65	1.75	1.68	1.65	1.55	1.6	1.55	1.65	1.68	1.65	1.62	1.75

Nota: La tabla detalla tiempo por mantenimiento correctivo en los últimos doce meses

A partir del registro anterior y dividiendo el tiempo total de intervenciones correctivas entre el número total de averías menores durante el periodo de 6 meses, hallamos el MTTR antes de la implementación de la capacitación. Dicho cálculo se muestra a continuación

Tabla 54

MTTR actual (Tiempo medio de reparación)

Periodo (meses)	12
Tiempo total de intervención correctiva (horas)	19.78
Número total de averías menores	12
Mean Time to Repair (MTTR)	1.65

Nota: resultado del cálculo de tiempo medio de reparaciones de la situación actual

Se puede observar que el tiempo promedio para corregir cualquier error es de 1,65 horas, teniendo en cuenta la disponibilidad de servidores externos, así como el tiempo logístico y administrativo. Este valor indica la ineficiencia de la reparación y representa el lucro cesante debido al costo de oportunidad de este tiempo de inactividad.

Después de aplicar el programa de capacitación, se supone que se eliminará el tiempo logístico y administrativo y se reducirá el tiempo de mantenimiento correctivo, ya que los mismos operadores serán responsables del proceso básico de mantenimiento correctivo de las máquinas involucradas en la producción. Hormigonera superior. Entonces, si considera que la tasa de error es la misma, los nuevos registros después de implementar el entrenamiento son los siguientes:

Tabla 55 *Registro de Averías Menores*

MANTTO CORRECTIVOS MAQ.	14- Ene	15- Feb	16- Mar	17- Abr	18- May	19- Jun	20- Jul	21- Ago	22- Set	23- Oct	24- Nov	25- Dic
logístico y administrativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intervención correctiva	1.25	0	1.3	0	1.4	1.35	1.34	0	1.28	0	1.32	0
Total (horas)	1.25	0	1.3	0	1.4	1.35	1.34	0	1.28	0	1.32	0

Nota: La tabla detalla tiempo por mantenimiento correctivo proyectado para próximos doce meses

Con estos nuevos datos el MTTR sería el siguiente:

Tabla 56

MTTR mejorado (Tiempo medio de reparación)

Periodo (meses)	12
Tiempo total de intervención correctiva (horas)	9.24
Número total de averías menores	7
Mean Time to Repair (MTTR)	1.32

Nota: resultado del cálculo de tiempo medio de reparaciones de la situación propuesta

Se puede observar que con la implementación de un plan de capacitación se podrá proponer un programa de procesos estandarizados en donde se observa que los mismos operarios realizaran su mantenimiento correctivo básico con respecto a las máquinas que participan en el proceso productivo de las mezcladoras, el MTTR puede variar de 1.65 horas a 1.32 horas, lo cual cuenta con una variación del 20% sin mencionar que se reduciría en gran medida el costo de oportunidad.

Tabla 57:
Costos proyectados por Falta de procedimientos estandarizados

CAUSA	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	
EVIDENCIA	FOTOS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	4	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 4,800.00	SOLES / MES
# MANTTOS REALIZADOS / MES	7	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 3,200.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	1	UND/ DIA
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	1.32	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	9.24	HOR/ MES
<p>El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).</p>		
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	8.32	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 311.85	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	2.4725	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 3,204.36	SOLES/ MES
COSTO TOTAL POR FALTA DE PROCEDIMIENTOS AL MES	S/. 3,516.21	SOLES /MES
COSTO TOTAL POR FALTA DE PROCEDIMIENTOS AL AÑO	S/ 42,194.52	SOLES /AÑO

En la tabla N° 57 podemos observar el tiempo de mantenimientos correctivos reducidos a la vez, el costo por tiempo de para por mantenimientos correctivo en s/. 311.85 además de la utilidad no percibida por unidades no producidas en s/. 3204.36. Disminuyendo de esta manera su costo mensual a s/. 3,516.21 soles y en s/. 42, 194.52 al año.

2.6. Evaluación Económico-Financiera

Inversión de Herramienta

Tabla 58 :

Inversión en herramientas

COSTOS POR ACTIVOS			
ACTIVOS	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL
PC Básica	1	1700	1700
Impresora	1	1049	1049
Laptop	1	1900	1900
Proyector	1	1800	1800
Destornilladores	1	120	120
Llave de tuerca	1	195	195
Detector de Voltaje	1	35	35
Multímetro	1	210	210
Cámara térmica	1	2500	2500
Pulsera Anti estática	1	147	147
Juega de pinza de presión	1	73	73
COSTO TOTAL			S/.9729.00

Nota: detalle de inversión en los activos tangibles para la propuesta

Tabla 59 :

Inversión de la propuesta

INVERSION	
POR IMPLEMENTACION 5S	S/ 302.00
PLAN DE CAPACITACION	S/ 1,822.00
PLAN DE M.P.	S/ 18,177.00
RECURSOS	S/ 19,020.00
COSTO POR ACTIVOS	S/ 9,729.00
TOTAL	S/ 49,050.00

Nota: resumen de la inversión en la aplicación en herramientas de ingenieras para la propuesta

Flujo de Caja proyectado

Tabla 60

Flujo neto efectivo de la propuesta

TMAR	20%	COSTO DE IMPLEMENTACION	S/. 49,050.00	BENEFICIO / AHORRO	S/ 90,081.86		
Periodos (Semestral)	0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Ahorros		S/ 90,081.86	S/ 92,784.31	S/ 95,567.84	S/ 98,434.88	S/ 101,387.92	S/ 104,429.56
Costo de Operación		S/. 49,050.00	S/. 34,335.00	S/. 24,034.50	S/. 16,824.15	S/. 11,776.91	S/. 8,243.83
Gastos Operativos		S/. 17,280.00	S/. 15,552.00	S/. 13,996.80	S/. 12,597.12	S/. 11,337.41	S/. 10,203.67
Utilidad antes Impuesto		S/. 23,751.86	S/. 42,897.31	S/. 57,536.54	S/. 69,013.61	S/. 78,273.61	S/. 85,982.06
Depreciación		S/. 1,506.74	S/. 1,506.74	S/. 1,506.62	S/. 1,466.62	S/. 812.12	S/. 262.32
Utilidad		S/. 22,245.12	S/. 41,390.58	S/. 56,029.92	S/. 67,546.99	S/. 77,461.49	S/. 85,719.74
Impuesto		S/. 4,004.12	S/. 7,450.30	S/. 10,085.39	S/. 12,158.46	S/. 13,943.07	S/. 15,429.55
Utilidad Des Impuesto		S/. 18,241.00	S/. 33,940.27	S/. 45,944.54	S/. 55,388.53	S/. 63,518.42	S/. 70,290.19
Inversión	-S/. 49,050.00						
Flujo Neto efectivo	-S/. 49,050.00	S/. 19,747.74	S/. 35,447.01	S/. 47,451.16	S/. 56,855.15	S/. 64,330.54	S/. 70,552.51

VAN	S/. 96,382.05
TIR	64%
B/C	2.96
PRI	4.30
ROA	48%

Beneficio	S/. 145,432.05
Costo	S/. 49,050.00

Nota: el presente flujo neto efectivo con los indicadores de rentabilidad que avalan la propuesta cabe resaltar que la depreciación se resta a la utilidad para operar el impuesto y nuevamente se vuelve a sumar al final del resultado del flujo neto efectivo

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Aumentaría la rentabilidad en un 40% ya que los costos actuales al año ascienden a s/. 227,465.92; después de la propuesta de aplicación los costos proyectados disminuirían en s/. 137,384.06 y aumentaría la rentabilidad de la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021.

Tabla 61

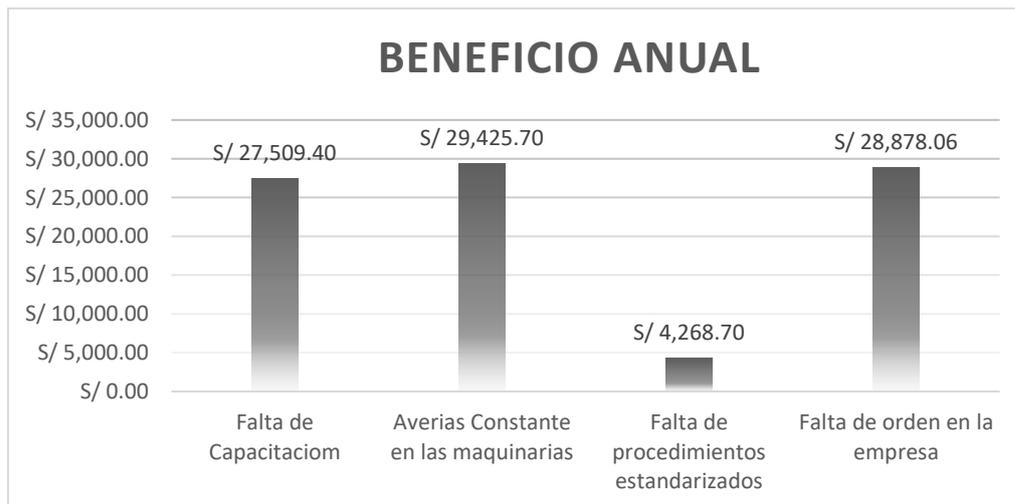
Costos actuales Vs Costos Proyectados

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	COSTO ACTUAL S/. (AÑO)	COSTO PROYECTADO (AÑO)	AHORRO / BENEFICIO (AÑO)
CR 01	MANO DE OBRA	S/. 51,625.80	S/. 24,116.40	S/ 27,509.40
CR 02	MAQUINARIA	S/. 72,731.30	S/. 43,305.60	S/ 29,425.70
CR 03	METODOS	S/. 46,463.22	S/. 42,194.52	S/ 4,268.70
CR 04	MATERIALES	S/. 56,645.60	S/. 27,767.54	S/ 28,878.06
TOTAL		S/. 227,465.92	S/. 137,384.06	S/ 90,081.86

Nota: en la presente tabla se detalla los montos totales de con respecto a la situación proyectada

Figura 17

Beneficio Anual después de aplicar la Propuesta



Nota: se puede verificar que existe un ahorro beneficio considerable pro cada causa raíz

Objetivo específico 1: Luego de realizado el diagnóstico inicial del área de mantenimiento de la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo – 2021, sobre el cual se aplicará las herramientas de mejora propuestas, se presentan los costos iniciales, como sigue:

Tabla 62:

Costos iniciales antes de la propuesta de la aplicación de las Herramientas TPM

RESUMEN DE COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO PARA LA LINEA DE PRODUCCION DE MEZCLADORAS DE CONCRETO AL AÑO			
CAUSA	CRITERIOS	CAUSA RAIZ	SOBRECOSTOS ACTUALES
C 01	MANO DE OBRA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	S/. 51,625.80
C 03	MAQUINARIA	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	S/. 72,731.30
C 04	METODO	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 46,463.22
C 05	MATERIALES	FALTA DE ORDEN EN PLANTA	S/. 56,645.60
COSTO TOTAL			S/. 227,465.92

Nota: resumen de los costos actuales para cada causa raíz

Objetivo específico 2: Se desarrolló la propuesta, identificando y aplicando las herramientas de mejora y obteniendo resultados favorables respecto a los costos proyectos con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo 2021.

Tabla 63:

Desarrollo y resultados de herramientas

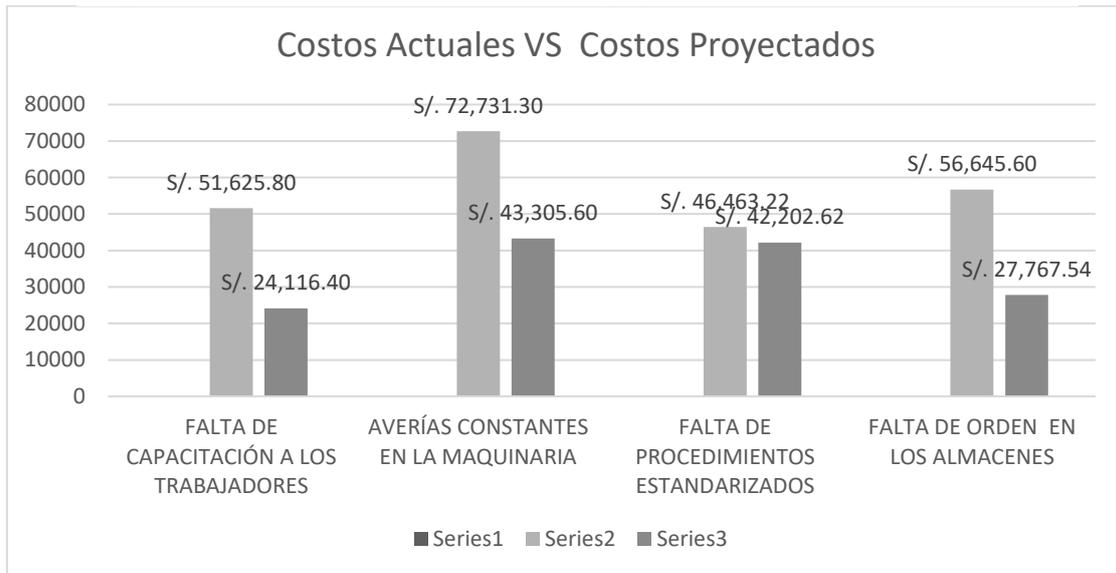
HERRAMIENTA DE MEJORA	BENEFICIO	OBSERVACIONES
PERFIL DE PUESTO PLAN DE CAPACITACION	S/. 27,509.40	Se lograra una reducción de mantenimientos correctivos de 12 mantenimiento correctivos por mes a 7 mantenimientos correctivos por mes .
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	S/. 29,425.70	Se obtendrá el tiempo medio entre fallos por maquinarias teniendo un promedio de 136.7 horas a 314 horas. Además, se obtendrá una reducción en los tiempos medios de reparación teniendo un promedio de 2.1 horas a 1.7 horas, Cabe mencionar que la Disponibilidad antes de la propuesta es de 94%, mientras que después de la propuesta de aplicación la disponibilidad aumentara en 99%.
PLAN DE CAPACITACION INDICADORES DE MANTENIMIENTO	S/. 4,268.70	Se obtendrá una reducción del tiempo estándar por mantenimientos correctivos de 1.65 hr/ mes a 1.32 hr/mes. Además, se obtendrá una reducción de costo por Unidades no producidas de 1900 soles a 3560.40 soles.
METODOLOGIA 5s	S/. 28,878.06	Aumentará el porcentaje de evaluación de la herramienta 5s de 50% a 100%. Reducción de tiempos en el proceso productivo de la implementación de la metodología 5s de 240 min/día a 176.7 min/ día

Nota: en la presente tabla se expresa los resultados obtenidos a partir de una proyección de la propuesta

Además, se presenta una gráfica detallando los sobre costos antes y después de la aplicación de las herramientas, donde se puede notar el nivel de mejora.

Figura 18

Comparación de sobre costos actuales Vs costos proyectados



Nota: se puede verificar que los costos redujeron notablemente

Demostrando así un claro control de los costos del área, al lograr su disminución; lo cual sustenta un aumento en su rentabilidad a mediano plazo gracias a la propuesta de las herramientas de mejora aplicadas.

Objetivo específico 3: Se realizó la evaluación del impacto económico financiero de la propuesta la cual aumentaría su rentabilidad gracias a la disminución de sus costos operativos de la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo-2021, determinándose los siguientes indicadores financieros

Tabla 64:

Resumen de Indicadores Financieros

VAN	S/. 96,382.05
TMAR -TIR	20% >64%
Beneficio	S/. 145,432.05
Costo	S/. 49,050.00
B/C	S/. 2.96
PRI	4.30
ROA	48%

Nota: resumen de indicadores de rentabilidad de la propuesta en la que resalta el Tasa interna de Retorno es superior a Tasa Minimiza Aceptable de rendimiento y la rentabilidad financiera que indica que la propuesta es rentable un 48% sobre los activos de la propuesta

Sustentando la reducción de los costos iniciales, lo que impactaría directamente a la rentabilidad de la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo-2021, como lo demuestra la TIR que es superior a la TMAR, el periodo de recuperación es de 4.3 años y ROA de 48% sobre los activos.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSION

Este estudio reunió información para solucionar problemas en el área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de Metalmecánica local, en este sentido se comparó con los resultados de otros estudios que implementaron mejoras similares.

Los resultados que se pueden obtener con respecto a la propuesta de aplicación de herramientas tpm para aumentar la rentabilidad de la empresa metalmecánica, es llegar a incrementar rentabilidad en un 48% obteniéndose una utilidad de S/. 90,081.86 soles. El plan de capacitación Reducirá los mantenimientos correctivos de 144 a 84 al año con un beneficio S/. 27,509.40. Permitirá tener una disponibilidad de 94% al 99% con un beneficio de S/ 29,425.70. Se obtendrá una reducción del tiempo estándar por mantenimientos correctivos de 1.65 hr/ mes a 1.32 hr/mes. Con un beneficio S/. 4,268.70 soles al año, la falta de orden en planta se mejorará con la aplicación de las 5s de 50% a 100% con beneficio de S/. 28,878.06 soles anuales.

Comparando con la tesis de Gonzales y Jáuregui (2018) propuesta de mejora en el área de logística y mantenimiento para aumentar la rentabilidad en los servicios de la empresa FG GROUP IT S.A.C. Después de la realización de las propuestas, se incrementó la rentabilidad de un 30% a 65%, que se ve reflejada en su utilidad en su situación actual de S/.73,32.46 a una utilidad de S/. 15,887.0 en su último año, el resultado es positivo como el de presente trabajo.

Así mismo, García & Quesquén (2019) en su investigación, "Gestión e Mantenimiento Productivo Total (Tpm) Para Incrementar la Rentabilidad en la Empresa de Alimentos Balanceados ABANOR SRL, la propuesta aumentaría la rentabilidad en 10% a

23 % con una utilidad de S. / 17,550 en próximo año. Es un a resultado favorable que coincide con el resultado del presente trabajo.

Por otro lado, García (2020) propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción, para incrementar la rentabilidad de la empresa factoría BRAYAN'S CAR, Tuvo el efecto de un incremento de la rentabilidad e 28% a 33.86%. con una utilidad de S/. 100,925.00. El plan de capacitación propuesto, permitió reducir el porcentaje de fallas de 67,6% a 37.9%, reduciendo la pérdida de S/194,458.00 a S/65,619.39. Con el procedimiento de mantenimiento estandarizado se logró reducir el tiempo para determinar la falla de 10 a 5 minutos, esto a su vez redujo la pérdida anual de S/4,086.00 a S/1,225.80. la propuesta es rentable, así como también el uso de las metodologías de propuestas.

Confrontando a Julca, L. J. (2018). diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (tpm) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa FABRICACIONES METÁLICAS CARRANZA SAC, la aplicación de propuesta incrementara las ventas en un 3.01% con un beneficio S/. 454,158.41, además se logró que un Plan mantenimiento incrementó la disponibilidad de los equipos de 91.40% a 93.12%, también se logró tener un Procedimiento de Mantenimiento Preventivo redujo en un 60% el tiempo de espera hasta que el técnico de mantenimiento llegue y realice el diagnóstico, reduciendo el CLC de S/. 27,100.48 a S/. 10,840.19 soles.

Por lo anteriormente expuesto en las confrontaciones se puede decir que el presente trabajo es una buena propuesta es factible y rentable, lógicamente puede ser mejorada, así como también se confirman la efectividad de las metodologías aplicadas.

Las limitaciones que se ha tenido y se han presentado en el trayecto del desarrollo del estudio, son que la información ha sido bastante limitada, de manera que, solamente se ha trabajado con datos de los últimos doce meses en el análisis de datos. La entrevista al personal no fue realizada a todos los de planta, por cuestiones sanitarias ya que se venía atravesando la pandemia causada por el SARS-CoV-2.

CONCLUSIONES

El impacto de la propuesta de aplicación de herramientas TPM para mejorar la rentabilidad de una empresa metalmecánica, según el estudio realizado en la presente investigación, sería de un aumento en la rentabilidad en 48% equivalente a S/ 90,081.86 en el primer año de operación de las propuestas, sustentada en los ahorros generados a partir de la disminución de costos (actual, S/ 227,465.92 y proyectado, S/ 137,384.06) producto de la implementación de la propuesta de mejora. Se espera un aumento del 3% de los resultados del primer año justificados económicamente a través de los indicadores económicos de VAN, TIR, B/C., PRI y ROA.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de producción de la metalmecánica, encontrando que los principales problemas son: falta de capacitación a los trabajadores, averías constantes en la maquinaria, falta de procedimientos estandarizados y un desorden en planta. Todas estas causas ascienden a la suma de S/227.465.92 soles.

Se desarrolló una propuesta de mejora aplicando: las Herramientas TPM, 5s, un plan de capacitación y mantenimiento preventivo, que de llegar a aplicarse estarían disminuyendo los costos de los problemas encontrados en el diagnóstico a S/137,384.06 soles generando un ahorro beneficio de S/90,081.86 soles

Se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose los siguientes indicadores un VAN de S/96,382.05 que nos indica que la propuesta es viable, un TIR de 64 % que nos indica que la propuesta tiene una alta tasa de retorno de la inversión superior a la TMAR del 20% y un B/C de 2.96 que nos dice que ganaremos S/.1.96 soles por cada sol invertido, un PRI de 4.30 me indica el periodo de retorno de la inversión será en 4 años con tres meses y 18 días y por último el ROA de 48% que indica el rendimiento de la propuesta sobre los activos

REFERENCIAS

- Arteche, J. & Etcheverry, G. (2013). Análisis de la Rentabilidad. Departamento de Economía Financiera 1. Universidad del País Vasco. Vaso, España.
https://ocw.ehu.eus/file.php/245/TEMA_6_ANALISIS_DE_LA_RENTABILIDAD.pdf
- Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill, S.A. Pag.151, 6ª. Ed. México.
<https://pabloreyesviol.files.wordpress.com/2018/05/1-gabriel-baca-urbina-evaluacion-de-proyectos-6ta-edicion-2010.pdf>
- Botero, C. (2012). Mantenimiento Industrial. Córdoba, Argentina: Editorial Investigación Científica Universitaria.
- Cáceres, O. & Gámez, J. (2019). Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB estructuras S.A.C. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Cuatrecasas, L. (2000). Total Productive Maintenance. Barcelona: Ediciones Gestión 2000 S.A
- Fernández Álvarez, E. (2018). Gestión de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22961/1/UPS-GT003900.pdf>
- . Garcia Araujo, A. (2021). Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción, para incrementar la rentabilidad de la empresa Factoría Brayan's Car. Universidad Privada del Norte.

García Segura, DJ, & Quesquén Zegarra, JA (2019). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE ALIMENTOS BALANCEADOS ABANOR SRL, CHICLAYO. Universidad Señor de Sipán.

Guevara, R. & Osorio, P. (2014). *en su tesis titulada: "Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicios de transporte interdepartamentales.*

Heizer, J. & Render, B. (2008). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas, 8.ª Edición PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, España.
<https://apuntesutnpilar.files.wordpress.com/2014/03/direccic3b3n-de-la-produccic3b3n-y-de-operaciones-d-e-8va-ed-heizer-render-pearson.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw Hill.

Julca, L. (2018) "Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa fabricaciones metálicas Carranza S.A.C", Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú.

Lizcano. J. (2004). Rentabilidad Empresarial, Propuesta de Practica de Análisis y Evaluación. Cámaras de Comercio. Madrid, España.
https://www.camara.es/sites/default/files/publicaciones/rentab_emp.pdf

López, BS (29 de octubre de 2019). Metodología de las 5 S Ingeniería Industrial Online.

<https://ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

Miquel, P. (2010). Análisis de fiabilidad, criticidad, disponibilidad, capacidad de mantenimiento y seguridad de una impresora industrial digital. Estados Unidos.

Empresa EFI™ VUTEK.

Muguirra, A. (2017, agosto 21). Tipos de muestreo: Cuáles son y en qué consisten.

QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-muestreo-para-investigaciones-sociales/>

Palacio, M. (2015). Propuesta de implementación de Sistema General de Mantenimiento basado en Mantenimiento Productivo Total y confiabilidad en el sector metalmecánico.

Rey, F. (2005). Las 5 S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: Fundación CONFEMETAL.

Sierra, G. (2004). Programa de Mantenimiento Preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga, Colombia.

Silva, E. (2012). "La implantación del TPM en el área de laminado en frío de la corporación de aceros Arequipa S.A. en la zona de las enderezadoras", Universidad de Piura, Piura – Perú.

Suzuki, T. (2017). TPM en industrias de proceso. Editorial

Routledge.[https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203735343/tp](https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203735343/tpm-en-industrias-de-proceso-tokutaro-suzuki)

[m-en-industrias-de-proceso-tokutaro-suzuki](https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203735343/tpm-en-industrias-de-proceso-tokutaro-suzuki)

Velandia, R. (Noviembre, 2009) Una herramienta de mejoramiento continuo. Global

Network Content Services LLC, DBA Noticias Financieras LLC. Business And

Economics--Economic Situation And Conditions (Revision 20 de septiembre de

2012) <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/347059>

ANEXO

Anexo N° 01: Formato de la Encuesta de Capacitación en la empresa Metalmecánica

Nombre: _____

Cargo: _____

Área de aplicación: _____

Problema: _____

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Realiza su empresa un Diagnóstico de necesidades de capacitación?

a) Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen programas de capacitación dentro de la organización?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se asigna un presupuesto anual para programas de capacitación dentro de su organización?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se mide y controla el impacto de las capacitaciones en el desempeño del personal mediante KPI's?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se certifican las competencias laborales de los trabajadores?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se brindan programas de formación con Instructores Internos?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se evalúa el desempeño de acuerdo al perfil de puesto de cada colaborador?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 02: Encuesta de Capacitación en la empresa metalmecánica

Nombre: Flores Briones Vásquez

Cargo: Administradora de la empresa INGENAAC. SRLTda

Área de aplicación: Línea de producción y Mantenimiento en la fabricación de mezcladoras

Problema: Falta de Capacitación al personal de trabajo

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Realiza su empresa un Diagnóstico de necesidades de capacitación?

a) **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen programas de capacitación dentro de la organización?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se asigna un presupuesto anual para programas de capacitación dentro de su organización?

Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se mide y controla el impacto de las capacitaciones en el desempeño del personal mediante KPI's?

a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se certifican las competencias laborales de los trabajadores?

a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se brindan programas de formación con Instructores Internos?

a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se evalúa el desempeño de acuerdo al perfil de puesto de cada colaborador?

a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 03: Evaluación por desempeño por Competencias para el manejo de una maquina Soldadora.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO POR COMPETENCIAS				
Nombre de la persona evaluada:				
Formación:		mecánica de producción		
Puesto:		maquina soldadora		
Área:		mantenimiento		
Antigüedad:		4 años		
Evaluador:		Roberto Pablo Tejada Cruzado		
Fecha:		28/05/2018		
CRITERIOS		NIVELES DE APRECIACIÓN		
Gestión técnica				
Conocimientos relacionados con su profesión			X	
Conocimientos relacionados con su función		X		
Presentación de informes		X		
Manejo de sistemas de información		X		
Competencias organizacionales				
Mejoramiento continuo				
Muestra interés en adquirir y desarrollar nuevos conocimientos para realizar de manera eficaz los procedimientos			X	
Realiza las actividades asignadas buscando la calidad en el servicio y la satisfacción de los clientes			X	
Cumple procedimientos, controles y políticas definidas por la organización		X		
Cumple con los objetivos asignados o alcanza los resultados esperados.			X	
Responsabilidad				
			X	

Optimiza los recursos y/o materiales que se le asignan para el desempeño del trabajo				
Realiza las funciones con cuidado, no necesita correcciones en el trabajo que realiza			X	
Es puntual y demuestra permanencia y continuidad en el lugar y actividades de trabajo			X	
Comunicación				
La forma de comunicarse y los medios que utiliza contribuyen a la eficacia de los procesos y procedimientos			X	
Escucha activa y atentamente las instrucciones e información dada por los diferentes medios y personas de la organización para alcanzar los objetivos		X		
Capacidad de recibir sugerencias, información y datos de los clientes (internos y externos) que contribuyan hacia la competitividad de la organización.		X		
Competencias Específicas				
Planeación y organización				
Planea, prioriza y verifica el desarrollo de las actividades y tareas necesarias para el cumplimiento de los objetivos organizacionales y de su área.		X		
Ejecuta y/o hace ejecutar los planes y programas que correspondan a su área en el tiempo establecido.		X		
Manejo y solución de problemas				
Prevé y analiza situaciones que pueden afectar el cumplimiento de los procesos y procedimientos de acuerdo a las normas establecidas		X		

Busca alternativas y da solución a los problemas que están afectando el cumplimiento de los procesos y procedimientos .		X		
Relaciones interpersonales				
Su trato con las personas es respetuoso y amable, independientemente de su nivel o cargo.				X
Se relaciona con facilidad.			X	
Propicia o contribuye a tener un ambiente de trabajo tranquilo.			X	
Responde con naturalidad las inquietudes de las personas con quienes interactúa y las satisface de manera oportuna y adecuada.				X
Estabilidad emocional				
Ante la presión laboral asume con tranquilidad las actividades asignadas y las ejecuta.			X	
Asume una actitud positiva y controla sus impulsos ante situaciones adversas			X	
Observa y analiza situaciones tomando decisiones oportunamente, siendo recursivo y estratégico, emprendiendo una acción y corroborando antes los hechos			X	
Liderazgo y supervisión				
Presta atención a las dificultades que se presentan en el equipo de trabajo y aporta elementos para su solución.		X		
Es capaz de detectar alternativas que faciliten el cumplimiento eficiente de su labor.		X		
Posee alta capacidad de concentración al realizar las labores asignadas.			X	
Gestión de recursos				
Es eficiente en la toma de decisiones que tiene que ver con el manejo de los recursos de la organización			X	
Desde su área hace uso eficiente de los recursos			X	

Anexo 04: Imágenes por falta de Capacitación en la empresa metalmeccánica



Como se puede observar en las imágenes, se manifiesta una falta de conocimiento, desempeño por parte de los trabajadores que participan en la línea de producción de mezcladoras de concretos en la empresa metalmeccánica

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 05: Formato de la Encuesta de Mantenimientos en maquinarias y equipos en la empresa

Nombre: _____

Cargo: _____

Área de aplicación: _____

Problema: _____

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Se realizan mantenimientos preventivos a su empresa?

a) Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas funcionan todo el mes sin ninguna falla ni error?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se revisan periódicamente las máquinas para evaluar su funcionamiento?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se mide periódicamente el rendimiento de las máquinas y se registra?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas operan en un ambiente adecuado teniendo en cuenta sus características técnicas?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Antes de ser utilizadas, se inspecciona el estado de las máquinas?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se toman medidas de precaución al usar las máquinas con tal de no dañarlas

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 06: Encuesta de Mantenimientos en maquinarias y equipos en la empresa metalmecánica

Nombre: Flores Briones Vásquez

Cargo: Administradora de la empresa

Área de aplicación: Línea de producción y Mantenimiento en la fabricación de mezcladoras

Problema: Averías constantes en maquinarias y equipos

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Se realizan mantenimientos preventivos a su empresa?

- a) Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas funcionan todo el mes sin ninguna falla ni error?

- Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se revisan periódicamente las máquinas para evaluar su funcionamiento?

- Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se mide periódicamente el rendimiento de las máquinas y se registra?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas operan en un ambiente adecuado teniendo en cuenta sus características técnicas?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Antes de ser utilizadas, se inspecciona el estado de las máquinas?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se toman medidas de precaución al usar las máquinas con tal de no dañarlas

- a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 07: Imágenes por Averías en Maquinarias y equipos en la empresa metalmeccánica



Para la siguiente causa averías en maquinaria, mediante fotos podemos constatar fallas en las maquinas como: dobladoras, tornos, etc. que participan en la línea de producción de las mezcladoras de concreto generando paras en el proceso ocasionando tiempos muertos; esto también se da por la falta de conocimientos del mismo personal en mantenimientos autónomos y correctivos para dichas máquinas en la empresa metalmeccánica.

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 08: Formato de la Encuesta de Procedimientos estandarizados en la empresa metalmeccánica

Nombre: _____

Cargo: _____

Área de aplicación: _____

Problema: _____

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿La empresa cuenta con procesos estandarizados?

a) Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se realizan un control de procedimientos estandarizados a su empresa?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se cuenta con un manual de procesos estandarizados?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Los trabajos conocen la formación de la cultura de la empresa?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen elevados tiempos muertos en la línea de producción de mezcladoras?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se realizan auditorías internas en los procesos productivos de la empresa?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 09: Encuesta de Procedimientos estandarizados en la empresa metalmecánica

Nombre: Flores Briones Vásquez

Cargo: Administradora de la empresa

Área de aplicación: Línea de producción y Mantenimiento en la fabricación de mezcladoras

Problema: Falta de procedimientos estandarizados

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿La empresa cuenta con procesos estandarizados?

a) **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se realizan un control de procedimientos estandarizados a su empresa?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se cuenta con un manual de procesos estandarizados?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Los trabajos conocen la formación de la cultura de la empresa?

a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen elevados tiempos muertos en la línea de producción de mezcladoras?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) **Muy frecuente** e) Siempre

¿Se realizan auditorías internas en los procesos productivos de la empresa?

a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 10: Imágenes por Falta de procedimientos estandarizados en la empresa metalmeccánica



Podemos observar que la empresa no cuenta con procesos estandarizados concretos trabajan rústicamente; los procedimientos estandarizados sirven para disminuir los costos de producción y aumentar la productividad, es por ello que los procesos deben ser más eficientes para mejorar dicho problema en la empresa metalmeccánica

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que la empresa trabaja de manera rustica, improvisada de esa manera se cree que se trabaja más rápido; sin un proceso establecido en la empresa metalmecánica

Anexo N° 11: Formato de la Encuesta dirigido planta de producción en la empresa metalmecánica

Nombre: _____

Cargo: _____

Área de aplicación: _____

Problema: _____

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Se realizan mantenimientos preventivos a su empresa?

a) Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas funcionan todo el mes sin ninguna falla ni error?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se revisan periódicamente las máquinas para evaluar su funcionamiento?

Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se mide periódicamente el rendimiento de las máquinas y se registra?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Las máquinas operan en un ambiente adecuado teniendo en cuenta sus características técnicas?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Antes de ser utilizadas, se inspecciona el estado de las máquinas?

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se toman medidas de precaución al usar las máquinas con tal de no dañarlas

a). Nunca b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 12: Encuesta dirigido a la planta de producción de la empresa

Nombre: Flores Briones Vásquez

Cargo: Administradora de la empresa

Área de aplicación: planta de producción

Problema: Desorden en la planta de producción

En las siguientes preguntas marque con una "X" según su criterio de significancia

¿Se encuentra en Orden el área de alcen de materiales?

- a) Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen políticas definidas en el Departamento de Almacén?

- Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Existen Manuales Administrativos que permiten establecer el Control Interno de la organización?

- Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Son conocidos los manuales por el encargado del almacén?

- a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se aplican los procedimientos establecidos y las funciones descritas en dicho Manual?

- a). **Nunca** b) Rara vez c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se verifican las existencias compradas en cuanto a número y calidad?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Se utiliza algún instrumento de control para la entrada y salida de los materiales y bienes del departamento de Almacén?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

¿Considera el uso apropiado de los recursos con los que cuenta el Almacén?

- a). Nunca b) **Rara vez** c) A menudo d) Muy frecuente e) Siempre

Anexo 13: Formato de Evaluación para la implementación de la 5s dirigido a planta de producción la empresa

FORMATO DE EVALUACIÓN		Calif.		Guía de calificación
Seleccionar				0 = No hay implementación 1 = Un 30% de cumplimiento 2 = Cumple al 65% 3 = Un 95% de cumplimiento
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	1		
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	1		
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	1		
4	Pasillos libres de obstáculos	2		
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	1		
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	2		
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	1		
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	2		
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	1		
10	El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos	2		
SUB TOTAL		14	17%	
Ordenar				
11	Las áreas están debidamente identificadas	1		
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	1		
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	2		
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	1		
15	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	2		
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario	1		
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	2		
SUB TOTAL		10	12%	
Limpiar				
18	Los escritorios se encuentran limpios	2		
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	1		
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	2		
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	1		
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.	2		
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	2		
SUB TOTAL		10	12%	
Estandarizar				
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	1		
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	2		
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	1		
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	2		
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	2		
SUB TOTAL		8	0.095	
TOTAL		84	50%	
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3= Bueno				

Se utilizó el formato de Evaluación para el diagnóstico actual de la empresa donde se pudo observar el vacío existente en dicha área por la falta de implementación de la metodología 5s.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Imágenes del Desorden en la planta, materiales fuera de lugar



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en las imágenes obtenidas en la empresa, la falta de orden que existe en la planta de producción esto origina tiempos muertos ya sea por la búsqueda de materiales para la línea de producción o por herramientas para la realización de mantenimientos correctivos que necesitan dichas máquinas averiadas en la línea de producción de mezcladoras de concreto tipo trompo en la empresa

Anexo 15: Hallando mi Tasa Mínima aceptable de rendimiento TMAR

Según Baca (2010). en su libro Evaluación de Proyectos nos indica que TMAR es una ganancia que compensa el índice inflacionario más el premio de riesgo de dinero en inversión. Este debe ser válido para los años de proyecto.

Formula del TMAR

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

i = Inflación del país en el año que se trabajara

f = premio al riesgo

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

$$TMAR = 3.98\% + 15\% + (3.98\% * 15\%)$$

$$TMAR = 20\%$$

Para hallar el TMAR del proyecto de evaluación se obtuvo a través de la inflación en este caso sería la del año 2021, además del premio de riesgo establecido por los inversores con estos datos hallaremos el TMAR para dicha evaluación.

Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill, S.A. Pag.151, 6ª. Ed. México.

<https://pabloreyesviol.files.wordpress.com/2018/05/1-gabriel-baca-urbina-evaluacion-de-proyectos-6ta-edicion-2010.pdf>

Anexo 16: ficha técnica para la maquinaria cizalla guillotina

CIZALLA /GUILLOTINA CNC			
DATOS DE EQUIPO	U. MEDIDA	MEDIDAS	FOTOGRAFIA
Especificaciones	U. medida	Datos	
Marca		HEIGER MAX	
Modelo		wc67y100/3200	
Distribuidor		Solminsa	
Manual de fabricante		si	
Año Fabricacion		2010	
Año compra		2015	
voltaje de entrada	volts/trif	220/440	
capacidad de entrada	kva	14.5	
circuito de voltaje abierto	volts	62	
rango de ajuste corriente	amp	80-400	
ciclo de trabajo	%-amp-DC	35%a 400mp DC	
tipo de trabajo		mediano	
Dimensiones (lar/anc/alt)	L-A-A	60x34	
peso neto	TON	60x34x70	
			DESCRIPCION

Anexo 17: ficha técnica para la maquinaria roladora de tres rodillos

ROLADORA			
DATOS DE EQUIPO	UNIDAD	MEDIDAS	FOTOGRAFIA
Marca		MEISTER	
Modelo		W11-12x3000	
Distribuidor		Cabrera S.A	
Manual de fabricante		si	
Año Fabricacion		2000	
Año compra		2005	
ESPECIFICACIONES			
max espesor de placa	mm	12	DESCRIPCION Maquina que curva laminas de asesor , su principal cunfion es convertir es convertir laminas de acero en tubos
ancho max de placa	mm	3000	
ancho min de placa	mm	245	
velocidad	m/min	5	
diam.min, de carga	mm	650	
diam. del eje superior	mm	280	
diam. Del eje inferior	mm	240	
distancia entre ejes	mm	360	
motor	hp	19.7	
peso	ton	21.1	
Dimensiones (lar/anc/alt)	mm	5500x1500x1300	

Anexo 18: ficha técnica para la maquinaria soldadora de arco eléctrico

SOLDADORA ARCO ELECTRICO CV -- DC- 1 FASE			
DATOS DE EQUIPO	UNIDAD	MEDIDAS	FOTOGRAFIA
Marca		HEIGER MAX	
Modelo		wc67y100/3200	
Distribuidor		Solminsa	
Manual de fabricante		si	
Año Fabricacion		2010	
Año compra		2015	
voltaje de entrada	volts/trif	220/440	<p>DESCRIPCION</p> <p>Maquina que sirve para la union de metales a traves de la fusion mediante calor intenso, es una maquina multiporcesos</p>
capacidad de entrada	kva	14.5	
circuito de voltaje abierto	volts	62	
rango de ajuste corriente	amp	80-400	
ciclo de trabajo	%-amp-DC	35%a 400mp DC	
tipo de trabajo		mediano	
Dimensiones (lar/anc/alt)	L-A-A	60x34	
peso neto	TON	60x34x70	