

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y
ALMACÉN PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS DE LA
EMPRESA METALMECÁNICA QUINO INDUSTRIAL, TRUJILLO
2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Richard Kevin Espinola Perez
Jhon Wanderlei Gomez Olivares

Asesor:

Mg. Miguel Enrique Alcalá Adrianzén
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5478-5910>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|---|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Ing. Cesar Enrique Santos Gonzales | 41458690 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|---|-----------------|
| Jurado 2 | Ing. Miguel Ángel Rodríguez Alza | 18081624 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|---|-----------------|
| Jurado 3 | Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramírez | 18089007 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a Dios, por brindarnos la fuerza y sabiduría para lograr nuestros
propósitos.

A nuestros padres, quienes nos han apoyado en todo momento a pesar de las adversidades
que se nos han presentado. Asimismo, agradecerles por darnos la oportunidad de tener una
profesión para poder lograr cumplir con las metas que nos tracemos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos la vida y por guiar nuestros pasos en todo momento, por colocar en nuestras vidas a personas maravillosas que siempre estuvieron para apoyarnos en momentos difíciles.

A nuestros padres, agradecerles por el constante afecto y apoyo hacia nosotros, por ser esas personas que luchan incansablemente por el surgir de sus hijos.

También, al Ing.Miguel Enrique Alcalá Adrianzén agradecerle por su constante apoyo de retroalimentación en las asesorías con el fin de que realicemos una buena Tesis.

Tabla de contenido

| | |
|---------------------------------------|----|
| JURADO CALIFICADOR | 2 |
| DEDICATORIA | 3 |
| AGRADECIMIENTO | 4 |
| TABLA DE CONTENIDO | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | 9 |
| RESUMEN | 10 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1. Realidad problemática | 11 |
| 1.2. Formulación del problema | 22 |
| 1.3. Objetivos | 22 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 24 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | 68 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 75 |
| REFERENCIAS | 78 |
| ANEXOS | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Mercado Siderúrgico Latinoamericano 2017/2018 | 12 |
| Tabla 2: Maquinaria utilizada en el área de producción..... | 14 |
| Tabla 3: Diseño Pre-Experimental | 24 |
| Tabla 4: Materianes, Instrumentos de recolección de datos..... | 25 |
| Tabla 5: Técnicas para procesar datos | 26 |
| Tabla 6: Principales clientes de Quino Industrial | 30 |
| Tabla 7: Matriz de Operacionalización de variables | 36 |
| Tabla 8: Identificación de Indicadores..... | 37 |
| Tabla 9: Monetización de la CR2A y CR1A | 39 |
| Tabla 10: Monetización de la CR6A y CR11P | 39 |
| Tabla 11: Monetización de la CR5P..... | 40 |
| Tabla 12: Monetización de la CR12P..... | 40 |
| Tabla 13: Monetización de la CR13P..... | 40 |
| Tabla 14: Matriz de Monetización de Causas Raíces..... | 41 |
| Tabla 15: Codificación de herramientas e insumos..... | 41 |
| Tabla 16: Método ABC por consumo | 43 |
| Tabla 17: Clasificación de acuerdo al consumo..... | 43 |
| Tabla 18: Kardex de la empresa Quino Industrial | 44 |
| Tabla 19: Espacio requerido en el área de producción..... | 46 |
| Tabla 20: Área total de la empresa | 47 |
| Tabla 21: Aspectos principales de la distribución | 45 |
| Tabla 22: Definición gráfica de cercanías | 46 |
| Tabla 23: Etapas principales para el desarrollo de la metodología 5S..... | 50 |
| Tabla 24: Desarrollo de la primera S..... | 51 |
| Tabla 25: Desarrollo de la segunda S | 51 |
| Tabla 26: Desarrollo de la tercera S..... | 52 |
| Tabla 27: Desarrollo de la cuarta S..... | 52 |
| Tabla 28: Desarrollo de la quinta S | 52 |

| | |
|---|----|
| Tabla 29: Programa de limpieza..... | 53 |
| Tabla 30: Tarjeta Roja de la empresa | 54 |
| Tabla 31: Tarjeta Amarillas de la empresa..... | 55 |
| Tabla 32: Plan de capacitaciones de los procesos y prodedimientos | 57 |
| Tabla 33: Hoja de observación..... | 59 |
| Tabla 34: Resumen de actividades internas luego del SMED | 60 |
| Tabla 35: Actividades Internas en calibración de la máquina | 58 |
| Tabla 36: Inversión para área de producción..... | 63 |
| Tabla 37: Depreciación de activos producción..... | 63 |
| Tabla 38: Inversión para área de almacén | 64 |
| Tabla 39: Depreciación almacén | 64 |
| Tabla 40: Inversión para plan de capacitación..... | 64 |
| Tabla 41: Costos operacionales..... | 64 |
| Tabla 42: Estado de resultados y flujo de caja de la empresa Quino Industrial | 66 |
| Tabla 43: Ingresos y egresos de la empresa Quino Industrial..... | 67 |
| Tabla 44: Pérdida y beneficio total de las causas raíces | 68 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución (%) de la producción mundial de acero crudo por región 2017 | 11 |
| Figura 2: Distribución (%) de las exportaciones metalúrgicas de Colombia 2018..... | 13 |
| Figura 3: Organigrama de la empresa Quino Industrial | 30 |
| Figura 4. Ishikawa de ineficiencia en el área de producción..... | 33 |
| Figura 5. Ishikawa de ineficiencia en el área de almacén..... | 34 |
| Figura 6: Relación de áreas de trabajo | 47 |
| Figura 7: Layout propuesto sin considerar medidas | 48 |
| Figura 8: Layout propuesto corelap..... | 48 |
| Figura 9: Layout propuesto final con medidas | 49 |
| Figura 10: Leyenda de almacén | 49 |
| Figura 11: Hoja de compromiso | 56 |
| Figura 12: Comparativa costo y beneficio de la CR1A | 69 |
| Figura 13: Comparativa costo y beneficio de la CR2A | 70 |
| Figura 14:Comparativa costo y beneficio de la CR6A | 71 |
| Figura 15: Comparativa costo y beneficio de la CR11P | 71 |
| Figura 16: Comparativa costo y beneficio de la CR5A | 72 |
| Figura 17: Comparativa costo y beneficio de la CR13P | 73 |
| Figura 18: Comparativa costo y beneficio de la CR12P | 73 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|------------------|----|
| Ecuación 1 | 19 |
| Ecuación 2 | 19 |
| Ecuación 3 | 20 |
| Ecuación 4 | 21 |

RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo principal determinar en qué medida la propuesta de mejora en las áreas de producción y almacén influye en los costos operativos de la empresa Metalmecánica Quino Industrial, Trujillo 2021. Se realizó un análisis inicial en la empresa con el fin de obtener los datos necesarios para determinar las causas que ocasiona los elevados costos operativos, asimismo todos los datos hallados sirvieron para organizarla en un diagrama de Ishikawa y hacer la priorización con el diagrama de Pareto de las causas más influyentes en la empresa, de esta manera, se determinó las pérdidas antes y después del diseño de la propuesta, en donde la pérdida inicial fue de S/39 374,83 obteniendo así un beneficio anual después de la propuesta de S/30 259,99. Finalmente se realizó el análisis económico y financiero de la propuesta en donde se obtuvo: Valor Actual neto (VAN) de S/21 156,39 una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 65,03% y un Beneficio Costo de 1,3 asimismo, el periodo de recuperación en 3.4 años, con estos resultados la propuesta es viable.

PALABRAS CLAVES: Propuesta de mejora, producción y almacén, costos operativos

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La Industria Metalmecánica ha ido evolucionando con el pasar de los años, desde su desarrollo con la creación de la industria, es por tal motivo, que a lo largo de su historia ha evolucionado en avances teniendo en cuenta materiales, maquinarias, equipos, etc.

En la industria, el sector metalmecánico tiene una gran importancia en el mercado, además de generar empleo a las personas y ser fabricantes de maquinarias que hace que las empresas sean más competitivas.

Según la Cámara de Comercio de Cali (2018), el principal productor mundial de acero crudo en el 2017 fue China con 831 millones de ton, seguidos de la U.E. con 169 millones de ton. Y los países que conforman el Nafta: EE.UU., Canadá y México con 115 millones de ton. En la figura 1 se puede apreciar el porcentaje de producción de acero en el mundo.

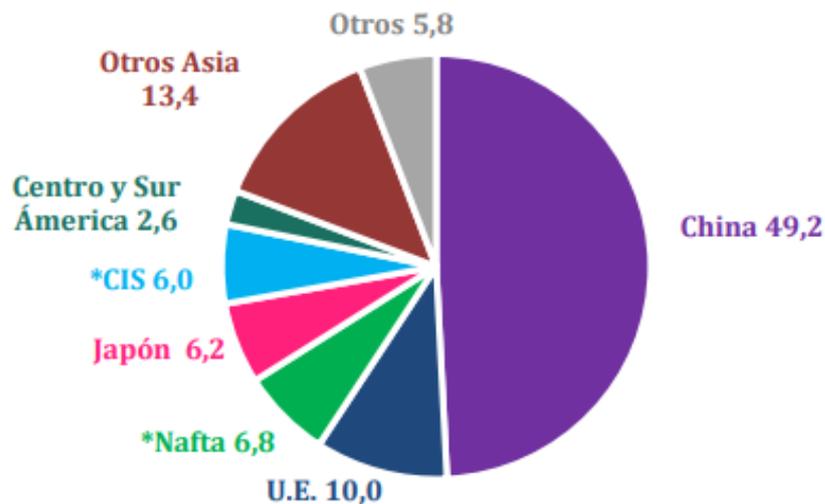


Figura 1. Distribución (%) de la producción mundial de acero crudo por región 2017

Fuente: World Steel Associations-Cálculos Cámara de Comercio de Cali.

Por otro lado, según la Cámara de Comercio de Cali (2018), en el mercado siderúrgico de América Latina y el Caribe en enero del 2018 tuvo un incremento del 4% en el consumo de acero laminado, mientras que la producción regional de acero crudo y de acero laminado creció 2% y 4%, respectivamente a diferencia de enero del 2017, confirmando las mejores condiciones económicas mundiales y regionales tal como se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1

Mercado Siderúrgico Latinoamericano 2017 / 2018

| Miles de toneladas | Oct 2017 | Nov 2017 | Dic 2017 | Acumulado 2017 | Ene 2018 |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------|
| Producción de acero crudo | 5 500 0% | 5 447 7% | 5 189 11% | 63 947 7% | 5 341 2% |
| Producción de laminados | 4 549 0% | 4 544 6% | 4 330 15% | 52 877 4% | 4 447 4% |
| Consumo de laminados | 5 511 0% | 5 212 -6% | 5 409 7% | 67 332 4% | 5 618 4% |

% : Indica variación versus mismo periodo del año anterior

Fuente: Cámara de Comercio de Cali, 2018

También, las exportaciones de productos metalmecánicos colombianos a América Latina son uno de los más importantes ya que exporta más de 363,000 ton al año. Los departamentos exportadores más importantes son Atlántico, Bogotá y Valle del Cauca; todos estos mencionados representan el 58.5% del total de exportaciones del país (Cámara de Comercio de Cali, 2018). Todo esto mencionado se puede apreciar en la figura 2.

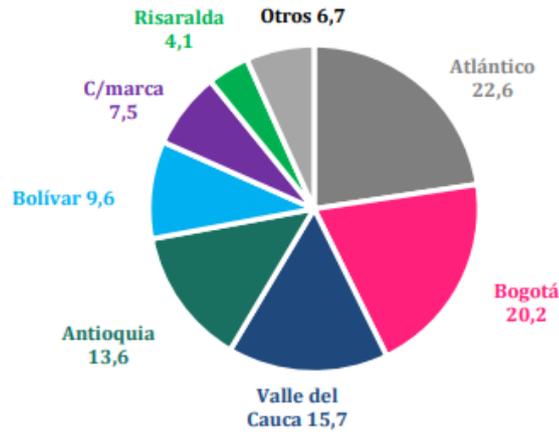


Figura 2: Distribución (%) de las exportaciones metalúrgicas de Colombia 2018

Fuente: DANE, MINCIT- Cálculos de Cámara de Comercio de Cali.

En el ámbito nacional, el Sector Metalmecánico tuvo un crecimiento de 6.1% en el primer cuatrimestre del 2018 respecto al año anterior, esto debido al crecimiento del sector construcción, como consecuencia del aumento de obras de construcción de edificios, de centros comerciales, de industrias, entre otros. Los destinos envíos fueron a EE.UU., Chile, México, Ecuador, Colombia, Bolivia y Bélgica. También, en este sector operan más de 45 mil empresas formales, de las cuales el 98.7% (44,918) son MYPE y el 1.3% (297), mediana y gran empresa. (Diario Gestión, Julio 2018).

La empresa Quino Industrial enfrenta problemas en el área de producción y almacén que no le ha permitido crecer económicamente. En el área de producción se observó que cuenta con 17 máquinas para el cumplimiento de los servicios, y el uso de ellos son rotativos dependiendo del tipo de servicio que se requiriera, la empresa actualmente no cuenta con un correcto procedimiento para cambio lo cual genera un alto costo por la pérdida de tiempo a la hora de hacer el cambio de piezas. Asimismo, no se observó un buen compromiso de los trabajadores, ya que las herramientas necesarias para las máquinas muchas veces no se dejan en el lugar correspondiente y se extravían lo cual genera desplazamientos innecesarios en la búsqueda y por ende tiempos muertos ralentizando la productividad de la empresa, cabe

resaltar que no hay registro alguno de las operaciones. Las máquinas utilizadas en producción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Maquinaria utilizada en el área de producción

| Máquinas | Nivel de criticidad | Costo de Máquina(\$) |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Fresadora matricera o universal | 1 | 5500 |
| Taladro Fresadora | 1 | 2000 |
| Roladora (1.5 long) | 2 | 3500 |
| Cepillo de codo 700 | 1 | 4000 |
| Torno paralelo grande antiguo | 2 | 2500 |
| Torno paralelo grande largo | 1 | 5000 |
| Torno paralelo mediano | 1 | 4500 |
| Torno paralelo regular | 1 | 3000 |
| Torno paralelo pequeño | 2 | 1500 |
| Roladora de tubos (varios dados) | 1 | 4000 |
| Prensa 1 | 1 | 2200 |
| Prensa 2 | 1 | 1800 |
| Máquina cortadora | 1 | 1200 |
| Máquinas y equipo de soldado | 1 | 800 |

Las máquinas con nivel de criticidad 1 son las máquinas que no deberían presentar fallas, ya que estas son primordiales durante el cumplimiento de los servicios y si una de estas fallara, se detendría toda la producción. Considerando también la disponibilidad y confiabilidad sean las mejores. Por otro lado, las máquinas de tipo de criticidad 2, si presentara fallas no pasarías a mayores, pero deberían llevar una revisión consecutiva teniendo en cuenta que afectaría a otros procesos de importancia considerable. Las de nivel

de criticidad 3, son las máquinas que podrían ser reemplazados por otras máquinas, pero también es importante para el flujo final o cumplimiento total de los servicios.

En el área de almacén de Producto final, se observó muy pequeño para la demanda semanal y mensual, no había un detallado registro de los productos finales y las ubicaciones de estos eran impredecibles. Con relación a la cantidad de compra de materiales o MP de acuerdo a los requerimientos había desconocimiento de estos con exactitud, lo que provocó la compra de excesiva o insuficiente cantidad de materiales como resultado de la falta de un plan de compra. Así mismo existía desorganización del área, quitando espacio para el traslado de los operarios, además la falta de señalizaciones en el área ocasionaba exposición a peligros.

Para la investigación se consideraron los siguientes antecedentes:

Jara (2012). Utilizando las siguientes herramientas Lean Manufacturing y procesos en línea concluyó que las propuestas como la elaboración de matrices para los procesos de troquelado, fabricación de afiches Kanban, fabricación de un tren de puertas, colocación de un tablero 5 S's, entre otras; requirió un costo de implementación de \$ 286,477.7 dólares. Asimismo, Mediante el mapeo de flujo de valor futuro la propuesta de 5 S's en los puestos de trabajo de la sección Metal Mecánica, se estableció una lista que permite mejorar el flujo de la sección Metal Mecánica.

Bustamante, D (2013). Tuvo como objetivo la aplicación de la herramienta SMED en la que evaluó la productividad de sus procesos y el tiempo desperdiciado en los métodos y movimientos de los set up, en donde encontró oportunidad de mejora en los procesos realizados por los técnicos de montaje, disminuyendo hasta un 49% en los procesos de cambios sin la necesidad de mayores inversiones en herramientas y maquinarias. Asimismo,

proyectó mediante utillajes del SMED realizar el set up en un dígito de minuto, de esta manera demostrando la eficacia de esta poderosa herramienta.

Goicochea (2009). Tuvo como objetivo la ejecución de un nuevo sistema de control de inventarios en el área de almacén para lo cual se realizó una inspección logrando ver que uno de los principales problemas era que casi siempre estaba desordenada y no llevaba un control correcto de los inventarios finales. Como resultado de la implementación del sistema de inventarios propuesto se obtuvo niveles de servicio entre 98 y 100% respecto al anterior que fue del 97%.

Donayre (2017). Realizó un diagnóstico de la gestión del almacén y luego de ella identificar los procesos que tuviesen dificultades en su manejo para proponer su posterior recomendación. La investigación efectuada se basó en el paradigma interpretativo, contrastando las teorías administrativas y logísticas al producto previamente definido.

Se llegó a la conclusión que el proceso de almacenamiento y distribución del almacén en la empresa investigada incide de manera negativa y directamente en la gestión de almacén, Asimismo, la ausencia de personal calificado y la carencia de planificación y/o previsión también inciden de manera negativa en la empresa.

Herrera (2017). Utilizando las siguientes herramientas de ingeniería industrial como ABC, Catalogación de materiales, Lote económico de pedido, entre otras concluyó que el propósito general es reducir los costos operacionales mediante una propuesta de control de inventarios. Como primer paso, se realizó el diagnóstico de la empresa identificando las causas raíz de los altos costos operacionales en el almacén. Asimismo, utilizando el modelo de Lote Económico de Pedido generó un ahorro de S/. 27,105.68 nuevos soles

Hospinal (2016). Tuvo como objeto mejorar la rentabilidad mediante la propuesta de mejora del control de inventarios para reducir costos de almacenaje. El estudio se realizó a través de un diagnóstico encontrando problemas en cada una de las áreas de estudio, entre las principales se puede mencionar la implementación de gestión de inventarios en el almacén para optimizar el abastecimiento de los materiales integrándolos al MRP. De esta forma se logró mejorar el nivel de aprovisionamiento y asistencia de requerimientos cuyo efecto en los costos de pedido alcanzaron 16.44%, para las adquisiciones de 10.63% y en almacenamiento de 15.88%; logrando un promedio total de un 10.42%. En cuanto a los costos de adquisición de un sistema ERP y racks para los inventarios con una inversión de S/. 83,350.00 nuevos soles, permiten que la propuesta de aplicación tenga sostenibilidad en el tiempo.

Benistes & Rodríguez (2015). Tuvo como objetivo evaluar la propuesta de mejora con el fin de incrementar la rentabilidad de la empresa. Se realizó un diagnóstico identificando un manejo ineficiente de los recursos tanto en el área de producción como en logística, seguido a esto se planteó y se ejecutó la implementación de metodologías, herramientas y técnicas como: Estudio de métodos de trabajo, Distribución de planta, Manufactura esbelta, entre otras. Logrando así mejorar los indicadores, en donde obtuvo un beneficio neto de S/. 35,047.53 nuevos soles representando una mejora total del 44.4% en cuanto a indicadores de la ganancia anual en el área de producción y de S/. 37,583.66 nuevos soles equivalente a un 7.59% de mejora total en cuanto a indicadores de reducción costos en el área de logística.

Para la presente investigación se consideraron las siguientes definiciones conceptuales:

SMED: Es una metodología o conjunto de técnicas que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Teniendo en cuenta ese enfoque, se identificó la máquina que más se utilizaba durante la realización de los servicios y los procesos más frecuentes en la misma. Luego se realizará el diagrama de dicho proceso identificando las actividades internas y externas, luego separando las actividades internas que luego pasarían a ser externas o que se realizarán durante el proceso. Además, se evaluarán los tiempos de cada actividad para luego determinar a cuanto disminuye el tiempo de actividades internas (máquina detenida), seguidamente se determina el lucro cesante teniendo en cuenta el porcentaje de disminución del tiempo de actividad. (Rojas A. & Gisber V, 2017)

Metodología 5's: La metodología 5'S una técnica que hace referencia a la "creación y mantenimiento de centros de trabajo más limpias, organizadas y seguras". La importancia que tiene el orden y la limpieza en cualquier centro de trabajo es necesaria, ya que un centro de trabajo ordenado, limpio, seguro, eficiente y agradable. (Gonzales,1995).

Esta metodología se clasifica en:

SEIRI: (Seleccionar) Se clasificarán en el área de producción lo necesario y lo innecesario de acuerdo a las tarjetas rojas, al final desechando todo lo que no se necesita.

SEITO: (Ordenar) Se hará una clasificación de lo necesario de acuerdo al uso que se le dé en el área de producción de acuerdo a las tarjetas amarillas y hará acción correctiva. De tal manera disminuir tiempos en búsqueda o movimientos innecesarios.

SEISO: (limpiar) Se realizarán formatos de conformidad de limpieza e inspecciones semanales de acuerdo al programa.

SEIKETSU: (Estandarizar) Se realizará un programa de limpieza estructurada y asignaciones al personal para que contribuya al enfoque 5s, de tal manera comprometer al personal en la mejora continua.

SHITSUKE: (Disciplina) Se realizará un formato de compromiso del personal en donde se contribuirán de manera contante en el enfoque 5'S.

Costos de Distribución de Almacén: Son los gastos con los que incurre una empresa en organizar sus productos finales en un determinado lugar, con el propósito de minimizar las pérdidas de materiales. (Arrieta J., 2011).

Costos Operacionales: Son los gastos que están relacionados con la operación de un negocio, o para el funcionamiento de un dispositivo, componente, equipo o instalación. (Villalobos Quiroz, M., & Zelada Soplapuco D., 2021).

Riesgo: Posibilidad de que se produzca un contratiempo o desastre de magnitud en un futuro. (Lavell A., 2001).

Ficha Técnica: Formato donde se pueden apreciar indicadores y el responsable del cumplimiento de estos. (Carrasco, A., Anastacio, R., & Arias, C.).

Gestión de Inventario: La importancia de de hacer un inventario reside en que nos va a proporcionar una serie de factores de valoración pormenorizada de las mercancías de las que disponemos al día. (Meana, P., 2017).

MTBF: Mean time between failure – Tiempo medio entre falla, corresponde al tiempo promedio entre dos fallas consecutivas considerando el total del de tiempo operado y el numero fallas imprevistas, según la ecuación 1. Amendola, L. (2003).

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total del trabajo} - \text{Tiempo de avería}}{\text{Numero de fallas}}$$

Ecuación 1

MTTF: Mean time to failure – Tiempo medio antes de la falla, es el tiempo promedio hasta que se produce un fallo. (Manotas E., Yanez S., Lopera C., & Jaramillo M. 2008).

$$MTTF = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Numero de unidades}}$$

Ecuación 2

MTTR: Mean time to repair – Tiempo medio para reparar. Es el tiempo promedio para reparar un sistema que no ha sufrido una falla terminal. (Lazo N., 2008).

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Numero de reparaciones}}$$

Ecuación 3

Disponibilidad: Es la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. (Grajales, D., Candelario, M., & Sánchez, Y., 2006)

Confiabilidad: La “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. (Grajales, D., Candelario, M., & Sánchez, Y., 2006)

Criticidad: El análisis de criticidad permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, activos en general, sistemas, equipos y componentes. (Barrera C., 2008)

Codificación ABC: Es un método de clasificación mayormente utilizado en la gestión de inventario de un almacén. La clasificación ABC permite determinar que artículos tienen un mayor impacto ya sea como materia prima, producto terminado o de coste. (Cuevas F., Chávez G., Castillo A., Caicedo, N., & Solarte, F., 2004).

Método Richard Muther Systematic Layout Planning (SLP): Es un método que incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el mismo Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos, siendo aplicable a distribuciones completamente nuevas como distribuciones ya existentes. (Caicedo, M. 2019).

Método Guerchet: Es un método en donde se calculan espacios físicos que se requerirán para establecer una planta. Por lo que se requiere identificar el número total de máquinas y equipos considerados estáticos o fijos, también cantidad de operarios y su equipo llamados elementos móviles. Mediante la siguiente fórmula se puede obtener la superficie total:
(Caicedo, M. 2019)

$$St = Ss + Sg + Se$$

Ecuación 4

En donde:

St: Superficie total

Ss: Superficie estática

Sg: Superficie Gravitacional

Se: Superficie de evolución

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de mejora en el área de producción y almacén influye en los costos operativos de la empresa Metalmecánica Quino Industrial, Trujillo 2021?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar en qué medida la propuesta de mejora en las áreas de producción y almacén influye en los costos operativos de la empresa Metalmecánica Quino Industrial, Trujillo 2021.

Objetivos Específicos:

- Determinar los costos operativos en las áreas de producción y almacén antes de la propuesta.
- Elaborar la propuesta de mejora en las áreas de producción y almacén aplicando herramientas de ingeniería industrial.
- Determinar los costos operativos de las áreas de producción y almacén después de la propuesta.
- Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora de las áreas de producción y almacén.

1.4. Hipótesis

Como respuesta al problema se planteó la siguiente hipótesis: La propuesta de mejora de las áreas de producción y almacén reduce los costos operativos en la empresa Metal Mecánica Quino Industrial, Trujillo 2021.

De acuerdo a los criterios, con la presente investigación se hace con el objetivo de fortalecer el conocimiento de los conceptos de las herramientas de ingeniería Industrial,

asimismo, de sus metodologías, así como es el enfoque Lean Manufacturing. Según Maldonado (2008). Afirma que la manufactura esbelta ha sido motor en el mejoramiento de la competitividad y calidad en las industrias tanto de manufactura como de servicio de los países que se han entendido y aplicado. Asimismo, logrando grandes beneficios que no se han podido lograr en los sistemas de producción tradicionales.

En lo práctico se busca reducir los costos operativos de las dos áreas de la empresa que son el área de producción y almacén en donde preliminarmente se realiza el diagnóstico; de tal manera identificar las causas raíz del problema para luego plantear como soluciones alternativas que se pueden aplicar.

En lo valorativo se hace con el objetivo de determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción y almacén ante los costos operativos de la empresa.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de investigación por la orientación es Investigación Aplicada porque busca la utilización de conocimientos adquiridos. El uso del conocimiento y resultados de una investigación que se obtiene en forma sistemática y organizada para conocer la realidad. (Maurillo, 2008)

Asimismo, por el diseño la investigación es Pre experimental. A continuación, se describe la situación actual de la empresa:

Tabla 3

Diseño Pre experimental

| Grupo | Asignación | Pre | Tratamiento | Post |
|-------|------------|--------|-------------|--------|
| | | Prueba | | Prueba |
| GE | | 01 | X | 02 |

Donde:

GE: Operaciones del área de producción y almacén

01: Costos operativos del área de producción y almacén antes de la propuesta

X: Propuesta de mejora.

02: Costos operativos del área de producción y almacén después de la propuesta.

Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

Tabla 4

Materiales e instrumentos de recolección de datos

| Técnica | Justificación | Instrumentos | Aplicados en |
|------------------------------|---|---|---|
| Observación de campo | Se permitió la observación del ambiente de trabajo, maquinaria utilizada, actividades asignadas a los trabajadores en los procesos de fabricación de los pedidos. | <ul style="list-style-type: none"> • Wincha • Cronómetro. | En el área de producción y almacén, donde se lleva a cabo el proceso metalmecánico. |
| Análisis Documentario | Permitió la revisión de información documentada o fichas de registro de sus actividades, para luego obtener una base de datos organizada de sus procesos. | <ul style="list-style-type: none"> • Formato para registro. | Área de producción de la empresa. |

Como primera técnica tenemos la observación de campo, el cual tiene como objetivo identificar los problemas o fallas en las áreas de producción y almacén, además las consecuencias de los altos costos operativos. En cuanto al procedimiento se va a realizar un seguimiento en identificación de las actividades y proceso Core de la empresa en el área de producción y almacén. Para su realización los instrumentos a utilizarse serán una wincha y un cronómetro.

Asimismo, como segunda técnica tenemos el análisis documentario que tiene como objetivo indagar en la problemática a través de documentos físicos obtenidos de la empresa.

Para su procedimiento lo que se va a realizar es organizar los documentos para que de esta manera tengamos una data histórica de las operaciones de la empresa durante un tiempo determinado. Para su realización el instrumento a utilizarse será Microsoft Excel.

Instrumentos y métodos para procesar datos.

Se realiza el diagnóstico de la empresa metalmecánica Quino Industrial, donde en la primera etapa se realiza una observación dentro de las diferentes áreas para identificar los procesos que presentan problemas y poder hacer un diagnóstico actual de la empresa. Esto se ve en el diagrama de Ishikawa, en donde se hallaron las causas raíz que generan el problema. Para la recopilación de datos internos se hizo uso de diversas herramientas que corresponden a la encuesta, Matriz de priorización y Diagrama de Pareto a fin de obtener un orden de las causas raíz y realizar una matriz de indicadores de acuerdo con la clasificación de estas.

Al finalizar el proceso de diagnóstico, se diseñará la propuesta de mejora para lo cual se hará uso de herramientas de gestión de ingeniería Industrial.

Tabla 5

Técnicas para procesar datos

| ETAPA | TÉCNICA | DESCRIPCIÓN |
|---|------------------------|---|
| Diagnóstico de la realidad actual de la empresa | Diagrama de Ishikawa | Elaboración del Diagrama causa - efecto para determinar las causas raíz del problema. |
| | Matriz de Priorización | Se priorizarán las causas del problema por su mayor y menor impacto. |
| | Diagrama de Pareto | La herramienta Pareto nos permite obtener las causas raíz que generan el 80% del impacto del problema central. |
| | Matriz de Indicadores | Se elabora indicadores para cada causa raíz de mayor impacto y se formulan fórmulas para evaluar su impacto económico en la organización. |

Población y muestra

Unidad de estudio

Actividades de la empresa Metal Mecánica Quino Industrial

Población

Actividades de las áreas de producción y almacén de la empresa Metalmecánica Quino Industrial.

Muestra

Área de producción: En esta área encontramos todas las máquinas utilizadas para la elaboración de productos.

Área de almacén: En esta área encontramos la materia prima, repuestos, herramientas y productos terminados.

Métodos

La presente Tesis se presenta como una propuesta de mejora en las áreas de producción y almacén teniendo como bases las herramientas de ingeniería industrial, en donde preliminarmente inicia con un diagnóstico en las dos áreas y posteriormente desarrollo de la propuesta de mejora.

Diagnóstico y procedimiento

Determinar los costos operativos en las áreas de producción y almacén antes de la propuesta. Para la realización de este objetivo lo primero que se va a realizar es la visita a la empresa, en donde realizaremos una entrevista al gerente y a los trabajadores. Seguido a ello, se recolectará la información, la cual va a ser procesada para poder identificar los problemas por medio de un diagrama de Ishikawa. Después de esto, se realizará un análisis de las causas de los problemas a través de un diagrama de Pareto para poder determinar las principales causas raíces en las cuales vamos a trabajar a enfocarnos. Finalmente, se realizará un costeo de cada una de las causas raíz a trabajar

Elaborar la propuesta de mejora en las áreas de producción y almacén aplicando herramientas de ingeniería industrial. Para su realización se aplicarán las siguientes herramientas de de ingeniería industrial tales como Kardex, Codificación, Layout, 5S, Plan de capacitaciones y SMED.

Determinar los costos operativos de las áreas de producción y almacén después de la propuesta. Se realizará un segundo costeo de cada causa raíz después de haber aplicado las herramientas de ingeniería con el propósito de disminuir los costos operativos.

Evaluar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora de las áreas de producción y almacén. Para su realización, lo primero que se va a realizar es encontrar el beneficio total de las causa raíz después de aplicar las herramientas de mejora. También, se procederá a calcular la inversión total para la propuesta de mejora en las dos áreas. Finalmente se realizará la evaluación económica, en donde hallaremos nuestro TIR, B/C y nuestro periodo de recuperación para ver si nuestro proyecto es viable o no.

Aspectos éticos

Toda la información obtenida cuenta con la autorización del dueño de la empresa, el señor Roger Aquino Rodriguez Piminchuma, por tal motivo dicha información mediante la encuesta no será expuesta a ningún empleado con el propósito de no perjudicar a los involucrados. Asimismo, en lo que respecta a la ponderación de las respuestas no habrá ningún tipo de infravaloración ya sea por tratarse de personas con mayor o menor cargo. Las encuestas se realizaron a todos los trabajadores (8 personas) debido a que todos de alguna manera están involucrados en las dos áreas a estudiar (producción y almacén).

Generalidades de la empresa

Quino Industrial es una empresa de Rubro Metalmecánica ya con varios años en actividad, esta brinda el servicio de Torno, fresa y soldaduras en general. Además, hace

mantenimiento, fabricación y diseño de máquinas industriales y todo tipo de estructuras metálicas. RUC: 20609502437

Organización

Misión de la empresa

Somos una empresa enfocada en generar satisfacción y confianza en nuestros usuarios finales, ofreciendo servicios que cumplen con los requerimientos de calidad estipulados por las entidades que nos rigen.

Visión de la empresa

Ser el mayor fabricante de piezas industriales altamente competitiva en el rubro metalmecánico a nivel local con alcances nacionales, basados en Calidad y Confort.

Valores

- **Iniciativa:** Propone soluciones ante las adversidades.
- **Puntualidad:** Hay un buen compromiso entre la empresa y trabajadores.
- **Responsabilidad:** Cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- **Integridad:** Una buena relación entre los integrantes de la empresa.
- **Honestidad:** Da una imagen transparente en la empresa y ante la sociedad.
- **Compromiso:** Todo el personal enfocado a la mejora continua.

Organigrama

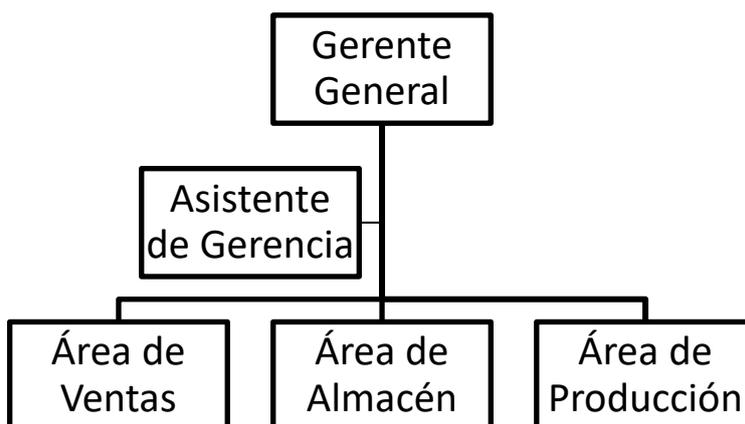


Figura 3: Organigrama de la empresa Quino Industrial

La empresa Quino Industrial tiene una estructura organizacional vertical como se puede observar en la figura 5, ya que está conformada por el gerente general quién se encarga de realizar el total de la gestión de la empresa, apoyado por su asistente, que en este caso es el administrador. Asimismo, cuentan con el área de ventas, almacén y producción.

Clientes

Tabla 6

Principales clientes de Quino Industrial

| N° | Clientes | Datos |
|----|--------------------------|---|
| 1 | Copper Cave S.A.C | RUC: 20548631956 Dirección: Av. Circunvalación del Club G Nro. 134 Provincia: Santiago de surco Departamento: Lima |
| 2 | Norblock S.A.C | RUC: 20481802050 Dirección: Mza. E Lt. 3 sector: Valdivia Baja - Huanchaco |

Provincia: Trujillo**Departamento:** La Libertad**3 Fare S.A.C****RUC:** 20480927568**Dirección:** Cal. 1 Mza. E-2 Lote. 6-7**Provincia:** Trujillo**Departamento:** La libertad

Fuente: Empresa Quino Industrial

Competidores

- PCH Metalmecánica S.A.C
- Industrias Generales Pairazaman S.A.C
- JR Metalmecánica y pintura automotriz.
- Fameservi.
- Metal mecánica León.

Proveedores

- Industrias generales e inversiones Don lucho.
- 3a Amsenq.
- Metalmarck.

Diagnóstico situacional en el área de estudio

En el área de producción de la empresa Quino Industrial existen diferentes problemáticas debido a que no hay un lugar definido para las herramientas principales que se utilizan a diario para el cambio de piezas entre máquinas. Asimismo, también hay paradas por fallas de las máquinas lo que conlleva a tener altos costos operativos para la empresa.

El área de almacén de la empresa Quino Industrial presenta como problema principal la inexistencia de control de Kardex, asimismo no se cuenta con rotulación y señalizaciones de los repuestos a utilizar en el área de producción, por tal motivo surgen tiempos innecesarios del personal para buscar las herramientas y repuestos que necesitan de acuerdo a los pedidos.

Priorización de causas raíz

Para obtener la información de todos los problemas que originan que la empresa Quino Industrial incurra en elevados costos de cambios de piezas y distribución, se realizó una encuesta interna que fue aplicada a todos los operarios, al administrador y al gerente mediante el cual se pudo constatar las deficiencias que se presentan; esto fue fundamental para el desarrollo de la problemática en el área de producción y almacén. Asimismo, se observó la situación actual de la empresa y según eso se logró identificar las causas raíz que afectan en las áreas de estudio. Además, se realizó el diagrama de Pareto de las 16 causas raíces, finalmente, de todas ellas se logró priorizar 7 causas según el resultado de las encuestas aplicadas.

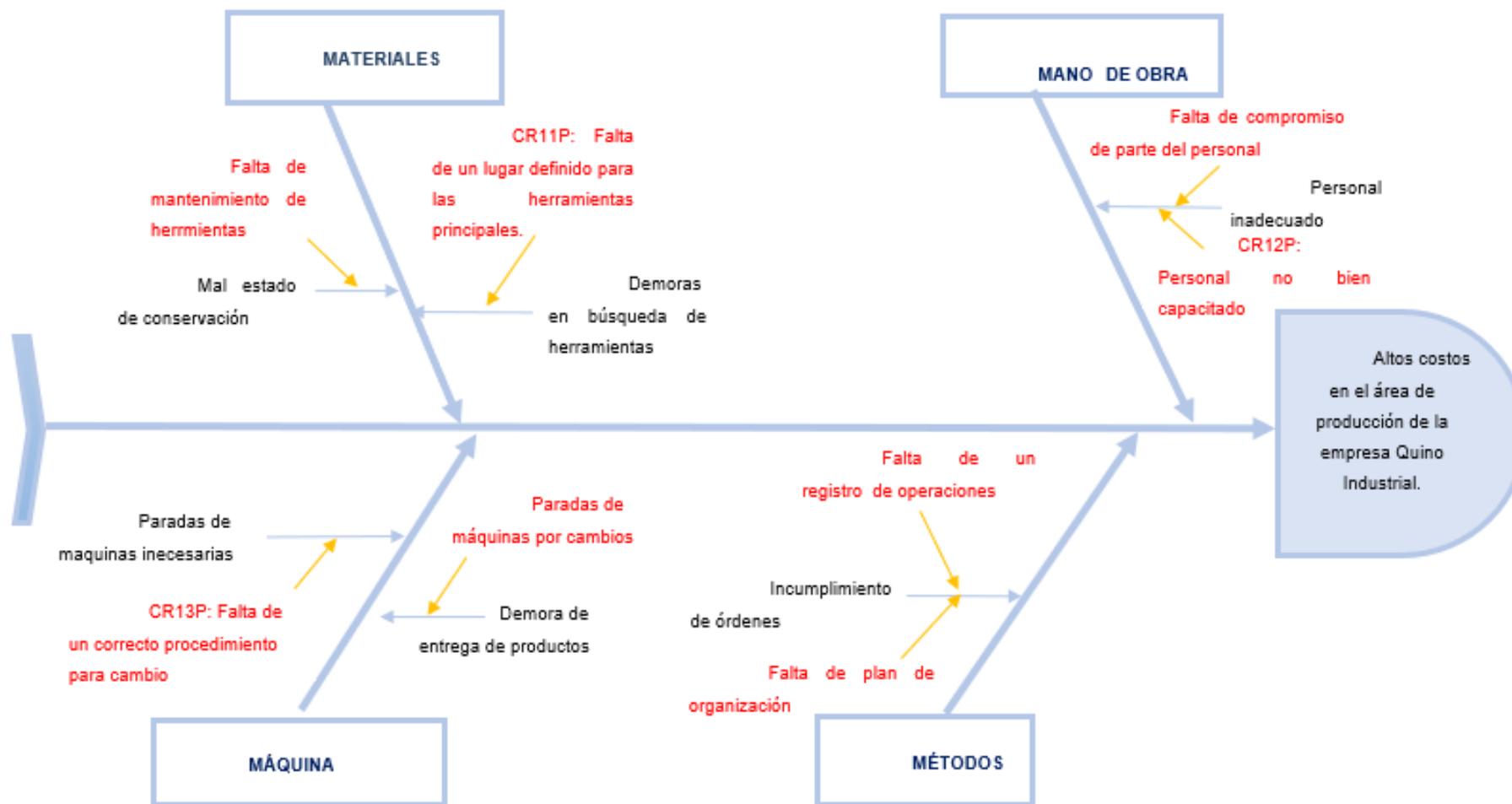


Figura 4. Ishikawa de ineficiencia en el área de producción

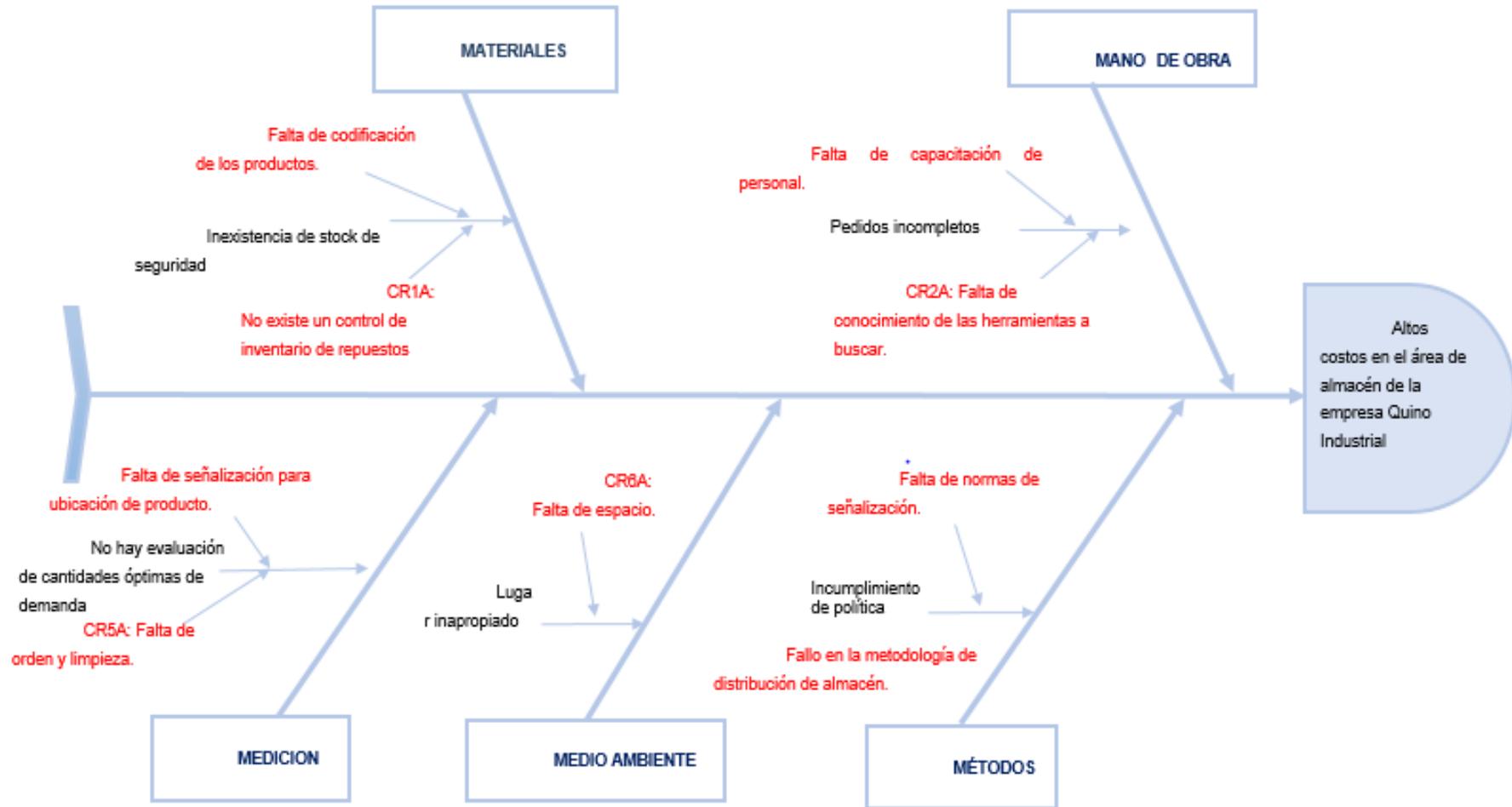


Figura 5. Ishikawa de ineficiencia en el área de almacén

Identificación de indicadores

A través de los indicadores se medirán y se seleccionaran las herramientas de ingeniería que ayudaran a mejorar el área de producción y almacén para la minimización de los elevados costos. Asimismo, se realizará la inversión que representan estas herramientas de mejora

Tabla 7

Matriz de operacionalización de variables

| Problema | Variables | Indicador | Fórmula |
|--|--|--|---|
| ¿En qué medida la propuesta de mejora en el área de producción y almacén influye en los costos operativos de la empresa Metalmecánica Quino Industrial, Trujillo 2021? | VI: Propuesta de mejora en el área de producción y almacén de la empresa metalmecánica Quino Industrial. | % de tiempo muerto por búsqueda | $(\text{Horas perdidas al día} / \text{Total de horas al día}) * 100$ |
| | | % de herramientas organizadas | $(\text{Herramientas en su lugar} / \text{Total de herramientas principales}) * 100$ |
| | | % de Kardex controlados | $(\text{N}^\circ \text{ de registro de Kardex controlado} / \text{Total de registro kardex}) * 100$ |
| | | % de área disponible | $(\text{Área de almacén existente} / \text{Total área de la empresa}) * 100$ |
| | | % de área organizada | $(\text{Área en orden} / \text{Total área de la empresa}) * 100$ |
| | | % de personal capacitado | $(\text{N}^\circ \text{ de personal capacitado en producción} / \text{Total de personal en el área de producción}) * 100$ |
| | | % de horas de cambio de piezas | $(\text{Horas de cambio al año} / \text{Total de horas trabajadas al año}) * 100$ |
| VD: Reducción de costos operativos de la empresa Metalmecánica Quino Industrial. | Relación de los costos actuales vs los costos mejorados de la empresa Quino Industrial | $\frac{\Sigma \text{costos totales actuales} - \Sigma \text{costos totales mejorados}}{\Sigma \text{costos totales actuales}} * 100\%$ | |

Tabla 8

Identificación de Indicadores

| Critero | Causas | Indicador de la CR | Formula | VA | Método | Herramienta de mejora |
|-----------------------------|---|--|---|--------|-----------------------------|-------------------------|
| PRODUCCIÓN Y ALMACÉN | CR2A: Falta de conocimiento de las herramientas a buscar. | % de herramientas organizadas | $\frac{\text{Herramientas en su lugar}}{\text{Total de herramientas principales}} * 100\%$ | 45.00% | Gestión Logística | KARDEX/CODIFICACIÓN/ABC |
| | CR1A: No existe un control de inventario de repuestos. | % de kardex controlados | $\frac{\text{N}^\circ \text{ de registro de kardex controlados}}{\text{total de registro de kardex}} * 100\%$ | 40.00% | | |
| | CR6A: Falta de espacio. | % de área disponible | $\frac{\text{área de almacén existente}}{\text{Total área de la de la empresa}} * 100\%$ | 8.57% | Logística | Layout |
| | CR11P: Falta de un lugar definido para las herramientas principales. | % de tiempo muerto por búsqueda | $\frac{\text{Horas perdidas al día}}{\text{Total de horas al día}} * 100\%$ | 11.06% | | |
| | CR5A: Falta de orden y limpieza. | % Área organizada | $\frac{\text{Área en orden}}{\text{total de área de producción}} * 100\%$ | 0,0% | | |
| | CR12P: Personal no bien capacitado. | % de personal capacitado en producción | $\frac{\text{N}^\circ \text{ de personal capacitado en producción}}{\text{total de personal en el área de producción}}$ | 38.00% | Gestión de Recursos Humanos | Plan de capacitaciones |
| | CR13P: Falta de procedimientos para cambio de componentes. | % de horas de cambio de piezas. | $\frac{\text{Horas de cambio al año}}{\text{Horas totales trabajadas al año}} * 100\%$ | 3.50% | Lean manufacturing | SMED |

Descripción de la propuesta de mejora

Para la realización de la propuesta de mejora en el área de producción y almacén se hará uso de distintas herramientas de ingeniería como Codificación, kardex, layout, 5s, plan de capacitaciones y SMED.

En lo que respecta a Codificación y Kardex; se hará para para minimizar los costos ocasionados por la CR2A (Falta de conocimiento de las herramientas a buscar) y la CR1A (No existe un control de inventario de repuestos). El Layout tiene como propósito optimizar al máximo el espacio del almacén para que de esta manera la empresa no tenga productos fuera de este. Asimismo, 5s se propone debido a que en la empresa hay mucho desorden y poca limpieza por parte de los operarios.

También, se propone la realización de un plan de capacitaciones a todo el personal operario y finalmente el desarrollo de la herramienta SMED para un óptimo cambio de pieza a las máquinas.

Monetización de las causas raíces

Causa Raíz: CR2A (Falta de conocimiento de las herramientas a buscar) y CR1A (No existe un control de inventario de repuestos)

Tabla 9

Monetización de la CR2A y CR1A

| Monetización de la CR2A | | | |
|--|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| S/. por ubicación de herramientas(S./hora) | REQ diario de herramientas | REQ mensual de herramientas (REQ/MES) | Costo por tiempos muertos (S./ Año) |
| S/ 0.595 | 12 | 312 | S/ 2,227.68 |
| Monetización CR1A | | | |
| Gastos incurridos en almacén (S./AÑO) | Inventario de repuestos en el 2021 (S./AÑO) | Costo total por compras excedentes | |
| S/2 580 | S/ 9 800 | S/ 2 580 | |

Causa Raíz: CR6A (Falta de espacio) y CR11P (Falta de un lugar definido para las herramientas principales)

Tabla 10

Monetización de la CR6A y la CR11P

| Monetización de la CR6A | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Gasto de energía eléctrica | Gastos administrativos | Alquiler de almacén externo | Costo mensual de almacén | Costo anual de almacén (S/) |
| S/ 110.00 | S/ 45.00 | S/ 750.00 | S/ 905.00 | S/ 10,860.00 |
| Monetización de la CR11P | | | | |
| | Costo mensual | | Costo anual | |
| | S/ 195,45 | | S/ 2 347 | |

Causa Raíz: CR5A (Falta de orden y limpieza)

Tabla 11

Monetización de la CR5A

| | Causa raíz | Costo transporte Promedio (S/ año) | Costo mensual | Costo total |
|----------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------|-------------|
| CR5A | Falta de orden y limpieza | 1,210.00 | S/ 561.00 | S/ 9 152 |
| COSTO TOTAL DE LAS CAUSAS RAÍCES | | | | S/ 9 152 |

Causa Raíz: CR12P (Personal no bien capacitado)

Tabla 12

Monetización de la CR12P

| | Causa raíz | Reprocesos | Costo reproceso | sobrecosto total anual |
|------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------|------------------------|
| CR12A | Personal no bien capacitado | 11 | S/ 420,00 | S/ 4 620,00 |
| COSTO TOTAL DE LA CAUSA RAÍZ | | | | S/ 4 620,00 |

Causa Raíz: CR13P (Falta procedimiento para cambio de pieza)

Tabla 13

Monetización de la CR13P

| | Causa raíz | Tiempo de cambio | Tiempo anual por cambio (min) | Tiempo anual por cambio (hrs) | Costo por lucro cesante |
|----------------------------------|---|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| CR13P | Falta procedimientos para cambio de pieza | 71 | S/4 687 | 78,1 | S/.7,588.13 |
| COSTO TOTAL DE LAS CAUSAS RAÍCES | | | | | |

Matriz de monetización de causas raíces

Tabla 14

Matriz de Monetización de Causas Raíces

| CR | Indicador | VA % | Pérdida 1 | VM % | Pérdida 2 | Beneficio | HERRAMIENTA |
|-------|---|--------|--------------|---------|-------------|-------------|-------------------------|
| CR2A | Falta de conocimiento de las herramientas a buscar. $\frac{\text{Herramientas en su lugar}}{\text{Total de herramientas principales}} * 100\%$ | 45% | S/ 2 227,68 | 80.00% | S/ 172,38 | S/ 2 055,30 | KARDEX/ CODIFICACIÓN |
| CR1A | No existe un control de inventario de repuestos. $\frac{\text{Repuestos Faltantes}}{\text{Total de repuestos existentes}} * 100\%$ | 40.0% | S/ 2 580,00 | 10.00% | S/ 51,60 | S/ 2 528,40 | |
| CR6A | Falta de espacio. $\frac{\text{área de almacén existente}}{\text{Total área de la de la empresa}} * 100\%$ | 8.57% | S/ 10 860,00 | 10.71% | S/ 1 860,00 | S/ 9 000.00 | layout |
| CR11P | Falta de un lugar definido para las herramientas principales. $\frac{\text{Horas perdidas al día}}{\text{Total de horas al día}} * 100\%$ | 11.06% | S/ 2 347,02 | 0.10% | S/ 244,80 | S/ 2 102,95 | |
| CR5A | Falta de orden y limpieza. $\frac{\text{Área en orden}}{\text{total de área de producción}} * 100\%$ | 0% | S/ 9 152,00 | 85.00% | S/ 2 043,00 | S/ 7 109,00 | 5s |
| CR12P | Personal no bien capacitado. $\frac{\text{Nº personal capacitado en producción}}{\text{total de personal en producción}} * 100\%$ | 38% | S/ 4 620,00 | 100.00% | S/ 1 260,00 | S/ 3 360,00 | Plan de capacitaciones |
| CR13P | Falta de un correcto procedimiento para cambio. $\frac{\text{Horas de cambio al año}}{\text{Horas trabajadas al año}} * 100\%$ | 3.5% | S/ 7 588,13 | 1.70% | S/ 3 483,06 | S/ 4 105,07 | SMED |

Solución de la propuesta CR2A: Codificación y ABC

Se propuso la codificación y método ABC, en función a las herramientas e insumos almacenados en función a la rotación. De esta manera se podrán identificar las herramientas e insumos con mayor rotación, y reposiciones oportunas de estos, de tal manera disminuyendo las compras de insumos urgentes, disminución en búsqueda de herramientas e insumos y teniendo un mejor control en el área.

Esta codificación constará de dos etapas, una de ellas la creación de códigos para cada herramienta e insumo:

Tabla 15

Códigos de herramientas e insumos

| Codificación para herramientas e insumos | | | | | | |
|---|--------------------|--------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|
| FAMILIA | COD FAMILIA | GRUPO | COD GRUPO | SUB GRUPO | COD SUBGRUPO | COD FINAL |
| | LU- | MUTIUSO | MUL- | - | - | LU-MUL |
| | LU- | SPECIALIST | SPE- | - | - | LU-SPE |
| LUBRICANTES | LU- | SPECIALIST | SPE- | MOTO | MO- | MO |
| | LU- | SPECIALIST | SPE- | BIKE | BI- | LU-SPE-BI |
| | LU- | 3 EN UNO | 3EN- | - | - | LU-3EN |
| | HE- | LLAVE | LL- | ALLEN | AL- | HE-LL-AL |
| | HE- | LLAVE | LL- | OCTAGONAL | OC- | HE-LL-OC |
| | HE- | LLAVE | LL- | MIXTA | MI- | HE-LL-MI |
| | HE- | LLAVE | LL- | COPA | CO- | HE-LL-CO |
| | HE- | ELECTRODOS | ELE- | 6011 | 6011 | ELE-6011 |
| | HE- | LIJA | LIJ- | GRANO 80 | GR80- | LIJ-GR80 |
| HERRAMIENTAS | HE- | LIJA | LIJ- | GRANO 75 | GR75- | LIJ-GR75 |
| | HE- | LIJA | LIJ- | GRANO 100 | GR100- | LIJ-GR100 |
| | HE- | PEINE | PEI- | ALAMBRICO | AL- | HE-PEI-AL |
| | HE- | SIERRA | SIE- | METAL | ME- | HE-SIE-ME |
| | HE- | MACHOS | MA- | TORNO | TOR- | HE-MA-TOR |
| | HE- | BROCAS | BR- | TORNO | TOR- | HE-BR-TOR |

| HE- | DISCO | DIS- | CORTE | COR- | HE-DIS-COR |
|-----|-------|------|-------|------|------------|
|-----|-------|------|-------|------|------------|

Tabla 16

Método ABC consumo

| ITEM | Producto | UM | Consumo Mensual | Consumo anual (unid) | Precio unitario (S/) |
|-----------|---------------------------|------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| HEELC6011 | ELECTRODOS | Caja de 10 | 5 | 60 | S/.40,00 |
| LUMUL | LUBRICANTE | Frasco | 4 | 48 | S/.15,00 |
| HELLAL | LLAVE ALLEN | Caja | 4 | 48 | S/.14,00 |
| HESIME | SIERRA PARA METAL | Caja | 4 | 48 | S/.10,00 |
| HEBROTOR | BROCAS PARA TORNO | Caja | 3 | 36 | S/.35,00 |
| HEMATOR | MACHOS | Set | 3 | 36 | S/.50,00 |
| HELLOC | LLAVE TUBO OCTAGONAL | Unidad | 3 | 36 | S/.30,00 |
| LU3EN | GRASA | Bote | 2 | 24 | S/.15,00 |
| HEDISCOR | DISCO DE CORTE | unidad | 2 | 24 | S/.2,00 |
| HEBROTAL | BROCAS PARA TALADRO | unidad | 5 | 60 | S/.5,00 |
| HELLCO | LLAVE DE COPA 8,10, 12 mm | Set | 2 | 12 | S/.28,00 |
| HELLMIX | LLAVES MIXTAS | Unidad | 1 | 12 | S/.30,00 |
| HEALI | ALICATES | Unidad | 1 | 3 | S/.22,00 |
| HEVER | VERNIER | Unidad | 1 | 3 | S/.20,00 |
| Total | | | | 450 | |

La siguiente etapa de clasificación de acuerdo al consumo, en donde se representa con A el consumo anual dentro del 70% acumulado, B dentro del 71% a 94% y C del 95% al 100%.

Tabla 17

Clasificación de acuerdo al consumo

| Precio tota | % | % Acum | ABC |
|-------------|-------|--------|-----|
| S/ 2 400,00 | 13,3% | 13,3% | A |
| S/ 720,00 | 10,7% | 24,0% | A |
| S/ 672,00 | 10,7% | 34,7% | A |
| S/ 480,00 | 10,7% | 45,3% | A |
| S/ 1 260,00 | 8,0% | 53,3% | A |
| S/ 1 800,00 | 8,0% | 61,3% | A |
| S/ 1 080,00 | 8,0% | 69,3% | A |
| S/ 360,00 | 5,3% | 74,7% | B |
| S/ 48,00 | 5,3% | 80,0% | B |
| S/ 300,00 | 13,3% | 93,3% | B |
| S/ 336,00 | 2,7% | 96,0% | C |
| S/ 360,00 | 2,7% | 98,7% | C |
| S/ 66,00 | 0,7% | 99,3% | C |

| | | | | |
|----|----------|------|--------|---|
| S/ | 60,00 | 0,7% | 100,0% | C |
| S/ | 9 942,00 | | | |

CR1A: Kardex

La propuesta de Kardex se realizó con el objetivo de tener un mejor control del inventario, así mismo no se sabía exactamente qué herramientas o insumos había en almacén. Además, habían herramientas desgastadas o deterioradas, de igual manera con los insumos utilizados y saldos pendientes dejados de lado. Esta herramienta te permite controlar todas las entradas, salidas y saldos pendientes de los productos en el área, así como vemos a continuación:

Tabla 18

Formato Kardex de la empresa Quino Industrial

|  | | KARDEX DE LA EMPRESA QUINO INDUSTRIAL | | | | |
|--|---------------------------|--|--------------|----------------|---------------|--------------|
| Código | Descripción | Unidad | Fecha | Entrada | Salida | Stock |
| HEELC6011 | ELECTRODOS 6011 | | | | | |
| LUMUL | LUBRICANTE WD-40 | | | | | |
| HELLAL | LLAVE ALLEN | | | | | |
| HESIME | SIERRA PARA METAL | | | | | |
| HEBROTOR | BROCAS PARA TORNO | | | | | |
| HEMATOR | MACHOS Y CALIBRE | | | | | |
| HELLOC | LLAVE TUBO OCTAGONAL | | | | | |
| LU3EN | LUBRICANTE 3 EN UNO | | | | | |
| HEDISCOR | DISCO DE CORTE | | | | | |
| HEBROTAL | BROCAS PARA TALADRO | | | | | |
| HELLCO | LLAVE DE COPA 8,10, 12 mm | | | | | |
| HELLMIX | LLAVES MIXTAS | | | | | |
| HELI80 | LIJAS 80,70,75 | | | | | |
| HEPEIALA | PEINE ALAMBRICO | | | | | |

CR6A y CR11P: Layout

Para el desarrollo de esta herramienta, en primer lugar, se realizó un diagnóstico para determinar las condiciones de distribución de las máquinas y herramientas en el área de

producción y almacén. Después de realizar la inspección, se encontró que las máquinas no tienen una buena distribución de acuerdo a sus actividades y habían demasiados tiempos muertos o movimientos innecesarios. Asimismo, el área de almacén es muy pequeño por lo que todas las herramientas y productos terminados se encuentran desordenados y la empresa tiene que pagar un almacén externo para la mayoría de sus productos. Luego de determinar la situación actual, se propuso una nueva distribución de las máquinas y un agrandamiento del almacén en un 25% del actual.

Por esta razón se realiza una nueva distribución de planta teniendo en cuenta el método de planeación sistemática de distribución de la planta (SLP), de esta manera efectuando los pasos que están a continuación:

Paso 1: Método Guerchet en el área de producción

En el área de producción se realizó el método guerchet orientado a los puestos de trabajo, ya que no había un espacio adecuado para el tránsito del personal y materiales. $K=1.5$

Tabla 19

Espacio requerido en el área de producción

| MAQUINAS | N | n | LARGO | ANCHO | Ss | Sg | Se | St (m2) |
|---------------------|---|---|-------|-------|------|-------|--------------|---------------|
| TORNO | 6 | 1 | 1,9 | 0,90 | 1,71 | 1,71 | 5,13 | 51,3 |
| FRESADORA | 2 | 1 | 1,6 | 0,62 | 0,99 | 0,99 | 2,98 | 9,92 |
| PRENSA | 2 | 1 | 1 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 1,35 | 4,5 |
| CEPILLO DE CODO | 1 | 2 | 1,5 | 0,8 | 1,20 | 2,40 | 5,40 | 9 |
| ROLADORA | 2 | 2 | 1,65 | 0,45 | 0,74 | 1,49 | 3,34 | 11,13 |
| CORTADORA | 2 | 1 | 0,9 | 0,7 | 0,63 | 0,63 | 1,89 | 6,3 |
| SIERRA MECÁNICA | 1 | 1 | 1,1 | 0,8 | 0,88 | 0,88 | 2,64 | 4,4 |
| LIMADORA | 4 | 2 | 0,9 | 0,78 | 0,70 | 1,40 | 3,16 | 21,06 |
| TALADRO | 2 | 2 | 1,15 | 0,82 | 0,94 | 1,89 | 4,24 | 14,14 |
| MESA DE PRE-SOLDADO | 1 | 3 | 2 | 1,8 | 3,60 | 10,80 | 21,60 | 36 |
| | | | | | | | Total | 167,76 |

Tabla 20

Área total de la empresa requerida

| ÁREAS PRINCIPALES | Largo (m) | Ancho (m) | ÁREA (m²) |
|-------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| Área del almacén | 4,55 | 6 | 27,3 |
| Área de producción | - | - | 167,76 |
| Área repuestos | 2,4 | 3,55 | 8,52 |
| Área de Producto para mantenimiento | 2,3 | 3,55 | 8,165 |
| Área de ensamble | 2,5 | 3 | 7,5 |
| | | Total | 237,24 |

Como se puede observar en tabla 20, se calculó el área requerida en la empresa siendo esta 237.24 m², estando por debajo del área total de 252m².

Paso 1: Análisis de flujo del proceso

En este paso es necesario considerar los servicios o procesos que se relizan en la empresa, para poder evaluar los aspectos principales en cada estación de trabajo y poder asignar un motivo.

Tabla 21

Aspectos principales de las actividades

| Código | Razón |
|---------------|-------------------------|
| 1 | Flujo de herramientas |
| 2 | Contacto necesario |
| 3 | Flujo de la información |
| 4 | compartir mismo espacio |
| 5 | Sin Relación |

Paso 2: Análisis relacional y cercanía

En este paso se define gráficamente la relación entre una estación y otra. Por ejemplo: con cuatro líneas se considera absolutamente necesario, con tres líneas a los que son especialmente necesarios, con dos a la cercanía importante y con uno; cercanía ordinaria.

Cabe resaltar que para los de menor relación se les asigna una línea oblicua y en el caso del valor de ponderación de le asignó los valores entre 16 y -80 de acuerdo lo que sugiere Murther(1974).

Tabla 22

Definición gráfica de cercanías

| Valor | Cercanía | Código de línea | Ponderación |
|-------|-------------------------|-----------------|-------------|
| A | Absolutamente Necesario | ===== | 4 |
| E | Especialmente Necesario | ===== | 3 |
| I | Importante | ===== | 2 |
| O | Cercanía ordinaria | ————— | 1 |
| U | Poco importante | ————— | 0 |
| X | Indeseable | ~~~~~ | -1 |

Paso 3: Realización de tabla de relación de actividades

En este paso se tiene en cuenta el análisis del paso 1 y 2, el cual servirá para relacionar cada área con sus valores y graficos correspondientes.

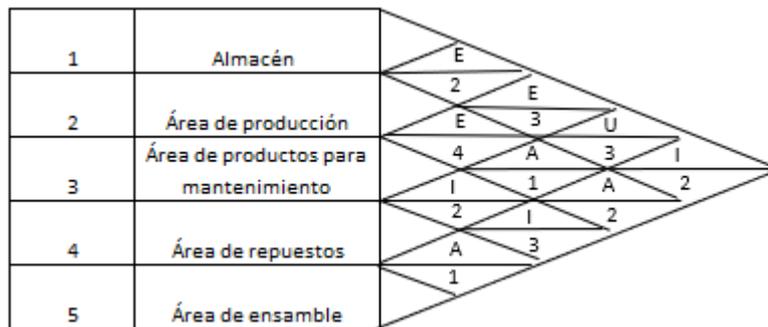


Figura 6: Relación de áreas de trabajo

Luego de realizar el grafico de relaciones, se realiza el diagrama de la posible distribución favorable para la empresa, asimismo se utilizó el software Corelap para costarar finalmente la nueva distribución de cada departamento.

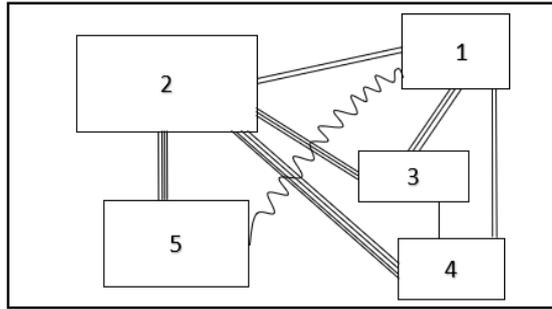


Figura 7: Layout propuesto sin considerar medidas

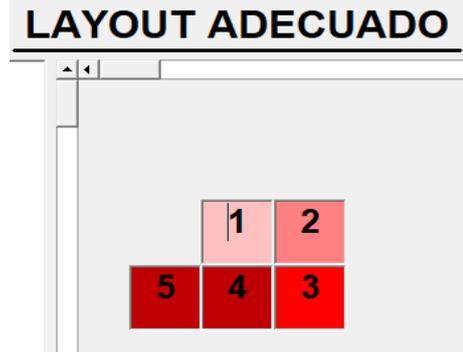


Figura 8: Layout propuesto corelap

Paso 4: Propuesta final

Finalmente se realiza el layout en AutoCad con las medidas correspondientes de cada área principal dentro de la empresa Quino Industrial. Y como propuesta se muestra el diseño de la planta con objetivo para mejorar el tamaño del almacén y espacio del área de producción.

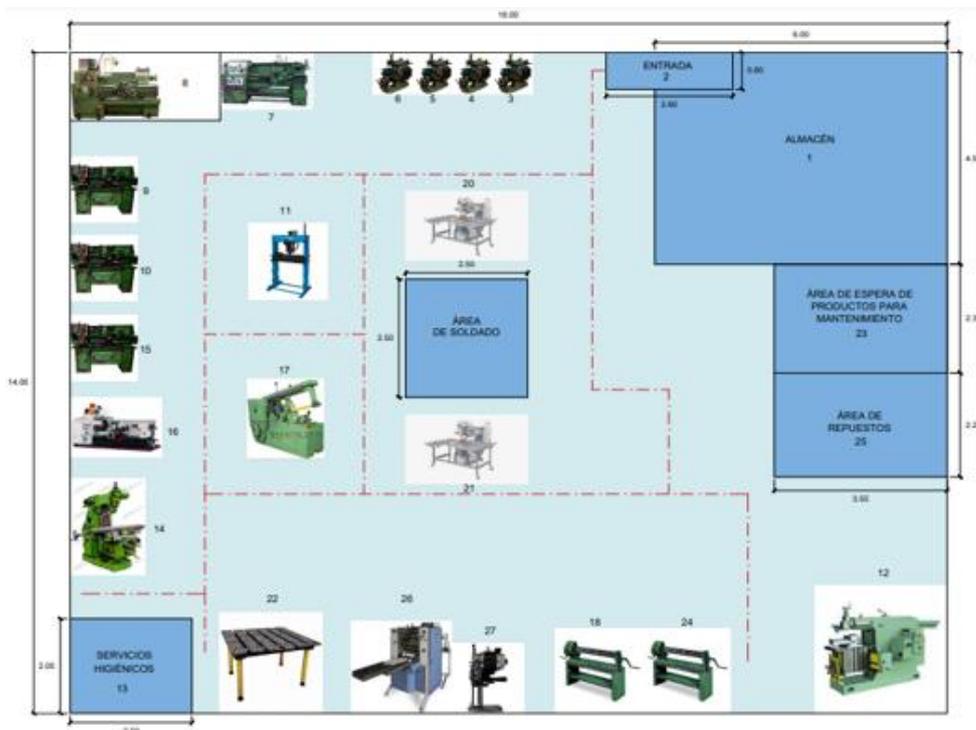


Figura 9: Layout final propuesto

Como se puede observar en la figura 10, la nueva distribución está más organizada y las áreas de relación fuerte están cerca para dar el soporte a las otras áreas que lo necesitan, logrando que las actividades sean más continuas.

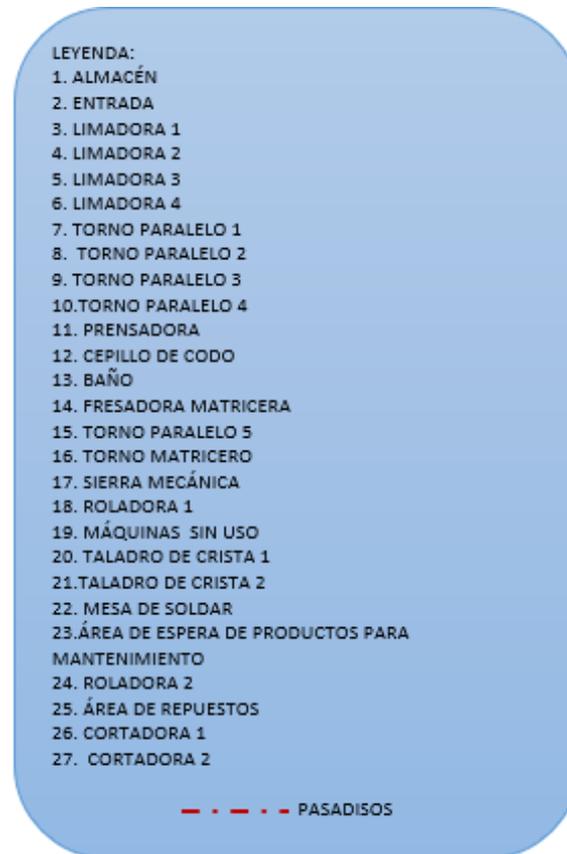


Figura 10: Leyenda de almacén

CR5A: Metodología 5S

Se propuso la metodología 5S, debido a que en la empresa estudiada se encontró mucho desorden por la falta de organización y limpieza por parte del personal en el área de almacén. Lo que se encontró fueron desperdicios de materiales regados por el piso, todo el almacén estaba lleno de polvo, las herramientas mal ubicadas, no había tachos según el tipo de basura a desechar, entre otras cosas.

Desarrollo de la metodología 5S

En primer lugar, se propone realizar un programa de actividades, la cual consta de 9 etapas; cuya finalidad es describir las distintas actividades a realizar para el desarrollo de la metodología 5S.

Tabla 23

Etapas principales para el desarrollo de la Metodología 5S

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | abr-22 | | | |
|----------------|--|-------------------|--------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Etapa 1 | Formación del grupo responsable | Grupo responsable | | | | |
| Etapa 2 | Preparación de materiales de trabajo para supervisión. | Grupo responsable | | | | |
| Etapa 3 | Análisis y presentación de las zonas de aplicación y compromiso de colaboradores | Grupo responsable | | | | |
| Etapa 4 | Motivación y compromiso | Gerencia | | | | |

En la tabla 22 se puede observar las 4 primeras etapas, las cuales son primordiales para el desarrollo de la metodología, ya que en esta encontramos la formación del equipo responsable, la preparación de los materiales a requerir, el lugar donde se aplicará y la motivación al personal a participar.

Tabla 24

Desarrollo de la primera "S"

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | abr-22 | | | | may-22 | | | | |
|--|---|---------------------------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Etapa 5: DESARROLLO DE PRIMERA S (CLASIFICAR) | Organizar grupos de limpieza | Grupo responsable | | | ■ | | | | | | |
| | Lanzar proyecto tarjetas rojas | Gerencia - Todo el equipo | | | | ■ | | | | | |
| | Diseñar metas y criterios de análisis de tarjetas rojas | Grupo responsable | | | | ■ | | | | | |
| | Aplicar y registrar tarjetas rojas | Grupo responsable | | | | | ■ | | | | |
| | Limpieza de área de trabajo | Grupo responsable | | | | | | ■ | | | |
| | Plan de acción de elementos innecesarios | Grupo responsable | | | | | | | ■ | | |
| | Auditoría interna de grupo | Grupo responsable | | | | | | | | ■ | |
| | Auditoría de primera S | Grupo responsable | | | | | | | | ■ | ■ |

Tabla 25

Desarrollo de la segunda "S"

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | jun-22 | | | |
|---|---|-------------------|--------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Etapa 6: DESARROLLO DE SEGUNDA S (ORDENAR) | Organizar, capacitar y dirigir | Grupo responsable | ■ | | | |
| | Identificar grupos de equipos, herramientas, documentos, material, etc. | Todo el equipo | ■ | | | |
| | Rotulación de materiales, documentos, herramientas, etc. | Todo el equipo | | ■ | | |
| | Señalización de las áreas delimitadas | Todo el equipo | | ■ | | |
| | Elaboracion de layout actual del área | Todo el equipo | | | ■ | |
| | Elaboracion de latout propuesto del área | Todo el equipo | | | ■ | |
| | Auditoría interna de grupo | Grupo responsable | | | | ■ |
| | Auditoría de Segunda S | Grupo responsable | | | | ■ |

Tabla 26

Desarrollo de la tercera "S"

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | jul-22 | | | |
|---|---|-------------------|--------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Etapa 7: DESARROLLO DE TERCERA S (LIMPIAR) | Organizar campaña de limpieza | Grupo responsable | █ | | | |
| | Planificar el mantenimiento de la limpieza inicial | Grupo responsable | █ | | | |
| | Aplicación y registro de tarjetas amarillas | Todo el equipo | | █ | | |
| | Preparar el manual de limpieza, Mapa 5'S y Cronograma de limpieza | Grupo responsable | | █ | | |
| | Preparar elementos de limpieza | Todo el equipo | | █ | | |
| | Implementación de limpieza | Todo el equipo | | | █ | |

Tabla 27

Desarrollo de la cuarta "S"

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | ago-22 | | | |
|--|---|----------------|--------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Etapa 8 DESARROLLO DE CUARTA S (ESTANDARIZAR) | Introducir ítems de control visual | Todo el equipo | █ | | | |
| | Crear rutinas de inspección | Todo el equipo | | █ | | |
| | Identificar situaciones peligrosas y de contaminación | Todo el equipo | | | █ | |
| | Desarrollar estándares del proceso (Manual 5'S) | Todo el equipo | | | █ | |

Tabla 28

Desarrollo de la quinta "S"

| ETAPAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | sep-22 | | | |
|--|---|-------------------|--------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| DESARROLLO DE QUINTA S (DISCIPLINA) | Elaborar plan de actividades asignadas a los trabajadores para mantener el orden y limpieza | Todo el equipo | █ | | | |
| | Realización de charlas sobre la implementación de 5's | Grupo responsable | | █ | | |
| | Facilitar recursos para la aplicación de 5'S | Gerencia | | | █ | |
| | Firmar acta de compromiso con los trabajadores | Grupo responsable | | | | █ |

Tabla 29

Programación de limpieza

| Programa de limpieza | | | | | | | | | |
|--|------|-----|------|-----|-----|-----|--|--|------------|
| Trabajadores | Días | | | | | | Actividades A Realizar | Zonas | Áreas |
| | Lun | Mar | Mier | Jue | Vie | Sab | | | |
| Michel Baquenado Ronald Rogrigues Abanto | ■ | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Desempolvar y limpiar herramientas. • Barrido. • Eliminar manchas de superficies. • Retirar basura y descarte. • Eliminación de desperdicios. • Limpiar los tachos. | Pisos, herramientas, equipos, estantes y repuestos | Producción |
| Sirver Javier Escojadillo | | ■ | | | | | | | |
| Anthony Lopez | | | ■ | | | | | | |
| Walter Ramirez Bocanegra | | | | ■ | | | | | |
| Martín Ponce Mocombino | | | | | ■ | | | | |
| Jhon Rodriguez Bocanegra | | | | | | ■ | | | |
| | | | | | | | | | |

En la tabla 29 se puede observar las actividades a realizar para cada trabajador, así como los días, las zonas y las áreas a limpiar.

Asimismo, se procedió a la elaboración de la tarjeta roja, la cual va a permitir describir todo lo innecesario en el área de producción y almacén para su posterior acción correctiva.

Tabla 30

Tarjeta roja

| TARJETA ROJA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|--|----------------------|--|--|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|--|---|---------------------|--|-----------------------|--|-----------------------------|--|-------|--|
| Nombre del artículo: | N°: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Clasificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">herramientas</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Cubetas, recipientes</td><td></td></tr> <tr><td>Instrumentos de medición</td><td></td></tr> <tr><td>bolsas de empaque</td><td></td></tr> <tr><td>Equipo de oficina</td><td></td></tr> </table> | herramientas | | Cubetas, recipientes | | Instrumentos de medición | | bolsas de empaque | | Equipo de oficina | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Equipo de seguridad</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>insumos de producción</td><td></td></tr> <tr><td>Mat o artículos de limpieza</td><td></td></tr> <tr><td>Otros</td><td></td></tr> </table> | Equipo de seguridad | | insumos de producción | | Mat o artículos de limpieza | | Otros | |
| herramientas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cubetas, recipientes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instrumentos de medición | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bolsas de empaque | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de oficina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equipo de seguridad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| insumos de producción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mat o artículos de limpieza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad: | Área: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Razón | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Innecesario</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Defectuoso</td><td></td></tr> </table> <p>Otro:</p> | Innecesario | | Defectuoso | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Desconocido</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Material que sobra</td><td></td></tr> </table> | Desconocido | | Material que sobra | | | | | | | | | | | |
| Innecesario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Defectuoso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desconocido | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Material que sobra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Disposición | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Desechar</td><td style="width: 20%;"></td></tr> <tr><td>Vender</td><td></td></tr> <tr><td>Otros</td><td></td></tr> </table> | Desechar | | Vender | | Otros | | | | | | | | | | | | | | |
| Desechar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vender | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acción tomada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción de la acción tomada: | Firma de autorización: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fecha: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

También, se realizaron tarjetas amarillas con la finalidad de aplicar una acción preventiva en el área de trabajo que presente ya sea fallas, averías o desperfectos de máquinas.

Tabla 31

Tarjeta amarilla de la empresa Quino Industrial

| TARJETA AMARILLA | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|--|---------------------|--------------------------------|-----|
| ÁREA | | | | | N°: |
| <u>CATEGORÍA</u> | Agua | | Material - Producto | | |
| | Aire | | | Mal funcionamiento de equipo | |
| | Aceite | | | Condición de las instalaciones | |
| | Polvo | | | Acciones del personal | |
| | Pasta o esmalte | | | Otros: _____ | |
| FECHA | LOCALIZACIÓN | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | | | | | |
| _____ _____ _____ | | | | | |
| ACCIÓN CORRECTIVA / IMPLEMENTADA | | | | | |
| _____ _____ _____ | | | | | |
| SOLUCIÓN DEFINITIVA PROPUESTA | | | | | |
| _____ _____ _____ | | | | | |
| ELABORADO POR | | | | | |
| _____ | | | | | |

Finalmente, se procedió a realizar la hoja de compromiso con el propósito de que cada trabajador este comprometido en poner en práctica y ejecutar la metodología de las 5S, para que de esta manera se tenga un ambiente limpio y ordenado.

| | |
|--|---------------------------|
|  | Hoja de Compromiso |
| <p>Yo _____, trabajador de la empresa QUINO INDUSTRIAL. Me comprometo a mantener limpio y ordenado mi área de trabajo realizando las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Limpiar las herramientas que se caen y mezclan con material extraño.• Mantener los pasadisos libres y sin obstrucción.• Colocar las herramientas en el lugar definido.• Mantener limpio los estantes.• Otras actividades asignadas por el jefe inmediato. <p>De la misma manera, me comprometo a trabajar en equipo con el objetivo de trabajar en un espacio cómodo.</p> <p style="text-align: center;">_____ DNI:</p> | |

Figura 11: Hoja de compromiso

CR12P: Plan de capacitaciones

Se propuso un plan de capacitaciones con el objetivo de que el personal tenga el total de conocimiento de las actividades, operaciones, herramientas en el área de trabajo y procedimientos que se realizan en el área de producción. En diversas ocasiones, el personal se desviaba en la fabricación de los pedidos y ocasionaba reprocesos, además había circunstancias en donde no sabían los lugares en donde se ubicaban las herramientas de trabajo, por lo que generaba demasiados movimientos innecesarios y tiempos muertos.

Se realizó un plan de capacitaciones en donde figuran todas las características y proyecciones a realizarse, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32

Plan de capacitaciones de los procesos y procedimientos

|  | | PLAN DE CAPACITACIONES DE LOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-------------------|-----------|----------------|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|
| | | N° | Charla Programada | Expositor | Duración (min) | Mes 1 | | | | Mes 2 | | | | Mes 3 | | | |
| | | | | | | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| 1 | Conceptos básicos del sector metalmecánico | capacitador externo | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Áreas dentro de la empresa y su importacia y relación entre ellas | Roger Aquino | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Principales clientes y demanda histórica | Roger Aquino | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Uso efectivo de las herramientas para el área de producción. | Roger Aquino | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Procesos más frecuentes en las máquinas de la empresa | Roger Aquino | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Definición de procesos según los pedidos y su importacia | Richard Espinola | 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Manejo de herramientas nuevas del área | Roger Aquino | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Ubicación y dispocisión de herramientas principales | Jhon Gómez | 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Asignación de personal para procesos y pedidos en común | Richard Espinola | 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Uso adecuado de las herramientas para los servicios | Roger Aquino | 25 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------------------------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 11 | Asignación del personal para mantenimiento de herramientas | Jhon Gómez | 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Aspectos, objetivos y herramientas de ingeniería enfocadas en el área de producción | Jhon Gómez y Richard Espinola | 30 | | | | | | | | | | | | | |

CR13P: SMED

Se propuso la herramienta SMED, porque dentro de todas las máquinas en el área de producción, el torno paralelo era la más utilizada y a la vez la que hacían mayores cambios de piezas para realizar los pedidos de diferentes diseños y estructuras.

Para el desarrollo de esta herramienta, en primer lugar, se identificó los distintos procesos que se realizan en el torno paralelo. Además, se identificaron las piezas que son cambiadas de acuerdo a los pedidos, teniendo en cuenta ello entonces se hizo un diagrama de análisis de procesos (ver tabla 32) en donde se indican las actividades internas que se realizan en el proceso de cambio de piezas en el torno.

Al aplicar el SMED solo se tomó en cuenta las actividades que son primordiales para para el cambio de piezas, eliminando tiempos innecesarios, logrando obtener como resultado la siguiente tabla.

Tabla 33

Hoja de observación

| Hoja de observación | | | | |
|----------------------------|---|--|--------------|---------------|
| Máquina: | Torno paralelo | | | |
| No | Figura (operación Interna a externa) | Descripción | Tiempo (min) | Distancia (m) |
| 1 |  | Transporte de herramientas y materiales hasta la maquina | 2,67 | 1 |
| 2 |  | Verificación del estado operativo de la maquina. | 2,14 | - |
| 3 |  | Cambio de contrapunta y ajuste | 4,80 | - |
| 4 |  | Abrir y sacar guardas de la maquina | 4,05 | - |
| 5 |  | Preparar herramientas. | 3,10 | - |
| 6 |  | Ajuste de Contrapunta. | 4 | - |
| 7 |  | Colocar y cerrar de guardas de la máquina. | 3,90 | - |
| 8 |  | Calibración de Plato autocentrante 4 garras. | 3 | - |
| 9 |  | Transporte de busqueda de repuesto | 1,8 | 3 |
| 10 |  | Almacenar herramientas y materiales usados. | 3,15 | - |
| | | | 32,59 | |

Luego de aplicar el SMED se logró reducir el tiempo a 36.44 min como se puede observar en la tabla 30.

Tabla 34

Resumen de actividades internas luego del SMED

| Resumen de actividades internas luego del SMED | | | |
|---|--------------------|-----------------|-----------------------|
| Figura | Descripción | Cantidad | Tiempo op(min) |
|  | Operación | 8 | 20,34 |
|  | Inspección | 4 | 12,95 |
|  | Demoras | 0 | 0,00 |
|  | Transportes | 1 | 1,10 |
|  | Almacén | 1 | 1,03 |
| Total | | 14 | 35,42 |

Tabla 35

Actividad interna en calibración del torno

| N° | Actividad (internas) | Símbolo | | | | | Tiempo (en min.) |
|--------------|---|---------|---|---|---|---|---------------------|
| | | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | |
| 1 | Transporte de herramientas y materiales hasta la máquina. | | . | | | | 2,65 |
| 2 | Preparación de herramientas | | | . | | | 3,10 |
| 3 | Verificación operativa del Torno | | | | . | | 2,14 |
| 4 | Verificación del sistema eléctrico. | | | | . | | 6,20 |
| 5 | Desarme de contrapunta. | . | | | | | 4,20 |
| 6 | Revisión de partes de la contrapunta. | | | | . | | 4,35 |
| 7 | Abrir y sacar guardas del Torno. | . | | | | | 4,05 |
| 8 | Clasificación de Piezas de contrapunta. | . | | | | | 1,20 |
| 9 | Cambio de Contrapunta y ajuste. | | | . | | | 4,80 |
| 10 | Engrase de tuercas internas del cabezal móvil. | . | | | | | 0,34 |
| 11 | Ajuste de contrapunto. | . | | | | | 4,00 |
| 12 | Desarme de Plato centrante 3 garras. | . | | | | | 4,90 |
| 13 | Verificación del estado de morzadas. | | | | . | | 1,00 |
| 14 | Clasificación de mordazas. | . | | | | | 2,20 |
| 15 | Traslado de plato 3 garras a mesa de cambio. | | . | | | | 1,10 |
| 16 | Almacén de piezas | | | | | . | 1,03 |
| 17 | Traslado de a buscar pieza reemplazo. | | . | | | | 1,80 |
| 18 | Ensamble de plato de 4 garras | . | | | | | 3,50 |
| 19 | Calibración de Plato 4 garras y carro longitudinal. | . | | | | | 3,00 |
| 20 | Armado de parte contrapunta y ajuste | . | | | | | 3,00 |
| 21 | Calibración de plato y contrapunta | . | | | | | 1,00 |
| 22 | Verificación del plato interno del Plato principal | | | | . | | 1,40 |
| 23 | Colocar y cerrar guardas del torno | . | | | | | 3,90 |
| 24 | Almacén de herramientas y materiales usados. | | | | | . | 3,15 |
| Total | | | | | | | 68,01 |

Evaluación Económica Financiera

Inversión

Previo a la evaluación económica, se realizó la inversión requerida de cada herramienta a utilizar para la propuesta según causa raíz, estas se muestran en las siguientes tablas a detalle:

Tabla 36

Inversión para área de producción

| Aparatos tecnológicos y muebles de oficina | Precio unit | Cantidad | Inversión |
|--|-------------|----------|----------------|
| Laptop hp | S/1 800,00 | 1 | S/1 800,00 |
| stoka Truper 2 Ton 3500 | S/2 000,00 | 1 | S/2 000,00 |
| Impresora Canon Multifuncional | S/670,00 | 1 | S/670,00 |
| Útiles de escritorio | S/. | Cantidad | Inversión |
| Lapicero Faber Castell color azul | S/2,00 | 2 | S/4,00 |
| Corrector Faber Castell | S/3,00 | 1 | S/3,00 |
| Cuaderno Artesco A4 | S/3,50 | 1 | S/3,50 |
| Inversión Total | | | S/4 480 |

Tabla 37

Depreciación de activos producción

| Descripción | Vida Util (AÑOS) | Depreciación (S/.) |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| Laptop hp | 7 | S/21,43 |
| Estibador Truper 2 Ton 3500 | 8 | S/20,83 |
| Impresora Canon Multifuncional | 3 | S/18,61 |
| | TOTAL (MES) | S/60,87 |
| | TOTAL (AÑO) | S/730,48 |

Tabla 38

Inversión para área de almacén

| Compras a realizar | Precio unit | Cantidad | Inversión |
|---|------------------------|----------|------------------|
| Estantes Metalicos de 50x100x192 cm / 4 niveles | S/150,00 | 2 | S/300,00 |
| Tachos ecologicos celeste/ verde/ marrón | S/25,00 | 3 | S/75,00 |
| Trapeador c/ balde | S/12,00 | 2 | S/24,00 |
| Escoba cerda gruesa | S/10,00 | 2 | S/20,00 |
| Recogedores | S/5,00 | 2 | S/10,00 |
| Formato Kardex fisico (UN) | S/0,12 | 100 | S/12,00 |
| | Inversión total | | S/ 441,00 |

Tabla 39

Depreciación almacén

| Descripción | Vida Util (AÑOS) | Depreciación (S/.) |
|---|--------------------|--------------------|
| Estantes Metalicos de 50x100x192 cm / 4 niveles | 4 | S/6,25 |
| | TOTAL (MES) | S/6,25 |
| | TOTAL (AÑO) | S/75,00 |

Tabla 40

Inversión para plan de capacitación

| Capacitaciones | N° Participantes | Costo Individual (S/.) | Monto Viáticos (S/.) | TOTAL (S/.) |
|---|------------------|---|----------------------|-------------------|
| USO ADECUADO DE MÁQUINAS METALMECÁNICAS | 6 | S/450,00 | S/100,00 | S/2 800,00 |
| GESTIÓN DE ALMACEN E INVENTARIOS | 1 | S/1 800,00 | S/1 200,00 | S/3 000,00 |
| | | TOTAL DE COSTO DE CAPACITACIÓN (S/.) | | S/5 800,00 |

Tabla 41

Costos operacionales

| Evaluación y monitoreo | N° SRV | Costo Individual (S/.) | TOTAL (S/.) |
|-----------------------------|--------|------------------------|-------------|
| Evaluador de capacitaciones | 3 | S/450,00 | S/1 350,00 |

Seguidamente se realizó la evaluación económica, considerando el costo de oportunidad (Cok) del 20% como se puede observar en las tablas:

Tabla 42

Estado de resultados y flujo de caja de la empresa Quino Industrial

| Inversión total | | S/. 10 721,50 | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| (Costo oportunidad) COK | | 20% | | | | | | | | | |
| ESTADO DE RESULTADOS | | | | | | | | | | | |
| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ingresos | S/. 30 266,26 | S/. 31 779,57 | S/. 33 368,55 | S/. 35 036,98 | S/. 36 788,83 | S/. 38 628,27 | S/. 40 559,68 | S/. 42 587,67 | S/. 44 717,05 | S/. 46 952,90 | |
| Costos operativos | S/. 19 350,00 | S/. 20 317,50 | S/. 21 333,38 | S/. 22 400,04 | S/. 23 520,05 | S/. 24 696,05 | S/. 25 930,85 | S/. 27 227,39 | S/. 28 588,76 | S/. 30 018,20 | |
| Depreciación activos | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 |
| GAV | S/. 1 935,00 | S/. 2 031,75 | S/. 2 133,34 | S/. 2 240,00 | S/. 2 352,00 | S/. 2 469,60 | S/. 2 593,09 | S/. 2 722,74 | S/. 2 858,88 | S/. 3 001,82 | |
| Utilidad antes de impuestos | S/. 8 175,78 | S/. 8 624,85 | S/. 9 096,36 | S/. 9 591,46 | S/. 10 111,30 | S/. 10 657,14 | S/. 11 230,27 | S/. 11 832,06 | S/. 12 463,94 | S/. 13 127,41 | |
| Impuestos (30%) | S/. 2 452,74 | S/. 2 587,45 | S/. 2 728,91 | S/. 2 877,44 | S/. 3 033,39 | S/. 3 197,14 | S/. 3 369,08 | S/. 3 549,62 | S/. 3 739,18 | S/. 3 938,22 | |
| Utilidad después de impuestos | S/. 5 723,05 | S/. 6 037,39 | S/. 6 367,45 | S/. 6 714,02 | S/. 7 077,91 | S/. 7 460,00 | S/. 7 861,19 | S/. 8 282,44 | S/. 8 724,76 | S/. 9 189,18 | |
| FLUJO DE CAJA | | | | | | | | | | | |
| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Utilidad después de impuestos | | S/. 5 723,05 | S/. 6 037,39 | S/. 6 367,45 | S/. 6 714,02 | S/. 7 077,91 | S/. 7 460,00 | S/. 7 861,19 | S/. 8 282,44 | S/. 8 724,76 | S/. 9 189,18 |
| Depreciación | | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 | S/. 805,48 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión | S/. -10 721,50 | | | | | | | | | | |
| | S/. -10 721,50 S/. 6 528,53 S/. 6 842,87 S/. 7 172,93 S/. 7 519,50 S/. 7 883,39 S/. 8 265,48 S/. 8 666,67 S/. 9 087,92 S/. 9 530,23 S/. 9 994,66 | | | | | | | | | | |
| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Flujo Neto de Efectivo | S/. -10 721,50 | S/. 6 528,53 | S/. 6 842,87 | S/. 7 172,93 | S/. 7 519,50 | S/. 7 883,39 | S/. 8 265,48 | S/. 8 666,67 | S/. 9 087,92 | S/. 9 530,23 | S/. 9 994,66 |

Tabla 43

Ingresos y Egresos de la empresa Quino Industrial

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Ingresos | S/. 30 266,26 | S/. 31 779,57 | S/. 33 368,55 | S/. 35 036,98 | S/. 36 788,83 | S/. 38 628,27 | S/. 40 559,68 | S/. 42 587,67 | S/. 44 717,05 | S/. 46 952,90 | |
| Egresos | S/. 23 737,74 | S/. 24 936,70 | S/. 26 195,62 | S/. 27 517,48 | S/. 28 905,44 | S/. 30 362,80 | S/. 31 893,02 | S/. 33 499,75 | S/. 35 186,82 | S/. 36 958,24 | |
| VAN Ingresos | S/. 148 692,98 | | | | | | | | | | |
| VAN Egresos | S/. 116 793,52 | | | | | | | | | | |
| B/C | 1,3 | | | | | | | | | | |

Como se pudo observar, en la evaluación económica se pudo obtener un VAN de S/21 156,39, una tasa interna de retorno de 65.03%, un periodo de recuperación (PRI) de 3.4 años y finalmente un B/C de 1,3.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Realizando el diagnóstico en las dos áreas de la empresa Quino Industrial, se logró identificar los problemas críticos lo cuales era: Personal no estaba bien capacitado en algunos procesos, no había control de sus herramientas usadas en producción, Demoras en el cambio de piezas al torno paralelo mecánico según el servicio, herramientas extraviadas, movimientos innecesarios y espacio estrecho entre las máquinas y área de almacén. Asimismo, se evaluaron estos problemas para encontrar las causas raíces las cuales se encontraron: Falta de capacitación del personal en los procesos, Falta de conocimiento de las herramientas a buscar, no existe un control de inventario de repuestos, falta de espacio, Falta de orden y limpieza, Falta de un procedimiento efectivo en el cambio de repuestos para calibración del torno paralelo.

Por tal razón se evaluaron cada causa raíz llegando a determinar los costos o las pérdidas anuales, en primer lugar, de determinó la pérdida anual 1 y después de la propuesta se logró obtener la segunda perdida, y la diferencia de estos costos viene a ser el beneficio generado para cada causa raíz.

Tabla 44

Pérdida y beneficio total de las causas raíces

| Perdida 1 anual total | Pérdida 2 anual total | Beneficio anual total |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| S/ 39 374,83 | S/ 9 114,84 | S/ 30 259,99 |

De la misma manera, se lograron evaluar las perdidas y compararla luego de la propuesta, de esta manera identificando el beneficio de esta causa raíz. Asimismo, en la

figura se muestra la evaluación de la causa raíz inexistencia de un inventario de repuestos, la pérdida inicial que representa el 100% en comparación de la pérdida que hay después de la propuesta que representa un 2% obteniendo un beneficio de S/2 528,40

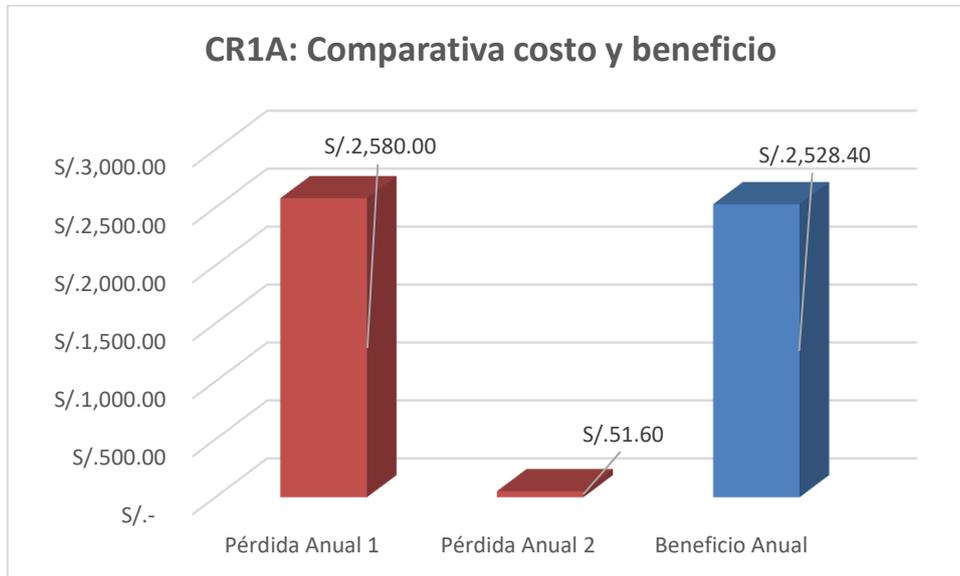


Figura 8: Comparativa costo y beneficio de la CR1A

En ese sentido, se evaluó también la causa raíz falta de conocimiento de las herramientas a buscar, en donde se determinó que el costo anual antes de la propuesta de de S/2 227,28 y luego de la propuesta representa el 7.8% de la pérdida inicial, de esta manera obteniendo un beneficio de S/2 055,30.

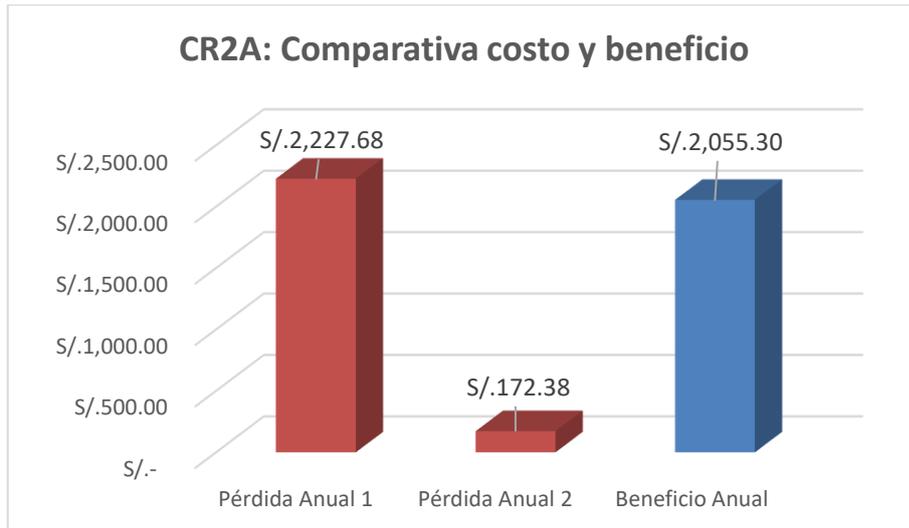


Figura 13: Comparativa costo y beneficio de la CR2A

En el diagnóstico de la causa raíz Falta de espacio y falta de un lugar definido para herramientas, se determinó que en área de producción no había el espacio suficiente en los pasadizos, además de movimientos incensarios en búsqueda de herramientas generando un costo anual de S/2 347,02 para CR11P y S/10,860 para CR6A. Mediante la propuesta, se logró ampliar el área de almacén, mejorar los espacios en el área de producción y reducir notablemente los movimientos por búsqueda de herramientas al final obteniendo un beneficio total de S/11 102,22, tal y como se muestran en la figura:

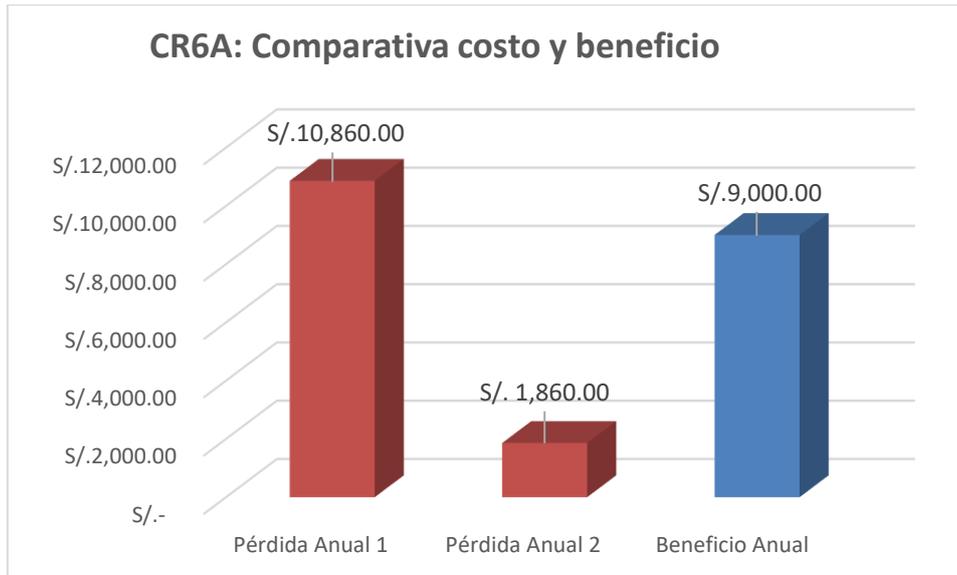


Figura 14: Comparativa costo y beneficio de la CR6A

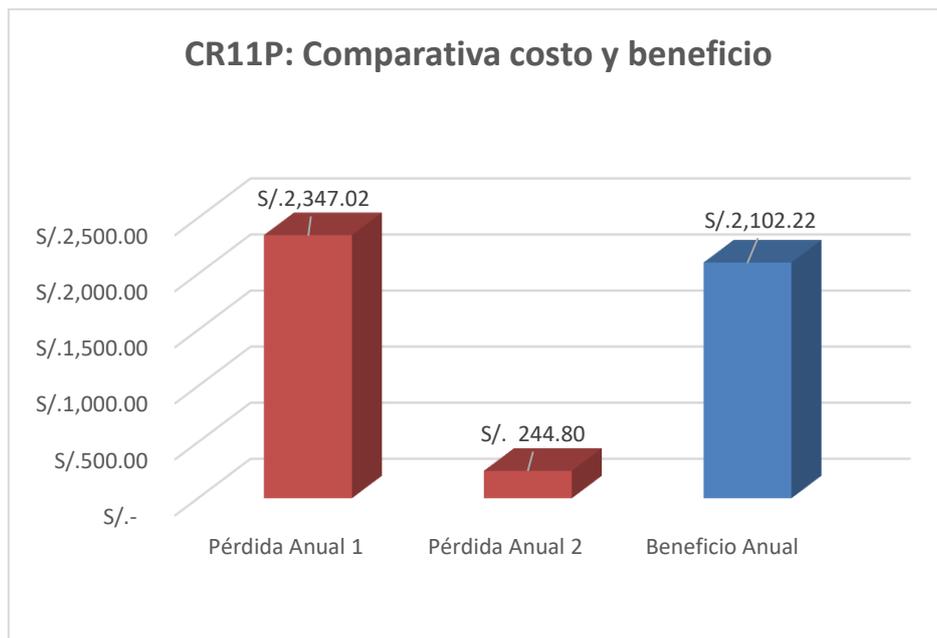


Figura 15: Comparativa costo y beneficio de la CR11P

Asimismo, para la causa raíz falta de orden y limpieza, en donde principalmente se encontró el problema de pérdidas de materiales y herramientas en el área, lo que genera un costo anual de S/9 152. Mediante la propuesta 5S se logró evitar estos inconvenientes

durante las jornadas y el área mejor organizada para los procesos obteniendo un beneficio anual de S/7 109, que equivale a 77.4% del costo inicial, así como se muestra en la figura:

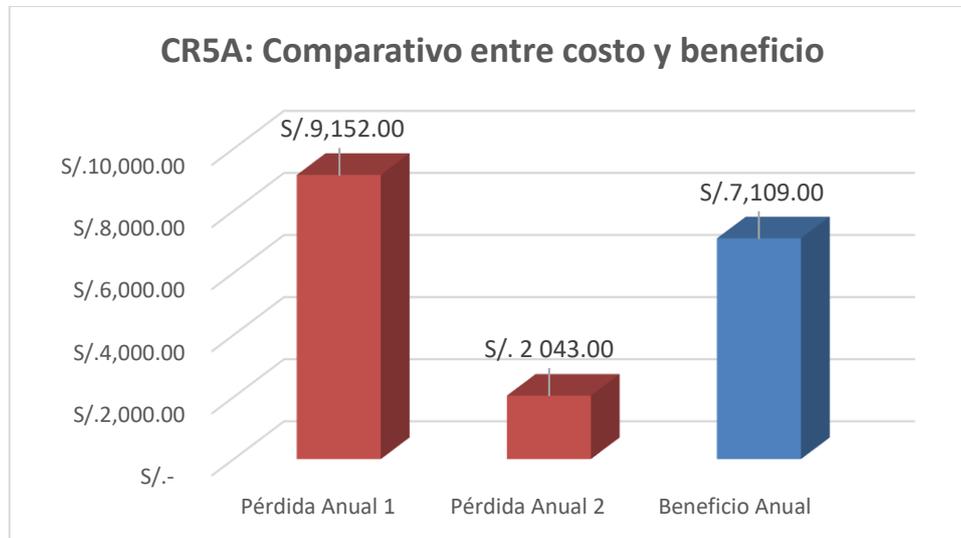


Figura 9: Comparativa costo y beneficio de la CR5A

De tal manera, ante el diagnóstico de la causa raíz falta de procedimiento para cambio, se encontró una demora en el cambio de componentes del torno paralelo mecánico lo cual retrasaba sus pedidos, esto generando un lucro cesante que vendría a ser en este caso una pérdida de S/7 588,13. Asimismo, mediante la propuesta Smed se logró reducir el tiempo de cambio en un 47,96%, obteniendo un beneficio de S/4 105,07, tal y como se muestra en la figura:

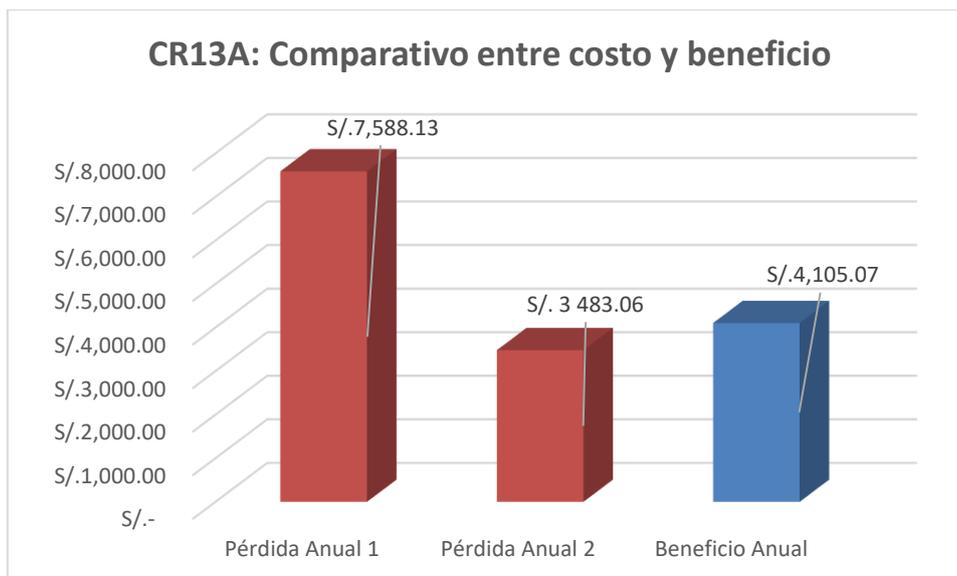


Figura 17: Comparativa costo y beneficio de la CR13P

Finamente en esta causa raíz, dado el diagnóstico de personal no bien capacitado, se encontró a personal que no conocía todos los procesos por lo que había demasiados reprocesos teniendo en cuenta la cantidad de servicios que se hacían en el año, de tal manera generando un costo anual de S/4,620. Entonces mediante la propuesta de plan de capacitación se pudo lograr un beneficio de S/3,360 lo cual representa un 72.73% de la pérdida inicial.

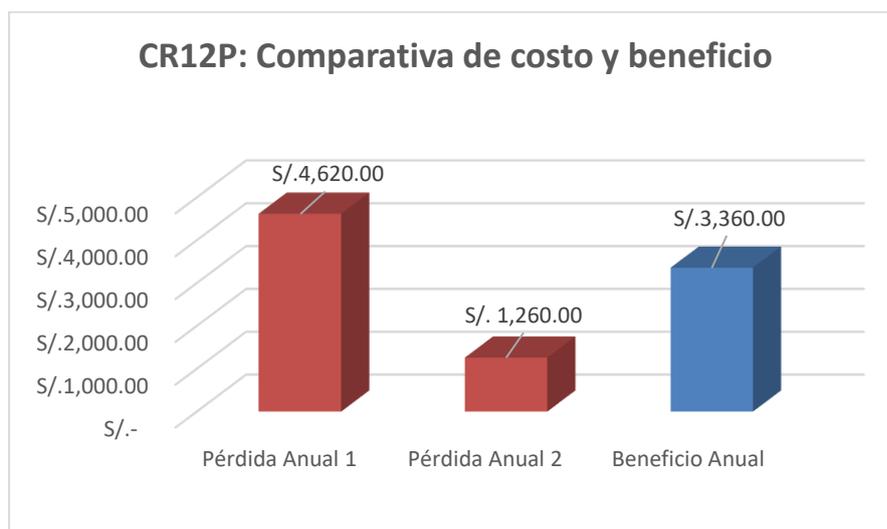


Figura 18: Comparativa costo y beneficio de la CR12P

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Para determinar los costos operativos antes de la propuesta se utilizó el costo de mano de obra y lucro cesante como principales indicadores, lo cual permitió evaluar la pérdida antes de la propuesta con un S/39 374,46.

Para la elaboración de la propuesta fue necesario identificar las causas raíces ante el problema de los altos costos operativos en las áreas de producción y almacén. Por lo tanto, se utilizaron diversas herramientas de mejora, como por ejemplo en la CR1A y CR12A se propuso realizar una Codificación ABC y Kardex, para la CR6A y CR11P se propuso la herramienta Layout basado en SLP, para la CR5A se propuso la herramienta 5'S, en la CR12P; Plan de capacitaciones y finalmente en la CR13P se propuso SMED puesto que los tiempos de cambio era considerablemente elevados.

Mediante la propuesta de SMED en el área de producción, la empresa Quino Industrial logra reducir los tiempos de operación de cambio en los componentes del torno paralelo para el cumplimiento efectivo de los servicios y fabricación maquinaria en un 47,92% con un beneficio anual de S/ 4,105.07. Asimismo, con la propuesta involucra el compromiso del personal asignado y cumplimiento efectivo para el cambio de componentes del torno. Por otra parte, Ríos, P & Castañeda, O. (2020). Con su propuesta de SMED en una empresa de marquillas logró reducir el tiempo de cambio de 22hrs a 10hrs, obteniendo como resultado una reducción de tiempo de montaje de 54.3%.

Con respecto a la propuesta Plan de capacitación, la empresa logró reducir los costos anuales en un 72% logrando un beneficio de S/.3 360. En este sentido, Roldan F. (2018). Mediante su propuesta de plan de capacitación en una empresa metalmecánica logró reducir

los costos anuales en un 90%, obteniendo un ahorro de S/3 157, de tal manera reduciendo casi por completo las demoras que comprometen el área de producción.

Con la propuesta 5'S en el área de producción, la empresa logró reducir sus costos anuales en un 74% obteniendo un ahorro S/5 899 considerando entre sus costos: insumos urgentes, repuestos urgentes y pérdida de materiales en el área. Al respecto Mohammad J.(2020) Mediante el desarrollo de su propuesta 5S pudo obtener un ahorro S/4 377,70, que representó el 76% de su costo inicial, reduciendo gran cantidad de desperdicios en el área de producción.

Mediante la propuesta Kardex y codificación, se logró tener un mejor control de las entradas y salidas, así como de los insumos y repuestos utilizados en el área de producción y existencias de la empresa, obteniendo así un beneficio anual de S/. 3 874. En ese sentido, Cruz A. (2021) en su estudio logra implementar Kardex, además de un mantenimiento preventivo juntos logrando un beneficio anual S/.18 238 instaurando un eficiente y eficaz manejo de los registros de la empresa.

Mediante la propuesta Layout la empresa Quino Industrial logra incrementar el área de almacén en un 20%; además se mejoró el espacio en el área de producción para reducir los tiempos en búsqueda de herramientas e incrementar el tamaño del almacén de producto terminado, disminuyendo la pérdida anual y obteniendo un ahorro de S/9 000; de tal manera teniendo espacio para sus pedidos terminados evitando alquiler de almacén externo y teniendo una mejora notable en el espacio del área de producción.

Se determinó la viabilidad de la propuesta de mejora a través de los indicadores de evaluación, siendo estos el Valor actual Neto, Tasa interna de retorno y Beneficio-Costo, partiendo de una inversión total de S/10 721.50.

Conclusiones:

Se determinó que las herramientas de ingeniería industrial fueron indispensables para reducir los sobrecostos de la empresa metalmecánica Quino Industrial, Trujillo.

Se determinaron los costos operativos en las áreas de producción y almacén antes de la propuesta, mediante el costo de mano de obra, lucro cesante, costos de insumos o herramientas urgentes, costos de transporte y de almacenaje.

Se elaboró la propuesta de mejora en la áreas de producción y almacén de la empresa Quino Industrial. En donde se utilizaron herramientas de mejora tales como el Kardex y codificación que está relacionado a la priorización del uso anual de las herramientas, Layout basado en SLP en donde se consideran las relaciones entre las áreas principales, metodología 5'S, Plan de Capacitaciones y finalmente SMED que está relacionado a la reducción de tiempo de cambio.

Se determinó que las herramientas de ingeniería seleccionadas, dieron como resultado una reducción significativa de los elevados costos operativos incurridos en las áreas de producción y almacén, en donde se pudo obtener un ahorro total del 76%.

Para la evaluación económica se utilizaron los conceptos del VAN y TIR para determinar la viabilidad de la propuesta de mejora, en donde se puso obtener un VAN de S/21 156,39 proyectado a un periodo de 10 años, con una Tasa Interna de retorno de 65,03% y un periodo de recuperación de 3.4 años. Y finalmente un Costo Beneficio de 1.3, demostrando que la propuesta es factible y rentable para la empresa Metalmecánica Quino Industrial.

REFERENCIAS

- Abanto: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5126/Abanto%20Zarate%20Carlos%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 24 de diciembre 2021)
- Alacero: https://www.alacero.org/sites/default/files/noticias/docs/pr_2018-03-23_produccion-comercio_ene_2018.pdf (consultado el 15 de diciembre 2021)
- Amendola, L. (2003). Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. *Departamento de Proyectos de Ingeniería Universidad Politécnica de Valencia*.
- Arboleda & Rubiano: <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/85/80> (consultado el 29 de diciembre 2021)
- Arciniegas & Sanchez: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1445/1/104167.pdf> (consultado el 18 de diciembre 2021)
- Arrieta: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-18862011000100007&script=sci_arttext&lng=en (consultado el 24 de diciembre 2021)
- Barrera & Proyectos: <http://www.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation> (consultado el 20 de diciembre 2021)
- Benites & Rodríguez: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10248/Benites%20Vel%C3%A1squez%20Mar%C3%ADa%20Alejandra%20-%20Rodr%C3%ADguez%20Sosaya%20Rosana%20Patricia.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 05 de enero 2022)
- Bustamante: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2208/1/09670.pdf> (consultado el 05 de enero 2022)
- Caicedo: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46040> (consultado el 20 de enero 2022)
- Cámara de comercio de Cali: <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/2018/12/Informe-Metalmeccanico-N109.pdf> (consultado el 20 de enero 2022)

Carrasco; Anastacio; & Arias: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/resumen.pdf> (consultado el 20 de enero 2022)

Cruz:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29011/Cruz%20Hernandez%2c%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 20 de enero 2022)

Cuadrado & Litano: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26338> (consultado el 15 de enero 2022)

Cuevas; Villegas; Chávez; Castillo; Caicedo & Solarte:
<http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v20n92/v20n92a03.pdf> (consultado el 15 de enero 2022)

Donayre: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/8593/Donayre_FR.pdf?sequence=1&isAllowed=y (consultado el 20 de enero 2022)

Figueroa & Ramirez:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28493/Figueroa%20Silva%2c%20Rodrigo%20Alonzo-Ramirez%20Paredes%2c%20Julio%20Abel.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 15 de enero 2022)

Goicochea: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/175/goicochea_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y (consultado el 20 de enero 2022)

Gutiérrez Beltran, I., & Serpa Valdivia, C. (2015). Análisis y diseño de un plan de mejora en el área de producción de la empresa albaluz srl utilizando la metodología phva. En línea recuperado de https://www.usmp.edu.pe/PFI/II/pdf/proy_gutierrez-serpa.pdf (consultado el 05 de enero 2022)

Herrera M. (2017), "*Propuesta de mejora del control de inventarios para reducir los costos operacionales del área de almacén en la empresa Steel Work Ingenieros S.A.C.*", Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Trujillo.

Hospinal C. (2016), "*Propuesta de mejora del control de inventarios para reducir los costos de almacén de la empresa metal mecánica L&S Nassi S.A.C.*", Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Trujillo.

Jara: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2650/14/UPS-CT002443.pdf> (consultado el 20 de enero 2022)

Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. *Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS*, 4, 1-22.

Lazo: <https://revistamarina.cl/revistas/2008/5/gaya.pdf> (consultado el 22 de diciembre de 2022)

Lopez: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5866/T03822.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 15 de enero 2022)

Manotas; Yáñez; Lopera; & Jaramillo:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532008000100003
(consultado el 15 de febrero 2022)

Martinez; De la Fuente; & Carrasco : <https://revistas.uvp.mx/index.php/nextia/article/view/72/75>
(consultado el 15 de enero 2022)

Meana:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MI5IDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=que+e+un+INVENTARIO&ots=6ww6tsCpD2&sig=C3o-6pl-i_uRj_da4KYQ0GjPIn8#v=onepage&q=que%20es%20un%20INVENTARIO&f=false
(consultado el 20 de enero 2022)

Pérez: <https://gestion.pe/economia/mercados/sector-metalmeccanico-registro-crecimiento-6-1-primer-cuatrimestre-2018-237415> (consultado el 20 de diciembre 2021)

Río: <https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/handle/123456789/554/Art%20Paula%20Andrea%20R%20ados%20Arango.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 20 de enero 2022)

Rojas & Gisbert: <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017.especial.116-124> (consultado el 10 de enero 2022)

Roldan F. (2018). *“Propuesta de mejora en el área logístico para reducir los costos operaciones de la metalmecánica consorcio D&E S.A.C”*. Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte, Perú. En línea recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14642/Rold%20a1n%20Alvarez%20Fiorella%20Gardenia.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado el 05 de enero 2022)

Villalobos & Zelada: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25676> (consultado el 15 de enero 2022)

ANEXO N° 2. Diagrama de actividades de cambio SMED

| N° | Actividad (internas) | Símbolo | | | | | Tiempo (en min.) |
|----|---|---------|---|---|---|---|------------------------|
| | | ○ | ⇨ | D | □ | ▽ | |
| 1 | Transporte de herramientas y materiales hasta la máquina. | | . | | | | 2,65 |
| 2 | Preparación de herramientas | | | . | | | 3,10 |
| 3 | Verificación operativa del Torno | | | | . | | 2,14 |
| 4 | Verificación del sistema eléctrico. | | | | . | | 6,20 |
| 5 | Desarme de contrapunta. | . | | | | | 4,20 |
| 6 | Revisión de partes de la contrapunta. | | | | . | | 4,35 |
| 7 | Abrir y sacar guardas del Torno. | . | | | | | 4,05 |
| 8 | Clasificación de Piezas de contrapunta. | . | | | | | 1,20 |
| 9 | Cambio de Contrapunta y ajuste. | | | . | | | 4,80 |
| 10 | Engrase de tuercas internas del cabezal móvil. | . | | | | | 0,34 |
| 11 | Ajuste de contrapunto. | . | | | | | 4,00 |
| 12 | Desarme de Plato centrante 3 garras. | . | | | | | 4,90 |
| 13 | Verificación del estado de morzadas. | | | | . | | 1,00 |
| 14 | Clasificación de mordazas. | . | | | | | 2,20 |
| 15 | Traslado de plato 3 garras a mesa de cambio. | | . | | | | 1,10 |
| 16 | Almacén de piezas | | | | | . | 1,03 |
| 17 | Traslado de a buscar pieza reemplazo. | | . | | | | 1,80 |
| 18 | Ensamble de plato de 4 garras | . | | | | | 3,50 |
| 19 | Calibración de Plato 4 garras y carro longitudinal. | . | | | | | 3,00 |
| 20 | Armado de parte contrapunta y ajuste | . | | | | | 3,00 |
| 21 | Calibración de plato y contrapunta | . | | | | | 1,00 |
| 22 | Verificación del plato interno del Plato principal | | | | . | | 1,40 |
| 23 | Colocar y cerrar guardas del torno | . | | | | | 3,90 |
| 24 | Almacén de herramientas y materiales usados. | | | | | . | 3,15 |
| | Total | | | | | | 68,01 |

ANEXO N° 3. Registro de capacitaciones.

| | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------|
|  | | REGISTRO DE CAPACITACION | |
| Responsable: | | Fecha: | |
| Asunto/Módulo: | | | |
| Ubicación: | | Horas: | |
| PARTICIPANTES | | | |
| Apellidos y Nombres | | Cargo | Firma |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ANEXO N° 4. Kardex propuesto para área de almacén de repuestos.

|  | KARDEX DE LA EMPRESA QUINO INDUSTRIAL | | | | | |
|---|---------------------------------------|--------|-------|---------|--------|-------|
| Codigo | Descripción | Unidad | Fecha | Entrada | Salida | Stock |
| HEELC6011 | ELECTRODOS 6011 | | | | | |
| LUMUL | LUBRICANTE WD-40 | | | | | |
| HELLAL | LLAVE ALLEN | | | | | |
| HESIME | SIERRA PARA METAL | | | | | |
| HEBROTOR | BROCAS PARA TORNO | | | | | |
| HEMATOR | MACHOS Y CALIBRE | | | | | |
| HELLOC | LLAVE TUBO OCTAGONAL | | | | | |
| LU3EN | LUBRICANTE 3 EN UNO | | | | | |
| HEDISCOR | DISCO DE CORTE | | | | | |
| HEBROTAL | BROCAS PARA TALADRO | | | | | |
| HELLCO | LLAVE DE COPA 8,10, 12 mm | | | | | |
| HELLMIX | LLAVES MIXTAS | | | | | |
| HELI80 | LIJAS 80,70,75 | | | | | |
| HEPEIALA | PEINE ALAMBRICO | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ANEXO N° 5. Planteamiento de datos en software corelap.

CORELAP 01_Planteamiento

¿Cuántos departamentos quiere implantar?

A=4, E=3, I=2, O=1, U=0, X=-1

| Nombre Departamento | Tamaño Depart. m2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|-------------------|---|---|---|---|---|
| 1 Área de Almacén | 27.3 | ■ | E | E | U | I |
| 2 Área de producción | 167.76 | | ■ | E | A | A |
| 3 Área de Pt para ma | 8.52 | | | ■ | I | I |
| 4 Área de repuestos | 8.16 | | | | ■ | A |
| 5 Área de ensamble | 7.5 | | | | | ■ |

ANEXO N° 6. Ratio total de proximidad (TRC) corelap.

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

| Orden | Nombre | TCR | Superficie m2 |
|-------|--------------------|-----|------------------|
| 1.- | Área de producción | 14 | 167,76 |
| 2.- | Área de ensamble | 12 | 7,5 |
| 3.- | Área de Pt para m | 10 | 8,52 |
| 4.- | Área de repuestos | 10 | 8,16 |
| 5.- | Área de Almacén | 8 | 27,3 |

Calcular Iteraciones

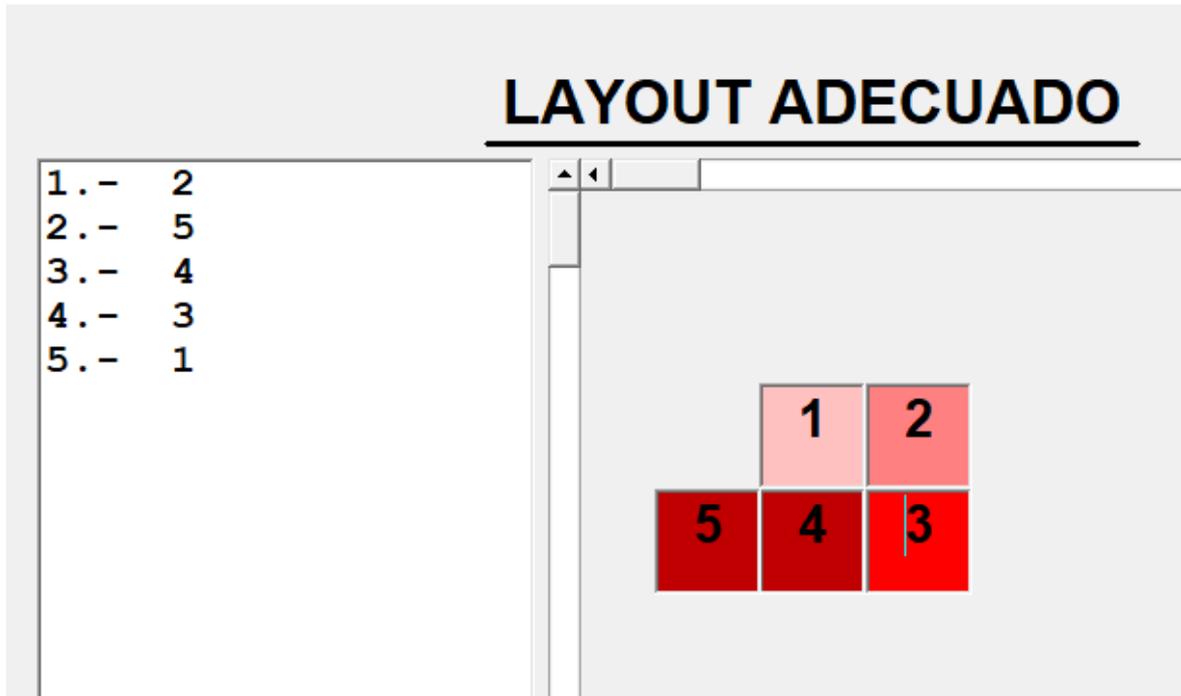
Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

ANEXO N° 7. Layout propuesto corelap.

 CORELAP 01_Representación Gráfica



ANEXO N° 8. Evaluación de capacitación del personal.

|  | | Evaluación de capacitación | | |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------|
| Responsable: | | | | |
| Fecha: | | | | |
| Área: | | | | |
| Nombre y apellidos | Criterios de evaluación (1-5) | | Calificación | Observaciones |
| | Aplica los conocimientos adquiridos | Desarrolla mejoras de lo aprendido | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |