



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial

**MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN
DE ESTRUCTURAS APLICANDO LA HERRAMIENTA
5'S EN UNA EMPRESA DE EVENTOS**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial y
Comercial.**

GRISELL D'JANIRA VALDIVIA PÉREZ

MELISSA SILVANA YRUPAILLA RODRÍGUEZ

Asesor:

Mg. Ing. Zelada García, Michael

Lima – Perú

2018

JURADO DE LA SUSTENTACION ORAL

.....
Presidente

.....
Jurado 1

.....
Jurado 2

Entregado el:

Aprobado por:

.....
Graduando 1

.....
Asesor de Tesis:

.....
Graduando 2

**UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA**

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Grisell D'janira Valdivia Pérez, identificada con DNI N° 48599009 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:

Mejora de la eficiencia en la elaboración de estructuras aplicando la Herramienta 5'S en una empresa de eventos en Lima, Perú.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, Mayo del 2018

.....
Grisell D'janira Valdivia Pérez

DNI N° 48599009

**UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA
FACULTAD DE INGENIERIA**

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Melissa Silvana Yrupailla Rodríguez, identificada con DNI N° 48431342 Bachiller del Programa Académico de la Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento mi tesis titulada:

Mejora de la eficiencia en la elaboración de estructuras aplicando la Herramienta 5'S en una empresa de eventos en Lima, Perú.

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma correspondiente.

Lima, Mayo del 2018

.....
Melissa Silvana Yrupailla Rodríguez

DNI N° 48431342

EPÍGRAFE

Solo podemos ver poco del futuro,
pero lo suficiente para darnos
cuenta de que hay mucho que
hacer.

(Alan Mathison Turing, 1954)

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... | 16 |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| Problema general..... | 18 |
| Problemas específicos..... | 18 |
| MARCO REFERENCIAL | 19 |
| Antecedentes Internacionales | 19 |
| Antecedentes nacionales..... | 21 |
| ESTADO DEL ARTE | 24 |
| MARCO TEÓRICO..... | 26 |
| OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN | 40 |
| Objetivo General..... | 40 |
| Objetivos Específicos | 40 |
| JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 41 |
| Justificación Teórica..... | 41 |
| Justificación Práctica | 41 |
| Justificación Social | 41 |
| HIPÓTESIS..... | 42 |
| Hipótesis general | 42 |
| Hipótesis específicas | 42 |
| MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 43 |
| MARCO METODOLÓGICO | 44 |
| Metodología..... | 44 |
| Paradigma | 44 |
| Enfoque | 44 |
| Método | 44 |

| | |
|---|----|
| VARIABLE..... | 45 |
| POBLACIÓN Y MUESTRA | 45 |
| UNIDAD DE ANÁLISIS | 45 |
| INSTRUMENTOS Y TECNICAS..... | 46 |
| PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS | 58 |
| RESULTADOS | 80 |
| DISCUSIÓN..... | 87 |
| CONCLUSIONES | 89 |
| Conclusión general..... | 89 |
| Conclusiones específicas..... | 89 |
| ESTÁNDAR PARA LA EMPRESA..... | 93 |
| REFERENCIAS..... | 94 |
| ANEXOS | 97 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1 Matriz de consistencia..... | 43 |
| Tabla N° 2 Población y muestra | 45 |
| Tabla N° 3 Elementos de la elaboración de estructuras 29x29 x 2m..... | 46 |
| Tabla N° 4 Secuencia para el tiempo estándar antes de la implementación 5'S..... | 50 |
| Tabla N° 5 Frecuencias registradas en el área de operaciones | 52 |
| Tabla N° 6 Estructuras atendidas 2016 y 2017 | 55 |
| Tabla N° 7 Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m después de implementar 5's..... | 55 |
| Tabla N° 8 Secuencia para el tiempo estándar después de la implementación 5'S | 56 |
| Tabla N° 9 Tabla comparativa del tiempo estándar..... | 57 |
| Tabla N° 10 Criterio de puntaje..... | 61 |
| Tabla N° 11 Cuadro resumen del diagrama de recorrido | 66 |
| Tabla N° 12 Data del diagrama de Pareto..... | 69 |
| Tabla N° 13 Causas de baja eficiencia de elaboración de estructuras..... | 70 |
| Tabla N° 14 Criterio de puntaje..... | 71 |
| Tabla N° 15 Tabla comparativa de diagrama de actividades | 77 |
| Tabla N° 16 Cuadro resumen del diagrama de recorrido después de la implementación | 78 |
| Tabla N° 17 Cuadro resumen del diagrama de recorrido antes de la implementación | 78 |
| Tabla N° 18 Tabla comparativa de diagrama de recorrido | 78 |
| Tabla N° 19 Resultados | 80 |
| Tabla N° 20 Estructuras atendidas 2016 y 2017 | 81 |
| Tabla N° 21 Cuadro SPSS..... | 82 |
| Tabla N° 22 Estadísticas de grupo..... | 82 |
| Tabla N° 23 Prueba de muestras independientes | 83 |
| Tabla N° 24 Estadísticas de grupo..... | 84 |
| Tabla N° 25 Prueba de muestras independientes | 84 |
| Tabla N° 26 Estadísticas de grupo..... | 85 |
| Tabla N° 27 Prueba de muestras independientes | 86 |
| Tabla N° 28 Estructuras solicitadas y atendidas de los años 2016 y 2017..... | 90 |
| Tabla N° 29 Aumento de estructuras atendidas..... | 90 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 1 Procedimientos 5's | 26 |
| Figura N° 2 Principales categorías del Diagrama de Ishikawa | 29 |
| Figura N° 3 Ejemplo Diagrama de Ishikawa | 29 |
| Figura N° 4 Histograma Simple | 30 |
| Figura N° 5 Histograma Acumulado | 30 |
| Figura N° 6 Histograma Por grupos..... | 31 |
| Figura N° 7 Histograma Estratificado | 31 |
| Figura N° 8 Histograma Ojiva Acumulada | 31 |
| Figura N° 9 Principio de Pareto | 32 |
| Figura N° 10 Simbología diagrama de flujo..... | 32 |
| Figura N° 11 Checklist | 33 |
| Figura N° 12 Simbología de los diagramas de estudio de métodos..... | 36 |
| Figura N° 13 Diagrama de operaciones..... | 37 |
| Figura N° 14 Diagrama de Actividades..... | 38 |
| Figura N° 15 Diagrama de Recorrido..... | 39 |
| Figura N° 16 Check list antes de la implementación área de operaciones | 48 |
| Figura N° 17 Focus group | 51 |
| Figura N° 18 Check list de la implementación área de operaciones..... | 53 |
| Figura N° 19 Órdenes solicitadas vs pedidos atendidos año 2016 | 58 |
| Figura N° 20 Diagrama de operaciones..... | 60 |
| Figura N° 21 Diagrama de barras Check list 5'S / Utilizar | 61 |
| Figura N° 22 Diagrama de barras Check list 5'S / Ordenar | 62 |
| Figura N° 23 Diagrama de barras Check list 5'S / Limpiar..... | 62 |
| Figura N° 24 Diagrama de barras Check list 5'S / Estandarizar | 63 |
| Figura N° 25 Diagrama de barras Check list 5'S / Autodisciplina | 63 |
| Figura N° 26 Diagrama de actividades de estructura de 29x29 2 m..... | 64 |
| Figura N° 27 Diagrama de recorrido de elaboración de estructura de 29x29 | 67 |
| Figura N° 28 Diagrama de Ishikawa | 68 |
| Figura N° 29 Diagrama de Pareto..... | 70 |
| Figura N° 30 Diagrama de barras Check list 5'S / Utilizar | 71 |
| Figura N° 31 Diagrama de barras Check list 5'S / Ordenar | 72 |
| Figura N° 32 Diagrama de barras Check list 5'S / Limpiar..... | 72 |
| Figura N° 33 Diagrama de barras Check list 5'S / Estandarizar | 73 |
| Figura N° 34 Diagrama de barras Check list 5'S / Autodisciplina | 73 |
| Figura N° 35 Diagrama de Gantt de implementación de las 5's | 74 |
| Figura N° 36 Estructuras atendidas 2016 y 2017 | 75 |
| Figura N° 37 Diagrama de actividades de estructura de 29x29 2 m después de la implementación..... | 76 |
| Figura N° 38 Diagrama de recorrido después de la implementación de herramienta 5'S | 79 |
| Figura N° 39 Incremento de la eficiencia | 89 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo N° 1 Entrevista realizada al gerente general de la empresa de eventos | 97 |
| Anexo N° 2 Elaboración de estructuras (29X29 2m), 2016 | 99 |
| Anexo N° 3 Población del tiempo estándar de empalme, montaje y pintura | 101 |
| Anexo N° 4 plantilla check list industrial 5's | 104 |
| Anexo N° 5 Número de población | 107 |
| Anexo N° 6 Cronometraje Vuelta Cero (min)..... | 109 |
| Anexo N° 7 Media aritmética (min) | 110 |
| Anexo N° 8 Ajuste al 20% de la elaboración de estructuras 29X29 2 m | 111 |
| Anexo N° 9 Mínimos y Máximos | 113 |
| Anexo N° 10 Tiempo Observado | 114 |
| Anexo N° 11 Método de calificación Westinghouse..... | 116 |
| Anexo N° 12 Tiempo Normal | 118 |
| Anexo N° 13 Sistema de suplementos por descanso (ingeniería industrial) | 121 |
| Anexo N° 14 Tiempo estándar | 123 |
| Anexo N° 15 Hoja de registro los tiempos y distancias recorridas | 126 |
| Anexo N° 16 Causales de la baja eficiencia de la elaboración de estructuras..... | 128 |
| Anexo N° 17 Encuesta realizada al personal del área de operaciones | 132 |
| Anexo N° 18 Cronometro vuelta a cero después de implementar 5's | 133 |
| Anexo N° 19 Media aritmética después de implementar 5's | 134 |
| Anexo N° 20 Ajuste al +/- 20% después de la implementación 5's..... | 135 |
| Anexo N° 21 Eliminación de tiempos después de la implementación 5'S..... | 136 |
| Anexo N° 22 Tiempo Observado después de la implementación..... | 137 |
| Anexo N° 23 Método de calificación Westinghouse después de la implementación | 138 |
| Anexo N° 24 Tiempo normal después de la implementación 5's | 140 |
| Anexo N° 25 Sistema de suplementos por descanso después de la implementación 5'S..... | 142 |
| Anexo N° 26 Tiempo estándar después de la implementación 5's..... | 145 |
| Anexo N° 27 Registro de desplazamientos innecesarios del operario | 146 |
| Anexo N° 28 Fotos antes de la implementación | 147 |
| Anexo N° 29 Secuencia de implementación 5'S | 150 |
| Anexo N° 30 Fotos después de la implementación | 166 |
| Anexo N° 31 Inversión de implementación de las 5S | 169 |
| Anexo N° 32 Plan Anual de Capacitación 5's | 170 |

DEDICATORIA

*Dedicamos nuestra tesis a nuestros
padres que siempre nos apoyan en
cada momento de nuestras vidas.*

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la empresa elegida para esta tesis, ya que nos han brindado todas las facilidades para poder realizar este tema de investigación.

RESUMEN

La empresa elegida para esta investigación, fue fundada hace más de 30 años, desde un inicio se vio con la necesidad de cubrir la demanda de armado de estructuras tanto en encofrados como andamiaje. Hoy en día, además del alquiler, elaboran sus propias estructuras rectangulares para los eventos solicitados, realizan tres tipos de estructuras 29x29 1 m, 29x29 2 m y 29x29 3 m. Desde hace unos años no se cumple la total atención de los pedidos, por lo que, se procedió a analizar el área de operaciones. Se encontró una mala organización en el área de trabajo además de no contar con un tiempo estándar y tener una ineficiente producción de estructuras, concluyendo que se tiene una baja eficiencia en el área. El objetivo general, es determinar el efecto en la eficiencia tras implementar la herramienta de 5'S. Desarrollando cada una de las etapas con la metodología DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Para medir el alcance de la metodología, se fragmentó la variable eficiencia en 3 indicadores: cantidad de estructuras atendidas, tiempo de operación (empalme, montaje y pintura) y desplazamientos del operario. Se presenta una matriz de consistencia la cual precisa los problemas encontrados, objetivos propuestos, hipótesis formuladas, la variable y sus indicadores seleccionados y la metodología a usar. Tras obtener toda la información necesaria se procede a seleccionar una muestra en base a la población escogida. Se recolecta los datos de la unidad de análisis y procede a analizar en un software estadístico para validar la veracidad de las hipótesis. Finalmente, se discute los resultados con otras investigaciones, se explica los resultados de la investigación y se especifica las recomendaciones.

Palabras Claves: infraestructura, eficiencia, herramientas de ingeniería, DMAIC, tiempo estándar, herramienta 5'S.

ABSTRACT

The company chosen for this research, was founded more than 30 years ago, from the beginning was faced with the need to cover the demand for assembly of structures in both formwork and scaffolding. Nowadays, in addition to the rent, they make their own rectangular structures for the requested events, they make three types of structures 29x29 1 m, 29x29 2 m and 29x29 3 m. Since a few years ago the total attention of the orders has not been fulfilled, therefore, we proceeded to analyze the area of operations. A bad organization was found in the work area, besides not having a standard time and having an inefficient production of structures, concluding that there is a low efficiency in the area. The general objective is to determine the effect on efficiency after implementing the 5'S tool. Developing each of the stages with the DMAIC methodology: Define, Measure, Analyze, Improve and Control. To measure the scope of the methodology, the efficiency variable was fragmented into 3 indicators: number of elaborated structures, time of operation (splicing, assembly and painting) and displacement of the operator. A consistency matrix is presented, which identifies the problems encountered, proposed objectives, formulated hypotheses, selected variables with its 3 indicators and the methodology to be used. After obtaining all the necessary information, a sample is selected based on the chosen population. The data of the unit of analysis is collected and proceeds to analyze in a statistical software to validate the veracity of the hypotheses. Finally, the results are discussed with other investigations, the results of the research are explained and the recommendations are specified.

Keywords: infrastructure, efficiency, engineering tools, DMAIC, standard time, 5'S tool.

INTRODUCCIÓN

En el Perú se retiró los gravámenes de impuestos a los espectáculos de tipo musicales según Ley N° 29168, vigente desde el 01 de enero del 2008, al eliminar los gravámenes, las empresas organizadoras se vieron interesadas en realizar conciertos, lo cual ha generado un incremento en dicho rubro, ya que la reducción les produciría mayores utilidades netas.

Otro factor que beneficio a este rubro en el Perú, fue el cierre del estadio nacional de Chile lo que ocasionó que los conciertos o posibles llegadas de artistas de talla mundial llegarán a nuestro país según diario El Mercurio publicado el domingo 03 de mayo del 2009. Desde ese entonces la venta de servicios de armado de infraestructura aumentó notablemente generando mayor demanda y una mayor rentabilidad a las empresas.

Respecto a la empresa, ésta busca brindar buen servicio en la implementación de infraestructura para eventos como artísticos y comerciales, ya que no solo posee clientes a nivel nacional sino que también son contratados por personas extranjeras. Cuenta con una amplia infraestructura propia ubicada en Lima, en el cual guarda sus altos implementos para armar andamios u otros servicios que ofrecen. Por otro lado, esta empresa ensambla tres tipos de estructuras rectangulares 29x29 1 m, 29x29 2 m y 29x29 3 m.

El año 2016, se tuvo una problemática con respecto al cumplimiento de órdenes de trabajo enviadas a ensamblar (estructuras rectangulares), por el cual se realizará una investigación y propondremos una solución, proyectándonos a mejorar la eficiencia con respecto a la elaboración de estructuras rectangulares.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa elegida para esta investigación, fue fundada hace más de 30 años como idea de negocio de dos ingenieros, que vieron la necesidad de cubrir una demanda acerca del armado de estructuras tanto en encofrados como andamiaje, en ese entonces existían pocas empresas que pudieran armar dichas estructuras, las cuales en un inicio fueron alquiladas por la empresa para matrimonios y fiesta sociales, con el tiempo la empresa fue adquiriendo sus propios equipos de origen Francés, fue incursionando en trabajos más complejos, como el armado de la infraestructura para los conciertos musicales, conferencias y reuniones sociales de gran magnitud de grandes empresas. Hoy en día, además del alquiler de estructuras, ensamblan sus propias estructuras rectangulares para los eventos solicitados, realizan tres tipos de estructuras 29x29 1 m, 29x29 2 m y 29x29 3 m.

A través de una serie de observaciones y entrevistas (ANEXO N°1), evaluamos la problemática principal de la empresa centrándonos en el área de operaciones, según data histórica 2016 brindada por la empresa (ANEXO N°2), existe una baja eficiencia en la elaboración de estructuras rectangulares.

Principalmente, se identifica que no se llega a cumplir las órdenes de trabajo, al tener una escasa determinación y comprensión de la importancia que implica llevar un control de procesos, mantener un lugar de trabajo ordenado tiene como efecto que el operario no pueda desempeñarse eficientemente lo que impacta directamente al cronograma de eventos organizados tanto semanales y mensuales, implicando gestionar una mayor suma de recursos para conseguir el proyecto aspirado. Por otro lado, se identifica que hay excesivo tiempo de elaboración, por lo que, se analizará cuáles son las actividades que demandan más tiempo en ejecutarse. Como última observación a fin de mejorar el proceso, existe desplazamientos que generan tiempos muertos.

Esta empresa carece de herramientas de ingeniería lo que implica la omisión correcta de las funciones a realizar, tal cual registra que no se tiene una buena atención de los pedidos. Por el cual, se procederá a utilizar estas herramientas para establecer las causas que están generando este problema detectado, posteriormente se realizará la solución del estado actual de la eficiencia.

Desde un punto de vista podríamos notar que afecta en gran medida a la producción como el área de ventas. Siendo necesario aplicar las herramientas de ingeniería en el proceso de elaboración de estructuras de 29x29 2m, las cuales deben darse con personas especialmente capacitadas tomando en cuenta la política de la empresa que dará a conocer los procesos, técnicas y herramientas a usar en el armado de infraestructura para los eventos.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál es el efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S?

Problemas específicos

¿En qué medida aumenta la cantidad de estructuras atendidas a través de la implementación de 5'S en el área de operaciones?

¿En qué medida se reduce el tiempo de operación en el proceso de elaboración de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S?

¿En qué medida disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S?

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes Internacionales

Torres Arcos, Jedye (2016), realizó un tema de investigación referido al Impacto de las herramientas de la metodología lean manufacturing en el mejoramiento de la producción de perfiles armados en la empresa Estrumetal S.A. **Objetivo:** Eliminar los tiempos muertos que parten de una falta de control del proceso productivo y mala gestión ocasionando un serie de factores que perjudican a la línea de perfil armado identificado así al mantenimiento correctivo, falta de material, sin energía, reproceso y puente de grúa ocupado, los cuales deben rectificarse a través de la aplicación de la metodología lean. **Instrumentos:** Para la identificación de la causa del problema se aplicó las herramientas como los 5 porque y diagrama de Ishikawa. Para la mejora de producción propone usar herramientas SMED, para la orden y aseo del lugar se propone las 5's. **Conclusión:** Para eliminar los tiempos muertos se requiere modificar la secuencia de la producción, no dejar a la máquina sin procesar, así como también tener una buena distribución de material agregando una mesa de pulido más. Se aplicó la herramienta de Lean Manufacturing buscando realizar un cambio de herramienta en un tiempo reducido mediante la conversión de tiempos internos (cambios con la máquina sin procesar) a tiempos externos (cambio de herramientas con la máquina en proceso). Adicionando un juego más de tobera y tubo guía para eliminar tiempos improductivos entre los cambio de perfiles, de esa manera la limpieza se haga con la máquina parada y no con la máquina en funcionamiento. Para tener un buen control de la producción y de observaciones se diseñó un tablero donde los trabajadores podrán anotar situaciones que no se han tomado en cuenta. Después de haber aplicado las mejoras se tuvo una eficiencia de la producción de un 55% y en cuanto al rendimiento se tiene porcentajes entre 83% y 84%.

Valdez Cruz, Maira Fernanda (2012), desarrolla una Propuesta de Implementación para la Optimización de los Sistemas Logísticos en la empresa Servientrega Internacional. **Objetivo:** Optimización de los procesos logísticos de Importación y Exportación de la empresa Servientrega Internacional S.A. a través de herramientas de Lean Manufacturing. **Instrumentos:** Estudio de métodos y tiempos identificando los tiempos de ocio, movimientos tanto eficientes como ineficientes, para lo cual realizó un previo informe de la situación actual de las operaciones logísticas a través de un diagrama de Ishikawa y un diagrama de Pareto, además de un diagrama de flujo del proceso de las exportaciones e importaciones, luego enfocándose a todas las áreas de la empresa propone la implementación de estrategia de las 5's, empezando

por Seiri o clasificar, implementando canastas de color rojo y azul respectivamente para clasificar lo que no sirve y lo que sirve respectivamente, como segundo paso es Seito u ordenar, organiza por zonas, la zona mínima lo que se utiliza con mayor frecuencia y zona máxima lo que se utiliza esporádicamente, tercer paso es Seiso, fomentar la limpieza del área de trabajo, como cuarto paso es Seiketsu, estandarizar los pasos anteriores y como último paso es Shitsuke, implementar la disciplina en cada uno de los integrantes. **Conclusión:** Al haberse realizado el estudio de tiempos, se dio resultados de reducción de tiempos para cada proceso logístico, la implementación de las 5's ayudó a que se tenga un mejor control, identificación y orden al momento de realizar los envíos.

Concha Guaila, Jimmy Gilberto & Barahona Defaz, Byron Iván (2013), realiza una investigación acerca del Mejoramiento de la Productividad en la empresa induacero Cia. Ltda. En Base al Desarrollo e implementación de la Metodología 5S y VSM, Herramientas del Lean Manufacturing. **Objetivo:** Induacero Cía Ltda es una empresa que se dedica al sector metalmecánico dedicado al diseño, construcción y montaje de tanques y equipos en acero al carbono y acero inoxidable para la Industria Alimenticia, Transporte, Petroquímica, entre otros. Por lo que, actualmente registra desorden y desorganización y se requiere aplicar técnicas que eviten los retrasos de las entregas de los productivos y mejoren la productividad, por el cual se aplicará Lean Manufacturing. **Instrumentos:** Se utilizó el diagrama de Pareto identificando el porcentaje de problemas que son influencia de los desperdicios, por otro lado, para tomar como área piloto de la implementación de las 5's se realizó diagrama de barras para medir el porcentaje de oportunidad de mejora enfocándose en las actividades que no agregan valor. Empezando a implementar las 5's a través de una serie auditorias y cambios de las ubicaciones de los materiales en el área de máquinas y herramientas. **Conclusión:** La implementación de las 5's hizo que el ambiente de trabajo sea más óptimo para que el personal pueda desempeñar sus funciones, se midió la aplicación de las 5's con un gráfico de barras donde muestra el porcentaje mejorado y el que falta por mejorar, en cuanto al orden se pudo reducir un 73% de tiempos improductivos.

Yunga Sarmiento Christian Fernando (2012), "Propuesta para el mejoramiento de gestión en los procesos operativos de la Ferretería El Cisne". **Objetivo:** Mejorar la gestión en los procesos operativos de la ferretería "El Cisne" **Metodología:** Se decidió analizar a la ferretería el Cisne, ubicado en Cuernavaca, a raíz de los constantes problemas presentados en la empresa. El análisis, se realizó de manera exploratoria y descriptiva, es decir, se recolecto información a través de entrevistas al personal de trabajo y la observación directa en los puestos de trabajo y en las distintas áreas. **Herramientas:** Para centrarse en los aspectos que requirieron mayor impacto, se utilizó

el Diagrama de Pareto, asimismo se redistribuyó los departamentos en la ferretería. **Resultados:** Al implementar las propuestas de mejora continua, se observó que disminuyó los errores de las áreas administrativas y operativas.

Diego Alejandro Cajamarca Guerra (2015), "Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados" **Objetivo:** Para esta empresa es necesario trabajar en el crecimiento organizacional y empresarial, por lo que se desea mejorar la productividad y eficiencia de la organización como también lograr un bienestar para su personal. Asimismo, se desea minimizar el esfuerzo humano, en otras palabras reducir la fatiga, crear mejores condiciones de trabajo, ahorrar el uso de materiales, máquinas y mano de obra. **Metodología:** Exploratoria y descriptiva, es decir, se recolecto información para el desarrollo de la investigación. **Herramientas:** Se realizó una lluvia de ideas, seguidamente utiliza el diagrama de pareto, diagrama de causa-efecto, diagrama de proceso de flujo y diagrama de recorrido. **Instrumentos:** Hojas de verificación que identificó que más del 33% del material producido presenta defectos. **Conclusión:** La investigación sirvió para observar en lo más mínimo el detalle de un proceso y tomar más en cuenta las pequeñas acciones que podrán atrasar la producción.

Antecedentes nacionales

Baluis Flores, Carlos André (2013), elabora su tesis basado en Optimización de Procesos en la Fabricación de Termas Eléctricas utilizando Herramientas de Lean Manufacturing. **Objetivo:** La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de calentadores eléctricos, por el cual busca eliminar aquellos factores que impiden la alta productividad. **Instrumentos:** Se utilizó el diagrama de Pareto para identificar cual área tenía mayor tiempo de ciclo identificando así al área de fabricación del tanque el cual será evaluado a través del Trazado del VSM (Value Stream Mapping), para disminuir los tiempos de ciclo y el desperdicio detectado en los diferentes procesos que abarca la fabricación del tanque se propone implementar balance de línea y un sistema Kanban, por otro lado, se utiliza el sistema SMED para eliminar actividades innecesarias en el proceso de bombeado. **Conclusión:** Dada la implementación del balance de línea da como resultado la reducción de operarios en la fabricación del tanque, al implementar el Kanban da como efecto la reducción de inventarios y para finalizar a haber implementado el sistema SMED reduce tiempo de set up en la prensa eléctrica.

Becerra Miñano, Wilson Jaime & Vilca Quispe, Eduard Alexander (2013), realiza una Propuesta de Desarrollo de Lean Manufacturing en la Reducción de Costos por

reprocesos en el Área de pintado de la empresa Factoría Bruce S.A. **Objetivo:** La empresa se dedica al ensamble de estructuras metálicas de carrocería de buses y minibuses, por lo que propone la metodología Lean Manufacturing en el área de pintado para la reducción de costos por reprocesos. **Instrumentos:** desarrolla el diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas de los altos costos de reproceso, además de los indicadores a través de tiempo normal y tiempo estándar, por otra parte elabora un diagrama de Pareto para determinar el producto con mayor producción anual, realiza un diagrama de actividades para identificar aquellas que agregan valor y las que no agregan valor, para evitar los retrasos de materiales utiliza la fórmula EOQ (cantidad económica de pedidos) y para finalizar aplica las 5's eliminando los elementos innecesarios que obstruyan el proceso en el área de pintado. **Conclusión:** Tras aplicar la eliminación de actividades que no agregan valor se redujo de 42% a 35%, en tiempos de espera se redujo de igual forma de 0.5167 días a 0.4541 días y agregando la actividad del control de calidad descarta los reprocesos en el área de pintado.

Carpio Coronado, Christian Gabriel (2016) "Plan de mejora en el área de producción de la empresa Comolsa SAC para incrementar la productividad, usando herramientas de Lean Manufacturing - Lambayeque 2015". **Objetivo:** Aumentar la productividad del área de producción a través del diseño de un plan de mejora. **Método:** Lean manufacturing y se utilizó las herramientas 5S's y VSM, eliminando los desperdicios y reduciendo los tiempos en los procesos. **Técnicas:** Se programó visitas constantes en el área para la recopilación de información que serán de utilidad para la propuesta de mejora en el área de producción. Asimismo, se entrevistó al jefe de planta. **Instrumentos:** Cuestionario, Formatos modelo de investigación y los registro recopilados. **Resultados:** Aplicando la propuesta de investigación: aumento de un 31,1% en su productividad y Beneficio / Costo: 1.88.

García Benites Fidel y Olazabal Acosta Juan Carlos (2016) "Plan de mejora continua en el proceso productivo de harina de loche en la procesadora agroindustrial Muchick s.a. aplicando Manufactura esbelta, Pacora - 2014." **Objetivo:** El plan de tesis busca eliminar los principales desperdicios y/o contratiempos identificados en el proceso de producción de la harina de loche además aumentar la producción y mejorar la calidad del producto. **Método:** Manufactura Esbelta y las herramientas Mantenimiento Productivo Total (TPM) y las 5S's. **Técnicas:** Se empezó con la observación del proceso, luego con una encuesta y entrevista al personal, donde se encontró contratiempos los cuales se graficó a través del mapeo del flujo de valor (VSM), **Instrumento:** Cuestionario y formatos de modelo de investigación **Resultados:** Al

aplicar la propuesta se obtendrá un beneficio anual de S/ 35,256.00. Asimismo, aumentará en un 2% a la producción diaria.

Miguel Alexis Palomino Espinoza (2012) “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”.
Objetivo: La presente investigación tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. **Método:** Herramientas SMED, 5S y JIT **Resultados:** Al aplicar las herramientas antes mencionadas se logró reducir en un 73% el tiempo de llenado, 27% tiempo de set-up y 80% en el traslado de los envases. Esto refleja una mejora en 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad.

ESTADO DEL ARTE

Proyecta Innovación publicó un artículo (5S. Espacios de trabajos adecuados, 2015) dirigiéndose a las empresas que requieren desarrollar entornos y espacios, las cuales permitan tener un incremento en la productividad y la calidad, donde las personas trabajen de acuerdo a normas establecidas y a la vez cree una iniciativa hacia la innovación. El orden, la limpieza y la disciplina son esenciales en todo programa orientado a la excelencia. Lo que puede conseguir una empresa al aplicar las 5S es mejorar y mantener una organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Según Manuel Arangua P., Auditor Líder ISO-9000 (IRCA) en el artículo (Mejorando la calidad de vida en la organización, 2012) las 5S trae mejoras en la rentabilidad, la higiene y la seguridad de los colaboradores en los procesos productivos. La aplicación puede partir desde el montaje de automóviles hasta el puesto de trabajo de una secretaria.

Ricardo José Altamirano Braño y Marlon Andrés Moreno Narvárez realizaron la investigación científica (Aplicación de la metodología japonesa de calidad 5s para optimizar las operaciones en el laboratorio de mecánica de patio de la universidad de las fuerzas armadas, 2013) donde mencionan a las 5S como una metodología práctica para establecer y mantener un lugar ordenado, organizado y limpio con la finalidad de practicar la seguridad, la calidad en el trabajo y mejorar las condiciones de vida diaria.

Según Gestión.Org define a las 5S en el artículo (Principios del método de las 5S, 2016) como una práctica de calidad dirigida al mantenimiento, no solo de las maquinarias, equipos o infraestructuras sino del ambiente laboral de todos.

Las 5s mejoran los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

Para poder realizar la aplicación de 5S, se requiere que todo el personal se sienta comprometido a fin de realizar un modelo de limpieza, organización, seguridad e higiene.

Estudios a nivel mundial demuestran que:

Al aplicar las 3 primeras S se reduce el 40% de costos de Mantenimiento, 70% de accidentes, 10% la fiabilidad del equipo y hay 15% de crecimiento del tiempo medio entre fallas.

Los beneficios que aportan las 5S son implantar un trabajo en equipo, hay compromiso por parte de los trabajadores, se valora el conocimiento y la aportación, crea una mejora continua como una tarea de todos.

Según el artículo (Implantamos la metodología 5S, 2017) publicado por diario información teniendo como autor a Vicente J. Papí, C.E.O. de PAPI TRANSITOS S.L. y director TSB Alicante, explica el significado y la importancia de las 5S, el ordenar, limpiar y organizar son vistos como algo demasiado simple, sin embargo, son el primer paso para aumentar la productividad y lograr obtener un ambiente seguro y agradable. Esta metodología trata de realizar mejoras en el trabajo, seguridad, el entorno laboral, motivación del colaborador y aumentar la eficiencia en cuanto a la productividad como la calidad de las empresas.

Misiones Online publicó un artículo denominado (Aplican metodología de gestión japonesa como herramienta eficiente para la reducción de riesgos laborales, 2018) en este artículo una ingeniera especialista en seguridad y salud en el trabajo, realizó un estudio en 10 aserraderos Pymes, con resultados logrados donde aplicó el método de las "5S": clasificación, orden, limpieza, estandarización e internalización. Describió que en las industrias madereras, por lo general carecen de orden y limpieza lo que ocasiona accidentes y dificulta el libre tránsito de las personas. La metodología 5S es un sistema que permite la organización y seguridad de las áreas de trabajo. Esta metodología se viene practicando en más de 10 empresas en las cuales se detectaron que los movimientos innecesarios son básicamente en la búsqueda de herramientas, escaso uso de los espacios físicos y traslados innecesarios de los materiales. Suabia Maderas SRL fue una de las empresas que participó en la implementación de las 5S donde se pudo corroborar la eficacia, se logró demostrar que los ambientes más ordenados y limpios reducen riesgos de accidentes y también mejoran las condiciones de trabajo.

MARCO TEÓRICO

Herramienta 5's

Es una herramienta perteneciente a la filosofía Lean, que tiene como objetivo crear un lugar de trabajo ordenado, limpio, agradable y seguro que permita desarrollar una forma óptima de trabajo.

El concepto original fue desarrollado al inicio del movimiento de calidad en Japón después de la II Guerra Mundial (Becker, 2001), documentado y siendo público en los años 80 en Japón (Osada, 1991). Toma el nombre 5S por las siglas de cada uno de sus componentes en Japonés: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

Figura N° 1 Procedimientos 5's



FUENTE: Elaboración Propia

Seiri (Clasificación):

Consiste en eliminar todos aquellos elementos que impiden el desempeño en el trabajo y ordenar las cosas necesarias en un lugar adecuado. De la siguiente manera:

- Separar en el área de trabajo lo que sirve de lo que no sirve.
- Clasificar los elementos necesarios de los innecesarios como rutina.
- Separar los elementos según su frecuencia, uso, seguridad con el objetivo de tener facilidad de adquirirlo en el trabajo.
- Organizar las herramientas de trabajo en lugares que sean de fácil adquisición al momento de realizar los cambios.
- Eliminar aquellos objetos que obstruyen la ejecución de los equipos.
- Descartar información que no sea necesaria para evitar errores de acciones a tomar.

Tiene como ventaja tener una mejor visión panorámica del ambiente de trabajo para el correcto funcionamiento de los procesos tanto en equipos como en la realización de las personas.

Para poder identificar aquellos elementos innecesarios se deben realizar las siguientes preguntas: ¿Es útil este elemento?, ¿Si es útil, es útil en esa medida?, ¿Si es útil, tiene que estar situado aquí?

Seiton (Organización, ordenamiento):

Consiste en organizar lo que se ha identificado como útil de manera que se pueda adquirir fácilmente y se tenga una mejor visión de los elementos.

Tiene como ventaja tener una fácil obtención de los elementos que se necesiten en el trabajo, la correcta realización de la limpieza, hay una mayor liberación del área de trabajo, se tiene una zona de trabajo cómoda, evita el estrés de los trabajadores, reduce el tiempo de búsqueda.

Seiso (Limpieza):

Consiste en limpiar las áreas de trabajo como también implica verificar los equipos para que estén libres de fallas. Todas las personas de la empresa tienen que poner de su parte para los resultados sean beneficiosos.

Dentro de sus beneficios podemos encontrar que se evitan accidentes, hay mejor funcionamiento de los equipos, mejora del bienestar de trabajador, se reconoce las averías de los equipos, reducción de despilfarros tanto en energía como en materiales.

Seiketsu (Estandarizar):

Este paso hace referencia a que cualquier persona pueda ponerlo en práctica, permite obtener los objetivos trazados en las primeras "s", implica elaborar controles permanentes tanto de limpieza como de inspección. Pretende de esta forma:

- Mantener la limpieza obtenida en las 3 primeras "s".
- Establecer normas para tomar medidas de seguridad, realizar trabajos de limpieza e instrucción a desarrollar cuando se presente situaciones anormales.
- Realizar auditorías para verificar la puesta en marcha.

Ventajas del Seiketsu, el conocimiento se vuelve costumbre, hay mejora en el bienestar del personal, se evita errar en la limpieza, hay compromiso por parte de la dirección para la intervención de los estándares, hay mejora de productividad tanto en el servicio como en los procesos.

Shitsuke (Compromiso y disciplina):

Este proceso trata de formar un hábito en los empleados para lo establecido tanto en la limpieza como en el orden, se espera obtener los logros de la implementación de la primeras “s”. Su cumplimiento respalda que la seguridad será constante, la productividad será continuamente mejorada y la calidad del producto/servicio sea de alta calidad.

Dentro de sus beneficios podemos encontrar que se tendrá mayor consideración en cuantos a los bienes de la empresa, siguen un estándar establecido dando como resultado el respeto entre las personas, el lugar de trabajo será cómoda logrando un mejor desenvolvimiento de sus colaboradores. Por otro lado, el cliente tendrá más confianza a la empresa debido a las normas implantadas para que las disposición de la calidad sea alta.

Herramientas de Calidad

El Diagrama Causa – Efecto: También conocida como Diagrama de Ishikawa es una representación gráfica de las causas y efectos que dan lugar al problema. De manera que, se da respuestas rápidas a los problemas identificados.

Este diagrama es usado para:

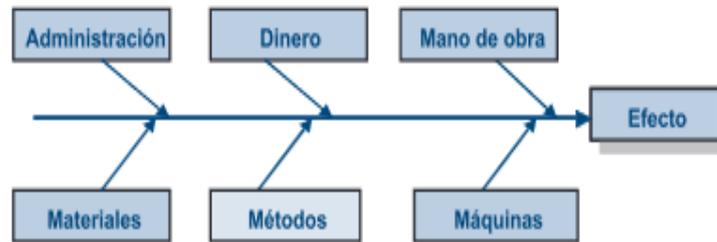
- Analizar las causas y efectos.
- Informar las relaciones de causas-efectos.
- Dar soluciones rápidas desde la causa identificada.

Los pasos para realizar un diagrama de Ishikawa son los siguientes:

- Decidir el problema (efecto) que se requiera mejorar.
- Colocar el efecto en un rectángulo a un extremo con una flecha que será la principal.
- Escribir las causas (factores) en rectángulos que estarán vinculados a la fecha principal.

Ejemplo:

Figura N° 2 Principales categorías del Diagrama de Ishikawa



FUENTE: Libro Herramientas para la Mejora de la Calidad

Además de las categorías mencionadas en la figura, podemos identificar también:

-Ambiente, datos, mediciones, etc.

El otro paso es destacar de cada categoría (causa principal) las causas secundarias.

-Verificar que todas las causas hayan sido identificadas.

Figura N° 3 Ejemplo Diagrama de Ishikawa



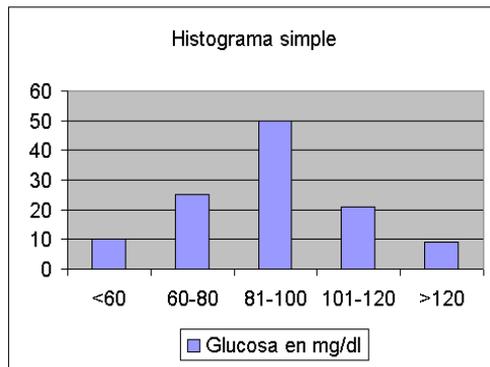
FUENTE: Libro Herramientas para la Mejora de la Calidad

El Histograma: Representación estadística de un conjunto de datos a fin de interpretarlos. Ejemplo de histogramas:

-Histograma Simple:

En el eje horizontal van los intervalos y en el vertical las frecuencias.

Figura N° 4 Histograma Simple

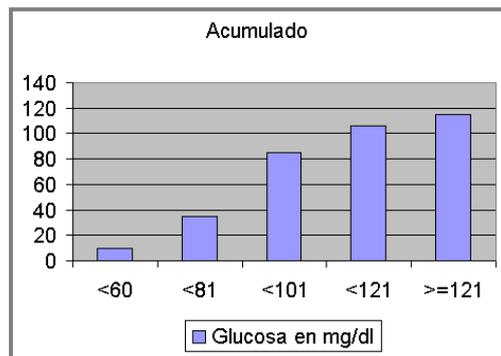


FUENTE: Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

-Histograma Acumulado:

Se representan las frecuencias en acumulado.

Figura N° 5 Histograma Acumulado

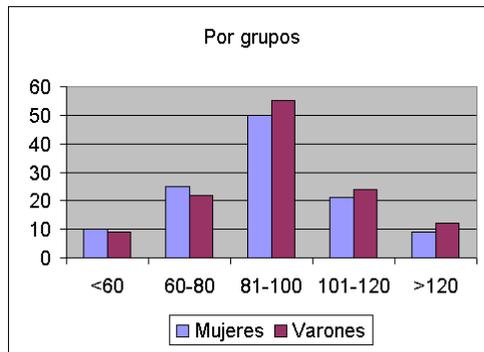


FUENTE: Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

-Histograma Por grupos:

Representar dos situaciones de una variable.

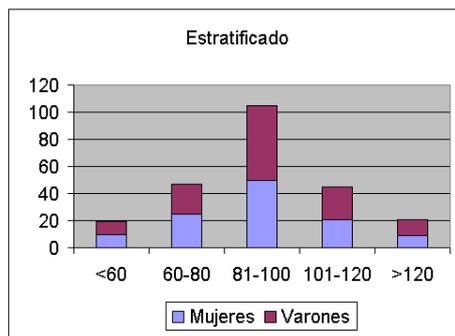
Figura N° 6 Histograma Por grupos



FUENTE: Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

-Histograma Estratificado.

Figura N° 7 Histograma Estratificado

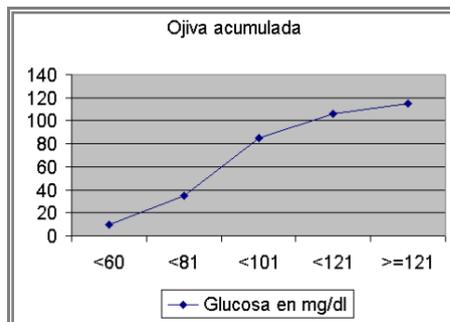


FUENTE: Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

-Histograma Ojiva Acumulada:

Para variables cualitativas y cuantitativas pueden representarse con polígonos de frecuencia, cuando se halla el acumulado se llama ojiva.

Figura N° 8 Histograma Ojiva Acumulada



FUENTE: Material docente de la Unidad de Bioestadística Clínica

El Diagrama de Pareto: Método de análisis que ayuda a discriminar entre las causas más importantes de un problema y las de menor importancia.

Figura N° 9 Principio de Pareto



FUENTE: Dreamstime

El Diagrama de Flujo: Representación gráfica de un proceso. Cada operación del proceso es representado por una imagen o símbolo diferente que describe una breve explicación de la etapa de proceso.

Figura N° 10 Simbología diagrama de flujo

| Simbología para diagramas de flujo | | |
|---|-------------------------|---|
| Símbolo | Conector | Descripción |
|  | Actividad o tarea. | Acción llevada a cabo en un proceso, representa cortes, cambios, modificaciones, ensambles; puede tener muchas entradas una salida. |
|  | Decisión | Sirve para indicar puntos donde se toman decisiones: Si, No. |
|  | Demora (no programada) | Retraso no programado de materiales o información; partes o productos; espera. |
|  | Transporte / movimiento | Cualquier acción que desplaza información, objetos o personas. |
|  | Almacenaje / Archivo | Retraso programado de materiales, partes o productos, se quedan en piso, almacén. |
|  | Inicio o final | Para marcar los extremos de un diagrama, podría implicar la actividad de inicio y fin. |

FUENTE: Material Pymes y Calidad 20

Hojas de verificación (Checklist): Esta herramienta se utiliza para recolectar datos en un formato lógico. Ayuda a asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de una tarea. Son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Su objetivo primordial es lograr que el recolector de la información esté en capacidad de reunir y organizar datos en un formato tal que les permita un análisis eficiente y fácil.

Figura N° 11 Checklist

| PLANILLA DE INSPECCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|--|
| Producto: | Ensamble A | | | | | | | | | | | | N°: _____ | | | | |
| Característica de Calidad: | Peso total del ensamble | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Magnitud: | Peso - Kilogramos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | 19-ago-12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proceso | ENS - 01 - M2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° de lote | 3758 - T2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspector | Ing. Salazar | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Escala | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | |
| Frecuencia | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | | | + | | | | | | | | | + | | | | | |
| Frecuencia | | | 1 | | | | | | | | | 2 | | | | | |

FUENTE: Slideshare

Estudio de tiempos

Técnica utilizada para determinar con exactitud el tiempo desarrollado por cada actividad.

El estudio de tiempos realizado con el cronómetro se ejecuta cuando:

- a) Se va a realizar una nueva actividad.
- b) Existen quejas por el tiempo de ejecución de las operaciones.
- c) Cuando hay causas que generan retraso en la operación y en las operaciones consecutivas.
- d) Se requiere determinar los tiempos estándar.
- e) Se identifican tiempos innecesarios (muertos).

A continuación los pasos para realizar el estudio de tiempos con cronómetro:

1. Comienzo

- Seleccionar la actividad.
- Seleccionar al trabajador.
- Análisis método de trabajo.
- Tener actitud frente al operario.

2. Efectuar

- Obtener información.
- Separar la actividad en elementos.
- Cronometrar.
- Se calcula el tiempo observado.

3. Valorar

- Determinar el valor del ritmo normal del operario promedio.
- Aplicar las técnicas que van a determinar la valoración.
- Calcular el tiempo determinado.

4. Suplementos

- Analizar los elementos con demoras.
- Determinar la fatiga.
- Calcular suplementos y tolerancias.

5. Tiempo estándar

- Determinar el error del tiempo estándar.
- Calcular la frecuencia.
- Identificar los tiempos interferentes.
- Calcular tiempo estándar.

Dividir la actividad en elementos:

El elemento está definido por una tarea que es elaborada por el operario con el fin de que ésta sea observada y cronometrada.

Selección de los elementos:

- Los elementos tienen que tener un inicio y fin definido.
- Deben ser breves.
- Los elementos mecánicos se deben separar de los manuales.

Los elementos se dividen en las siguientes clases:

Con respecto al ciclo:

- a) Elementos repetitivos: aparecen más de una vez en la operación.
- b) Elementos irregulares: no aparecen constantemente.
- c) Elementos extraños: dependen de varias variables.

Con respecto al ejecutor:

- a) Elementos manuales: lo realiza el operario.
- b) Elementos de máquina: realizado por la máquina.

Con respecto al tiempo:

- a) Elementos constantes: la ejecución siempre es igual.
- b) Elementos variables: dependen de varias variables.

Estudio de Métodos

“El estudio de Métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” BSI: Glossary of terms used in management services (London, 1992). El objetivo de este estudio es aplicar métodos más sencillos y eficientes para mejorar la productividad en cualquier sistema productivo, reduciendo el esfuerzo humano y la fatiga. Así como también el uso de materiales, máquinas y mano de obra creando un mejor ambiente físico de trabajo.

Los pasos a seguir para realizar el estudio de Métodos:

- a) Seleccionar: el trabajo que se realizara el estudio
- b) Registrar: toda la información inherente al método actual
- c) Examinar: Analizar críticamente lo registrado
- d) Idear: El método propuesto
- e) Definir: El nuevo método
- f) Implementar: El nuevo método
- g) Mantener: Verificar continuamente el método aplicado.

La representación gráfica de este método se ideó con el fin de mostrar de una manera más clara los procedimientos a seguir. Se inventó los diagramas que representan dichos procesos: Diagrama de Operaciones (DOP), Diagrama de actividades (DAP) y Diagrama de recorrido (DR). En estos diagramas se utiliza símbolos normalizados por la OIT.

Figura N° 12 Simbología de los diagramas de estudio de métodos

| Símbolo | Actividad | Descripción |
|---|------------|--------------------------------|
|  | Operación | Principales fases del proceso |
|  | Inspección | Verifica la cantidad y calidad |
|  | Transporte | Movimientos / Traslados |
|  | Espera | Demora entre actividades |

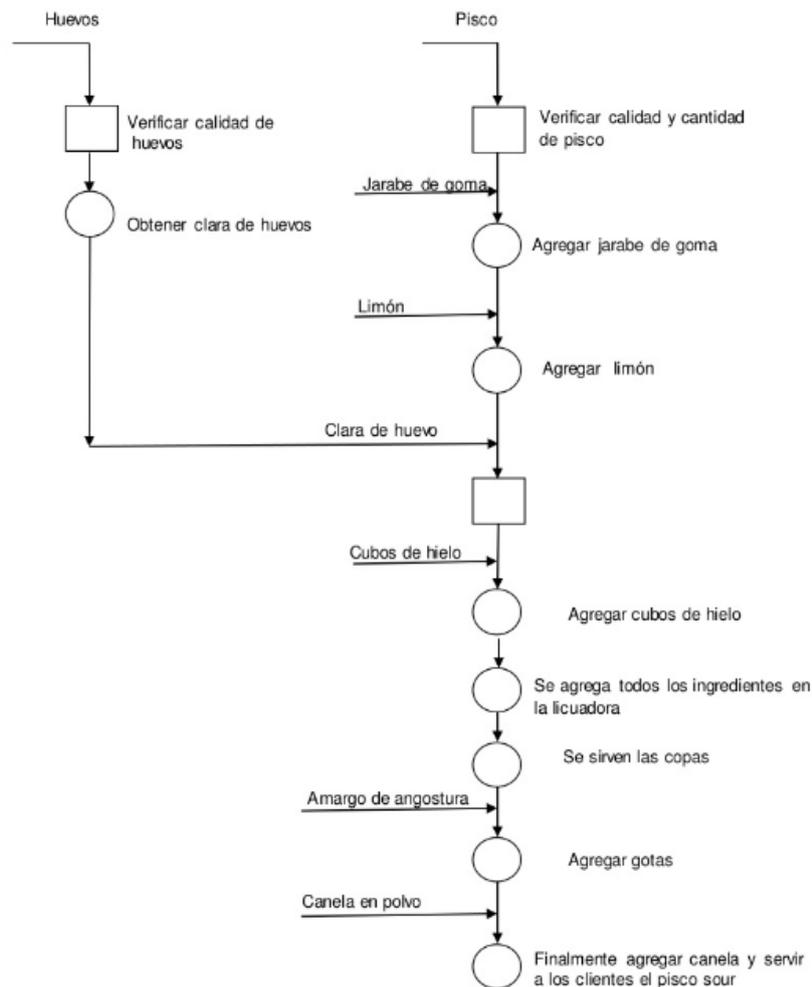
| | | |
|---|---------------------|--|
|  | Almacenamiento | Deposito en almacén |
|  | Actividad combinada | Operación e inspección simultáneamente |

Fuente: Elaboración propia

Diagrama de operaciones

Es la representación gráfica de elaborar un producto o un servicio. En este diagrama sólo se muestran las principales Operaciones e Inspecciones del proceso. Asimismo, muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones desde el principio: la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado, enumerando correctamente cada símbolo.

Figura N° 13 Diagrama de operaciones



Fuente: Slideshare

Diagrama de Actividades

La representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones y almacenamientos que ocurren durante el proceso, así mismo incluye información necesaria para el análisis del proceso como: tiempos y distancias recorridas; este diagrama representa el proceso real. Con la ayuda de este diagrama buscamos identificar y mejorar las actividades que no agregan valor al producto (transporte, inspección y almacenamiento)

Figura N° 14 Diagrama de Actividades

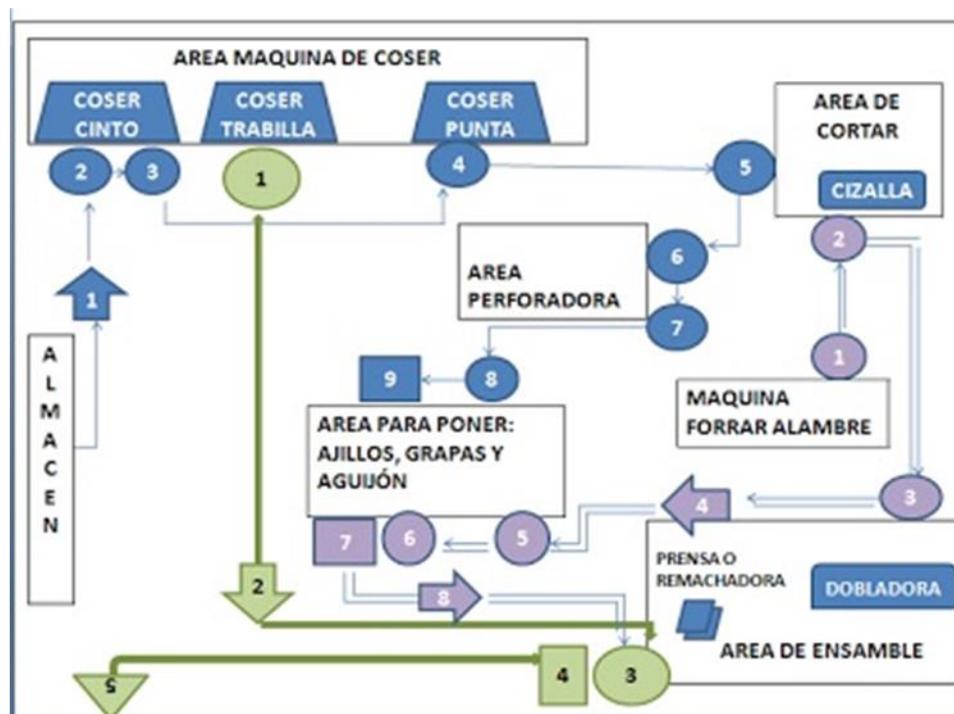
| Diagrama N°: 1 Hoja N°: 1 | | | Operario/material/equipo | | | | | |
|---|-----------|-----------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------|
| Objeto: PREPARAR PISCO SOUR | | | RESUMEN | | | | | |
| Actividad: Preparación de cocteles | | | Actividad | Actual | Prop | Econ | | |
| Método: Actual/Propuesto | | | Operación | | 11 | | | |
| Lugar: Coctelería | | | Transporte | | 1 | | | |
| Operario: A.C.R N° 1 | | | Espera | | | | | |
| Compuesto por: A.C.R Fecha: 18/06/2013 | | | Inspección | | 3 | | | |
| Aprobado por: F.N.G.M. Fecha: 19/06/2013 | | | Almacena | | 1 | | | |
| | | | Distancia | | | | | |
| | | | Tiempo | | | | | |
| | | | Cos to | | | | | |
| | | | M Obra | | | | | |
| | | | Material | | | | | |
| | | | Total | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | d. (m) | t. (m) | ○ | ⇒ | D | □ | ▽ | Observación |
| Ingredientes almacenados | | | | | | | | Ingredientes |
| Llevar a mesa junto a clientes | | | | | | | | |
| Servir pisco | | | | | | | | |
| Verificar calidad y cantidad pisco | | | | | | | | Inspección |
| Poner jarabe de goma | | | | | | | | |
| Echar limón | | | | | | | | |
| Verificar calidad de huevos | | | | | | | | Inspección |
| Obtener clara de huevos | | | | | | | | |
| Agregar cubos de hielo | | | | | | | | |
| Poner cubos de hielo | | | | | | | | |
| Agregar todos los ingredientes en licuadora | | | | | | | | Poner en licuadora |
| Licuar los ingredientes | | | | | | | | Tiempo 30 segundos |
| Servir en las copas | | | | | | | | |
| Agregar amargo de angostura | | | | | | | | |
| Agregar canela en polvo | | | | | | | | Producto final pisco sour. |
| TOTAL | | | 11 | 1 | - | 3 | 1 | |

Fuente: Slideshare

Diagrama de Recorrido

Es la representación objetiva de la trayectoria del proceso en el plano a escala de la planta, este diagrama es útil para mejorar el flujo de material y la distribución de la planta. Al elaborar, se debe identificar cada fase del proceso por medio de un símbolo y un número que correspondan a los utilizados en el DAP, así mismo se deben utilizar flechas cada cierto tramo para indicar la dirección del recorrido, se deben utilizar diferentes colores, para facilitar su análisis.

Figura N° 15 Diagrama de Recorrido



Fuente: Slideshare

Focus group

Es un método o sistema de recolección de información necesaria para efectuar una investigación. Este tipo de técnica se suelen utilizar para conseguir una amplia variedad de información de un determinado tema mediante opiniones e ideas. Entre los elementos importantes de un focus group se encuentra las preguntas formuladas por el moderador en un salón amplio y cómodo, donde los participantes se sientan con suficiente confianza para participar y dar unas respuestas auténticas.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Determinar el efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.

Objetivos Específicos

Determinar en qué medida aumenta la cantidad de estructuras atendidas a través de la implementación de 5'S en el área de operaciones.

Determinar en qué medida se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.

Determinar en qué medida disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación Teórica

La metodología 5S es una técnica que se aplica con excelentes resultados por su efectividad gracias al reforzamiento de los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo competente y productivo. Esta metodología tiene 5 principios básicos que ayudarán al mejoramiento continuo, y los objetivos de mediano y largo plazo de la empresa elegida.

Esta herramienta de gestión determinará las mejoras en esta empresa, ayudando a atender la demanda pronosticada por el incremento de servicio en el negocio del entretenimiento.

Justificación Práctica

Tras la implementación en cada indicador de la eficiencia permitirá a la empresa conocer en dónde y cómo se originan las deficiencias. Asimismo, ayudará a resolver el problema que presenta la empresa.

Para ello, se realiza observaciones al operario identificando las causas principales a través de herramientas de calidad que nos ayudarán a definir las problemáticas del proceso de elaboración de estructuras posteriormente se propondrá cual es la mejor herramienta lean para poder mejorar este proceso.

Justificación Social

Al lograr despejar el ambiente de trabajo, los operarios podrán trabajar y desplazarse de una manera más óptima y cómoda, adecuando la estación de trabajo de manera que realicen menores movimientos, esto ayudará a reducir el esfuerzo que realizan. En consecuencia, favorecerá el proceso de empalme, montaje y pintura. Finalmente al tener un impacto positivo, se obtendrá una mejoría en el servicio a los clientes.

HIPÓTESIS

Hipótesis general

Ha: Se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.

Ho: No se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.

Hipótesis específicas

Hipótesis específico 1

Ha1: La cantidad de estructuras atendidas aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.

Ho1: La cantidad de estructuras atendidas no aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.

Hipótesis específico 2

Ha2: Se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.

Ho2: No se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.

Hipótesis específico 3

Ha3: Se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.

Ho3: No se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla N° 1 Matriz de consistencia

| Formulación del Problema | Objetivos | Hipótesis | Variable | Metodología |
|--|---|---|---|---|
| <p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida aumenta las estructuras atendidas a través de la implementación de 5'S en el área de operaciones?</p> <p>¿En qué medida se reduce el tiempo de operación en el proceso de elaboración de ensamblaje, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S?</p> <p>¿En qué medida disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S?</p> | <p>Objetivo General</p> <p>Determinar el efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar en qué medida aumenta las estructuras atendidas a través de la implementación de 5'S en el área de operaciones.</p> <p>Determinar en qué medida se reduce el tiempo de operación en el proceso de ensamblaje, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.</p> <p>Determinar en qué medida disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.</p> | <p>Hipótesis General</p> <p>Ha: Se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.</p> <p>Ho: No se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Ha1: La cantidad de estructuras atendidas aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.</p> <p>Ho1: La cantidad de estructuras atendidas no aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.</p> <p>Ha2: Se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.</p> <p>Ho2: No se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.</p> <p>Ha3: Se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.</p> <p>Ho3: No se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.</p> | <p>Eficiencia</p> <p>Según Koontz y Wehrich "la eficiencia es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos".</p> <p>Según Robbins y Coulter "la eficiencia es obtener mayores resultados con la mínima inversión."</p> <p>Indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Cantidad de estructuras atendidas. b. Tiempo de operación, de empalme, montaje y pintura. c. Desplazamientos del operario. | <p>Metodología:</p> <p>Explicativa.</p> <p>Paradigma:</p> <p>Positivista.</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>Método:</p> <p>Experimental del tipo: Cuasi-experimental.</p> |

FUENTE: Elaboración Propia

MARCO METODOLÓGICO

Metodología

La metodología explicativa según Sampieri está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, (Metodología de la investigación 5ta edición, pág. 83).

El alcance de este trabajo, es explicativo, ya que se recolectará información del área de operaciones mediante observaciones en periodos específicos para hacer posteriormente un análisis del porqué de la baja eficiencia en la elaboración de estructuras.

Paradigma

Según Dobles, Zúñiga y García (1998) el positivismo se caracteriza por afirmar que el único conocimiento verdadero es aquel que es producido por la ciencia, asume que sólo las ciencias empíricas son fuente aceptable de conocimiento.

Esta investigación se enfoca en un paradigma positivista, mostraremos una data cuantitativa confiable, que se validarán con base histórica brindada por la empresa y los estudios que se realizarán en el área de operaciones.

Enfoque

El enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos secuenciales y probatorios con orden riguroso, comenzando con la construcción de marco teórico, hipótesis, determinación y medición de variables, finalizando con la obtención de las conclusiones respecto a las hipótesis ((Metodología de la investigación 5ta edición, pág. 46).

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, se basará en identificar el aumento de la eficiencia de la elaboración de estructuras a través de la mejora de cantidad de estructuras, tiempo de operación de empalme, montaje y pintura, desplazamientos.

Método

La metodología utilizada en el presente estudio se basa en investigación experimental del tipo cuasi- experimental, según Sampieri se utilizan cuando no es posible asignar al azar a los sujetos a los grupos que recibirán los tratamientos experimentales variables (Metodología de la investigación 5ta edición, pág. 148). Es así como se empezará a observar al operario en base al estudio de tiempos identificando las actividades que perjudican atender las órdenes de trabajo.

VARIABLE

La **eficiencia** puede definirse:

Según Koontz y Weihrich “la eficiencia es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos”.

Según Robbins y Culote “la eficiencia es obtener mayores resultados con la mínima inversión.”

Como definición planteamos “la eficiencia es obtener los mayores resultados con la menor cantidad de recursos”.

La **eficiencia** será medida a través de los indicadores:

- a. Cantidad de estructuras atendidas.
- b. Tiempo de operación de empalme, montaje y pintura.
- c. Desplazamientos del operario.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Tabla N° 2 Población y muestra

| Variable | Indicadores | Población y Muestra |
|------------|---|--|
| Eficiencia | Cantidad de estructuras rectangulares 29x29 2m elaboradas | P: Órdenes de estructuras rectangulares 29x29 2m |
| | Tiempo de proceso de empalme, montaje y pintura | M: Muestreo poblacional |
| | Desplazamientos del operario del área de operaciones | Operarios del área de operaciones (23) |

FUENTE: Elaboración Propia

UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis de esta investigación será la orden de trabajo de elaboración de estructuras rectangulares de 29x29 2 m enviada al área de operaciones.

INSTRUMENTOS Y TECNICAS

Definición del problema

Entrevista a gerente general de la empresa

Se realizó una entrevista al gerente general de la empresa, con el fin de tener una visión clara del proceso a nivel macro que vienen ejecutando los operarios (ANEXO N°1).

Registro de elaboración de estructuras año 2016

El problema actual es que no se llega atender los pedidos, generando gastos demás para poder cumplir con el cliente a tiempo. Se tiene el registro de los pedidos atendidos del año 2016 (ANEXO N°2).

Hoja de registro de observaciones

Se realizaron las observaciones en el área de operaciones (empalme, montaje y pintura), se recolectaron en una hoja de registro.

Para poder realizar la hoja de registro del problema principal identificado utilizamos unos pasos que nos ayudó a colocar todas las ideas.

1. Seleccionamos el problema principal.
2. Anotar las ideas en conjunto sin importar si sea buena o mala.
3. Los problemas identificados no son criticados.
4. Mejorar cualquier sugerencia observada.
5. Las mejores ideas son analizadas a fin del proponer soluciones.

Entrevista: para conocer el proceso de operaciones

Para poder conocer el proceso que lleva a cabo la operación de elaboración de estructuras rectangulares 29x29 2m, se entrevistó al gerente general de la empresa, quien nos detalló el proceso pudiendo conocer más sobre la baja eficiencia que se presenta en esta área (ANEXO N°1).

Se dividió la elaboración de estructuras 29x29 x 2m en tres procesos (empalme, montaje y pintura).

Tabla N° 3 Elementos de la elaboración de estructuras 29x29 x 2m

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 x 2 m | |
|---|--|
| Proceso de empalme | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio a empalmar en el almacén de estructuras |
| 2 | Inspeccionar los tramos de aluminio a llevar |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos) |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme (2 tramos) |
| 5 | Volver al almacén de estructuras por los otros dos tramos |
| 6 | Recoger los tramos faltantes del almacén de estructuras |

| | |
|---------------------------|---|
| 7 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos faltantes) |
| 8 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme |
| 9 | Ir a la zona de herramientas 1 |
| 10 | Buscar los instrumentos para proceder a realizar las marcas en la zona de herramientas 1 |
| 11 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme |
| 12 | Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión en la zona de empalme |
| 13 | Ir al almacén de estructuras |
| 14 | Buscar las diagonales y horizontales |
| 15 | Revisión de las diagonales y horizontales |
| 16 | Escoger los componentes de la estructura a ensamblar (placas) en el almacén de estructuras |
| 17 | Revisión de las placas |
| 18 | Ir a la zona de empalme |
| 19 | Dejar las diagonales, horizontales y placas en la zona de empalme |
| 20 | Ir a la zona de herramientas 2 |
| 21 | Buscar en la zona de herramientas 2 los instrumentos para realizar la unión de estructuras y corte de mermas |
| 22 | Ir a la zona de empalme |
| 23 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio en la zona de empalme |
| 24 | Cortar mermas |
| 25 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje |
| 26 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje |
| 27 | Ir a zona de herramientas 3 |
| 28 | Buscar las pinzas de presión en la zona de herramientas 3 |
| Proceso de montaje | |
| 29 | Ir a la zona de montaje |
| 30 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje |
| 31 | Ir a la zona de herramientas 2 |
| 32 | Buscar la herramienta para soldar en la zona de herramientas 2 |
| 33 | Ir a la zona de montaje |
| 34 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje |
| 35 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura |
| 36 | Dejar la estructura montada |
| 37 | Ir al almacén de materiales |
| 38 | Buscar insumos en el almacén de materiales para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado |
| Proceso de pintura | |
| 39 | Ir a la zona de pintura |
| 40 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura |
| 41 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante |
| 42 | Dejar secar |
| 43 | Ir a la zona de equipos |
| 44 | Recoger la compresora de la zona de equipos |
| 45 | Llevar a la zona de pintura |
| 46 | Vaciar y verificar la pintura al compresor |
| 47 | Pintar y verificar la estructura |
| 48 | Dejar secar |
| 49 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras |

FUENTE: Elaboración propia

Medición

Check list 5'S antes de la implementación

Para medir la baja eficiencia, de acuerdo a la hoja de registro descrita, se realizó un check list de 5'S antes de la implementación bajo una plantilla (ANEXO N°4), de esta manera podemos demostrar mediante un instrumento validado los problemas de esta empresa meses (abril, mayo, junio, julio).

Figura N° 16 Check list antes de la implementación área de operaciones

| PLANILLA INSPECCION 5 "S" | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------------|---|---|---|------------------|---------|---|---------|---|
| Procesos Industriales | | | | | | | | | | | | |
| Gerencia: Acería | | | | Gerencia/Planta: | | | | | | | | |
| Area : Operaciones | | | | Sector: | | | | EVALUACION: 2017 | | | | |
| Coordinador: | | | | Multiplicador: | | | | X | Interna | | Externa | |
| Ítem a evaluar | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| UTILIZAR | | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿Los EQUIPOS DISPONIBLES(móviles y fijos: máquinas, grúas, tornos, amoladoras, hornos, etc.) y HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS (llaves, alicates, rodamientos, ejes, chumaceras, guías, mangueras, estrobos, tarjetas electrónicas,etc) están en buenas condiciones (incluye: enchufes, cables, accesorios completos, etc) y son utilizados? | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | | |
| 2. ¿Los INSUMOS/PRODUCTOS (soldadura, grasa, wipe, pintura, solventes, aceites, piezas acondicionadas, productos terminados y semi-terminados, etc.) son necesarios (puntaje 0 a 3) y cuenta con la ficha MSDS (puntaje 4)? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 3. ¿Los ARMARIOS/ ESTANTES/ ESCRITORIOS disponibles en la Zona son usados en forma adecuada, están en buenas condiciones y son necesarios? | | | | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | |
| 4. ¿Los DEPOSITOS y/o LUGARES (Centros de acopio) para residuos sólidos disponibles son los necesarios, adecuados están en buenas condiciones(limpieza interna y externa), y estan siendo usados de acuerdo al código de colores/identificación? | | | | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 5. ¿Usan y conservan DOCUMENTACION VIGENTE/de acuerdo a Lista de Control de Documentos (PR/EO/Planos, Normas, etc.) y Registros (formatos, libros de incidencias, APR, pre-uso, etc.? debidamente ordenado e identificado,Verificar versión y vigencia y el operador conoce la documentación que hay en el puesto y en los paneles(puntaje 4) | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ORDENAR | | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿Las HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS utilizadas poseen lugar específico identificado para su almacenamiento y es de fácil acceso? | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| 2.- ¿Los INSUMOS y/o PRODUCTOS disponibles poseen lugar definido e identificado indicando cantidad mínima y máxima para su almacenamiento. Este lugar facilita el acceso para su uso? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 3. ¿Los EQUIPOS MOVILES y TABLEROS DE MANDO O CONTROL están dispuesto tal que facilita la circulación entre las actividades productivas y ademas tienen un lugar específico de disposición cuando no está en uso y cuentan con identificación (legible, sin correcciones y adecuada)? | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| 4. ¿Las DEMARCACIONES(caminos peatonales"verde con franjas amarillas"), SEÑALIZACIONES E IDENTIFICACIONES, disponibles en la zona están de acuerdo al estandar de GERDAU y PR 226-001 (Normalización de Colores) y orientan acerca de los items de seguridad? | | | | 0 | 0 | 1 | 2 | | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 4 | 4 | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| LIMPIAR | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. ¿Los PISOS se encuentran limpios, sin irregularidades, demarcados y libre de obstáculos y permita actividades que no generan sobre esfuerzo? | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | |
| 2. ¿El estado de las, PAREDES, TECHOS, VENTANAS, PERSIANAS, SEPARADORES, BAÑOS y/o VESTIDORES se encuentran limpios | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 3. ¿Las Reglas Específicas, Política Integrada y/o CUADROS DE GESTION A LA VISTA (radar, cuadros de resultados, etc.) están limpios, actualizados y en buen estado de conservación? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 4. ¿Los TABLEROS DE MANDO o CONTROL están optimamente limpios y en buen estado, con sus respectivos botones o interruptores y sus medidores y dispositivos de bloqueo y emergencia y mesas limpias y en buen estado? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 7 | 7 | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ESTANDARIZAR/SALUD | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿El LAY OUT (croquis o plano del sector) incluye los caminos peatonales del área o sector, es adecuado y se exhibe para conocimiento y cada área tiene un responsable ? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 1. ¿Los UNIFORMES y EPPs utilizados están en buenas condiciones de uso, buen estado de conservación, limpios y han sido suministrados por siderperú ? | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | |
| 2. Existen señalizaciones que indique la velocidad de circulación dentro del área de los equipos móviles, gruas y ademas existe caminos peatonales. | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 3. ¿La ILUMINACIÓN es adecuada, todas las lámparas están en perfecto funcionamiento y los caminos peatonales están iluminados correctamente? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 4. ¿Todas la tuberías están identificadas con el tipo de fluido y el sentido del flujo, todos los manómetros tienen marcados sus rangos de trabajo? | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| 5. ¿Los EXTINTORES son los necesarios y están en el sector o próximo a este con fácil acceso, con vigencia en su carga, adecuadamente fijado y con la debida identificación /codificación y señalización? | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 13 | 13 | 13 | 14 | | | | |
| AUTODISCIPLINA | | | | | | | | | | | |
| 1.¿Las personas de la Zona están utilizando los EPPs definidos para las actividades ejecutadas Y transitan por los pasajes designados Dentro de la planta? | | | | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | |
| 2. ¿La APLICACIÓN DE LAS 4 PRIMERAS S están siendo cumplidos aunque no esté presente el personal que labora en el sector? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 3. ¿Se propone acciones correctivas y/o preventivas, si la puntuación es < 3 y se cumple el levantamiento de éstas según lo programado? Verificar hoja de Inspección | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 4. ¿Los Colaboradores tienen CONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE 5 S y valoran tener su zona en buen estado y además conocen las POLITICA INTEGRADA? | | | | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | |
| 5. ¿Los OBJETOS PERSONALES no está mezclados con los objetos de trabajo ? | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 8 | 8 | 10 | 10 | | | | |

FUENTE: Check List Industrial

Hoja de registro: cronómetro de actos que no agregan valor

Mediante el estudio de tiempos, analizaremos el tiempo que toma a uno de los operarios diariamente el comienzo del proceso de empalme hasta llegar a la elaboración de las estructuras. Tomaremos los tiempos con un cronómetro, identificando aquellas actividades que no agregan valor. Hallaremos el tiempo estándar actual.

Tabla N° 4 Secuencia para el tiempo estándar antes de la implementación 5'S

| | | | |
|--|--|------------------------------|---|
| Paso 1: Medición 10 observaciones- Cronometraje vuelta a cero | Paso 2: Media aritmética | Paso3: Ajuste +/- 20% | Paso 4: Eliminar tiempos (mínimos y máximos) |
| ANEXO N°6 | ANEXO N°7 | ANEXO N°8 | ANEXO N°9 |
| Paso 5: Tiempo observado | Paso 6: Calificar método Westinghouse | Paso 7: Tiempo normal | Paso 8: Agregar Suplementos |
| ANEXO N°10 | ANEXO N°11 | ANEXO N°12 | ANEXO N°13 |

FUENTE: Elaboración propia

Como último paso se halla el tiempo estándar (ANEXO N°14):

Al igual que el anterior procedimiento, se eliminará los tiempos de los elementos 42 y 48.

Una estructura rectangular de 29x29 2 m = (1025.52 - 254.45 – 254.45) = 516.62 minutos = 8.61 horas

Se resta los tiempos 254.45 minutos a el tiempo de operación puesto que son el tiempo que se deja secar la estructura, por lo tanto el trabajo operativo es 516.62 minutos (8.61 horas). El operario trabaja de lunes a sábado, de lunes a viernes de 7 am a 5 pm y sábados de 7 am a 12 pm.

Tiempo de operación para una estructura rectangular de 29x29 2 m = 8.61 horas.

De acuerdo a este resultado se determina que es demasiado tiempo para la elaboración de una estructura puesto que hay tiempos improductivos que no logran un proceso productivo óptima, ello engloba al desorden actual que existe en la planta, por lo que se ha tomado como solución usar la herramienta 5'S. Posteriormente veremos los resultados al aplicar estas mejoras a la elaboración de la estructura rectangular 29x29 2m.

Hoja de registro: desplazamientos innecesarios

Se realizó una minuciosa observación y se detalló mediante una hoja de registro los tiempos y distancias recorridas, donde se pudo observar los desplazamientos innecesarios y actividades que toman demasiado tiempo en ejecutarse (ANEXO N° 15).

Total de distancia recorrida (119.4 m)

Total de tiempo en el proceso (1025.52 min)

Análisis

Focus group: identificar las causales

Se realizó una pequeña reunión con algunos trabajadores para poder tener una idea clara de la baja eficiencia que se viene presentando en la empresa.

Figura N° 17 Focus group



FUENTE: Elaboración propia

Encuesta: para ponderar las causales y reconocer las de mayor relevancia

Para poder identificar las causas de mayor grado que implica el problema principal (Baja eficiencia en la elaboración de estructuras de 29x29 2m), se procederá a realizar una encuesta a las personas que involucran esta área (ANEXO N°16).

Tabla N° 5 Frecuencias registradas en el área de operaciones

| Causas principales de la Baja eficiencia en la elaboración de estructuras | Numeración | Frecuencia |
|--|-------------------|-------------------|
| Desorden en el área de operaciones | Causa 1 | 473 |
| No identifica prioridades | Causa 2 | 455 |
| Tiempos excesivos de producción | Causa 3 | 436 |
| Falta de Tableros de control | Causa 4 | 427 |
| No limpia su lugar de actividades | Causa 5 | 418 |
| Falta de definición de áreas | Causa 6 | 400 |
| No ordena su lugar de actividades | Causa 7 | 400 |
| Desorden de herramientas | Causa 8 | 391 |
| Materiales innecesarios | Causa 9 | 391 |
| Materiales desordenados | Causa 10 | 386 |
| Mala distribución de sus funciones | Causa 11 | 373 |
| Falta de tiempo estándar | Causa 12 | 355 |
| Demora en ejecución | Causa 13 | 318 |
| Carece de identificación del proceso | Causa 14 | 255 |
| Falta de lugar específico para materiales | Causa 15 | 250 |
| Mal ubicación de equipos | Causa 16 | 227 |
| Usan método antiguo | Causa 17 | 218 |
| Mal mantenimiento de equipos | Causa 18 | 214 |
| Ausencia de capacitaciones | Causa 19 | 209 |
| Falta de herramientas de ingeniería | Causa 20 | 191 |
| Poca iluminación | Causa 21 | 182 |
| No le gusta el puesto de operación | Causa 22 | 164 |
| No recibe incentivos | Causa 23 | 136 |

FUENTE: Elaboración propia

Implementación

Checklist del grado de implementación

Para medir la implementación realizada, se realizó un check list de 5'S de la implementación bajo una plantilla (ANEXO N°4), de esta manera podemos demostrar mediante un instrumento validado la implementación en la empresa meses (agosto, setiembre, octubre y noviembre).

Figura N° 18 Check list de la implementacion área de operaciones

| PLANILLA INSPECCION 5 "S" | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|----|----------------------------------|---|
| Procesos Industriales | | | | | | | | | | | | |
| Gerencia: Acería | | | | | | Gerencia/Planta: | | | | | | |
| Area : Operaciones | | | | | | Sector: | | | EVALUACION: 2017 | | | |
| Coordinador: | | | | | | Multiplicador: | | | <input checked="" type="checkbox"/> Interna | | <input type="checkbox"/> Externa | |
| Ítem a evaluar | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| UTILIZAR | | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿Los EQUIPOS DISPONIBLES(móviles y fijos: máquinas, grúas, tornos, amoladoras, hornos, etc.) y HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS (llaves, alicates, rodamientos, ejes, chumaceras, guías, mangueras, estrobos, tarjetas electrónicas,etc) están en buenas condiciones (incluye: enchufes, cables, accesorios completos, etc) y son utilizados? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 2. ¿Los INSUMOS/PRODUCTOS (soldadura, grasa, wipe, pintura, solventes, aceites, piezas acondicionadas, productos terminados y semi-terminados, etc.)son necesarios (puntaje 0 a 3) y cuenta con la ficha MSDS (puntaje 4)? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 3. ¿Los ARMARIOS/ ESTANTES/ ESCRITORIOS disponibles en la Zona son usados en forma adecuada, están en buenas condiciones y son necesarios? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 4. ¿Los DEPOSITOS y/o LUGARES (Centros de acopio) para residuos sólidos disponibles son los necesarios, adecuados están en buenas condiciones(limpieza interna y externa), y estan siendo usados de acuerdo al código de colores/identificación? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 5. ¿Usan y conservan DOCUMENTACION VIGENTE/de acuerdo a Lista de Control de Documentos (PR/EO/Planos, Normas, etc.) y Registros (formatos, libros de incidencias, APR, pre-uso, etc.? debidamente ordenado e identificado,Verificar versión y vigencia y el operador conoce la documentación que hay en el puesto y en los paneles(puntaje 4) | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 3 | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 10 | 15 | 15 | |
| ORDENAR | | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿Las HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS utilizadas poseen lugar específico identificado para su almacenamiento y es de fácil acceso? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 2.- ¿Los INSUMOS y/o PRODUCTOS disponibles poseen lugar definido e identificado indicando cantidad mínima y máxima para su almacenamiento. Este lugar facilita el acceso para su uso? | | | | | | | | 2 | 3 | 3 | 3 | |
| 3. ¿Los EQUIPOS MOVILES y TABLEROS DE MANDO O CONTROL están dispuesto tal que facilita la circulación entre las actividades productivas y ademas tienen un lugar específico de disposición cuando no está en uso y cuentan con identificación (legible, sin correcciones y adecuada)? | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| 4. ¿Las DEMARCACIONES(camino peatonales"verde con franjas amarillas"), SEÑALIZACIONES E IDENTIFICACIONES, disponibles en la zona están de acuerdo al estandar de GERDAU y PR 226-001 (Normalización de Colores) y orientan acerca de los items de seguridad? | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 9 | 11 | 11 | |
| LIMPIAR | | | | | | | | | | | | |
| 1. ¿Los PISOS se encuentran limpios, sin irregularidades, demarcados y libre de obstáculos y permita actividades que no generan sobre esfuerzo? | | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 4 | |
| 2. ¿El estado de las, PAREDES, TECHOS, VENTANAS, PERSIANAS, SEPARADORES, BAÑOS y/o VESTIDORES se encuentran limpios | | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 4 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| 3. ¿Las Reglas Específicas, Política Integrada y/o CUADROS DE GESTION A LA VISTA (radar, cuadros de resultados, etc.) están limpios, actualizados y en buen estado de conservación? | | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 4 | | | | | |
| 4. ¿Los TABLEROS DE MANDO o CONTROL están optimamente limpios y en buen estado, con sus respectivos botones o interruptores y sus medidores y dispositivos de bloqueo y emergencia y mesas limpias y en buen estado? | | | | | | | | 3 | 3 | 4 | 4 | | | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 12 | 16 | 16 | |

ESTANDARIZAR/SALUD

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|---|----|----|----|----|--|
| 1. ¿El LAY OUT (croquis o plano del sector) incluye los caminos peatonales del área o sector, es adecuado y se exhibe para conocimiento y cada área tiene un responsable ? | | | | | | | | | 3 | 3 | 4 | 4 | | |
| 1. ¿Los UNIFORMES y EPPs utilizados están en buenas condiciones de uso, buen estado de conservación, limpios y han sido suministrados por siperperú ? | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 3 | | |
| 2. Existen señalizaciones que indique la velocidad de circulación dentro del área de los equipos móviles, gruas y ademas existe caminos peatonales. | | | | | | | | | 2 | 3 | 3 | 3 | | |
| 3. ¿La ILUMINACIÓN es adecuada, todas las lámparas están en perfecto funcionamiento y los caminos peatonales están iluminados correctamente? | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 4. ¿Todas la tuberías están identificadas con el tipo de fluido y el sentido del flujo, todos los manómetros tienen marcados sus rangos de trabajo? | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 5. ¿Los EXTINTORES son los necesarios y están en el sector o próximo a este con fácil acceso, con vigencia en su carga, adecuadamente fijado y con la debida identificación /codificación y señalización? | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | | | 16 | 17 | 18 | 19 | |

AUTODISCIPLINA

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|----|----|----|----|--|
| 1. ¿Las personas de la Zona están utilizando los EPPs definidos para las actividades ejecutadas Y transitan por los pasajes designados Dentro de la planta? | | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | | |
| 2. ¿La APLICACIÓN DE LAS 4 PRIMERAS S están siendo cumplidos aunque no esté presente el personal que labora en el sector? | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 3. ¿Se propone acciones correctivas y/o preventivas, si la puntuación es < 3 y se cumple el levantamiento de éstas según lo programado? Verificar hoja de Inspección | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 4. ¿Los Colaboradores tienen CONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE 5 S y valoran tener su zona en buen estado y además conocen las POLITICA INTEGRADA? | | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | 3 | | |
| 5. ¿Los OBJETOS PERSONALES no está mezclados con los objetos de trabajo ? | | | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| PUNTAJE TOTAL | | | | | | | | | | 13 | 13 | 15 | 15 | |

FUENTE: Elaboración propia

Control

Hoja de registro de producción después de la implementación

A continuación se muestra la tabla que se tiene como registro de la elaboración de estructuras con respecto a las solicitadas.

Tabla N° 6 Estructuras atendidas 2016 y 2017

| Semanas | Estructuras rectangulares 29x29 2m solicitadas 2017 | Elaboración de estructuras rectangulares 29x29 2m después de la implementación 5'S |
|--------------------|---|--|
| Octubre Semana 1 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 2 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 3 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 4 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 1 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 2 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 3 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 4 | 15 | 15 |

FUENTE: La empresa

Hoja de registro después de la implementación

Se realizó nuevamente el estudio de tiempos, donde se visualizará que se disminuyeron los tiempos tanto en actividades como en recorridos. Se halla el tiempo estándar después de la implementación.

Tabla N° 7 Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m después de implementar 5's

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 x 2 m implementando 5'S | |
|---|---|
| Proceso de empalme | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio, diagonales, horizontales y placas a empalmar en el almacén de estructuras de acuerdo a las medidas planteadas |
| 2 | Inspeccionar los aluminios |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme |
| 5 | Ir a la zona de herramientas y materiales |
| 6 | Buscar los instrumentos y herramientas para realizar las marcas de soldadura y corte de los aluminios |
| 7 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme |
| 8 | Realizar las marcaciones de soldadura y corte con bastante precisión |
| 9 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio |
| 10 | Cortar mermas |
| 11 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje |
| 12 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje |
| 13 | Ir a la zona de herramientas y materiales |

| | |
|---------------------------|---|
| 14 | Buscar las pinzas de presión y la herramienta de soldar en la zona de herramientas y materiales |
| Proceso de montaje | |
| 15 | Ir a la zona de montaje |
| 16 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje |
| 17 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje |
| 18 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura |
| 19 | Dejar la estructura montada |
| 20 | Ir a la zona de herramientas y materiales |
| 21 | Buscar insumos para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado |
| 22 | Ir a la zona de equipos |
| 23 | Recoger la compresora de la zona de equipos |
| Proceso de pintura | |
| 24 | Ir a la zona de pintura |
| 25 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura |
| 26 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante |
| 27 | Dejar secar |
| 28 | Vaciar y verificar la pintura al compresor |
| 29 | Pintar y verificar la estructura |
| 30 | Dejar secar |
| 31 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras |

FUENTE: Elaboración propia

Los elementos disminuyeron de 49 a 31 (eliminamos 18 actividades que no agregan valor).

Ahora con las nuevas implementaciones el operario tiene una mejor visión de sus funciones, hay reducción de los tiempos improductivos gracias a la implementación de las 5'S.

Tabla N° 8 Secuencia para el tiempo estándar después de la implementación 5'S

| Paso 1: Medición 10 observaciones- Cronometraje vuelta a cero | Paso 2: Media aritmética | Paso3: Ajuste +/- 20% | Paso 4: Eliminar tiempos (mínimos y máximos) |
|--|--|------------------------------|---|
| ANEXO N°18 | ANEXO N°19 | ANEXO N°20 | ANEXO N°21 |
| Paso 5: Tiempo observado | Paso 6: Calificar método Westinghouse | Paso 7: Tiempo normal | Paso 8: Agregar Suplementos |
| ANEXO N°22 | ANEXO N°23 | ANEXO N°24 | ANEXO N°25 |

FUENTE: Elaboración propia

Como último paso se halla el tiempo estándar (ANEXO N°26):

Procedemos a eliminar los tiempos de los elementos 27 y 30.

Una estructura rectangular de 29x29 2 m = $(922.45 - 265.61 - 265.61) = 391.23$ minutos = 6.52 horas.

Tiempo estándar para una estructura rectangular después de implementar 5'S de 29x29 2 m = 6.52 horas.

Comparado con el proceso anterior podemos decir que gracias a la implementación de las 5's el tiempo estándar pudo disminuirse en:

Tabla N° 9 Tabla comparativa del tiempo estándar

| | Tiempo estándar anterior | Tiempo estándar actual | Tiempo disminuido |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Minutos | 516.62 | 391.23 | 125.39 |
| horas | 8.61 | 6.52 | 2.09 |

FUENTE: Elaboración propia.

Hoja de registro: desplazamientos innecesarios después de la implementación de 5'S

Se tomó nota de la distancia y tiempo en el proceso que fueron disminuidos después de la implementación de 5'S (ANEXO N° 26).

Total de distancia recorrida (66.3 m).

Total tiempo en el proceso (922.26 min).

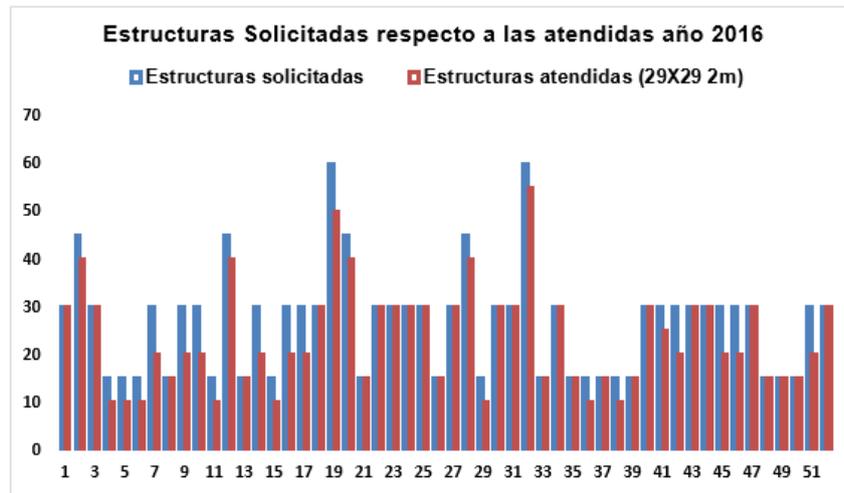
PROCEDIMIENTOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS

Definición del problema

Diagrama de barras

Se tiene compara mediante un diagrama de barras las ordenes solicitadas vs pedidos atendidos año 2016.

Figura N° 19 Órdenes solicitadas vs pedidos atendidos año 2016



FUENTE: Elaboración propia

Lluvia de Ideas

Se muestra a continuación las observaciones que se realizaron en el área de operaciones, para poder identificar el problema de la baja eficiencia.

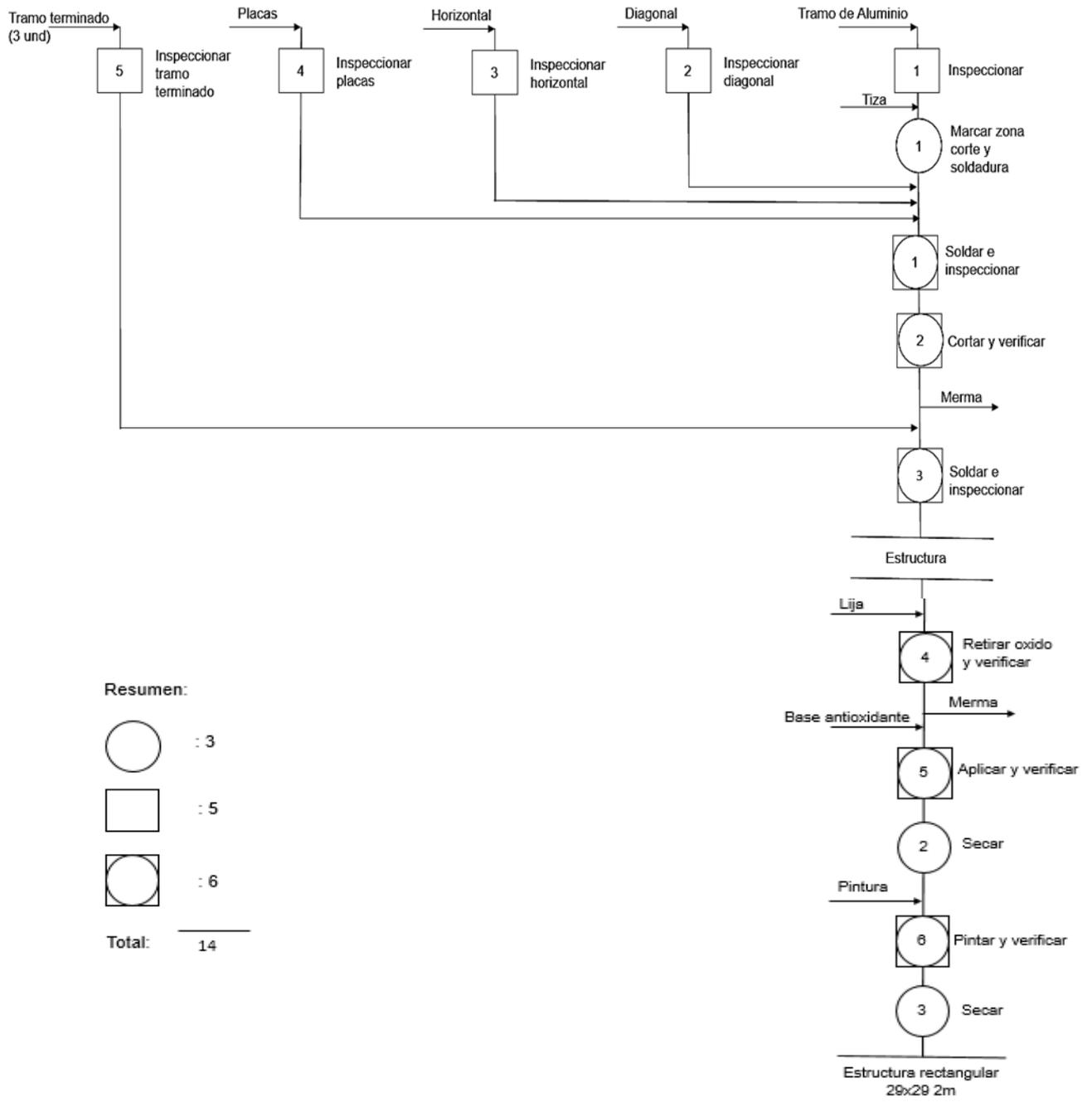
1. Ausencia de control de materiales de entrada (estructuras principales).
2. Mal disposición de uso del material destinado finalmente para otro trabajo
3. Pérdida del material
4. Falta de notificación en disponibilidad de materiales
5. Mala instrucción de los operarios
6. Pérdida de tiempo en desplazamientos
7. Demora en búsqueda de materiales
8. Mala distribución de las funciones
9. Demora en ubicar herramientas
10. Pérdida de herramientas
11. Mala ubicación de los equipos
12. Desorden de herramientas
13. Materiales desordenados
14. No existe un área definida de los procesos terminados
15. Suciedad en el área

16. Ausencia de un programa de capacitación
17. Falta de evaluación del personal
18. Personal no respeta los procedimientos
19. Presencia de elementos inútiles en el área
20. Demora en la ejecución
21. Materiales dañados
22. Material innecesario
23. Material obsoleto
24. Seguimiento incorrecto en los procesos
25. Necesidad de replantear procesos
26. Mala planificación del montaje de estructuras rectangulares
27. Falta de evaluación y conocimiento de indicadores
28. Falta de un tiempo estándar
29. Mala iluminación
30. Problemas de ergonomía
31. Faltas de equipos de protección
32. Tiempos improductivos
33. Material expuesto al ambiente
34. Falta de ubicación de materiales en proceso
35. Ausencia de un plan definido para el mantenimiento de las estructuras
36. Falta de tableros de control
37. Definir una zona de merma
38. Falta de identificación de zonas de peligro
39. Falta de identificación de zonas de prevención
40. Baja elaboración de estructuras
41. Excesivo tiempo para elaboración de estructuras
42. Exceso de horas hombre en elaboración de estructuras
43. Falta de identificación de prioridad de tareas
44. Ausencia de supervisión de los trabajos en el área de operaciones.
45. Falta de definición de tareas
46. Falta de mantenimiento de equipos.
47. Falta de control del proceso de elaboración de estructuras
48. Carece de identificación del proceso de elaboración de estructuras
49. Poca iluminación para el desempeño de los trabajos
50. Falta de lugar específico para materiales
51. No les gusta el puesto de operación
52. No recibe incentivos
53. Usan método antiguo

Diagrama de operaciones

Mediante el diagrama de operaciones se conoce el proceso de la elaboración de estructuras de 29x29 2m.

Figura N° 20 Diagrama de operaciones



FUENTE: Elaboración propia.

Medición

Diagrama de barras Check list 5'S antes de la implementación

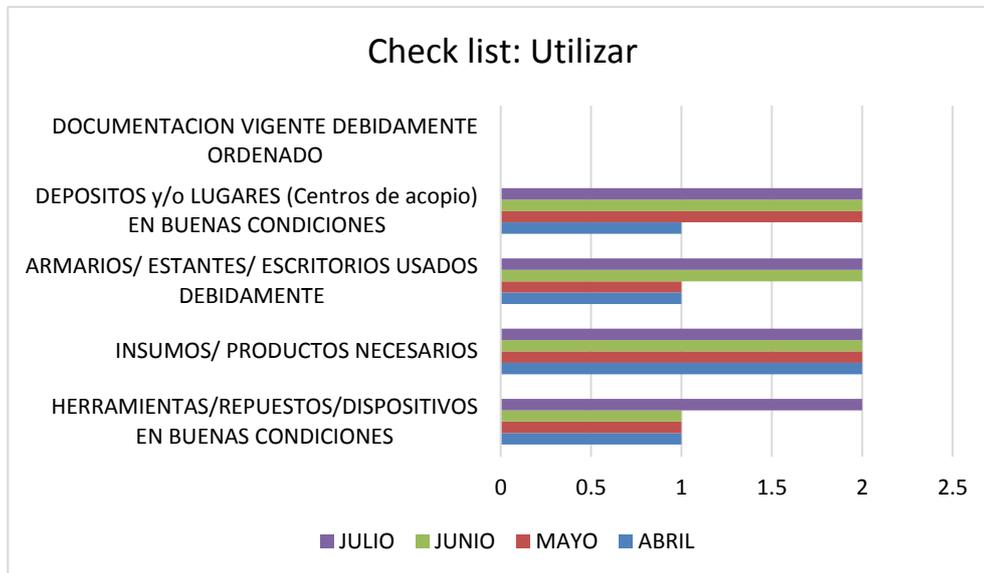
Para medir la baja eficiencia, del área de operaciones, se mostrará a continuación el check list de 5'S representado mediante diagrama de barras, meses (abril, mayo, junio, julio).

Tabla N° 10 Criterio de puntaje

| Criterio de puntaje | |
|---------------------|----------|
| 0 | Nulo |
| 1 | Bajo |
| 2 | Regular |
| 3 | Alto |
| 4 | Muy alto |

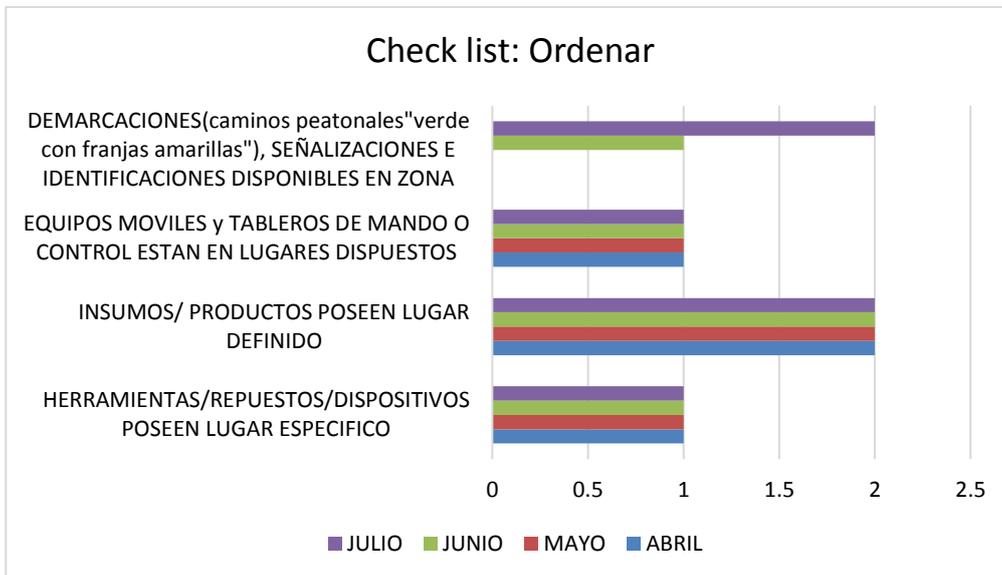
FUENTE: Elaboración propia.

Figura N° 21 Diagrama de barras Check list 5'S / Utilizar



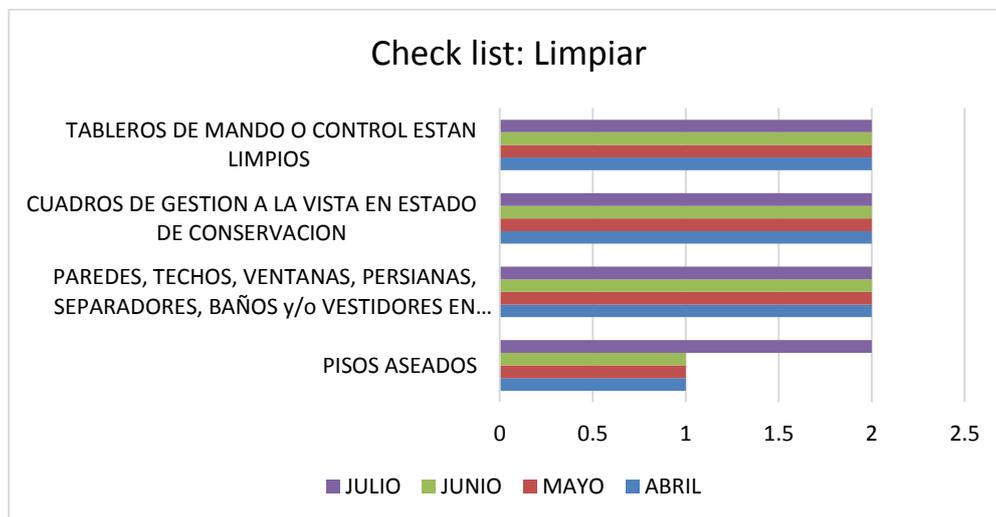
FUENTE: Elaboración propia.

Figura N° 22 Diagrama de barras Check list 5'S / Ordenar



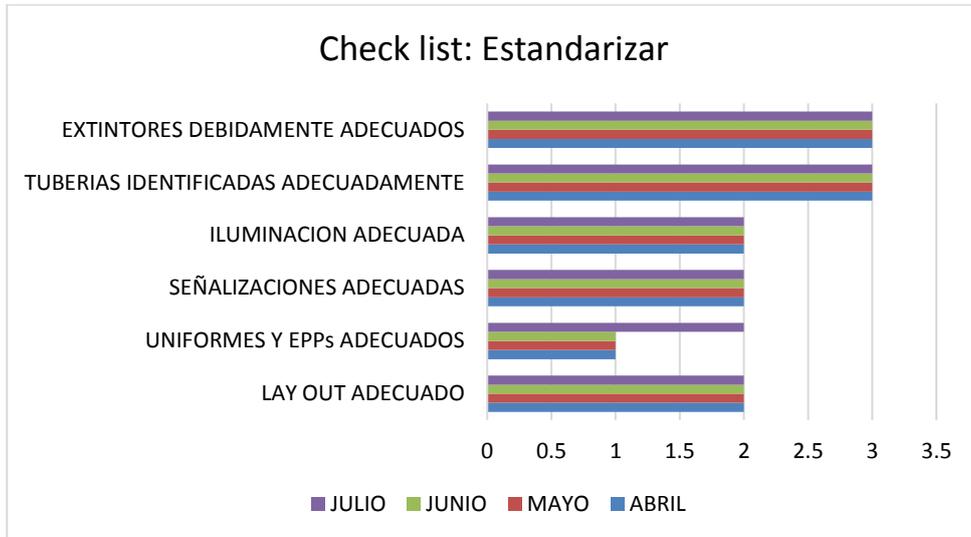
FUENTE: Elaboración propia.

Figura N° 23 Diagrama de barras Check list 5'S / Limpiar



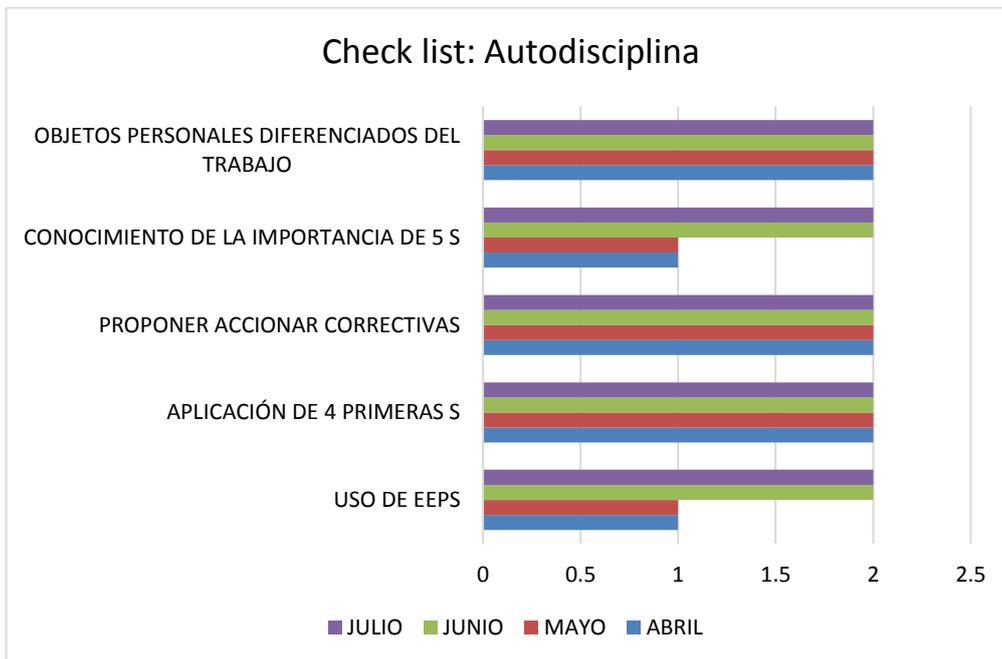
FUENTE: Elaboración propia.

Figura N° 24 Diagrama de barras Check list 5'S / Estandarizar



FUENTE: Elaboración propia.

Figura N° 25 Diagrama de barras Check list 5'S / Autodisciplina



FUENTE: Elaboración propia.

Diagrama de actividades

Se realizó un DAP a fin de conocer los tiempos muertos tantos en distancias recorridas como las actividades que toman tiempo en ejecutarse.

Figura N° 26 Diagrama de actividades de estructura de 29x29 2 m

| CURSOGRAMA ANALÍTICO | OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|-----------|----------|---|---|---|---|---------------|---|
| DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1 de 1 | RESUMEN | | | | | | | | | |
| Objeto: Estructura rectangular 29x29 2 m | ACTIVIDAD | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMÍA | | | | | | |
| Actividad: Proceso completo | Operación | 7 | | | | | | | | |
| | Transporte | 20 | | | | | | | | |
| Método: ACTUAL/PROPUESTO | Espera | 17 | | | | | | | | |
| | Inspección | 11 | | | | | | | | |
| Lugar: Empresa de Eventos | Almacenamiento | 3 | | | | | | | | |
| Operarios(s): 1 Ficha núm: | Distancia (m) | 119 | | | | | | | | |
| | Tiempo (min) | 1025.52 | | | | | | | | |
| Compuesto por: V,Y Fecha: 14/07/2017 | Costo | | | | | | | | | |
| Aprobado por: Fecha: | Mano de obra | | | | | | | | | |
| | Material | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | C | D (m) | T (min) | SIMBOLO | | | | | Observaciones | |
| | | | | ○ | ◁ | D | □ | ▽ | | |
| 1. Almacenar tramos de aluminio | | | 7.96 | | | | | | | Los tramos de aluminio son sacados del almacén de estructuras |
| 2. Inspeccionar los tramos de aluminio | | | 7.73 | | | | | | | Los tramos de aluminio deberán ser de 2 metros |
| 3. Llevar a la zona de empalme | | 10 | 0.03 | | | | | | | 2 tramos |
| 4. Dejar los tramos de aluminio | | | 5.71 | | | | | | | |
| 5. Volver a recoger los otros dos tramos | | 10 | 0.03 | | | | | | | |
| 6. Recoger los otros dos tramos | | | 0.23 | | | | | | | |
| 7. Llevar a la zona de empalme | | 10 | 0.03 | | | | | | | |
| 8. Dejar los tramos de aluminio | | | 0.24 | | | | | | | |
| 9. Ir a la zona de herramientas 1 | | 6 | 0.02 | | | | | | | |
| 10. Buscar instrumentos | | | 5.96 | | | | | | | |
| 11. Llevar instrumentos a la zona de empalme | | 6 | 0.02 | | | | | | | |
| 12. Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión | | | 17.84 | | | | | | | |
| 13. Ir al almacén de estructuras | | 10 | 0.03 | | | | | | | |
| 14. Buscar diagonales y horizontales | | | 14.24 | | | | | | | |
| 15. Revisión de las diagonales y horizontales | | | 5.36 | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|------|--------|--|--|--|---|
| 16. Sacar del almacén las placas | | | 8.09 | | | | |
| 17.Revisión placas | | | 3.23 | | | | |
| 18.Llevar a la zona de empalme | | 10 | 0.03 | | | | Las diagonales, horizontales y placas escogidas son llevadas a la zona de empalme |
| 19.Dejar las diagonales, horizontales y placas | | | 8.15 | | | | |
| 20.Ir a la zona de herramientas 2 | | 2.65 | 0.01 | | | | |
| 21.Buscar instrumentos para corte y soldadura | | | 3.78 | | | | |
| 22.Ir a la zona de empalme | | 2.65 | 0.01 | | | | |
| 23.Soldar diagonales, placas y horizontales al tramo de aluminio | | | 115.36 | | | | Soldar en las zonas marcadas |
| 24. Cortar mermas | | | 74.38 | | | | |
| 25. Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | | 1.9 | 0.005 | | | | |
| 26.Acomodar tramo empalmado en la zona de montaje | | | 8.04 | | | | |
| 27.Ir a la zona de herramientas 3 | | 1.9 | 0.005 | | | | |
| 28.Buscar pinzas de presión | | | 4.49 | | | | |
| 29.Ir a la zona de montaje | | 1.9 | 0.005 | | | | |
| 30.El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión | | | 7.49 | | | | |
| 31.Ir a la zona de herramientas 2 | | 10 | 0.03 | | | | |
| 32.Buscar la herramienta de soldar | | | 6.72 | | | | |
| 33.Ir a la zona de montaje | | 10 | 0.02 | | | | |
| 34.Soldar y verificar los otros tres tramos empalmados al tramo apoyado | | | 78.55 | | | | |
| 35.Llevar a la zona de pintura | | 14 | 0.04 | | | | Llevar la estructura montada a la zona de pintura |
| 36.Dejar la estructura montada | | | 0.22 | | | | |
| 37.Ir al almacén de materiales | | 1.9 | 0.005 | | | | |
| 38.Buscar insumos | | | 3.55 | | | | |
| 39.Ir a la zona de pintura | | 1.9 | 0.01 | | | | |
| 40.Lijar la estructura | | | 43.88 | | | | |
| 41.Aplicar base antioxidante a la estructura | | | 25.04 | | | | |
| 42.Dejar secar | | | 254.4 | | | | |
| 43.Ir a la zona de equipos | | 3.3 | 0.01 | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|-----|--|--------|---|----|----|----|---|--|
| 44. Recoger la compresora de la zona de equipos | | | 0.21 | | | | | | |
| 45. Llevar a la zona de pintura | 3.3 | | 0.01 | | | | | | |
| 46. Vaciar y verificar la pintura al compresor | | | 13.90 | | | | | | |
| 47. Pintar y verificar a estructura | | | 45.97 | | | | | | |
| 48. Dejar secar | | | 254.45 | | | | | | |
| 49. Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 2 | | 0.005 | | | | | | |
| 50. Estructura en almacén | | | | | | | | | |
| Total | | | | 7 | 20 | 17 | 11 | 3 | |

FUENTE: Elaboración propia

Diagrama de recorrido

Se mostrará el Diagrama de recorrido de la elaboración de estructura de 29x29 2m observado a un operario.

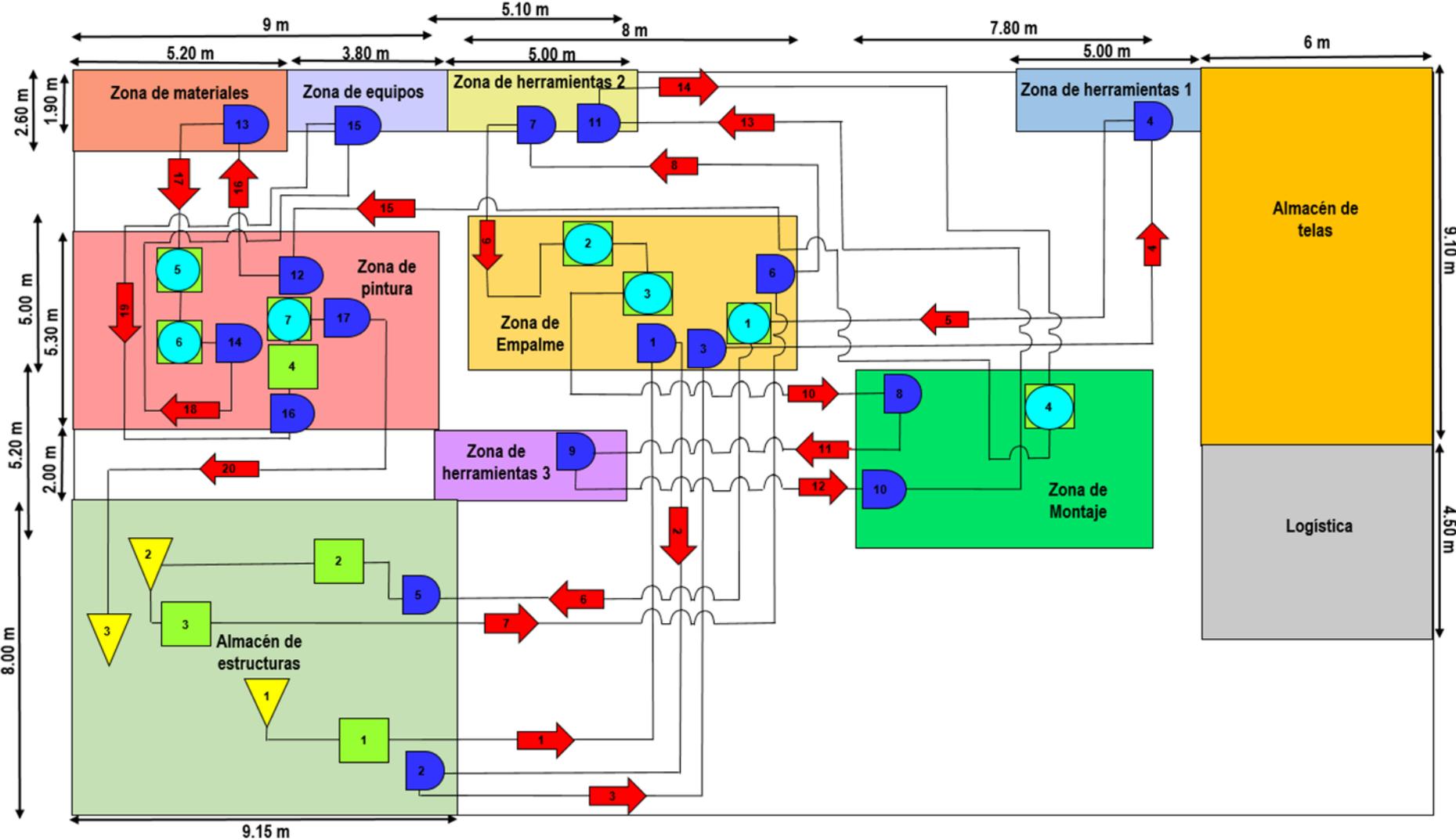
Tabla N° 11 Cuadro resumen del diagrama de recorrido

| Resumen | |
|------------------------|-----------|
| Inspección | 4 |
| Operación e inspección | 7 |
| Demora | 17 |
| Transporte | 21 |
| Almacén | 3 |

FUENTE: Elaboración propia

En la FIGURA N°24 se puede observar que el operario tiene que buscar las herramientas en tres zonas diferentes, por lo que genera tiempos improductivos (demoras) y transportes innecesarios a las diferentes zonas, es por eso que se aplicará la herramienta de Lean Manufacturing (5´S) para poder ordenar el puesto de trabajo y que las herramientas puedan estar al alcance del trabajador, disminuyendo los tiempos muertos, de esta manera podremos eliminar actividades innecesarias que retrasan el proceso de elaboración de estructura de 29x29 2m.

Figura N° 27 Diagrama de recorrido de elaboración de estructura de 29x29



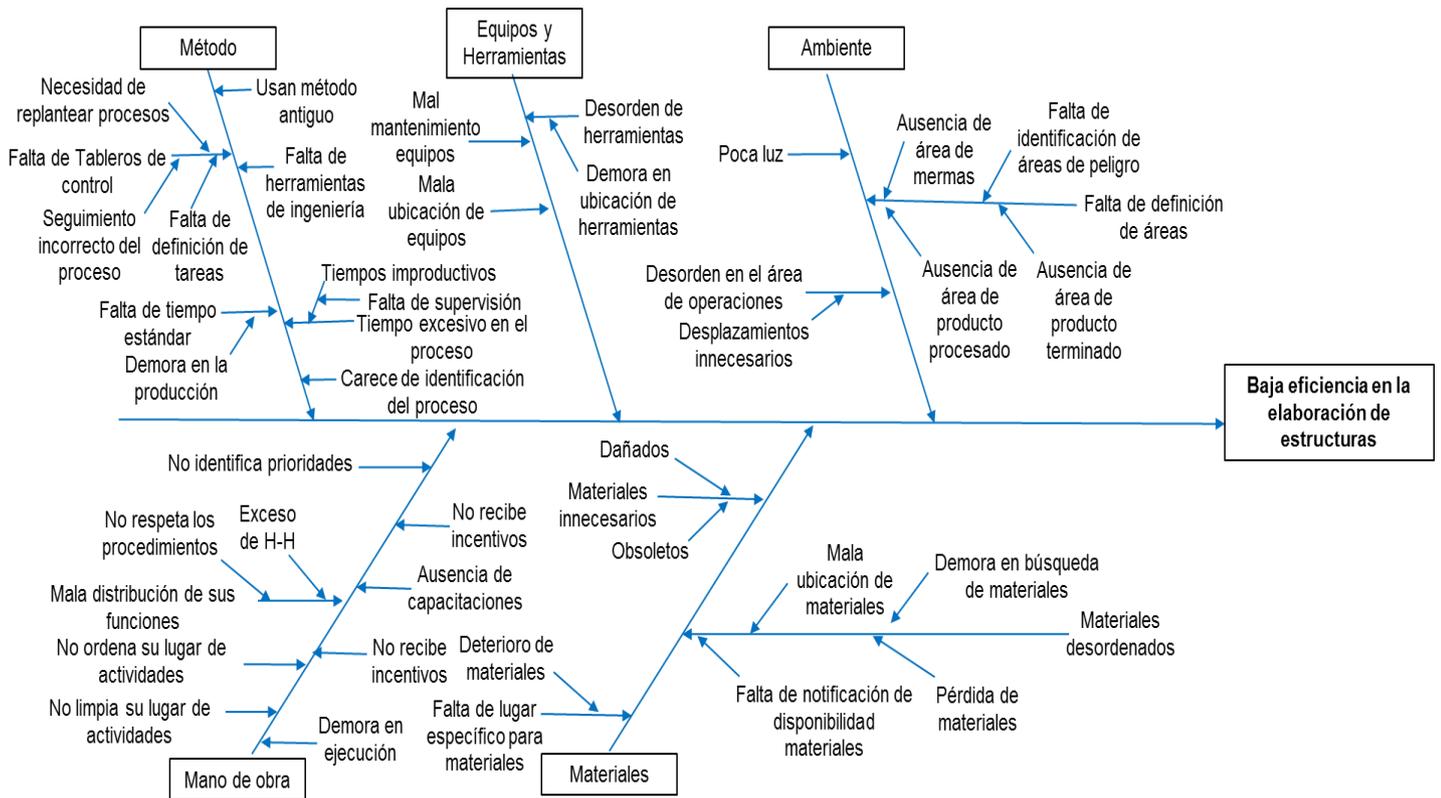
FUENTE: Elaboración propia.

Diagrama de Ishikawa

A partir de la lluvia de ideas recolectada durante el proceso de elaboración de estructuras se realiza el Diagrama de Ishikawa (FIGURA N°25) identificando las causas y subcausas de los factores:

- Método
- Equipo y Herramientas
- Ambiente
- Mano de Obra
- Materiales

Figura N° 28 Diagrama de Ishikawa



FUENTE: Elaboración propia.

Análisis

Diagrama de Pareto

De la encuesta realizada al personal de operaciones el cual fue hecha a través de una serie de observaciones (ANEXO N°17), se procederá a realizar el diagrama de Pareto.

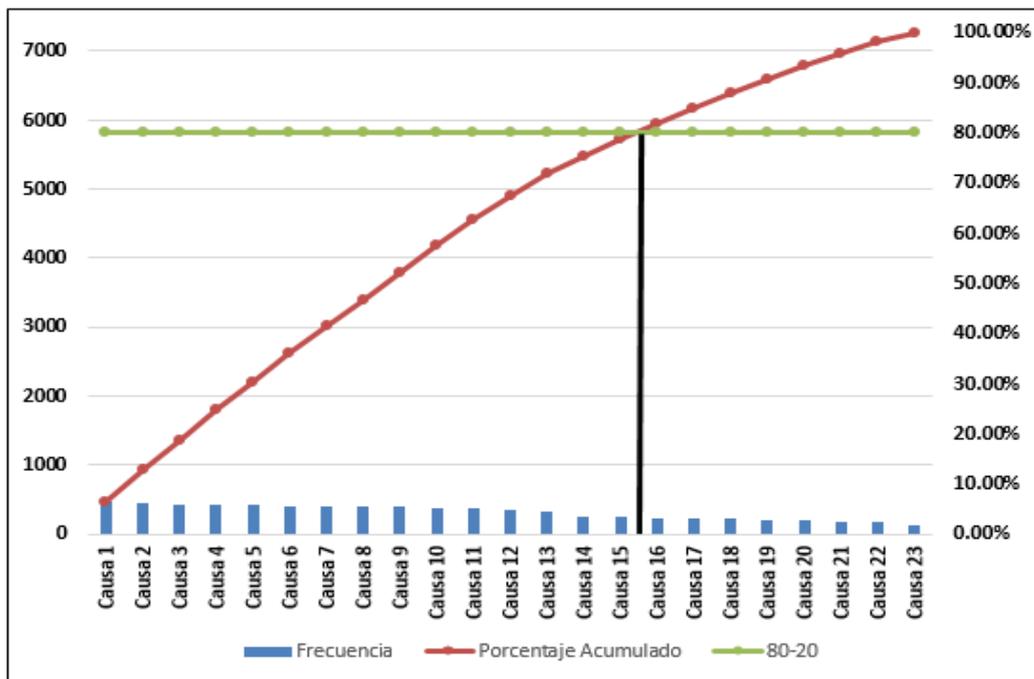
Tabla N° 12 Data del diagrama de Pareto

| Causas principales de la Baja eficiencia en la elaboración de estructuras | Numeración | Frecuencia | Porcentaje Acumulado |
|--|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| Desorden en el área de operaciones | Causa 1 | 473 | 6.50% |
| No identifica prioridades | Causa 2 | 455 | 12.76% |
| Tiempos excesivos de producción | Causa 3 | 436 | 18.76% |
| Falta de Tableros de control | Causa 4 | 427 | 24.64% |
| No limpia su lugar de actividades | Causa 5 | 418 | 30.39% |
| Falta de definición de áreas | Causa 6 | 400 | 35.90% |
| No ordena su lugar de actividades | Causa 7 | 400 | 41.40% |
| Desorden de herramientas | Causa 8 | 391 | 46.78% |
| Materiales innecesarios | Causa 9 | 391 | 52.16% |
| Materiales desordenados | Causa 10 | 386 | 57.47% |
| Mala distribución de sus funciones | Causa 11 | 373 | 62.60% |
| Falta de tiempo estándar | Causa 12 | 355 | 67.48% |
| Demora en ejecución | Causa 13 | 318 | 71.86% |
| Carece de identificación del proceso | Causa 14 | 255 | 75.36% |
| Falta de lugar específico para materiales | Causa 15 | 250 | 78.80% |
| Mal ubicación de equipos | Causa 16 | 227 | 81.92% |
| Usan método antiguo | Causa 17 | 218 | 84.92% |
| Mal mantenimiento de equipos | Causa 18 | 214 | 87.87% |
| Ausencia de capacitaciones | Causa 19 | 209 | 90.74% |
| Falta de herramientas de ingeniería | Causa 20 | 191 | 93.37% |
| Poca iluminación | Causa 21 | 182 | 95.87% |
| No le gusta el puesto de operación | Causa 22 | 164 | 98.12% |
| No recibe incentivos | Causa 23 | 136 | 100.00% |
| | | 7268 | |

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación se muestra el diagrama de Pareto:

Figura N° 29 Diagrama de Pareto



FUENTE: Elaboración propia

Del diagrama de Pareto se determina que el 80% de las causas que provocan la baja eficiencia de elaboración de estructuras de 29x29 2m en el área de operaciones son las siguientes causas:

Tabla N° 13 Causas de baja eficiencia de elaboración de estructuras

| Causas principales de la Baja eficiencia en la elaboración de estructuras | Numeración |
|---|------------|
| Desorden en el área de operaciones | Causa 1 |
| No identifica prioridades | Causa 2 |
| Tiempos excesivos de producción | Causa 3 |
| Falta de Tableros de control | Causa 4 |
| No limpia su lugar de actividades | Causa 5 |
| Falta de definición de áreas | Causa 6 |
| No ordena su lugar de actividades | Causa 7 |
| Desorden de herramientas | Causa 8 |
| Materiales innecesarios | Causa 9 |
| Materiales desordenados | Causa 10 |
| Mala distribución de sus funciones | Causa 11 |
| Falta de tiempo estándar | Causa 12 |
| Demora en ejecución | Causa 13 |
| Carece de identificación del proceso | Causa 14 |
| Falta de lugar específico para materiales | Causa 15 |

FUENTE: Elaboración propia

Implementación

La implementación de las 5's se enfocará en mejorar el tiempo estándar y disminuir los tiempos improductivos que se presentan en la elaboración de estructuras. A continuación mostraremos algunas fotos de las zonas que conforman el área de operaciones (zona de herramientas 1, zona de herramientas 2, zona de herramientas 3, zona de materiales y almacén de estructuras) (ANEXO N° 28). Además de la secuencia de la implementación (ANEXO N°29) y por ultimo las fotos después de la implementación (ANEXO N°30).

Diagrama de barras Check list 5'S de la implementación

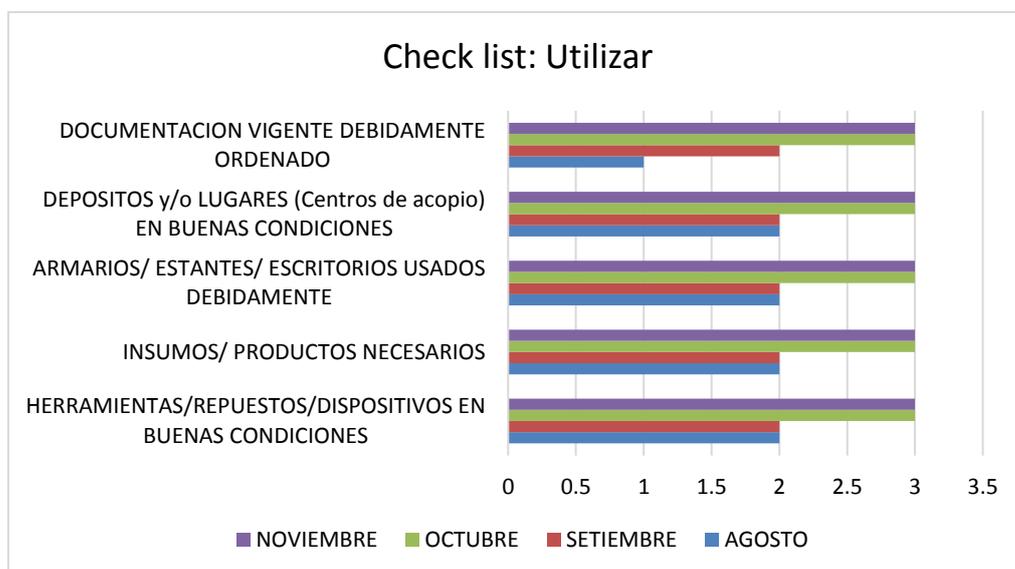
Para medir la implementación de las 5'S del área de operaciones, se usó el check list de 5'S representado mediante diagrama de barras, meses (junio, agosto, setiembre, octubre).

Tabla N° 14 Criterio de puntaje

| Criterio de puntaje | |
|---------------------|----------|
| 0 | Nulo |
| 1 | Bajo |
| 2 | Regular |
| 3 | Alto |
| 4 | Muy alto |

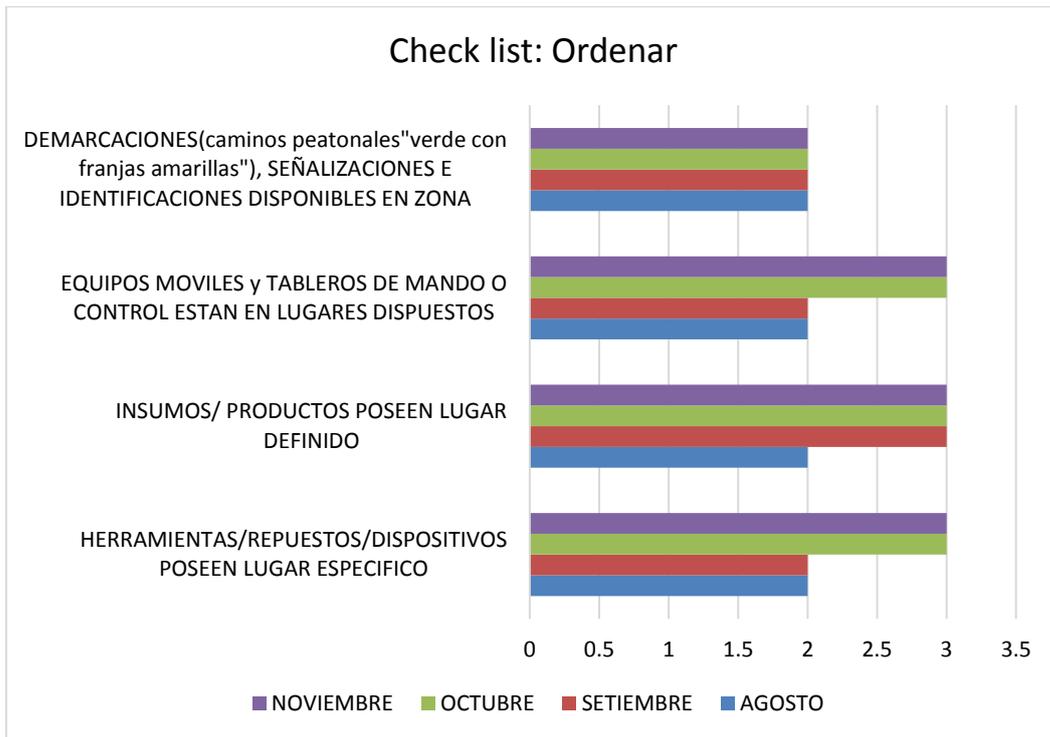
FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 30 Diagrama de barras Check list 5'S / Utilizar



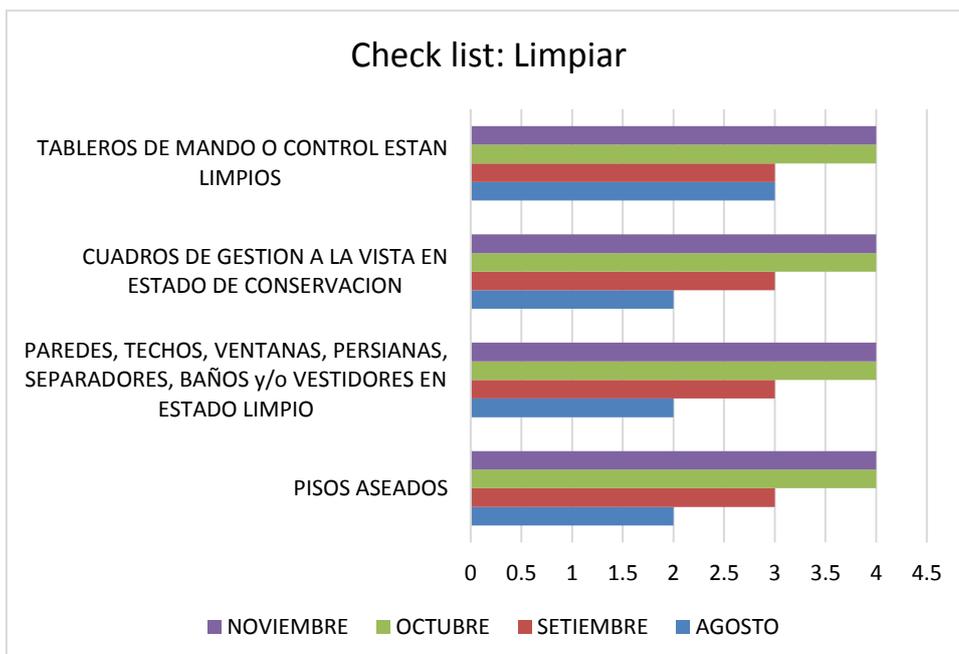
FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 31 Diagrama de barras Check list 5'S / Ordenar



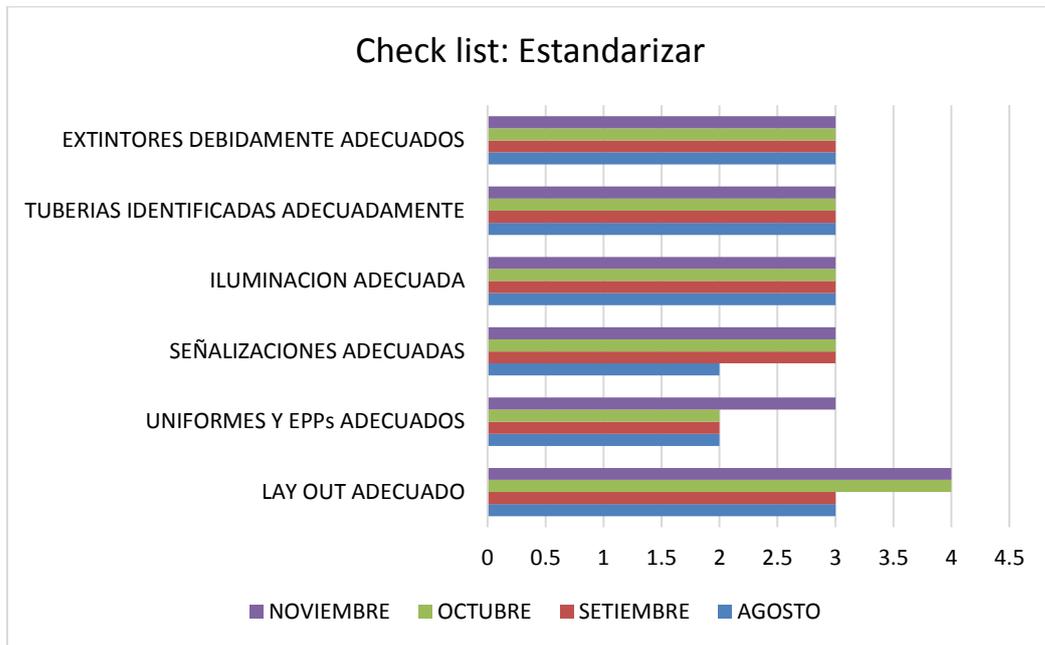
FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 32 Diagrama de barras Check list 5'S / Limpiar



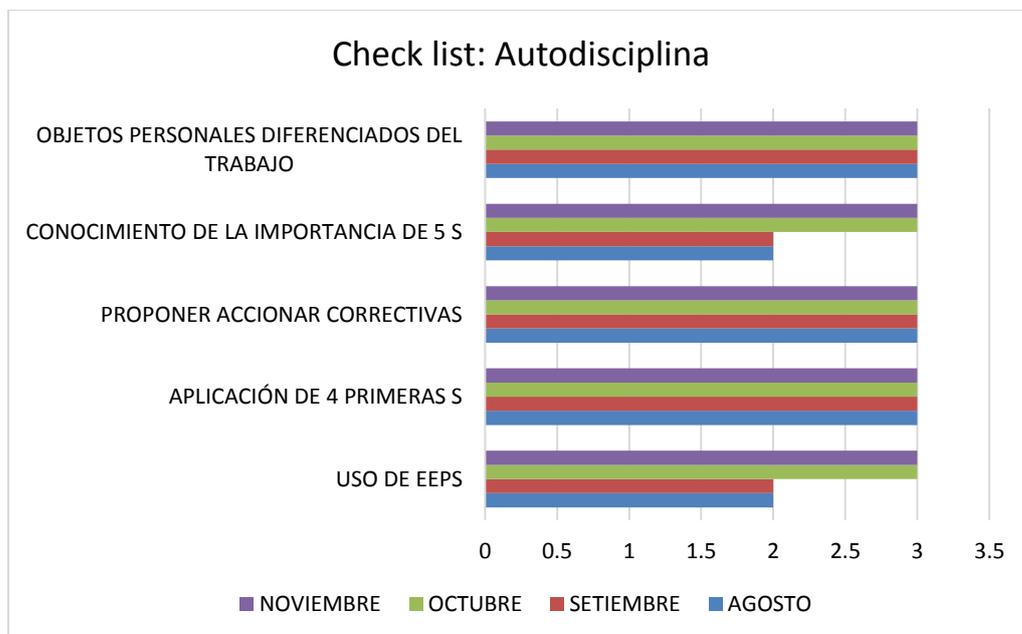
FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 33 Diagrama de barras Check list 5'S / Estandarizar



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 34 Diagrama de barras Check list 5'S / Autodisciplina



FUENTE: Elaboración propia

Diagrama de Gantt

Se mostrará el diagrama de gantt que constará de realizar las charlas y las supervisiones hasta la semana 5, después de ello recursos humanos será el encargado de la supervisión a todo el personal. En el ANEXO N°31 se mostrara el costo de la capacitación y en el ANEXO N° 32 el plan anual de capacitación 5's.

Semana 1: Teoría de Herramienta Lean 5's, duración de la charla de 8:00 am a 12 pm

Semana 2: Poner en práctica con los operarios la clasificación de las herramientas y materiales.

Semana 3: Orientar a los operarios el orden de poner los materiales y herramientas.

Semana 4: Supervisar la limpieza estrictamente antes del inicio y fin de la jornada del trabajo.

Semana 5: Los trabajadores deberán cumplir lo implementado semanas atrás, fomentará la disciplina toda la semana 5 posteriormente recursos humanos se hará cargo de supervisar la puesta en práctica de la herramienta lean.

Figura N° 35 Diagrama de Gantt de implementación de las 5's

| | Semana 1 | | | | | Semana 2 | | | | | Semana 3 | | | | | Semana 4 | | | | | Semana 5 | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|
| | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V |
| Teoría de Herramienta Lean 5's | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementando 5's (Clasificar) | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementando 5's (Ordenar) | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Supervisión (Limpiar) | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Poner en práctica (Estandarizar y Disciplina) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

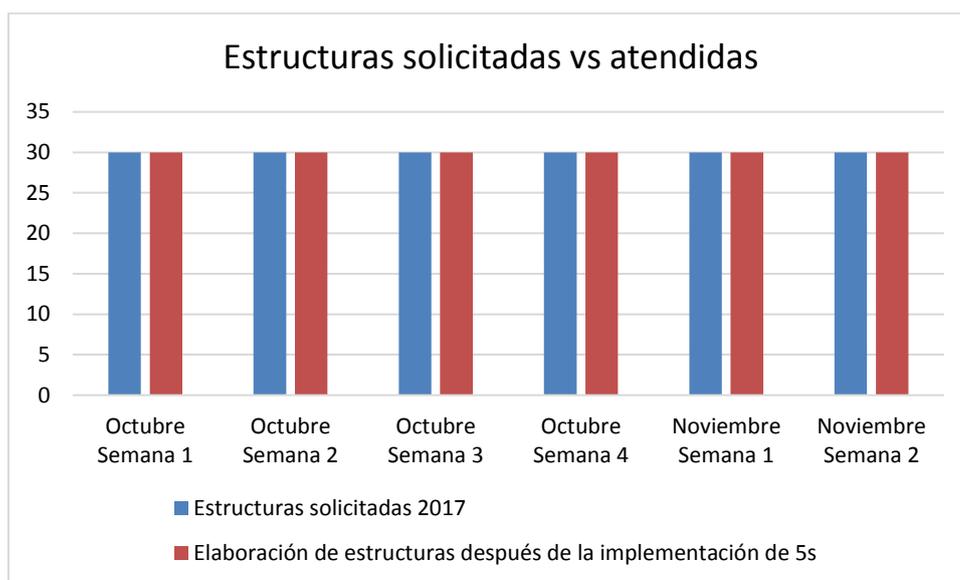
FUENTE: Elaboración propia

Control

Diagrama de barras de producción después de la implementación

A continuación se muestra el diagrama de barras del registro de la elaboración de estructuras con respecto a las solicitadas.

Figura N° 36 Estructuras atendidas 2016 y 2017



FUENTE: Elaboración propia

Diagrama de actividades

Se muestra a continuación la reducción de las distancias recorridas y la reducción de las actividades a ejecutarse.

Figura N° 37 Diagrama de actividades de estructura de 29x29 2 m después de la implementación

| CURSOGRAMA ANALÍTICO | | OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO | | | | | | | | |
|--|---|------------------------------|---------|-----------|----------|---|---|---|---------------|---|
| DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1 de 1 | | RESUMEN | | | | | | | | |
| Objeto: Estructura rectangular 29x29 2 m | | ACTIVIDAD | ACTUAL | PROPUESTA | ECONOMÍA | | | | | |
| Actividad: Proceso completo | | Operación | 7 | | | | | | | |
| | | Transporte | 12 | | | | | | | |
| Método: ACTUAL/PROPUESTO | | Espera | 11 | | | | | | | |
| | | Inspección | 9 | | | | | | | |
| Lugar: Empresa de Eventos | | Almacenamiento | 2 | | | | | | | |
| Operarios(s): 1 Ficha núm: | | Distancia (m) | 66.3 | | | | | | | |
| | | Tiempo (min) | 922.46 | | | | | | | |
| Compuesto por: V,Y Fecha: 14/07/2017 | | Costo | | | | | | | | |
| Aprobado por: Fecha: | | Mano de obra | | | | | | | | |
| | | Material | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | C | D (m) | T (min) | SIMBOLO | | | | | Observaciones | |
| | | | | ○ | ⇨ | D | □ | ▽ | | |
| 1. Almacenar tramos de aluminio | | | 10.94 | | | | | | | (Placas, diagonales, verticales, horizontales) |
| 2. Inspeccionar aluminios | | | 9.13 | | | | | | | Los tramos de aluminio deberán ser de 2 metros |
| 3. Llevar a la zona de empalme | | 10 | 0.03 | | | | | | | 2 tramos |
| 4. Dejar los aluminios | | | 10.19 | | | | | | | |
| 5. Ir a la zona de herramientas y materiales | | 2.5 | 0.01 | | | | | | | |
| 6. Buscar instrumentos | | | 0.23 | | | | | | | |
| 7. Llevar instrumentos a la zona de empalme | | 2.5 | 0.01 | | | | | | | |
| 8. Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión | | | 20.83 | | | | | | | |
| 9. Soldar diagonales, placas y horizontales al tramo de aluminio | | | 89.74 | | | | | | | Soldar en las zonas marcadas |
| 10. Cortar mermas | | | 45.37 | | | | | | | |
| 11. Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | | 1.9 | 0.005 | | | | | | | |
| 12. Acomodar tramo empalmado en la zona de montaje | | | 7.14 | | | | | | | |
| 13. Ir a la zona de herramientas y materiales | | 8 | 0.022 | | | | | | | |
| 14. Buscar pinzas de presión | | | 0.24 | | | | | | | |
| 15. Ir a la zona de montaje | | 8 | 0.022 | | | | | | | |
| 16. El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión | | | 6.41 | | | | | | | |
| 17. Soldar y verificar los otros tres tramos empalmados al tramo apoyado | | | 51.48 | | | | | | | |
| 18. Llevar a la zona de pintura | | 14 | 0.04 | | | | | | | Llevar la estructura montada a la zona de pintura |
| 19. Dejar la estructura montada | | | 0.26 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----|--------|---|----|----|---|---|--|
| 20.Ir a la zona de herramientas y materiales | | 5 | 0.013 | | | | | | |
| 21.Buscar insumos | | | 0.20 | | | | | | |
| 22.Ir a la zona de equipos | | 5.2 | 0.013 | | | | | | |
| 23.Recoger la compresora de la zona de equipos | | | 0.190 | | | | | | |
| 24.Ir a la zona de pintura | | 5.2 | 0.01 | | | | | | |
| 25.Lijar la estructura | | | 44.76 | | | | | | |
| 26.Aplicar base antioxidante a la estructura | | | 31.92 | | | | | | |
| 27.Dejar secar | | | 265.6 | | | | | | |
| 28.Llevar a la zona de pintura | | | 13.78 | | | | | | |
| 29.Vaciar y verificar la pintura al compresor | | | 48.24 | | | | | | |
| 30.Pintar y verificar a estructura | | | 265.61 | | | | | | |
| 31.Dejar secar | | 2 | 0.01 | | | | | | |
| 32.Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | | 2 | 0.005 | | | | | | |
| 33.Estructura en almacén | | | | | | | | | |
| Total | | | | 7 | 12 | 11 | 9 | 2 | |

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 15 Tabla comparativa de diagrama de actividades

| | Proceso anterior | Proceso actual | Reducción |
|-----------------------|------------------|----------------|-----------|
| Operación | 7 | 7 | 0 |
| Transporte | 20 | 12 | 8 |
| Espera | 17 | 11 | 6 |
| Inspección | 11 | 9 | 2 |
| Almacenamiento | 3 | 2 | 1 |
| Distancias (m) | 119 | 66.3 | 52.7 |
| Tiempo (min) | 1025.52 | 922.46 | 103.06 |

FUENTE: Elaboración propia

Diagrama de recorrido

Se mostrará el Diagrama de recorrido de la elaboración de estructura de 29x29 2m observado a un operario después de haber implementado la herramienta 5's.

Tabla N° 16 Cuadro resumen del diagrama de recorrido después de la implementación

| Resumen | |
|------------------------|-----------|
| Inspección | 1 |
| Operación e inspección | 8 |
| Demora | 9 |
| Transporte | 12 |
| Almacén | 2 |

FUENTE: Elaboración propia

A continuación mostramos el cuadro resumen del diagrama de recorrido antes de haber realizado la implementación:

Tabla N° 17 Cuadro resumen del diagrama de recorrido antes de la implementación

| Resumen | |
|------------------------|-----------|
| Inspección | 4 |
| Operación e inspección | 7 |
| Demora | 17 |
| Transporte | 21 |
| Almacén | 3 |

FUENTE: Elaboración propia

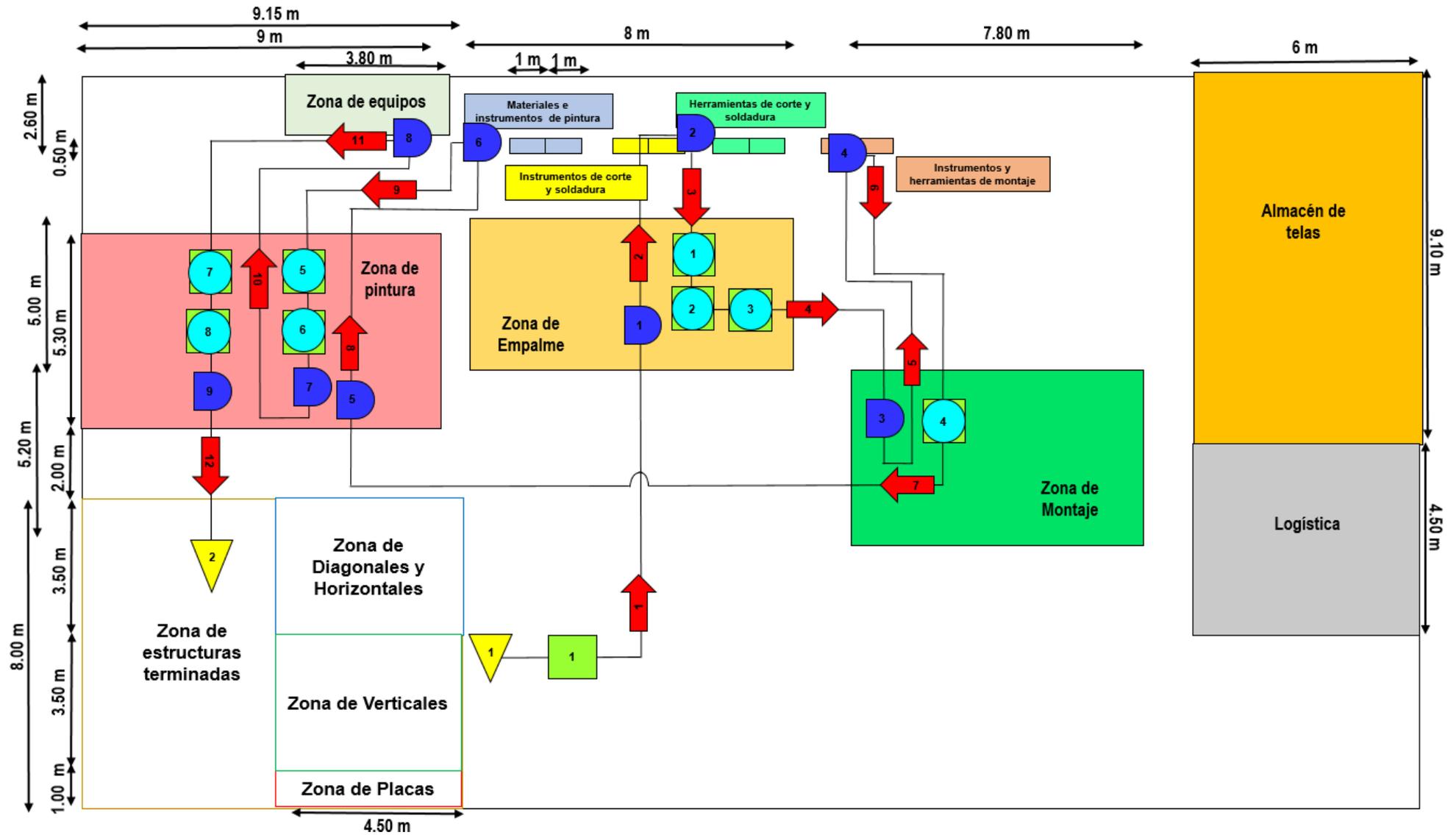
Comparando el cuadro anterior y el cuadro actual podemos concluir que:

Tabla N° 18 Tabla comparativa de diagrama de recorrido

| | Proceso anterior | Proceso actual | Reducción |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| Demoras | 17 | 9 | 8 |
| Transporte | 21 | 12 | 9 |

FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 38 Diagrama de recorrido después de la implementación de herramienta 5'S



FUENTE: Elaboración propia

RESULTADOS

Tabla N° 19 Resultados

| RESULTADOS | ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN | DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN | RESULTADO |
|--|----------------------------|------------------------------|---------------|
| Número de actividades del proceso de elaboración de estructuras 29x29 2m | 49 | 31 | 18 (Redujo) |
| Tiempo estándar (horas) | 8.61 | 6.52 | 2.09 (Redujo) |
| Número de estructuras elaboradas por un operario | 6 | 8 | 2 (Aumento) |
| Número de demoras (#) | 17 | 11 | 6 (Redujo) |
| Número de desplazamientos (#) | 20 | 12 | 8 (Redujo) |
| Distancia recorrida (m) | 119 | 66.3 | 52.7 (Redujo) |

FUENTE: Elaboración propia

Se aprecia que el número de actividades ha reducido gracias a la implementación de 5'S en 18 actividades menos.

La empresa no contaba con un tiempo estándar establecido, se halló después de varias observaciones que el tiempo era 8.61 horas para elaborar una estructura de 29x29 2m, después de implementar las 5's se redujo el tiempo estándar en 2.09 horas.

Un operario podía elaborar antes de la implementación de las herramienta 5'S 6 estructuras de 29x29 2m, actualmente puede elaborar 8 (Tiempo de trabajo: lunes a viernes de 7am a 5pm con una hora de refrigerio y sábados de 7 am a 12 pm).

Se realizó el estudio de observación al operario logrando describir mediante un diagrama de recorrido cuantas demoras tomaba realizar una estructura rectangular el resultado fue 17 además de los desplazamientos que fueron 20 con una distancia recorrida de 119 metros. Luego de poder haber implementado las 5's se clasificaron los elementos librando espacio y además se implementó el orden y limpieza logrando reducir las demoras de 17 a 11, el número de desplazamientos de 20 a 12 y la distancia recorrida de 119 metros a 66.3 metros.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Alternativo

Ha: Se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.

Nula

Ho: No se obtendrá efecto en la eficiencia del proceso de elaboración de estructuras en el área de operaciones tras implementar las herramientas de 5'S.

Concluyendo las Hipótesis específicas:

Hipótesis específico 1

Alternativo

Ha1: La cantidad de estructuras atendidas aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.

Nula

Ho1: La cantidad de estructuras atendidas no aumenta si se implementa las 5'S en el área de operaciones.

En este caso para probar esta hipótesis utilizaremos la data histórica de las semanas 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50,51 del 2016 comparando con la data obtenida del año 2017.

Para ello se tomará como base las estructuras rectangulares de 29x29 m solicitadas del año 2016.

Tabla N° 20 Estructuras atendidas 2016 y 2017

| Semanas | Estructuras solicitadas 2016 | Estructuras atendidas (29X29 2m) | Estructuras solicitadas 2017 | Elaboración de estructuras después de la implementación de 5s |
|--------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|
| Octubre Semana 1 | 30 | 25 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 2 | 30 | 20 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 3 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Octubre Semana 4 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 1 | 30 | 20 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 2 | 30 | 20 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 3 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Noviembre Semana 4 | 15 | 15 | 15 | 15 |

FUENTE: La empresa

Tabla N° 21 Cuadro SPSS

| Semana | Grupos | Estructuras atendidas (29X29 2m) |
|--------|--------|----------------------------------|
| 44 | 2016 | 25 |
| 45 | 2016 | 20 |
| 46 | 2016 | 30 |
| 47 | 2016 | 30 |
| 48 | 2016 | 20 |
| 49 | 2016 | 20 |
| 50 | 2016 | 30 |
| 51 | 2016 | 15 |
| 44 | 2017 | 30 |
| 45 | 2017 | 30 |
| 46 | 2017 | 30 |
| 47 | 2017 | 30 |
| 48 | 2017 | 30 |
| 49 | 2017 | 30 |
| 50 | 2017 | 30 |
| 51 | 2017 | 15 |

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 22 Estadísticas de grupo

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|----------------------------------|--------|---|--------|---------------------|-------------------------|
| | Grupos | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
| Estructuras atendidas (29X29 2m) | 2016,0 | 8 | 23,750 | 5,8248 | 2,0594 |
| | 2017,0 | 8 | 28,125 | 5,3033 | 1,8750 |

FUENTE: SPSS

Tabla N° 23 Prueba de muestras independientes

| Prueba de muestras independientes | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | Prueba de Levene de calidad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Estructuras atendidas (29X29 2m) | Se asumen varianzas iguales | 1,116 | ,309 | 1,571 | 14 | ,139 | -4,3750 | 2,7851 | 10,3484 | 1,5984 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | 1,571 | 13,879 | ,139 | -4,3750 | 2,7851 | 10,3533 | 1,6033 |

FUENTE: SPSS

Con respecto a la homogeneidad de varianzas la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($F=1,116$; $p>0.05$)

La prueba T para muestras independientes indica que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 la elaboración de estructuras se incrementa si se implementa las 5'S en el área de operaciones ($t=1.571$; $gl=14$; $p>0.05$).

Hipótesis específico 2

Alternativo

H_{a2} : Se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.

Nula

H_{o2} : No se reduce el tiempo de operación en el proceso de empalme, montaje y pintura a través de la implementación del 5'S.

Usamos la data de los tiempo estándar obtenidos de los 41 elementos y 31 elementos respectivamente.

Tiempo de operación anterior: 8.61 horas.

Tiempo de operación actual: 6.52 horas.

Tabla N° 24 Estadísticas de grupo

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|-----------------------|----------|----|-----------|---------------------|-------------------------|
| | Grupos | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
| Tiempo estándar | Anterior | 49 | 20,929653 | 53,8111937 | 7,6873134 |
| | Actual | 31 | 29,756081 | 66,5290678 | 11,9489733 |

FUENTE: SPSS

Tabla N° 25 Prueba de muestras independientes

| Prueba de muestras independientes | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|------------|
| | | Prueba de Levene de calidad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Tiempo estándar | Se asumen varianzas iguales | ,725 | ,397 | -,652 | 78 | ,517 | 8,8264276 | 13,5463756 | 35,7951898 | 18,1423346 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -,621 | 54,173 | ,537 | 8,8264276 | 14,2081931 | 37,3100602 | 19,6572050 |

FUENTE: SPSS

Con respecto a la homogeneidad de varianzas la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($F=0.725$; $p>0.05$).

La prueba T para muestras independientes indica que se rechaza la H_0 y se acepta la H_a se reduce el tiempo estándar del proceso de elaboración de estructuras si se implementa las 5'S ($t=0.652$; $gl=78$; $p>0.05$).

Hipótesis específico 3

Alternativo

Ha3: Se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.

Nula

Ho3: No se disminuye los desplazamientos en el proceso de elaboración de estructuras tras la implementación de 5'S.

Para probar esta hipótesis utilizaremos las distancias recorridas anteriores y actuales según los diagramas de actividades (FIGURA N°68 y FIGURA N°80).

Tabla N° 26 Estadísticas de grupo

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|-----------------------|--------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| | Grupos | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
| Desplazamientos (m) | 1,0 | 20 | 5,9700 | 4,05915 | ,90765 |
| | 2,0 | 12 | 5,5250 | 3,82435 | 1,10400 |

FUENTE: SPSS

Tabla N° 27 Prueba de muestras independientes

| Prueba de muestras independientes | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | Prueba de Levene de calidad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Desplazamientos (m) | Se asumen varianzas iguales | ,908 | ,348 | ,307 | 30 | ,761 | ,44500 | 1,45134 | -2,51904 | 3,40904 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | ,311 | 24,433 | ,758 | ,44500 | 1,42921 | -2,50198 | 3,39198 |

FUENTE: SPSS

Con respecto a la homogeneidad de varianzas la prueba de Levene indica que se cumple en estas poblaciones ($F=0.908$; $p>0.05$)

La prueba T para muestras independientes indica que se rechaza la H_0 y se acepta la H_a se disminuye los desplazamientos en el área de operaciones si se implementa las 5'S ($t=0.307$; $gl=30$; $p>0.05$).

DISCUSIÓN

Torres Arcos, Jedy (2016): realizó un tema de investigación del impacto que genera las herramientas lean manufacturing en el mejoramiento de la producción de perfiles armados, utilizó las herramientas como los 5 porque y diagrama de Ishikawa, para la identificación del problema, en nuestra tesis igualmente utilizamos el Ishikawa para identificar las causales de la baja eficiencia de la elaboración de estructuras, por el cual estamos de acuerdo. Para la mejora de producción propone usar herramientas SMED, para la orden y aseo del lugar se propone las 5's, en la tesis presentada utilizamos la herramienta 5'S para ordenar las zonas de herramientas y almacén de estructuras lo cual ayudó también a que se eliminen desplazamientos innecesarios y actividades que demandan tiempo en ejecutarse. Después de que Torres Arcos haya aplicado las mejoras tuvo una eficiencia de la producción de un 55% y en cuanto al rendimiento se tiene porcentajes entre 83% y 84%, estamos de acuerdo, pues en nuestra tesis la eficiencia en cuanto a cumplir las órdenes de trabajo, disminuir el tiempo estándar y eliminar desplazamientos fue efectiva.

Valdez Cruz, Maira Fernanda (2012): utiliza las herramientas lean manufacturing para optimizar los procesos logísticos de Importación y Exportación de la empresa Servientrega Internacional S.A. Utilizó estudio de métodos y tiempos identificando tiempos de ocio, movimientos tanto eficientes como ineficientes, analizó la situación actual a través de un diagrama de Ishikawa y un diagrama de Pareto. En nuestra tesis utilizamos igualmente el estudio de tiempos para identificar los tiempos muertos, analizamos la situación actual mediante Ishikawa y Pareto, aplicamos la implementación de las 5's la cual ayudó a que se tenga un mejor control, identificación y orden al momento de realizar las ordenes de trabajo. En la tesis de Valdez Cruz, el estudio de tiempos y la implementación de 5'S dio resultados de reducción de tiempos para cada proceso logístico. Estamos de acuerdo con los procedimientos de esta tesis, pues estos tipos de herramientas ayudan a identificar el problema y darles solución tal como hemos hecho nuestra investigación.

Carpio Coronado, Christian Gabriel (2016): el objetivo de su tesis es aumentar la productividad del área de producción a través del diseño de un plan de mejora. Sin embargo estamos en desacuerdo debido a que para poder aumentar la productividad de una empresa no sólo debe basarse en realizar un plan descriptivo de mejora, sino que debe basarse en sustentos a nivel de ingeniería, que identifiquen el problema actual y se proponga una solución con evidencias de las herramientas utilizadas.

García Benites Fidel y Olazabal Acosta Juan Carlos (2016): presentaron una investigación sobre realizar un plan de mejora continua en el proceso productivo de

harina de leche en la procesadora agroindustrial Muchick s.a. aplicando manufactura esbelta, herramientas Mantenimiento Productivo Total (TPM) y las 5S's. Según lo leído estamos de acuerdo que aplique TPM como una mejora, pero en desacuerdo en cuanto a la identificación del problema actual, pues siendo una empresa procesadora debió comenzar con un VSM identificando los cuellos de botella, la causa del desperdicio de los productos, el desperdicio de hombres como máquinas, identificar la mejor solución para poder eliminarlos. En cuanto a la herramienta 5S's nos parece correcto, pues es una de las herramientas que eliminan despilfarros de cualquier tipo.

CONCLUSIONES

Conclusión general

Tras implementar las herramientas 5'S en el área de operaciones que consta de cinco zonas (zona de herramientas 1, 2, 3, zona de pintura y almacén de estructuras), se tuvo mejora en cuanto al orden de las herramientas, materiales y equipos, los cuales ayudaron a que los operarios puedan desarrollar sus actividades con mayor rapidez comprobando de esta manera que se han eliminado los tiempos muertos que se tenían por búsquedas y desplazamientos innecesarios. En cuanto al proceso de elaboración de estructuras un operario realizaba 6 estructuras por semana en el horario de trabajo de lunes a viernes de 7am a 5 pm con una hora de refrigerio teniendo 9 horas operativas y sábados de 7 am a 12 pm con 5 horas operativas, finalmente después de la implementación puede realizar 2 estructuras más por semana en total realiza 8 aumentando la eficiencia del proceso en 33.33%.

Figura N° 39 Incremento de la eficiencia

| Estructuras elaboradas/semana | Proceso antes de la implementación | Proceso después de la implementación |
|--|---|---|
| | | 6 |
| Incremento de eficiencia $\frac{(Presente - Pasado)}{Presente} \times 100$ | 33.33% | |

FUENTE: Elaboración propia

Conclusiones específicas

En el año 2016 los operarios no alcanzaban atender todas las estructuras solicitadas, al implementar las 5'S en el 2017 la cantidad de estructuras atendidas aumentó. Se hizo un comparativo respecto a los meses octubre, noviembre y diciembre. En octubre del año 2017 la cantidad de estructuras atendidas aumentó en 12.5% respecto a octubre del año 2016, en noviembre aumentó en 19.05% respecto al año 2016 y en diciembre aumentó 11.11% respecto al año 2016 Comprobando así que la cantidad de estructuras atendidas aumentó al 100% cumpliendo las órdenes de trabajo solicitadas.

Tabla N° 28 Estructuras solicitadas y atendidas de los años 2016 y 2017

| Meses | Estructuras solicitadas 2016 | Estructuras atendidas (29X29 2m) 2016 | Estructuras solicitadas 2017 | Estructuras atendidas (29X29 2m) 2017 |
|------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Octubre | 30 | 25 | 30 | 30 |
| | 30 | 20 | 30 | 30 |
| | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Noviembre | 30 | 20 | 30 | 30 |
| | 30 | 20 | 30 | 30 |
| | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Diciembre | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | 30 | 20 | 30 | 30 |
| | 30 | 30 | 30 | 30 |

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 29 Aumento de estructuras atendidas

| | Estructuras atendidas antes de la implementación (%) | Estructuras atendidas después de la implementación (%) | Aumento de estructuras atendidas (%) |
|------------------|--|--|--------------------------------------|
| Octubre | 87.5 | 100 | 12.5 |
| Noviembre | 80.95 | 100 | 19.05 |
| Diciembre | 88.89 | 100 | 11.11 |

FUENTE: Elaboración propia

Después del estudio realizado al comprobar los resultados de la implementación de las 5'S en el proceso de operación de una estructura rectangular 29x9 2m, se concluye que el proceso anterior tenía un tiempo de operación de 8.61 horas y el actual consta de 6.52 horas, podemos visualizar claramente que se redujo los tiempos muertos en 2.09 horas, eliminando de esta manera los tiempos ociosos en el proceso de operación.

Al observar nuevamente al operario después de la implementación de las 5'S en el proceso de elaboración de estructura de 29x29 2m, se pudo comprobar a través de un diagrama de recorrido que los desplazamientos disminuyeron, pues en el proceso antes de la implementación tenía un total de 21 transportes y en el proceso actual tiene un total de 12, reduciéndose así en 9 transportes que englobaban los desplazamientos innecesarios al realizar la operación. Ahora los operarios proceden sus órdenes de trabajo asignados sin tener que realizar estos transportes innecesarios que ampliaban su tiempo de ejecución.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un estudio de movimientos a los operarios del área de operaciones, el modo en que aplican sus esfuerzos y el grado de fatiga generado por el trabajo, factores relevantes en cuanto a la determinación de la eficiencia de las operaciones.
2. Otra recomendación es aplicar el método Guerchet, para poder determinar la superficie necesaria para cada maquinaria y cada zona a utilizar en el proceso de la elaboración de estructuras, lo cual ayudaría a poder ser más eficiente en cuanto al tiempo de ejecución, pues lo más recomendable sería que las zonas de trabajo estén más cerca evitando desplazamientos muertos.
3. Establecer un plan de verificación por lo que se recomienda escoger personas encargadas o asignar responsables de realizar la supervisión continua de las operaciones para mantener los criterios de la implementación realizada y evitar que se pierda las buenas formas de trabajo implementadas.

ESTÁNDAR PARA LA EMPRESA

Es recomendable que cada seis meses se haga una inspección por un consultor externo para que evalúe si los operarios están cumpliendo con la cultura organizacional establecida.

Se recomienda que los encargados de recursos humanos supervisen al personal cada semana para que puedan ir adquiriendo el orden y la limpieza como parte de su vida cotidiana y puedan poner en práctica en cada actividad que se realice.

El jefe de operaciones debe evaluar la elaboración de estructuras cada semana, para determinar nuevas mejoras y evitar retrasos en los órdenes de trabajo enviados por la gerencia de eventos.

La empresa deberá fomentar la teoría de la herramienta 5's a todo operario nuevo que ingrese, para que vaya adaptándose a la nueva forma de trabajar de la empresa.

El tiempo estándar establecido después de la implementación de las herramientas lean debe estar a cargo del supervisor de operaciones, quien dará alguna observación por si las estructuras proyectadas no se logran terminar. Luego de ello deberá tener una reunión con el jefe de operaciones proponiendo estrategias para que los operarios puedan continuar con el ritmo estándar establecido.

Se recomienda que cada cierto tiempo, se ponga en práctica el descarte de elementos innecesarios, para evitar que obstruyan el libre paso de los operarios y estos puedan desplazarse sin problemas en sus puestos de trabajo.

REFERENCIAS

Libros:

Manel Rajadell Carreras, José Luis Sanchez (2010)
Lean manufacturing “La evidencia de una necesidad”
España
Ediciones Diaz de Santos

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009)
Herramientas para la mejora de la calidad
Uruguay

Proyecta Innovacion. (2018). 5S. Espacios de trabajo adecuados. - Proyecta Innovacion. Recuperado:
<https://www.proyectainnovacion.com/servicios-innovacion/lean-manufacturing-innovacion-en-proceso/2311-2/>

Emb.cl. (2018). Revista HSEC – LAS 5S: Mejorando la calidad de vida en la organización Recuperado:
<http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=31&edi=2>.

Repositorio.espe.edu.ec. (2018). Recuperado:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7335/1/AC-ESPEL-MAI-0443.pdf>.

Soto, B. (2018). Principios del método de las 5S - Gestion.Org. Gestion.org. Recuperado: <https://www.gestion.org/principios-del-metodo-de-las-5S/>.

MisionesOnline. (2018). Aplican metodología de gestión japonesa como herramienta eficiente para la reducción de riesgos laborales - MisionesOnline. Recuperado:
<http://misionesonline.net/2018/01/13/aplican-metodologia-gestion-japonesa-herramienta-eficiente-la-reduccion-riesgos-laborales/> .

Leansolutions.co. (2018). Metodología 5S – Lean Solutions. Recuperado:
<http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Santa Cruz Ruiz Roberto Javier. (2007, Julio 13). Pensamiento lean y manufactura esbelta. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/pensamiento-lean-y-manufactura-esbelta/>
- Botero, P. A. G. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. *Gestión & Sociedad*, 3(2), 75-88.
- Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. MADRID: FUNDACIÓN EOI.
- Tomado de: Vision Lean. (25 de Junio de 2008). Recuperado el 5 de Noviembre de 2013, de Trilogia:<http://www.vision-lean.es/lean-manufacturing-leantek/lean-manufacturing-heijunka/>
- Torres Arcos, Jedy (2016) Impacto de las herramientas de la metodología lean manufacturing en el mejoramiento de la producción de perfiles armados en la empresa Estrumetal S.A. Tesis de pregrado. Universidad Javeriana, Cali, Colombia.
- Valdez Cruz, Maira Fernanda (2012) Propuesta de Implementación para la Optimización de los Sistemas Logísticos en la empresa Servientrega Internacional. Tesis de pregrado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Concha Guaila, Jimmy Gilberto & Barahona Defaz, Byron Iván (2013) Mejoramiento de la Productividad en la empresa induacero Cia. Ltda. En Base al Desarrollo e implementación de la Metodología 5S y VSM, Herramientas del Lean Manufacturing. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Baluis Flores, Carlos André (2013) Optimización de Procesos en la Fabricación de Termas Eléctricas utilizando Herramientas de Lean Manufacturing.
- Becerra Miñano, Wilson Jaime & Vilca Quispe, Eduard Alexander (2013) Propuesta de Desarrollo de Lean Manufacturing en la Reducción de

Costos por reprocesos en el Área de pintado de la empresa Factoría Bruce S.A. Tesis de pregrado. Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Carpio Coronado, Christian Gabriel (2016) Plan de mejora en el área de producción de la empresa Comolsa SAC para incrementar la productividad, usando herramientas de Lean Manufacturing - Lambayeque 2015. Tesis de pregrado. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

García Benites Fidel y Olazabal Acosta Juan Carlos (2016) Plan de mejora continua en el proceso productivo de harina de loche en la procesadora agroindustrial Muchick s.a. aplicando Manufactura esbelta, Pacora - 2014. Tesis de pregrado. Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

Miguel Alexis Palomino Espinoza (2012) Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis de pregrado. Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Yunga Sarmiento Christian Fernando (2012) Propuesta para el mejoramiento de gestión en los procesos operativos de la Ferretería El Cisne. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana.

Diego Alejandro Cajamarca Guerra (2015) Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada.

Pineda,Diego Alejandro Cajamarca Guerra (2015) Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en Kaia bordados. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada.

ANEXOS

Anexo N° 1 Entrevista realizada al gerente general de la empresa de eventos

1. ¿Cómo se generó esta empresa?

Esta empresa nació como idea de negocio por dos ingenieros, los cuales formaron una empresa mancomunada, viendo que existía necesidad de cubrir una demanda acerca del armado de estructuras tanto como encofrados y andamiaje. La empresa inició alquilando sus estructuras para matrimonios y fiesta sociales, con el tiempo la empresa fue adquiriendo sus propios equipos de origen Francés, fue incursionando en trabajos más complejos, como el armado de la infraestructura y fabricar sus propias estructuras rectangulares como por ejemplo: 29x29 1 m, 29x29 2 m y 29x29 3 m.

2. ¿Cuáles son los servicios que brinda esta empresa?

Infraestructura para Eventos

Esta empresa, crea, desarrolla y ejecuta infraestructura para eventos artísticos, comerciales, sociales, deportivos, culturales, actos oficiales, religiosos, proporcionando en cada trabajo que cuentan con ingenieros y operarios altamente capacitados y preparados profesionalmente.

La empresa ofrece trabajos como:

El armado de escenarios para conciertos, eventos de otra índole.

El armado de estrados, tribunas y torres para colgar equipos de sonido para todo tipo de evento que se les solicite.

Coloca carpas y toldos para eventos institucionales, matrimonios y otro tipo de eventos.

Armado y diseño de pistas de baile, camerinos.

Recrea diseños especiales de salones, escenografías, además la ambientación de locales para eventos y stand para ferias.

Encofrados y Andamiaje:

Este servicio consiste en el alquiler de equipos de encofrado y andamiaje metálico con soporte de asesoría profesional y mano de obra, el trabajo consiste en proporcionar a la empresa que contrate los servicios, materiales como estructura acondicionados para trabajos de construcción de condominios, viviendas, edificios, centros comerciales, entre otros.

Por lo tanto, el servicio de encofrados y andamiaje cuenta con un área de fabricación de los múltiples elementos que conforman los equipos metálicos utilizados en sus líneas

Infraestructuras para eventos.

3. ¿Cuál es el tipo de distribución de esta empresa?

El tipo de distribución que usa es directa, ya que el tipo de servicio brindado es personalizado, mediante contactos que realicen la visita a la empresa o llamen a la misma, es decir esté solicita el armado o acondicionamiento de alguno de los servicios, esta empresa reúne a sus jefes de área encargados en dicho trabajo, los cuales diseñaran y seleccionaran los materiales a usar, siendo previamente aceptado por el contratista al tener los insumos ya listos con la ayuda de los operarios y demás, trasladarán los implementos al local donde se llevara a cabo el evento, es por eso que solo hace uso de la distribución directa.

4. ¿Qué es lo que se ha podido notar en los últimos años en el diagnóstico externo?

En el Perú se retiró los gravámenes de impuestos a los espectáculos de tipo musicales, al eliminar dichos gravámenes, empresas organizadoras se vieron más interesadas en la realización de conciertos, lo cual ha generado un incremento en dicho rubro, ya que la reducción les produciría mayores utilidades netas; es decir la empresa se ha visto beneficiada por este factor, lo cual les ha permitido captar mayores contratos por que la frecuencia de los mismos aumentó.

Otro factor que beneficio a esta empresa, fue el cierre del estadio de Chile lo que ocasiono que los conciertos o posibles llegadas de artistas de talla mundial llegarán a nuestro país, lo cual fue muy beneficioso porque desde ahí la venta de sus servicios aumentó notablemente, ya que es una de las pocas empresas que cuentan con los implementos para armar grandes infraestructuras de forma segura y al haber mayor demanda genera una mayor rentabilidad a la empresa.

5. ¿Qué es lo que se ha podido notar en los últimos años en el diagnóstico interno?

Es una empresa bien consolidada ya que cuenta con más de treinta años de experiencia, lo cual permite aprovechar mejor las oportunidades del mercado.

La empresa busca brindar buen servicio en la implementación de infraestructura para eventos como artísticos y comerciales, ya que no solo posee clientes a nivel nacional sino que también son contratados por personas extranjeras.

La empresa cuenta con una amplia infraestructura propia ubicada en Lima, en el cual guarda sus altos implementos para armar andamios u otros servicios que ofrecen. Sus

implementos son directamente importados de Francia, factor que le permite a la empresa tener una mejor calidad frente a sus competidores.

6. ¿El año 2016 como fue el servicio brindado a los clientes?

El año 2016, la empresa tuvo varios pedidos de eventos pequeños la más resaltante fue la estructura rectangular de 29x29 2m, la cual tenía que ser fabricada constantemente, lo cual generó ciertos gastos en la empresa, ya que se tuvo que alquilar estructuras para cumplir con el pedido de nuestros clientes.

7. ¿Cuál es el área que se encarga de realizar esta fabricación de estructura rectangular de 29x29 2m?

El área que se encarga de realizar esta estructura, es el área de operaciones liderado principalmente por el jefe de operaciones y como segundo mando el supervisor de operaciones.

8. ¿Cómo se procede a realizar esta elaboración de estructura rectangular de 29x29 2m?

El tramo de aluminio es sacado del almacén de estructuras, es llevada al área de operaciones que está subdividida por zonas. En la zona de ensamble, se marca con una tiza o cualquier otro instrumento las áreas a cortar y a soldar según las medidas especificadas. Luego se saca del almacén las diagonales, horizontales y placas que formaran parte de esta estructura, igualmente son llevadas al área de ensamble a que sean soldadas al tramo principal, ya teniendo terminado los otros tres tramos, se procede a soldar en el área de montaje.

Se lleva al área de pintura, se retira el óxido con una lija, seguidamente se coloca la base antioxidante, se deja secar por algunas horas y se procede a pintar la estructura.

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 2 Elaboración de estructuras (29X29 2m), 2016

| Semana | Máximo de eventos | 1 evento mediano=15 estructuras | Estructuras solicitadas | Estructuras atendidas (29X29 2m) | 1 operario=8 estructuras | Número de operarios que atendieron |
|--------|-------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 2 | 3 | 15 | 45 | 40 | 8 | 5 |

| | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---|---|
| 3 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 4 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 5 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 6 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 7 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 8 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 9 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 10 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 11 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 12 | 3 | 15 | 45 | 40 | 8 | 5 |
| 13 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 14 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 15 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 16 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 17 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 18 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 19 | 4 | 15 | 60 | 50 | 8 | 6 |
| 20 | 3 | 15 | 45 | 40 | 8 | 5 |
| 21 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 22 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 23 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 24 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 25 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 26 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 27 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 28 | 3 | 15 | 45 | 40 | 8 | 5 |
| 29 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 30 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 31 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 32 | 4 | 15 | 60 | 55 | 8 | 6 |
| 33 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 34 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 35 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 36 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 37 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 38 | 1 | 15 | 15 | 10 | 8 | 1 |
| 39 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 40 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 41 | 2 | 15 | 30 | 25 | 8 | 3 |
| 42 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 43 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 44 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 45 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 46 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |

| | | | | | | |
|----|---|----|----|----|---|---|
| 47 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |
| 48 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 49 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 50 | 1 | 15 | 15 | 15 | 8 | 1 |
| 51 | 2 | 15 | 30 | 20 | 8 | 2 |
| 52 | 2 | 15 | 30 | 30 | 8 | 3 |

FUENTE: Data histórica de la empresa 2016

Anexo N° 3 Población del tiempo estándar de empalme, montaje y pintura

Hallamos la población “N” tener en cuenta que se ha tomado de muestra aleatoria 10 observaciones de la elaboración de estructura rectangular 29x29 2 m.

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{T S}{e \bar{X}} \right)^2$$

T= El valor se obtendrá a través de la T- Student

S =Se tomará del elemento que tiene mayor coeficiente de variabilidad (desviación estándar)

e = Error permitido

\bar{X} = Media de las observaciones de la actividad

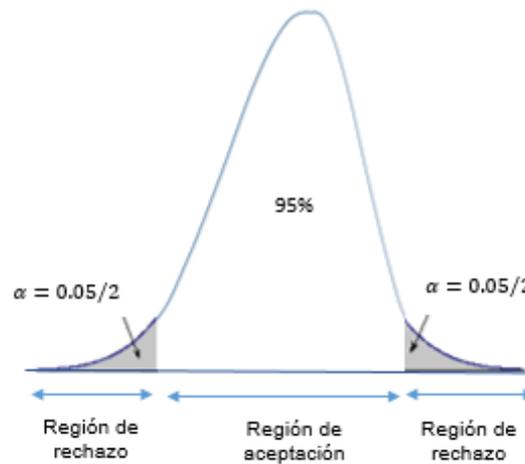
A continuación hallaremos el valor de T =T- Student. Usando el número de muestra aleatoria “n” para este estudio es 10 y usando el valor de alfa= α que obtendremos posteriormente.

Hallamos α para un nivel de confianza de 95 %.

$$1 - \alpha = 95\%$$

$$\alpha = 0.05$$

Hallamos el área de una cola dividiendo $\alpha = \frac{0.05}{2}$



FUENTE: Libro Método Estadístico.Oxford: Blackwell Science; 1994

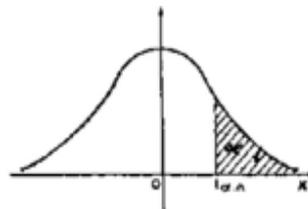
Valor obtenido de $\alpha = 0.025$.

Para buscar en la tabla el valor de la T- Student, realizamos lo siguiente:

$$n - 1 = 9$$

$$\alpha/2 = \frac{0.05}{2} = 0.025$$

Ahora buscamos en la siguiente figura:



| $\alpha/2$ | 0,40 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,050 | 0,025 | 0,010 | 0,005 | 0,001 | 0,0005 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | 0,325 | 0,727 | 1,376 | 3,078 | 6,314 | 12,71 | 31,82 | 63,66 | 318,3 | 636,6 |
| 2 | 0,289 | 0,617 | 1,061 | 1,886 | 2,920 | 4,303 | 6,965 | 9,925 | 22,33 | 31,60 |
| 3 | 0,277 | 0,584 | 0,978 | 1,638 | 2,353 | 3,182 | 4,541 | 5,841 | 10,22 | 12,94 |
| 4 | 0,271 | 0,569 | 0,941 | 1,533 | 2,132 | 2,776 | 3,747 | 4,604 | 7,173 | 8,610 |
| 5 | 0,267 | 0,559 | 0,920 | 1,476 | 2,015 | 2,571 | 3,365 | 4,032 | 5,893 | 6,859 |
| 6 | 0,263 | 0,553 | 0,906 | 1,440 | 1,943 | 2,447 | 3,143 | 3,707 | 5,208 | 5,959 |
| 7 | 0,263 | 0,549 | 0,896 | 1,415 | 1,895 | 2,365 | 2,998 | 3,499 | 4,785 | 5,405 |
| 8 | 0,262 | 0,546 | 0,889 | 1,397 | 1,860 | 2,306 | 2,896 | 3,355 | 4,501 | 5,041 |
| 9 | 0,261 | 0,543 | 0,883 | 1,383 | 1,833 | 2,262 | 2,821 | 3,250 | 4,297 | 4,781 |
| 10 | 0,260 | 0,542 | 0,879 | 1,372 | 1,812 | 2,228 | 2,764 | 3,169 | 4,144 | 4,587 |

FUENTE: Libro Método Estadístico.Oxford: Blackwell Science; 1994.

El T = 2.262.

A continuación hallaremos la $S = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}}$ y luego el CV = $\frac{\text{desviación estándar}}{\text{promedio}}$ para todos los elementos que conforman la actividad (ANEXO N° 3):

CV=Coeficiente de variabilidad

S=Desviación estándar

n=Número de muestra

x= Valor del elemento observado

\bar{x} =Promedio total de las observaciones del elemento

Reemplazamos en la fórmula de población mencionada anteriormente:

$$N = \left(\frac{T S}{e \bar{X}} \right)^2$$

Tomando como error relativo =0.05 y la desviación estándar obtenida del coeficiente de variabilidad mas alto del elemento en este caso es 0.520 (ANEXO N° 5):

$$N = \left(\frac{2.262 * 1.403}{0.05 * 2.70} \right)^2$$

$$N = 552.63 \approx 553 \text{ observaciones}$$

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 4 plantilla check list industrial 5's

CHECK LIST INDUSTRIAL - PLANILLA INSPECCION 5 "S" Mensual Interna

Sector a evaluar:

Fecha:

| UTILIZAR | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Observaciones |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--|
| 1. ¿Los EQUIPOS DISPONIBLES (móviles y fijos: máquinas, grúas, tornos, amoladoras, hornos, etc.) y HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS (llaves, alicates, rodamientos, ejes, chumaceras, guías, mangueras, estrobos, tarjetas electrónicas, etc) están en buenas condiciones (incluye: enchufes, cables, accesorios completos, etc) y son utilizados? | menos del 50% cumple lo requerido | Entre 50 y 69% cumple lo requerido | Entre 70 y 89% cumple lo requerido | Entre 90 y 99% cumple | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 2. ¿Los INSUMOS/PRODUCTOS (soldadura, grasa, wipe, pintura, solventes, aceites, piezas acondicionadas, productos terminados y semi-terminados, etc.)son necesarios (puntaje 0 a 3) y cuenta con la ficha MSDS (puntaje 4)? | | | | | | |
| 3. ¿Los ARMARIOS/ ESTANTES/ ESCRITORIOS disponibles en la Zona son usados en forma adecuada, están en buenas condiciones y son necesarios? | | | | | | |
| 4. ¿Los DEPOSITOS y/o LUGARES (Centros de acopio) para residuos sólidos disponibles son los necesarios, adecuados están en buenas condiciones(limpieza interna y externa), y están siendo usados de acuerdo al código de colores/identificación? | | | | | | |
| 5. ¿Usan y conservan DOCUMENTACION VIGENTE /de acuerdo a Lista de Control de Documentos (PR/EO/Planos, Normas, etc.) y Registros (formatos, libros de incidencias, APR, pre-uso, etc.)? debidamente ordenado e identificado, Verificar versión y vigencia y el operador conoce la documentación que hay en el puesto y en los paneles(puntaje 4) | | | | | | No se cuenta con documentación ni con lista de control ni lugar definido |

| ORDENAR | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Observaciones |
|--|--|------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 1. ¿Las HERRAMIENTAS/REPUESTOS/DISPOSITIVOS utilizadas poseen lugar específico identificado para su almacenamiento y es de fácil acceso? | Menos del 50% cumple lo requerido | Entre 50 y 69% cumple lo requerido | Entre 70 y 89% cumple lo requerido | Entre 90 y 99% cumple lo requerido | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 2.- ¿Los INSUMOS y/o PRODUCTOS disponibles poseen lugar definido e identificado indicando cantidad mínima y máxima para su almacenamiento. Este lugar facilita el acceso para su uso? | | | | | | |
| 3. ¿Los EQUIPOS MOVILES y TABLEROS DE MANDO O CONTROL están dispuesto tal que facilita la circulación entre las actividades productivas y además tienen un lugar específico de disposición cuando no está en uso y cuentan con identificación (legible, sin correcciones y adecuada)? | | | | | | |
| 4. ¿Las DEMARCACIONES(caminos peatonales "verde con franjas amarillas"), SEÑALIZACIONES E IDENTIFICACIONES , disponibles en la zona están de acuerdo al estándar de GERDAU y PR 226-001 (Normalización de Colores) y orientan acerca de los ítems de seguridad? | No hay marcaciones ni señalizaciones en la zona. | | Todas las marcaciones y señalizaciones en la zona orientan acerca de los ítems de seguridad | | Se cumple al 100% con lo requerido | |

| LIMPIAR | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Observaciones |
|--|---|------------------------------------|--|--|---|---------------|
| 1. ¿Los PISOS se encuentran limpios, sin irregularidades, demarcados y libre de obstáculos y permita actividades que no generan sobre esfuerzo? | No cumple | Pisos limpios. | Pisos limpios y demarcados | Pisos limpios, demarcados y libre de obstáculo(bachas y objetos) | Pisos limpios, demarcados, libre de obstáculos y en buen estado de conservación | |
| 2. ¿El estado de las, PAREDES, TECHOS, VENTANAS, PERSIANAS, SEPARADORES, BAÑOS y/o VESTIDORES se encuentran limpios | menos del 50% cumple lo requerido | Entre 50 y 69% cumple lo requerido | Entre 70 y 89% cumple lo requerido | Entre 90 y 99% cumple | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 3. ¿Las Reglas Específicas, Política Integrada y/o CUADROS DE GESTION A LA VISTA (radar, cuadros de resultados, etc.) están limpios, actualizados y en buen estado de conservación? | | | | | | |
| 4. ¿Los TABLEROS DE MANDO o CONTROL están óptimamente limpios y en buen estado, con sus respectivos botones o interruptores y sus medidores y dispositivos de bloqueo y emergencia y mesas limpias y en buen estado? | | | | | | |
| ESTANDARIZACION/SALUD | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Observaciones |
| 1. ¿El LAY OUT (croquis o plano del sector) incluye los caminos peatonales del área o sector, es adecuado y se exhibe para conocimiento y cada área tiene un responsable ? | No se cuenta con Lay out | | Se cuenta con Lay out (no se exhibe ó no esta completo) | | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 2. ¿Los UNIFORMES y EPPs utilizados están en buenas condiciones de uso, buen estado de conservación, limpios y han sido suministrados por siderperú ? | menos del 70% cumple lo requerido | | Entre 70 y 99% cumple | | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 3. Existen señalizaciones que indique la velocidad de circulación dentro del área de los equipos móviles, grúas y además existe caminos peatonales. | | | | | | |
| 4. ¿La ILUMINACIÓN es adecuada, todas las lámparas están en perfecto funcionamiento y los caminos peatonales están iluminados correctamente? | menos del 50% cumple lo requerido | Entre 50 y 69% cumple lo requerido | Entre 70 y 89% cumple lo requerido | Entre 90 y 99% cumple | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 5. ¿Todas la tuberías están identificadas con el tipo de fluido y el sentido del flujo, todos los manómetros tienen marcados sus rangos de trabajo? | | | | | | |
| 6. ¿Los EXTINTORES son los necesarios y están en el sector o próximo a este con fácil acceso, con vigencia en su carga, adecuadamente fijado y con la debida identificación /codificación y señalización? | No hay extintores necesarios | | Cumple entre el 50 y 99% de lo requerido | | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| AUTODISCIPLINA | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | Observaciones |
| 1. ¿Las personas de la Zona están utilizando los EPPs definidos para las actividades ejecutadas Y transitan por los pasajes designados Dentro de la planta? | menos del 50% cumple lo requerido | Entre 50 y 69% cumple lo requerido | Entre 70 y 89% cumple lo requerido | Entre 90 y 99% cumple | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 2. ¿La APLICACIÓN DE LAS 4 PRIMERAS S están siendo cumplidos aunque no esté presente el personal que labora en el sector? | No cumple | | Se aplica las 3 primeras S | | Se aplican las 4 primeras S | |
| 3. ¿Se propone acciones correctivas y/o preventivas, si la puntuación es < 3 y se cumple el levantamiento de éstas según lo programado? Verificar hoja de Inspección | No se genera acciones preventivas y/o correctivas | | Se generan acciones, pero no se realiza el levantamiento según lo programado | | Se cumple al 100% con lo requerido | |

| | | | | |
|---|------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| 4. ¿Los Colaboradores tienen CONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DE 5 S y valoran tener su zona en buen estado y además conocen las POLITICA INTEGRADA ? | No conocen | Entre 90 y 99% conocen y lo valoran | Se cumple al 100% con lo requerido | |
| 5. ¿Los OBJETOS PERSONALES no está mezclados con los objetos de trabajo ? | No cumple | | Cumple al 100% | |

FUENTE: Check List Industrial

Anexo N° 5 Número de población

| | CRONOMETRO VUELTA A CERO (min) | | | | | | | | | | M.A | S | CV | N |
|-----|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| E1 | 5.2 | 6.1 | 5.4 | 5.35 | 6.47 | 5.22 | 5.52 | 4.15 | 6.14 | 5.26 | 5.48 | 0.649 | 0.118 | 28.68 |
| E2 | 5.65 | 4.44 | 5.7 | 4.68 | 5.23 | 8.36 | 8.56 | 7.6 | 6.9 | 5.69 | 6.28 | 1.483 | 0.236 | 114.02 |
| E3 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.001 | 0.064 | 8.42 |
| E4 | 3.1 | 4.22 | 3.1 | 3.5 | 5.6 | 4.37 | 4.52 | 3.58 | 5.11 | 5.14 | 4.22 | 0.888 | 0.210 | 90.39 |
| E5 | 0.02 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.02 | 0.001 | 0.073 | 10.96 |
| E6 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.17 | 0.016 | 0.096 | 18.79 |
| E7 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.02 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.001 | 0.072 | 10.71 |
| E8 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.017 | 0.100 | 20.46 |
| E9 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.01 | 0.001 | 0.073 | 10.86 |
| E10 | 5.11 | 5.02 | 4.52 | 3.56 | 3.58 | 5.27 | 3.44 | 4.13 | 5.25 | 3.58 | 4.35 | 0.774 | 0.178 | 64.99 |
| E11 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.01 | 0.01 | 0.001 | 0.074 | 11.28 |
| E12 | 15.1 | 11.2 | 12.25 | 11.53 | 12.36 | 12.48 | 11.36 | 16.5 | 15.2 | 12.11 | 13.01 | 1.875 | 0.144 | 42.49 |
| E13 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.02 | 0.017 | 0.02 | 0.001 | 0.072 | 10.71 |
| E14 | 10.2 | 11.4 | 10.35 | 9.47 | 10.22 | 9.52 | 9.15 | 10.26 | 15.26 | 14.14 | 11.00 | 2.064 | 0.188 | 72.09 |
| E15 | 3.35 | 4.22 | 3.48 | 5.1 | 3.44 | 3.25 | 4.48 | 7.8 | 3.12 | 3.14 | 4.14 | 1.446 | 0.349 | 249.96 |
| E16 | 6.54 | 5.55 | 6.1 | 5.53 | 6.48 | 5.13 | 6.16 | 5.35 | 5.22 | 5.14 | 5.72 | 0.550 | 0.096 | 18.94 |
| E17 | 2.11 | 2.2 | 1.58 | 2.1 | 2.17 | 5.26 | 2.48 | 5.36 | 1.59 | 2.14 | 2.70 | 1.403 | 0.520 | 553.07 |
| E18 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.001 | 0.049 | 4.90 |
| E19 | 5.1 | 5.53 | 6.38 | 5.12 | 6.11 | 5.5 | 6.2 | 6.16 | 6.56 | 5.02 | 5.77 | 0.579 | 0.100 | 20.60 |
| E20 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0049 | 0.0003 | 0.069 | 9.72 |
| E21 | 3.22 | 4.05 | 3.11 | 2.14 | 2.57 | 2.48 | 2.5 | 2.53 | 2.48 | 2.5 | 2.76 | 0.554 | 0.201 | 82.62 |
| E22 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0053 | 0.00 | 0.0003 | 0.070 | 9.94 |
| E23 | 80.59 | 81.02 | 83.55 | 82.1 | 80.54 | 82.15 | 80.58 | 81.55 | 83.58 | 80.41 | 81.61 | 1.212 | 0.015 | 0.45 |
| E24 | 50.02 | 52.05 | 53.57 | 50.14 | 54.58 | 51.15 | 53.58 | 53.22 | 54.59 | 53.25 | 52.62 | 1.690 | 0.032 | 2.11 |
| E25 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0002 | 0.054 | 6.07 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E26 | 6.2 | 7.58 | 5.12 | 6.42 | 5.15 | 6.25 | 5.23 | 5 | 3.14 | 6.13 | 5.62 | 1.185 | 0.211 | 90.89 |
| E27 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0033 | 0.00 | 0.0002 | 0.055 | 6.20 |
| E28 | 3.14 | 2.18 | 3.45 | 2.22 | 3.47 | 2.1 | 2.56 | 5.58 | 3.32 | 3.11 | 3.11 | 1.020 | 0.328 | 219.89 |
| E29 | 0.0037 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0002 | 0.046 | 4.30 |
| E30 | 5.47 | 4.23 | 5.12 | 5.49 | 5.55 | 3.22 | 5.44 | 3.12 | 5.48 | 5.59 | 4.87 | 0.982 | 0.202 | 83.19 |
| E31 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.001 | 0.061 | 7.57 |
| E32 | 4.3 | 5.01 | 4.55 | 5.12 | 4.44 | 4.49 | 5.13 | 5.11 | 4.3 | 5.12 | 4.76 | 0.369 | 0.078 | 12.30 |
| E33 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.02 | 0.001 | 0.030 | 1.86 |
| E34 | 55.52 | 56.17 | 56.05 | 56.08 | 56.17 | 55.12 | 56.1 | 55.14 | 52.09 | 57.23 | 55.57 | 1.364 | 0.025 | 1.23 |
| E35 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.02 | 0.001 | 0.035 | 2.53 |
| E36 | 0.17 | 0.12 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.16 | 0.15 | 0.024 | 0.157 | 50.24 |
| E37 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0002 | 0.052 | 5.45 |
| E38 | 2.1 | 2.47 | 5.6 | 2.55 | 5.11 | 2.5 | 2.49 | 2.6 | 2.47 | 2.16 | 3.01 | 1.254 | 0.417 | 356.64 |
| E39 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0037 | 0.00 | 0.0002 | 0.046 | 4.34 |
| E40 | 35.35 | 28.74 | 28.15 | 30.16 | 27.59 | 32.34 | 31.74 | 29.39 | 32.47 | 34.47 | 31.04 | 2.658 | 0.086 | 15.01 |
| E41 | 20.01 | 15.7 | 15.02 | 16.57 | 17.25 | 18.21 | 20.28 | 16.91 | 18.1 | 19.07 | 17.71 | 1.750 | 0.099 | 19.99 |
| E42 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| E43 | 0.0057 | 0.0058 | 0.006 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0056 | 0.01 | 0.000 | 0.022 | 0.98 |
| E44 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.014 | 0.091 | 16.86 |
| E45 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0057 | 0.006 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0057 | 0.01 | 0.000 | 0.019 | 0.72 |
| E46 | 10.52 | 8.17 | 8.47 | 11.07 | 8.65 | 10.37 | 9.33 | 9.59 | 10.88 | 11.27 | 9.83 | 1.144 | 0.116 | 27.73 |
| E47 | 30.15 | 32.24 | 33.48 | 31.57 | 32.54 | 33.47 | 32.58 | 33.55 | 33.35 | 32.28 | 32.52 | 1.066 | 0.033 | 2.20 |
| E48 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| E49 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.004 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0036 | 0.004 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0002 | 0.059 | 7.22 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 6 Cronometraje Vuelta Cero (min)

| | CRONOMETRO VUELTA A CERO (min) | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| E1 | 5.2 | 6.1 | 5.4 | 5.35 | 6.47 | 5.22 | 5.52 | 4.15 | 6.14 | 5.26 |
| E2 | 5.65 | 4.44 | 5.7 | 4.68 | 5.23 | 8.36 | 8.56 | 7.6 | 6.9 | 5.69 |
| E3 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 |
| E4 | 3.1 | 4.22 | 3.1 | 3.5 | 5.6 | 4.37 | 4.52 | 3.58 | 5.11 | 5.14 |
| E5 | 0.02 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 |
| E6 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.16 |
| E7 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.02 | 0.02 | 0.018 | 0.017 |
| E8 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.18 |
| E9 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.011 | 0.012 | 0.012 |
| E10 | 5.11 | 5.02 | 4.52 | 3.56 | 3.58 | 5.27 | 3.44 | 4.13 | 5.25 | 3.58 |
| E11 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.01 |
| E12 | 15.1 | 11.2 | 12.25 | 11.53 | 12.36 | 12.48 | 11.36 | 16.5 | 15.2 | 12.11 |
| E13 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.02 | 0.017 |
| E14 | 10.2 | 11.4 | 10.35 | 9.47 | 10.22 | 9.52 | 9.15 | 10.26 | 15.26 | 14.14 |
| E15 | 3.35 | 4.22 | 3.48 | 5.1 | 3.44 | 3.25 | 4.48 | 7.8 | 3.12 | 3.14 |
| E16 | 6.54 | 5.55 | 6.1 | 5.53 | 6.48 | 5.13 | 6.16 | 5.35 | 5.22 | 5.14 |
| E17 | 2.11 | 2.2 | 1.58 | 2.1 | 2.17 | 5.26 | 2.48 | 5.36 | 1.59 | 2.14 |
| E18 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.018 |
| E19 | 5.1 | 5.53 | 6.38 | 5.12 | 6.11 | 5.5 | 6.2 | 6.16 | 6.56 | 5.02 |
| E20 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0053 |
| E21 | 3.22 | 4.05 | 3.11 | 2.14 | 2.57 | 2.48 | 2.5 | 2.53 | 2.48 | 2.5 |
| E22 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0053 |
| E23 | 80.59 | 81.02 | 83.55 | 82.1 | 80.54 | 82.15 | 80.58 | 81.55 | 83.58 | 80.41 |
| E24 | 50.02 | 52.05 | 53.57 | 50.14 | 54.58 | 51.15 | 53.58 | 53.22 | 54.59 | 53.25 |
| E25 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 |
| E26 | 6.2 | 7.58 | 5.12 | 6.42 | 5.15 | 6.25 | 5.23 | 5 | 3.14 | 6.13 |
| E27 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0033 |
| E28 | 3.14 | 2.18 | 3.45 | 2.22 | 3.47 | 2.1 | 2.56 | 5.58 | 3.32 | 3.11 |
| E29 | 0.0037 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0034 | 0.0036 |
| E30 | 5.47 | 4.23 | 5.12 | 5.49 | 5.55 | 3.22 | 5.44 | 3.12 | 5.48 | 5.59 |
| E31 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 |
| E32 | 4.3 | 5.01 | 4.55 | 5.12 | 4.44 | 4.49 | 5.13 | 5.11 | 4.3 | 5.12 |
| E33 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 |
| E34 | 55.52 | 56.17 | 56.05 | 56.08 | 56.17 | 55.12 | 56.1 | 55.14 | 52.09 | 57.23 |
| E35 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.025 | 0.024 | 0.026 |
| E36 | 0.17 | 0.12 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.16 |
| E37 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 |
| E38 | 2.1 | 2.47 | 5.6 | 2.55 | 5.11 | 2.5 | 2.49 | 2.6 | 2.47 | 2.16 |
| E39 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0037 |
| E40 | 35.35 | 28.74 | 28.15 | 30.16 | 27.59 | 32.34 | 31.74 | 29.39 | 32.47 | 34.47 |
| E41 | 20.01 | 15.7 | 15.02 | 16.57 | 17.25 | 18.21 | 20.28 | 16.91 | 18.1 | 19.07 |
| E42 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E43 | 0.0057 | 0.0058 | 0.006 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0056 |
| E44 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.17 |
| E45 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0057 | 0.006 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0057 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| E46 | 10.52 | 8.17 | 8.47 | 11.07 | 8.65 | 10.37 | 9.33 | 9.59 | 10.88 | 11.27 |
| E47 | 30.15 | 32.24 | 33.48 | 31.57 | 32.54 | 33.47 | 32.58 | 33.55 | 33.35 | 32.28 |
| E48 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E49 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.004 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0036 | 0.004 | 0.0035 | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 7 Media aritmética (min)

| | CRONOMETRO VUELTA A CERO (min) | | | | | | | | | | M.A |
|------------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| E1 | 5.2 | 6.1 | 5.4 | 5.35 | 6.47 | 5.22 | 5.52 | 4.15 | 6.14 | 5.26 | 5.48 |
| E2 | 5.65 | 4.44 | 5.7 | 4.68 | 5.23 | 8.36 | 8.56 | 7.6 | 6.9 | 5.69 | 6.28 |
| E3 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 |
| E4 | 3.1 | 4.22 | 3.1 | 3.5 | 5.6 | 4.37 | 4.52 | 3.58 | 5.11 | 5.14 | 4.22 |
| E5 | 0.02 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.02 |
| E6 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.17 |
| E7 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.02 | 0.02 | 0.018 | 0.017 | 0.02 |
| E8 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.18 | 0.17 |
| E9 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.01 |
| E10 | 5.11 | 5.02 | 4.52 | 3.56 | 3.58 | 5.27 | 3.44 | 4.13 | 5.25 | 3.58 | 4.35 |
| E11 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.01 | 0.01 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.01 | 0.01 |
| E12 | 15.1 | 11.2 | 12.25 | 11.53 | 12.36 | 12.48 | 11.36 | 16.5 | 15.2 | 12.11 | 13.01 |
| E13 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.02 | 0.017 | 0.02 |
| E14 | 10.2 | 11.4 | 10.35 | 9.47 | 10.22 | 9.52 | 9.15 | 10.26 | 15.26 | 14.14 | 11.00 |
| E15 | 3.35 | 4.22 | 3.48 | 5.1 | 3.44 | 3.25 | 4.48 | 7.8 | 3.12 | 3.14 | 4.14 |
| E16 | 6.54 | 5.55 | 6.1 | 5.53 | 6.48 | 5.13 | 6.16 | 5.35 | 5.22 | 5.14 | 5.72 |
| E17 | 2.11 | 2.2 | 1.58 | 2.1 | 2.17 | 5.26 | 2.48 | 5.36 | 1.59 | 2.14 | 2.70 |
| E18 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 |
| E19 | 5.1 | 5.53 | 6.38 | 5.12 | 6.11 | 5.5 | 6.2 | 6.16 | 6.56 | 5.02 | 5.77 |
| E20 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0053 | 0.00 |
| E21 | 3.22 | 4.05 | 3.11 | 2.14 | 2.57 | 2.48 | 2.5 | 2.53 | 2.48 | 2.5 | 2.76 |
| E22 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0053 | 0.00 |
| E23 | 80.59 | 81.02 | 83.55 | 82.1 | 80.54 | 82.15 | 80.58 | 81.55 | 83.58 | 80.41 | 81.61 |
| E24 | 50.02 | 52.05 | 53.57 | 50.14 | 54.58 | 51.15 | 53.58 | 53.22 | 54.59 | 53.25 | 52.62 |
| E25 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 | 0.00 |
| E26 | 6.2 | 7.58 | 5.12 | 6.42 | 5.15 | 6.25 | 5.23 | 5 | 3.14 | 6.13 | 5.62 |
| E27 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0033 | 0.00 |
| E28 | 3.14 | 2.18 | 3.45 | 2.22 | 3.47 | 2.1 | 2.56 | 5.58 | 3.32 | 3.11 | 3.11 |
| E29 | 0.0037 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0034 | 0.0036 | 0.00 |
| E30 | 5.47 | 4.23 | 5.12 | 5.49 | 5.55 | 3.22 | 5.44 | 3.12 | 5.48 | 5.59 | 4.87 |
| E31 | 0.02 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.02 |
| E32 | 4.3 | 5.01 | 4.55 | 5.12 | 4.44 | 4.49 | 5.13 | 5.11 | 4.3 | 5.12 | 4.76 |
| E33 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.02 |
| E34 | 55.52 | 56.17 | 56.05 | 56.08 | 56.17 | 55.12 | 56.1 | 55.14 | 52.09 | 57.23 | 55.57 |
| E35 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.02 |
| E36 | 0.17 | 0.12 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.16 | 0.15 |
| E37 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.00 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E38 | 2.1 | 2.47 | 5.6 | 2.55 | 5.11 | 2.5 | 2.49 | 2.6 | 2.47 | 2.16 | 3.01 |
| E39 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0037 | 0.00 |
| E40 | 35.35 | 28.74 | 28.15 | 30.16 | 27.59 | 32.34 | 31.74 | 29.39 | 32.47 | 34.47 | 31.04 |
| E41 | 20.01 | 15.7 | 15.02 | 16.57 | 17.25 | 18.21 | 20.28 | 16.91 | 18.1 | 19.07 | 17.71 |
| E42 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 |
| E43 | 0.0057 | 0.0058 | 0.006 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0056 | 0.01 |
| E44 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.17 | 0.15 |
| E45 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0057 | 0.006 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0057 | 0.01 |
| E46 | 10.52 | 8.17 | 8.47 | 11.07 | 8.65 | 10.37 | 9.33 | 9.59 | 10.88 | 11.27 | 9.83 |
| E47 | 30.15 | 32.24 | 33.48 | 31.57 | 32.54 | 33.47 | 32.58 | 33.55 | 33.35 | 32.28 | 32.52 |
| E48 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 |
| E49 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.004 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0036 | 0.004 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 8 Ajuste al 20% de la elaboración de estructuras 29X29 2 m

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 x 2 m | | M.A | Ajuste al +/- 20% | |
|--|--|-------|-------------------|-------|
| | | | Min | Max |
| | Proceso de empalme | | | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio a empalmar en el almacén de estructuras | 5.48 | 4.38 | 6.58 |
| 2 | Inspeccionar los tramos de aluminio a llevar | 6.28 | 5.02 | 7.54 |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos) | 0.018 | 0.014 | 0.022 |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme (2 tramos) | 4.22 | 3.38 | 5.07 |
| 5 | Volver al almacén de estructuras por los otros dos tramos | 0.019 | 0.015 | 0.022 |
| 6 | Recoger los tramos faltantes del almacén de estructuras | 0.17 | 0.13 | 0.20 |
| 7 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos faltantes) | 0.018 | 0.015 | 0.022 |
| 8 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 0.17 | 0.14 | 0.20 |
| 9 | Ir a la zona de herramientas 1 | 0.011 | 0.009 | 0.014 |
| 10 | Buscar los instrumentos para proceder a realizar las marcas en la zona de herramientas 1 | 4.35 | 3.48 | 5.22 |
| 11 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.011 | 0.009 | 0.013 |
| 12 | Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión en la zona de empalme | 13.01 | 10.41 | 15.61 |
| 13 | Ir al almacén de estructuras | 0.018 | 0.015 | 0.022 |
| 14 | Buscar las diagonales y horizontales | 11.00 | 8.80 | 13.20 |
| 15 | Revisión de las diagonales y horizontales | 4.14 | 3.31 | 4.97 |
| 16 | Escoger los componentes de la estructura a ensamblar (placas) en el almacén de estructuras | 5.72 | 4.58 | 6.86 |
| 17 | Revisión de las placas | 2.70 | 2.16 | 3.24 |

| | | | | |
|----|---|--------|--------|--------|
| 18 | Ir a la zona de empalme | 0.018 | 0.014 | 0.021 |
| 19 | Dejar las diagonales, horizontales y placas en la zona de empalme | 5.77 | 4.61 | 6.92 |
| 20 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.005 | 0.004 | 0.006 |
| 21 | Buscar en la zona de herramientas 2 los instrumentos para realizar la unión de estructuras y corte de mermas | 2.76 | 2.21 | 3.31 |
| 22 | Ir a la zona de empalme | 0.005 | 0.004 | 0.006 |
| 23 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio en la zona de empalme | 81.61 | 65.29 | 97.93 |
| 24 | Cortar mermas | 52.62 | 42.09 | 63.14 |
| 25 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.004 | 0.003 | 0.004 |
| 26 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 5.62 | 4.50 | 6.75 |
| 27 | Ir a zona de herramientas 3 | 0.003 | 0.003 | 0.004 |
| 28 | Buscar las pinzas de presión en la zona de herramientas 3 | 3.11 | 2.49 | 3.74 |
| | Proceso de montaje | | | |
| 29 | Ir a la zona de montaje | 0.003 | 0.003 | 0.004 |
| 30 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 4.87 | 3.90 | 5.85 |
| 31 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.018 | 0.014 | 0.022 |
| 32 | Buscar la herramienta para soldar en la zona de herramientas 2 | 4.76 | 3.81 | 5.71 |
| 33 | Ir a la zona de montaje | 0.018 | 0.014 | 0.021 |
| 34 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 55.57 | 44.45 | 66.68 |
| 35 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.025 | 0.020 | 0.030 |
| 36 | Dejar la estructura montada | 0.15 | 0.12 | 0.18 |
| 37 | Ir al almacén de materiales | 0.003 | 0.003 | 0.004 |
| 38 | Buscar insumos en el almacén de materiales para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 3.01 | 2.40 | 3.61 |
| | Proceso de pintura | | | |
| 39 | Ir a la zona de pintura | 0.004 | 0.003 | 0.004 |
| 40 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 31.04 | 24.83 | 37.25 |
| 41 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 17.71 | 14.17 | 21.25 |
| 42 | Dejar secar | 180.00 | 144.00 | 216.00 |
| 43 | Ir a la zona de equipos | 0.006 | 0.005 | 0.007 |
| 44 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.15 | 0.12 | 0.18 |

| | | | | |
|----|--|--------|--------|--------|
| 45 | Llevar a la zona de pintura | 0.006 | 0.005 | 0.007 |
| 46 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 9.83 | 7.87 | 11.80 |
| 47 | Pintar y verificar la estructura | 32.52 | 26.02 | 39.03 |
| 48 | Dejar secar | 180.00 | 144.00 | 216.00 |
| | Final del proceso | | | |
| 49 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.004 | 0.003 | 0.004 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 9 Mínimos y Máximos

| ELIMINAR TIEMPOS | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| E1 | 5.2 | 6.1 | 5.4 | 5.35 | 6.47 | 5.22 | 5.52 | 4.15 | 6.14 | 5.26 |
| E2 | 5.65 | 4.44 | 5.7 | 4.68 | 5.23 | 8.36 | 8.56 | 7.6 | 6.9 | 5.69 |
| E3 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.018 |
| E4 | 3.1 | 4.22 | 3.1 | 3.5 | 5.6 | 4.37 | 4.52 | 3.58 | 5.11 | 5.14 |
| E5 | 0.020 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 |
| E6 | 0.17 | 0.15 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.16 |
| E7 | 0.018 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.020 | 0.018 | 0.017 |
| E8 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.19 | 0.16 | 0.18 |
| E9 | 0.012 | 0.011 | 0.010 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.012 |
| E10 | 5.11 | 5.02 | 4.52 | 3.56 | 3.58 | 5.27 | 3.44 | 4.13 | 5.25 | 3.58 |
| E11 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.010 | 0.010 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 0.010 |
| E12 | 15.1 | 11.2 | 12.25 | 11.53 | 12.36 | 12.48 | 11.36 | 16.5 | 15.2 | 12.11 |
| E13 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.020 | 0.020 | 0.017 |
| E14 | 10.2 | 11.4 | 10.35 | 9.47 | 10.22 | 9.52 | 9.15 | 10.26 | 15.26 | 14.14 |
| E15 | 3.35 | 4.22 | 3.48 | 5.1 | 3.44 | 3.25 | 4.48 | 7.8 | 3.12 | 3.14 |
| E16 | 6.54 | 5.55 | 6.1 | 5.53 | 6.48 | 5.13 | 6.16 | 5.35 | 5.22 | 5.14 |
| E17 | 2.11 | 2.2 | 1.58 | 2.10 | 2.17 | 5.26 | 2.48 | 5.36 | 1.59 | 2.14 |
| E18 | 0.017 | 0.02 | 0.018 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.018 |
| E19 | 5.1 | 5.53 | 6.38 | 5.12 | 6.11 | 5.5 | 6.2 | 6.16 | 6.56 | 5.02 |
| E20 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0053 |
| E21 | 3.22 | 4.05 | 3.11 | 2.14 | 2.57 | 2.48 | 2.5 | 2.53 | 2.48 | 2.5 |
| E22 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0047 | 0.0053 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0053 |
| E23 | 80.59 | 81.02 | 83.55 | 82.1 | 80.54 | 82.15 | 80.58 | 81.55 | 83.58 | 80.41 |
| E24 | 50.02 | 52.05 | 53.57 | 50.14 | 54.58 | 51.15 | 53.58 | 53.22 | 54.59 | 53.25 |
| E25 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0035 |
| E26 | 6.2 | 7.58 | 5.12 | 6.42 | 5.15 | 6.25 | 5.23 | 5 | 3.14 | 6.13 |
| E27 | 0.0032 | 0.0033 | 0.0037 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0033 |
| E28 | 3.14 | 2.18 | 3.45 | 2.22 | 3.47 | 2.1 | 2.56 | 5.58 | 3.32 | 3.11 |
| E29 | 0.0037 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0034 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0034 | 0.0036 |
| E30 | 5.47 | 4.23 | 5.12 | 5.49 | 5.55 | 3.22 | 5.44 | 3.12 | 5.48 | 5.59 |
| E31 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.018 | 0.020 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E32 | 4.3 | 5.01 | 4.55 | 5.12 | 4.44 | 4.49 | 5.13 | 5.11 | 4.3 | 5.12 |
| E33 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.018 |
| E34 | 55.52 | 56.17 | 56.05 | 56.08 | 56.17 | 55.12 | 56.1 | 55.14 | 52.09 | 57.23 |
| E35 | 0.024 | 0.025 | 0.026 | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.025 | 0.024 | 0.026 |
| E36 | 0.17 | 0.12 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.11 | 0.18 | 0.16 |
| E37 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0033 | 0.0032 | 0.0036 | 0.0034 |
| E38 | 2.1 | 2.47 | 5.6 | 2.55 | 5.11 | 2.5 | 2.49 | 2.6 | 2.47 | 2.16 |
| E39 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 | 0.0038 | 0.0036 | 0.0037 |
| E40 | 35.35 | 28.74 | 28.15 | 30.16 | 27.59 | 32.34 | 31.74 | 29.39 | 32.47 | 34.47 |
| E41 | 20.01 | 15.7 | 15.02 | 16.57 | 17.25 | 18.21 | 20.28 | 16.91 | 18.1 | 19.07 |
| E42 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E43 | 0.0057 | 0.0058 | 0.006 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0056 | 0.0058 | 0.0057 | 0.0056 |
| E44 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.17 | 0.16 | 0.15 | 0.17 |
| E45 | 0.0058 | 0.0056 | 0.0057 | 0.0057 | 0.006 | 0.0057 | 0.0057 | 0.0058 | 0.0058 | 0.0057 |
| E46 | 10.52 | 8.17 | 8.47 | 11.07 | 8.65 | 10.37 | 9.33 | 9.59 | 10.88 | 11.27 |
| E47 | 30.15 | 32.24 | 33.48 | 31.57 | 32.54 | 33.47 | 32.58 | 33.55 | 33.35 | 32.28 |
| E48 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E49 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 10 Tiempo Observado

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 x 2 m | | To |
|--|--|-------|
| Proceso de empalme | | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio a empalmar en el almacén de estructuras | 5.63 |
| 2 | Inspeccionar los tramos de aluminio a llevar | 5.47 |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos) | 0.02 |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme (2 tramos) | 4.04 |
| 5 | Volver al almacén de estructuras por los otros dos tramos | 0.02 |
| 6 | Recoger los tramos faltantes del almacén de estructuras | 0.17 |
| 7 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos faltantes) | 0.02 |
| 8 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 0.17 |
| 9 | Ir a la zona de herramientas 1 | 0.01 |
| 10 | Buscar los instrumentos para proceder a realizar las marcas en la zona de herramientas 1 | 4.21 |
| 11 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.01 |
| 12 | Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión en la zona de empalme | 12.62 |
| 13 | Ir al almacén de estructuras | 0.02 |
| 14 | Buscar las diagonales y horizontales | 10.07 |
| 15 | Revisión de las diagonales y horizontales | 3.79 |
| 16 | Escoger los componentes de la estructura a ensamblar (placas) en el almacén de estructuras | 5.72 |

| | | |
|----|---|--------|
| 17 | Revisión de las placas | 2.28 |
| 18 | Ir a la zona de empalme | 0.02 |
| 19 | Dejar las diagonales, horizontales y placas en la zona de empalme | 5.77 |
| 20 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.0049 |
| 21 | Buscar en la zona de herramientas 2 los instrumentos para realizar la unión de estructuras y corte de mermas | 2.67 |
| 22 | Ir a la zona de empalme | 0.0048 |
| 23 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio en la zona de empalme | 81.61 |
| 24 | Cortar mermas | 52.62 |
| 25 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.00 |
| 26 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 5.69 |
| 27 | Ir a zona de herramientas 3 | 0.0034 |
| 28 | Buscar las pinzas de presión en la zona de herramientas 3 | 3.18 |
| | Proceso de montaje | |
| 29 | Ir a la zona de montaje | 0.00 |
| 30 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 5.30 |
| 31 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.02 |
| 32 | Buscar la herramienta para soldar en la zona de herramientas 2 | 4.76 |
| 33 | Ir a la zona de montaje | 0.02 |
| 34 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 55.57 |
| 35 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.02 |
| 36 | Dejar la estructura montada | 0.16 |
| 37 | Ir al almacén de materiales | 0.0035 |
| 38 | Buscar insumos en el almacén de materiales para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 2.51 |
| | Proceso de pintura | |
| 39 | Ir a la zona de pintura | 0.0036 |
| 40 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 31.04 |
| 41 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 17.71 |
| 42 | Dejar secar | 180.00 |
| 43 | Ir a la zona de equipos | 0.01 |
| 44 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.15 |
| 45 | Llevar a la zona de pintura | 0.01 |
| 46 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 9.83 |
| 47 | Pintar y verificar la estructura | 32.52 |
| 48 | Dejar secar | 180.00 |
| | Final del proceso | |
| 49 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 11 Método de calificación Westinghouse

1. Habilidad: Califica aptitud, Coordinación y ritmo de trabajo.

| Habilidad % | Notación | Calificación |
|-------------|----------|--------------|
| +15 | A1 | Óptima |
| +13 | A2 | Óptima |
| +11 | B1 | Excelente |
| +8 | B2 | Excelente |
| +6 | C1 | Buena |
| +3 | C2 | Buena |
| 0 | D | Regular |
| -5 | E1 | Aceptable |
| -10 | E2 | Aceptable |
| -16 | F1 | Deficiente |
| -22 | F2 | Deficiente |

FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo

2. Esfuerzo: Voluntad de trabajar con eficiencia y rapidez de la habilidad.

| Esfuerzo % | Notación | Calificación |
|------------|----------|--------------|
| +13 | A1 | Óptima |
| +12 | A2 | Óptima |
| +10 | B1 | Excelente |
| +8 | B2 | Excelente |
| +5 | C1 | Buena |
| +2 | C2 | Buena |
| 0 | D | Regular |
| -4 | E1 | Aceptable |
| -8 | E2 | Aceptable |
| -12 | F1 | Deficiente |
| -17 | F2 | Deficiente |

FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo

3. Condiciones ambientales: Temperatura, ventilación, luz y ruido.

| Condiciones % | Notación | Calificación |
|---------------|----------|--------------|
| +6 | A | Óptima |
| +4 | B | Excelente |
| +2 | C | Buena |
| 0 | D | Regular |
| -3 | E | Aceptable |
| -7 | F | Deficiente |

FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo

4. Consistencia: Ejecución de la tarea en un mismo tiempo.

| Consistencia % | Notación | Calificación |
|----------------|----------|--------------|
| +4 | A | Perfecta |
| +3 | B | Excelente |
| +1 | C | Buena |
| 0 | D | Regular |
| -2 | E | Aceptable |
| -4 | F | Deficiente |

FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo

Para la elaboración de la estructura rectangular 29x29 2 m tomaremos la siguiente calificación:

1. Habilidad (Buena) C1= 6 %

Se califica al operario con una calificación de habilidad de 6% (Buena), ya que al soldar y pintar la estructura lo hace con una actitud, coordinación y ritmo de trabajo correctos, sin embargo esperamos obtener después de la implementación una habilidad óptima.

2. Esfuerzo (Buena) C1= 5 %

Durante el proceso de ensamblaje, montaje y pintura se califica al operario con un esfuerzo del 5% trabaja con una eficiencia promedio y rapidez regular se determinó como buena, después de la implementación esperamos lograr aumentar a un 13% óptima.

3. Condiciones ambientales (Buena) C= 2 %

El área de operaciones donde se realiza la soldadura y pintura se encuentra a temperatura de ambiente, con una buena ventilación, luz podríamos calificar como normal y ruido regular pues al momento de cortar concluyendo estas observaciones calificamos con 2% (buena).

4. Consistencia (Buena) C= 1 %

Al observar los operarios en la ejecución de una tarea que es realizada al mismo tiempo podemos determinar que falta un orden de secuencia de procedimientos y desempeño de sus funciones por lo que calificamos con 1% en consistencia (buena).

Al sumar todos estos porcentajes de calificación método de Westinghouse da un 14%.

El Factor de Valorización será $(1 + 0.14) = 1.14$

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 12 Tiempo Normal

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m | | To | f | FV | tn (min) |
|--|--|--------|------|------|-------------|
| Proceso de empalme | | | | | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio a empalmar en el almacén de estructuras | 5.63 | 1.00 | 1.14 | 6.42 |
| 2 | Inspeccionar los tramos de aluminio a llevar | 5.47 | 1.00 | 1.14 | 6.24 |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos) | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme (2 tramos) | 4.04 | 1.00 | 1.14 | 4.60 |
| 5 | Volver al almacén de estructuras por los otros dos tramos | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 6 | Recoger los tramos faltantes del almacén de estructuras | 0.17 | 1.00 | 1.14 | 0.19 |
| 7 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos faltantes) | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 8 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 0.17 | 1.00 | 1.14 | 0.19 |
| 9 | Ir a la zona de herramientas 1 | 0.01 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |
| 10 | Buscar los instrumentos para proceder a realizar las marcas en la zona de herramientas 1 | 4.21 | 1.00 | 1.14 | 4.80 |
| 11 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.01 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |
| 12 | Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión en la zona de empalme | 12.62 | 1.00 | 1.14 | 14.39 |
| 13 | Ir al almacén de estructuras | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 14 | Buscar las diagonales y horizontales | 10.07 | 1.00 | 1.14 | 11.48 |
| 15 | Revisión de las diagonales y horizontales | 3.79 | 1.00 | 1.14 | 4.33 |
| 16 | Escoger los componentes de la estructura a ensamblar (placas) en el almacén de estructuras | 5.72 | 1.00 | 1.14 | 6.52 |
| 17 | Revisión de las placas | 2.28 | 1.00 | 1.14 | 2.60 |
| 18 | Ir a la zona de empalme | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 19 | Dejar las diagonales, horizontales y placas en la zona de empalme | 5.77 | 1.00 | 1.14 | 6.58 |
| 20 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.0049 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |
| 21 | Buscar en la zona de herramientas 2 los instrumentos para realizar la unión de estructuras y corte de mermas | 2.67 | 1.00 | 1.14 | 3.05 |

| | | | | | |
|----|---|--------|------|------|--------|
| 22 | Ir a la zona de empalme | 0.0048 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |
| 23 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio en la zona de empalme | 81.61 | 1.00 | 1.14 | 93.03 |
| 24 | Cortar mermas | 52.62 | 1.00 | 1.14 | 59.98 |
| 25 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.00 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| 26 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 5.69 | 1.00 | 1.14 | 6.48 |
| 27 | Ir a zona de herramientas 3 | 0.0034 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| 28 | Buscar las pinzas de presión en la zona de herramientas 3 | 3.18 | 1.00 | 1.14 | 3.62 |
| | Proceso de montaje | | | | |
| 29 | Ir a la zona de montaje | 0.00 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| 30 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 5.30 | 1.00 | 1.14 | 6.04 |
| 31 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 32 | Buscar la herramienta para soldar en la zona de herramientas 2 | 4.76 | 1.00 | 1.14 | 5.42 |
| 33 | Ir a la zona de montaje | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.02 |
| 34 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 55.57 | 1.00 | 1.14 | 63.35 |
| 35 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.02 | 1.00 | 1.14 | 0.03 |
| 36 | Dejar la estructura montada | 0.16 | 1.00 | 1.14 | 0.18 |
| 37 | Ir al almacén de materiales | 0.0035 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| 38 | Buscar insumos en el almacén de materiales para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 2.51 | 1.00 | 1.14 | 2.87 |
| | Proceso de pintura | | | | |
| 39 | Ir a la zona de pintura | 0.0036 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| 40 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 31.04 | 1.00 | 1.14 | 35.39 |
| 41 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 17.71 | 1.00 | 1.14 | 20.19 |
| 42 | Dejar secar | 180.00 | 1.00 | 1.14 | 205.20 |
| 43 | Ir a la zona de equipos | 0.01 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |

| | | | | | |
|----|--|---------------|------|------|---------------|
| 44 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.15 | 1.00 | 1.14 | 0.17 |
| 45 | Llevar a la zona de pintura | 0.01 | 1.00 | 1.14 | 0.01 |
| 46 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 9.83 | 1.00 | 1.14 | 11.21 |
| 47 | Pintar y verificar la estructura | 32.52 | 1.00 | 1.14 | 37.07 |
| 48 | Dejar secar | 180.00 | 1.00 | 1.14 | 205.20 |
| | Final del proceso | | | | |
| 49 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.0036 | 1.00 | 1.14 | 0.00 |
| | | 725.47 | | | 827.03 |

FUENTE: Elaboración propia

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

| | Hombres | Mujeres |
|--|---------|---------|
| A. Suplemento por necesidades personales | 5 | 7 |
| B. Suplemento base por fatiga | 4 | 4 |

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

| | Hombres | Mujeres | | Hombres | Mujeres |
|--|---------|---------|---|---------|---------|
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 | 4 | | 4 | 45 |
| B. Suplemento por postura anormal | | | | 2 | 100 |
| Ligeramente incómoda | 0 | 1 | F. Concentración intensa | | |
| incómoda (inclinado) | 2 | 3 | Trabajos de cierta precisión | 0 | 0 |
| Muy incómoda (echado, estirado) | 7 | 7 | Trabajos precisos o fatigosos | 2 | 2 |
| C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar) | | | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | 5 | 5 |
| Peso levantado [kg] | | | G. Ruido | | |
| 2,5 | 0 | 1 | Continuo | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 2 | Intermitente y fuerte | 2 | 2 |
| 10 | 3 | 4 | Intermitente y muy fuerte | 5 | 5 |
| 25 | 9 | 20 | Estridente y fuerte | | |
| 35,5 | 22 | máx | H. Tensión mental | | |
| D. Mala iluminación | | | Proceso bastante complejo | 1 | 1 |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0 | 0 | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | 4 | 4 |
| Bastante por debajo | 2 | 2 | Muy complejo | 8 | 8 |
| Absolutamente insuficiente | 5 | 5 | I. Monotonía | | |
| E. Condiciones atmosféricas | | | Trabajo algo monótono | 0 | 0 |
| Índice de enfriamiento Kata | | | Trabajo bastante monótono | 1 | 1 |
| 16 | | 0 | Trabajo muy monótono | 4 | 4 |
| 8 | | 10 | J. Tedio | | |
| | | | Trabajo algo aburrido | 0 | 0 |
| | | | Trabajo bastante aburrido | 2 | 1 |
| | | | Trabajo muy aburrido | 5 | 2 |

FUENTE: Libro Introducción al estudio del trabajo

Los suplementos constantes y variables calificados en este caso para los operarios son los siguientes:

- Suplementos constantes

Estos suplementos están presentes para todo tipo de trabajo, para esta oportunidad calificaremos al operario por el proceso de elaboración de estructuras lo siguiente:

Necesidades personales = 5%

Base por fatiga = 4%

- Suplementos variables

Trabajar de pie = 2%

El operario trabaja de pie todo el tiempo realizando el ensamblaje, montaje y pintura calificación 2%.

Postura anormal (inclinado) = 2%

La postura del proceso de elaboración de estructuras es inclinada, el operario está inclinado todo el tiempo realizando las actividades respectivas.

Uso de fuerza (levanta peso) = 3%

Los operarios tienen que levantar la estructura de 29x29 2m llevando de una zona a otra, se califica el uso de fuerza un 3%.

Concentración Intensa (Trabajos precisos) = 2%

Al realizar las marcas de corte y soldadura, el momento de ensamblar, montar y pintar toma bastante concentración por lo que se determinó un 2% (Trabajos precisos).

Ruido (Intermitente y fuerte) = 2%

Cortar, soldar con las herramientas y prender los equipos genera ruidos calificados con 2%.

Tensión mental (proceso bastante complejo) = 1%

Este proceso toma bastante tensión mental, pues las medidas deben ser exactas para que calce en el armado de estructuras para eventos.

Monotonía (Trabajo bastante monótono) = 1%

Este proceso es el mismo para las dos estructuras más que elaboran los operarios por lo que se considera un trabajo bastante monótono 1%.

Tedio (Trabajo bastante aburrido) = 2%

Se considera como trabajo bastante aburrido un 2% porque los operarios realizan el mismo proceso durante todo el año.

El total de Suplementos = 24%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 14 Tiempo estándar

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m | | Tn (min) | S | Ts |
|--|--|-------------|------|-------|
| Proceso de empalme | | | | |
| 1 | Seleccionar los tramos de aluminio a empalmar en el almacén de estructuras | 6.42 | 0.24 | 7.96 |
| 2 | Inspeccionar los tramos de aluminio a llevar | 6.24 | 0.24 | 7.73 |
| 3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos) | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme (2 tramos) | 4.60 | 0.24 | 5.71 |
| 5 | Volver al almacén de estructuras por los otros dos tramos | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 6 | Recoger los tramos faltantes del almacén de estructuras | 0.19 | 0.24 | 0.23 |
| 7 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme (2 tramos faltantes) | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 8 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 0.19 | 0.24 | 0.24 |
| 9 | Ir a la zona de herramientas 1 | 0.01 | 0.24 | 0.02 |
| 10 | Buscar los instrumentos para proceder a realizar las marcas en la zona de herramientas 1 | 4.80 | 0.24 | 5.96 |
| 11 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.01 | 0.24 | 0.02 |
| 12 | Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión en la zona de empalme | 14.39 | 0.24 | 17.84 |
| 13 | Ir al almacén de estructuras | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 14 | Buscar las diagonales y horizontales | 11.48 | 0.24 | 14.24 |
| 15 | Revisión de las diagonales y horizontales | 4.33 | 0.24 | 5.36 |
| 16 | Escoger los componentes de la estructura a ensamblar (placas) en el almacén de estructuras | 6.52 | 0.24 | 8.09 |
| 17 | Revisión de las placas | 2.60 | 0.24 | 3.23 |
| 18 | Ir a la zona de empalme | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 19 | Dejar las diagonales, horizontales y placas en la zona de empalme | 6.58 | 0.24 | 8.15 |
| 20 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.01 | 0.24 | 0.01 |
| 21 | Buscar en la zona de herramientas 2 los instrumentos para realizar la unión de estructuras y corte de mermas | 3.05 | 0.24 | 3.78 |

| | | | | |
|----|---|--------|------|--------|
| 22 | Ir a la zona de empalme | 0.01 | 0.24 | 0.01 |
| 23 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio en la zona de empalme | 93.03 | 0.24 | 115.36 |
| 24 | Cortar mermas | 59.98 | 0.24 | 74.38 |
| 25 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.00 | 0.24 | 0.00 |
| 26 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 6.48 | 0.24 | 8.04 |
| 27 | Ir a zona de herramientas 3 | 0.00 | 0.24 | 0.00 |
| 28 | Buscar las pinzas de presión en la zona de herramientas 3 | 3.62 | 0.24 | 4.49 |
| 29 | Ir a la zona de montaje | 0.0039 | 0.24 | 0.00 |
| 30 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 6.04 | 0.24 | 7.49 |
| 31 | Ir a la zona de herramientas 2 | 0.02 | 0.24 | 0.03 |
| 32 | Buscar la herramienta para soldar en la zona de herramientas 2 | 5.42 | 0.24 | 6.72 |
| | Proceso de montaje | | | |
| 33 | Ir a la zona de montaje | 0.02 | 0.24 | 0.02 |
| 34 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 63.35 | 0.24 | 78.55 |
| 35 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.03 | 0.24 | 0.04 |
| 36 | Dejar la estructura montada | 0.18 | 0.24 | 0.22 |
| 37 | Ir al almacén de materiales | 0.0039 | 0.24 | 0.00 |
| 38 | Buscar insumos en el almacén de materiales para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 2.87 | 0.24 | 3.55 |
| | Proceso de pintura | | | |
| 39 | Ir a la zona de pintura | 0.0041 | 0.24 | 0.01 |
| 40 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 35.39 | 0.24 | 43.88 |
| 41 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 20.19 | 0.24 | 25.04 |
| 42 | Dejar secar | 205.20 | 0.24 | 254.45 |
| 43 | Ir a la zona de equipos | 0.01 | 0.24 | 0.008 |
| 44 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.17 | 0.24 | 0.21 |

| | | | | |
|----|--|--------|------|---------|
| 45 | Llevar a la zona de pintura | 0.01 | 0.24 | 0.01 |
| 46 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 11.21 | 0.24 | 13.90 |
| 47 | Pintar y verificar la estructura | 37.07 | 0.24 | 45.97 |
| 48 | Dejar secar | 205.20 | 0.24 | 254.45 |
| | Final del proceso | | | |
| 49 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.0041 | 0.24 | 0.005 |
| | | 754.92 | | 1025.52 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 15 Hoja de registro los tiempos y distancias recorridas

| DESCRIPCIÓN | D (m) | T (min) |
|--|-------|---------|
| 1. Almacenar tramos de aluminio | | 7.96 |
| 2. Inspeccionar los tramos de aluminio | | 7.73 |
| 3. Llevar a la zona de empalme | 10 | 0.03 |
| 4. Dejar los tramos de aluminio | | 5.71 |
| 5. Volver a recoger los otros dos tramos | 10 | 0.03 |
| 6. Recoger los otros dos tramos | | 0.23 |
| 7. Llevar a la zona de empalme | 10 | 0.03 |
| 8. Dejar los tramos de aluminio | | 0.24 |
| 9. Ir a la zona de herramientas 1 | 6 | 0.02 |
| 10. Buscar instrumentos | | 5.96 |
| 11. Llevar instrumentos a la zona de empalme | 6 | 0.02 |
| 12. Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión | | 17.84 |
| 13. Ir al almacén de estructuras | 10 | 0.03 |
| 14. Buscar diagonales y horizontales | | 14.24 |
| 15. Revisión de las diagonales y horizontales | | 5.36 |
| 16. Sacar del almacén las placas | | 8.09 |
| 17. Revisión placas | | 3.23 |
| 18. Llevar a la zona de empalme | 10 | 0.03 |
| 19. Dejar las diagonales, horizontales y placas | | 8.15 |
| 20. Ir a la zona de herramientas 2 | 2.65 | 0.01 |
| 21. Buscar instrumentos para corte y soldadura | | 3.78 |
| 22. Ir a la zona de empalme | 2.65 | 0.01 |
| 23. Soldar diagonales, placas y horizontales al tramo de aluminio | | 115.36 |
| 24. Cortar mermas | | 74.38 |
| 25. Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 1.9 | 0.005 |
| 26. Acomodar tramo empalmado en la zona de montaje | | 8.04 |
| 27. Ir a la zona de herramientas 3 | 1.9 | 0.005 |
| 28. Buscar pinzas de presión | | 4.49 |
| 29. Ir a la zona de montaje | 1.9 | 0.005 |
| 30. El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión | | 7.49 |
| 31. Ir a la zona de herramientas 2 | 10 | 0.03 |
| 32. Buscar la herramienta de soldar | | 6.72 |
| 33. Ir a la zona de montaje | 10 | 0.02 |

| | | |
|---|-------|---------|
| 34.Soldar y verificar los otros tres tramos empalmados al tramo apoyado | | 78.55 |
| 35.Llevar a la zona de pintura | 14 | 0.04 |
| 36.Dejar la estructura montada | | 0.22 |
| 37.Ir al almacén de materiales | 1.9 | 0.005 |
| 38.Buscar insumos | | 3.55 |
| 39.Ir a la zona de pintura | 1.9 | 0.01 |
| 40.Lijar la estructura | | 43.88 |
| 41.Aplicar base antioxidante a la estructura | | 25.04 |
| 42.Dejar secar | | 254.4 |
| 43.Ir a la zona de equipos | 3.3 | 0.01 |
| 44.Recoger la compresora de la zona de equipos | | 0.21 |
| 45.Llevar a la zona de pintura | 3.3 | 0.01 |
| 46.Vaciar y verificar la pintura al compresor | | 13.9 |
| 47.Pintar y verificar a estructura | | 45.97 |
| 48.Dejar secar | | 254.45 |
| 49.Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 2 | 0.005 |
| 50.Estructura en almacén | | |
| Total | 119.4 | 1025.52 |

FUENTE: Elaboración propia

a. Encuesta al personal del área de operaciones

Para realizar esta encuesta se realizó una serie de preguntas a las personas que tienen mayor responsabilidad en la ejecución de las estructuras rectangulares, se tomará como preguntas las causas y subcausas identificadas en el diagrama de Ishikawa.

Se hará una matriz de confrontación de factores para definir los pesos correspondientes con el que se ponderará los puntajes de la encuesta.

Las personas elegidas para la matriz de confrontación serán las siguientes:

JO: Jefe de Operaciones

SO: Supervisor de Operaciones

TE: Técnico estructurista

TS: Técnico soldador

OS: Operario soldador

TP: Técnico pintura

OP: Operario pintor

| | JO | SO | TE | TS | OS | TP | OP | | PESOS |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| JO | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 27.27% |
| SO | 1 | | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 18.18% |
| TE | 1 | 1 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 18.18% |
| TS | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 3 | 13.64% |
| OS | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 | 0 | 1 | 4.55% |
| TP | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 1 | 3 | 13.64% |
| OP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 1 | 4.55% |
| | | | | | | | | 22 | 100.00% |

La encuesta a realizar al personal de Operaciones nos permitirá identificar las causas a un nivel de puntaje. Se elegirá la siguiente escala para cada trabajador:

1=Muy Poca influencia

2=Poca Influencia

3=Regular influencia

4=Mucha influencia

5=Excesiva influencia

A continuación en la (ANEXO N°17) se presentará la encuesta realizada al personal del área de operaciones con los pesos y ponderaciones respectivas halladas de la matriz de confrontación. Las causas principales están identificadas con las siguientes determinaciones: métodos, equipos y herramientas, ambiente, mano de obra y materiales.

b. Causas principales del problema identificado en el área de operaciones

Después de haber realizado la encuesta al personal, se procederá a identificar aquellas causas principales que tienen mayor influencia en el problema, extraídas de los elementos establecidos (métodos, equipos y herramientas, ambiente, mano de obra y materiales). Por otra parte, no tomaremos en cuenta las subcausas, ya que estas dependen de las principales.

A continuación, se identifican las causas principales con sus respectivas ponderaciones.

| | Casusas principales de la Baja eficiencia en la elaboración de estructuras | Puntaje Obtenido |
|-----|---|-------------------------|
| 1.1 | Falta de Tableros de control | 4.27 |
| 1.2 | Falta de tiempo estándar | 3.55 |
| 1.3 | Tiempos excesivos de producción | 4.36 |
| 1.4 | Usan método antiguo | 2.18 |
| 1.5 | Falta de herramientas de ingeniería | 1.91 |
| 1.6 | Carece de identificación del proceso | 2.55 |
| 2.1 | Desorden de herramientas | 3.91 |
| 2.2 | Mal mantenimiento de equipos | 2.14 |
| 2.3 | Mal ubicación de equipos | 2.27 |
| 3.1 | Falta de definición de áreas | 4.00 |
| 3.2 | Desorden en el área de operaciones | 4.73 |
| 3.3 | Poca iluminación | 1.82 |
| 4.1 | No identifica prioridades | 4.55 |
| 4.2 | Mala distribución de sus funciones | 3.73 |
| 4.3 | Ausencia de capacitaciones | 2.09 |
| 4.4 | No ordena su lugar de actividades | 4.00 |
| 4.5 | No limpia su lugar de actividades | 4.18 |
| 4.6 | No recibe incentivos | 1.36 |
| 4.7 | No le gusta el puesto de operación | 1.64 |
| 4.8 | Demora en ejecución | 3.18 |
| 5.1 | Materiales innecesarios | 3.91 |
| 5.2 | Materiales desordenados | 3.86 |
| 5.3 | Materiales expuestos al ambiente | 2.50 |

Después de identificar las causas principales, se procederá a realizar una clasificación por puntaje de forma descendente a través de un gráfico de barras.

En la figura podemos notar que el problema identificado está relacionado a las causas que tienen mayor puntaje como el desorden que hay en el área de operaciones (4.73), existen tiempos excesivos de producción (4.36), el operario no limpia su lugar de actividades (4.18), falta de definición de áreas (4.00), desorden de herramientas (3.91).



- c. Identificación de las causas principales a partir de toma de datos en el área de operaciones

Problemática: Baja eficiencia en la elaboración de estructuras de 29X29 2m.

A partir de los puntajes obtenidos de la encuesta realizada al personal de operaciones el cual fue hecha a través de una serie de observaciones se procederá a realizar el diagrama de Pareto.

| Causas principales de la Baja eficiencia en la elaboración de estructuras | Numeración | Frecuencia |
|--|-------------------|-------------------|
| Desorden en el área de operaciones | Causa 1 | 473 |
| No identifica prioridades | Causa 2 | 455 |
| Tiempos excesivos de producción | Causa 3 | 436 |
| Falta de Tableros de control | Causa 4 | 427 |
| No limpia su lugar de actividades | Causa 5 | 418 |
| Falta de definición de áreas | Causa 6 | 400 |
| No ordena su lugar de actividades | Causa 7 | 400 |
| Desorden de herramientas | Causa 8 | 391 |
| Materiales innecesarios | Causa 9 | 391 |
| Materiales desordenados | Causa 10 | 386 |
| Mala distribución de sus funciones | Causa 11 | 373 |
| Falta de tiempo estándar | Causa 12 | 355 |
| Demora en ejecución | Causa 13 | 318 |
| Carece de identificación del proceso | Causa 14 | 255 |
| Falta de lugar específico para materiales | Causa 15 | 250 |
| Mal ubicación de equipos | Causa 16 | 227 |
| Usan método antiguo | Causa 17 | 218 |
| Mal mantenimiento de equipos | Causa 18 | 214 |
| Ausencia de capacitaciones | Causa 19 | 209 |
| Falta de herramientas de ingeniería | Causa 20 | 191 |
| Poca iluminación | Causa 21 | 182 |
| No le gusta el puesto de operación | Causa 22 | 164 |
| No recibe incentivos | Causa 23 | 136 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 17 Encuesta realizada al personal del área de operaciones

| PROBLEMA PRINCIPAL: BAJA EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE ESTRUCTURAS DE 29X29 2m | | 27.27% | 18.18% | 18.18% | 13.64% | 4.55% | 13.64% | 4.55% | PONDERACION |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| | | JO | SO | TE | TS | OS | TP | OP | |
| 1 | MÉTODOS | | | | | | | | |
| 1.1 | Falta de Tableros de control | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4.27 |
| 1.1.1 | Necesidad de replantear procesos | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3.27 |
| 1.1.2 | Seguimiento incorrecto del proceso | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3.18 |
| 1.1.3 | Falta de definición de tareas | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3.55 |
| 1.2 | Falta de tiempo estándar | 5 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3.55 |
| 1.2.1 | Demora en la producción | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3.36 |
| 1.3 | Tiempos excesivos de producción | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4.36 |
| 1.3.1 | Tiempos improductivos | 5 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3.55 |
| 1.3.1.1 | Falta de supervisión | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.18 |
| 1.4 | Usan método antiguo | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.18 |
| 1.5 | Falta de herramientas de ingeniería | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.91 |
| 1.6 | Carece de identificación del proceso | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2.55 |
| 2 | EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | | | | |
| 2.1 | Desorden de herramientas | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3.91 |
| 2.1.1 | Demora en ubicación de herramientas | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3.64 |
| 2.2 | Mal mantenimiento de equipos | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2.14 |
| 2.3 | Mal ubicación de equipos | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2.27 |
| 3 | AMBIENTE | | | | | | | | |
| 3.1 | Falta de definición de áreas | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.00 |
| 3.1.1 | Ausencia de área de producto procesado | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2.73 |
| 3.1.2 | Ausencia de área de producto terminado | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2.91 |
| 3.1.3 | Ausencia de área de mermas | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2.64 |
| 3.1.4 | Falta de identificación de áreas de peligro | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.09 |
| 3.2 | Desorden en el área de operaciones | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4.73 |
| 3.2.1 | Desplazamientos innecesarios | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4.45 |
| 3.3 | Poca iluminación | 2 | 1 | 2 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1.82 |
| 4 | MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| 4.1 | No identifica prioridades | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4.55 |
| 4.2 | Mala distribución de sus funciones | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3.73 |
| 4.2.1 | No respeta los procedimientos | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3.73 |
| 4.2.2 | Exceso de H-H | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3.64 |
| 4.3 | Ausencia de capacitaciones | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2.09 |
| 4.4 | No ordena su lugar de actividades | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4.00 |
| 4.5 | No limpia su lugar de actividades | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.18 |
| 4.6 | No recibe incentivos | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1.36 |

| | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 4.7 | No le gusta el puesto de operación | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 2 | 5 | 1.64 |
| 4.8 | Demora en ejecución | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3.18 |
| 5 | MATERIALES | | | | | | | | |
| 5.1 | Materiales innecesarios | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3.91 |
| 5.1.1 | Dañados | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4.50 |
| 5.1.2 | Obsoletos | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4.50 |
| 5.2 | Materiales desordenados | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3.86 |
| 5.2.1 | Demora en búsqueda de materiales | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4.36 |
| 5.2.2 | Mala ubicación de materiales | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3.36 |
| 5.2.3 | Pérdida de materiales | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5 | 2.64 |
| 5.2.4 | Falta de notificación de disponibilidad de materiales | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3.23 |
| 5.3 | Falta de lugar específico para materiales | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2.50 |
| 5.3.1 | Deterioro de materiales | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1.73 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 18 Cronometro vuelta a cero después de implementar 5's

| CRONOMETRO VUELTA A CERO (min) | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| E1 | 7.50 | 6.12 | 7.35 | 8.40 | 7.45 | 6.50 | 8.03 | 8.22 | 7.13 | 9.49 |
| E2 | 6.16 | 5.59 | 6.25 | 6.45 | 6.11 | 6.20 | 6.54 | 6.18 | 6.14 | 6.23 |
| E3 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.018 |
| E4 | 5.10 | 6.22 | 6.13 | 7.50 | 7.60 | 7.37 | 6.52 | 7.58 | 6.11 | 7.14 |
| E5 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0044 | 0.0046 | 0.0047 | 0.0046 |
| E6 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.15 |
| E7 | 0.0047 | 0.0044 | 0.0045 | 0.0043 | 0.0046 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0049 |
| E8 | 13.26 | 13.54 | 14.35 | 15.02 | 14.48 | 13.53 | 14.11 | 15.12 | 14.41 | 13.35 |
| E9 | 61.55 | 60.02 | 61.41 | 60.42 | 61.45 | 60.25 | 61.39 | 60.11 | 60.16 | 61.41 |
| E10 | 30.55 | 30.05 | 31.47 | 30.04 | 31.28 | 30.25 | 30.58 | 31.22 | 30.48 | 31.55 |
| E11 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0036 |
| E12 | 4.55 | 5.12 | 4.35 | 5.22 | 5.16 | 4.48 | 5.31 | 4.59 | 4.56 | 5.08 |
| E13 | 0.013 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.016 |
| E14 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 0.15 |
| E15 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.016 |
| E16 | 4.22 | 4.17 | 3.58 | 4.51 | 5.01 | 4.49 | 4.38 | 5.10 | 3.55 | 4.44 |
| E17 | 36.11 | 34.06 | 33.18 | 36.17 | 32.11 | 34.56 | 34.2 | 39.17 | 36.19 | 33.14 |
| E18 | 0.024 | 0.028 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.027 | 0.028 | 0.027 | 0.025 | 0.024 |
| E19 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 |
| E20 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 |
| E21 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.13 |
| E22 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 |
| E23 | 0.12 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.12 |
| E24 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.008 |
| E25 | 29.55 | 30.45 | 31.22 | 30.27 | 31.07 | 29.48 | 30.33 | 31.03 | 29.50 | 30.46 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E26 | 20.42 | 18.13 | 23.42 | 21.25 | 22.44 | 20.23 | 21.39 | 23.50 | 22.42 | 23.11 |
| E27 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 |
| E28 | 8.56 | 9.35 | 10.25 | 8.46 | 9.42 | 9.33 | 10.14 | 8.44 | 9.42 | 10.02 |
| E29 | 33.02 | 32.18 | 31.27 | 31.54 | 33.56 | 34.28 | 33.46 | 33.55 | 31.59 | 32.48 |
| E30 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 | 180.00 |
| E31 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0040 | 0.0037 | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 19 Media aritmética después de implementar 5's

| CRONOMETRO VUELTA A CERO (min) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | M.A |
| E1 | 7.50 | 6.12 | 7.35 | 8.40 | 7.45 | 6.50 | 8.03 | 8.22 | 7.13 | 9.49 | 7.62 |
| E2 | 6.16 | 5.59 | 6.25 | 6.45 | 6.11 | 6.20 | 6.54 | 6.18 | 6.14 | 6.23 | 6.19 |
| E3 | 0.01 7 | 0.017 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.02 |
| E4 | 5.10 | 6.22 | 6.13 | 7.50 | 7.60 | 7.37 | 6.52 | 7.58 | 6.11 | 7.14 | 6.73 |
| E5 | 0.00 43 | 0.004 5 | 0.004 6 | 0.004 3 | 0.004 5 | 0.004 6 | 0.004 4 | 0.004 6 | 0.004 7 | 0.004 6 | 0.004 5 |
| E6 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.16 |
| E7 | 0.00 47 | 0.004 4 | 0.004 5 | 0.004 3 | 0.004 6 | 0.004 8 | 0.004 5 | 0.004 7 | 0.004 5 | 0.004 9 | 0.004 6 |
| E8 | 13.2 6 | 13.54 | 14.35 | 15.02 | 14.48 | 13.53 | 14.11 | 15.12 | 14.41 | 13.35 | 14.12 |
| E9 | 61.5 5 | 60.02 | 61.41 | 60.42 | 61.45 | 60.25 | 61.39 | 60.11 | 60.16 | 61.41 | 60.82 |
| E10 | 30.5 5 | 30.05 | 31.47 | 30.04 | 31.28 | 30.25 | 30.58 | 31.22 | 30.48 | 31.55 | 30.75 |
| E11 | 0.00 37 | 0.003 6 | 0.003 5 | 0.003 4 | 0.003 6 | 0.003 5 | 0.003 5 | 0.003 7 | 0.003 6 | 0.003 6 | 0.003 6 |
| E12 | 4.55 | 5.12 | 4.35 | 5.22 | 5.16 | 4.48 | 5.31 | 4.59 | 4.56 | 5.08 | 4.84 |
| E13 | 0.01 3 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0.01 |
| E14 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 0.15 | 0.16 |
| E15 | 0.01 5 | 0.014 | 0.016 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.01 |
| E16 | 4.22 | 4.17 | 3.58 | 4.51 | 5.01 | 4.49 | 4.38 | 5.10 | 3.55 | 4.44 | 4.35 |
| E17 | 36.1 1 | 34.06 | 33.18 | 36.17 | 32.11 | 34.56 | 34.2 | 39.17 | 36.19 | 33.14 | 34.89 |
| E18 | 0.02 4 | 0.028 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.027 | 0.028 | 0.027 | 0.025 | 0.024 | 0.03 |
| E19 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.18 |
| E20 | 0.01 0 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.01 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| E21 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.14 |
| E22 | 0.00 8 | 0.010 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.01 |
| E23 | 0.12 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.12 | 0.13 |
| E24 | 0.00 9 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.01 |
| E25 | 29.5 5 | 30.45 | 31.22 | 30.27 | 31.07 | 29.48 | 30.33 | 31.03 | 29.50 | 30.46 | 30.34 |
| E26 | 20.4 2 | 18.13 | 23.42 | 21.25 | 22.44 | 20.23 | 21.39 | 23.50 | 22.42 | 23.11 | 21.63 |
| E27 | 180. 00 | 180.0 0 |
| E28 | 8.56 | 9.35 | 10.25 | 8.46 | 9.42 | 9.33 | 10.14 | 8.44 | 9.42 | 10.02 | 9.34 |
| E29 | 33.0 2 | 32.18 | 31.27 | 31.54 | 33.56 | 34.28 | 33.46 | 33.55 | 31.59 | 32.48 | 32.69 |
| E30 | 180. 00 | 180.0 0 |
| E31 | 0.00 40 | 0.003 5 | 0.004 0 | 0.003 5 | 0.003 7 | 0.003 5 | 0.003 6 | 0.004 0 | 0.003 7 | 0.003 6 | 0.003 7 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 20 Ajuste al +/- 20% después de la implementación 5's

| | Ajuste al +/- 20% después de la implementación 5's | M.A | Ajuste al +/- 20% | |
|---------------------------|---|------------|-------------------|------------|
| | | | Min | Max |
| Proceso de empalme | | | | |
| E1 | Seleccionar los tramos de aluminio, diagonales, horizontales y placas a empalmar en el almacén de estructuras de acuerdo a las medidas planteadas | 7.62 | 6.10 | 9.14 |
| E2 | Inspeccionar los aluminios | 6.19 | 4.95 | 7.42 |
| E3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| E4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 6.73 | 5.38 | 8.07 |
| E5 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.004 5 | 0.003 6 | 0.005 4 |
| E6 | Buscar los instrumentos para realizar las marcas de soldadura y corte de los aluminios | 0.16 | 0.13 | 0.19 |
| E7 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.004 6 | 0.003 7 | 0.005 5 |
| E8 | Realizar las marcaciones de soldadura y corte con bastante precisión | 14.12 | 11.29 | 16.94 |
| E9 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio | 60.82 | 48.65 | 72.98 |
| E10 | Cortar mermas | 30.75 | 24.60 | 36.90 |
| E11 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| E12 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 4.84 | 3.87 | 5.81 |
| E13 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| E14 | Buscar las pinzas de presión y la herramienta de soldar en la zona de herramientas y materiales | 0.16 | 0.13 | 0.20 |

| | Proceso de montaje | | | |
|------------|---|------------|------------|------------|
| E15 | Ir a la zona de montaje | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| E16 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 4.35 | 3.48 | 5.21 |
| E17 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 34.89 | 27.91 | 41.87 |
| E18 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| E19 | Dejar la estructura montada | 0.18 | 0.14 | 0.21 |
| E20 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| E21 | Buscar insumos para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 0.14 | 0.11 | 0.16 |
| E22 | Ir a la zona de equipos | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| E23 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.13 | 0.10 | 0.15 |
| | Proceso de pintura | | | |
| E24 | Ir a la zona de pintura | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| E25 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 30.34 | 24.27 | 36.40 |
| E26 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 21.63 | 17.30 | 25.96 |
| E27 | Dejar secar | 180.0 0 | 144.0 0 | 216.0 0 |
| E28 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 9.34 | 7.47 | 11.21 |
| E29 | Pintar y verificar la estructura | 32.69 | 26.15 | 39.23 |
| E30 | Dejar secar | 180.0 0 | 144.0 0 | 216.0 0 |
| E31 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.003 7 | 0.003 0 | 0.004 5 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 21 Eliminación de tiempos después de la implementación 5'S

| ELIMINAR TIEMPOS | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| E1 | 7.5 | 6.12 | 7.35 | 8.4 | 7.45 | 6.5 | 8.03 | 8.22 | 7.13 | 9.49 |
| E2 | 6.16 | 5.59 | 6.25 | 6.45 | 6.11 | 6.2 | 6.54 | 6.18 | 6.14 | 6.23 |
| E3 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.018 |
| E4 | 5.1 | 6.22 | 6.13 | 7.5 | 7.6 | 7.37 | 6.52 | 7.58 | 6.11 | 7.14 |
| E5 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0044 | 0.0046 | 0.0047 | 0.0046 |
| E6 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.15 |
| E7 | 0.0047 | 0.0044 | 0.0045 | 0.0043 | 0.0046 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0049 |
| E8 | 13.26 | 13.54 | 14.35 | 15.02 | 14.48 | 13.53 | 14.11 | 15.12 | 14.41 | 13.35 |
| E9 | 61.55 | 60.02 | 61.41 | 60.42 | 61.45 | 60.25 | 61.39 | 60.11 | 60.16 | 61.41 |
| E10 | 30.55 | 30.05 | 31.47 | 30.04 | 31.28 | 30.25 | 30.58 | 31.22 | 30.48 | 31.55 |
| E11 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0036 |
| E12 | 4.55 | 5.12 | 4.35 | 5.22 | 5.16 | 4.48 | 5.31 | 4.59 | 4.56 | 5.08 |
| E13 | 0.013 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.016 |
| E14 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 0.15 |
| E15 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.016 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E16 | 4.22 | 4.17 | 3.58 | 4.51 | 5.01 | 4.49 | 4.38 | 5.1 | 3.55 | 4.44 |
| E17 | 36.11 | 34.06 | 33.18 | 36.17 | 32.11 | 34.56 | 34.2 | 39.17 | 36.19 | 33.14 |
| E18 | 0.024 | 0.028 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.027 | 0.028 | 0.027 | 0.025 | 0.024 |
| E19 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 |
| E20 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.01 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 |
| E21 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.13 |
| E22 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 |
| E23 | 0.12 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.12 |
| E24 | 0.009 | 0.008 | 0.01 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.008 |
| E25 | 29.55 | 30.45 | 31.22 | 30.27 | 31.07 | 29.48 | 30.33 | 31.03 | 29.5 | 30.46 |
| E26 | 20.42 | 18.13 | 23.42 | 21.25 | 22.44 | 20.23 | 21.39 | 23.5 | 22.42 | 23.11 |
| E27 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E28 | 8.56 | 9.35 | 10.25 | 8.46 | 9.42 | 9.33 | 10.14 | 8.44 | 9.42 | 10.02 |
| E29 | 33.02 | 32.18 | 31.27 | 31.54 | 33.56 | 34.28 | 33.46 | 33.55 | 31.59 | 32.48 |
| E30 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| E31 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0040 | 0.0037 | 0.0036 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 22 Tiempo Observado después de la implementación

| | Tiempo Observado | | | | | | | | | | To |
|-----|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| E1 | 7.5 | 6.12 | 7.35 | 8.4 | 7.45 | 6.5 | 8.03 | 8.22 | 7.13 | | 7.41 |
| E2 | 6.16 | 5.59 | 6.25 | 6.45 | 6.11 | 6.2 | 6.54 | 6.18 | 6.14 | 6.23 | 6.19 |
| E3 | 0.017 | 0.017 | 0.018 | 0.020 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.020 | 0.018 | 0.018 |
| E4 | | 6.22 | 6.13 | 7.5 | 7.6 | 7.37 | 6.52 | 7.58 | 6.11 | 7.14 | 6.91 |
| E5 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0043 | 0.0045 | 0.0046 | 0.0044 | 0.0046 | 0.0047 | 0.0046 | 0.0045 |
| E6 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.16 |
| E7 | 0.0047 | 0.0044 | 0.0045 | 0.0043 | 0.0046 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0047 | 0.0045 | 0.0049 | 0.0046 |
| E8 | 13.26 | 13.54 | 14.35 | 15.02 | 14.48 | 13.53 | 14.11 | 15.12 | 14.41 | 13.35 | 14.12 |
| E9 | 61.55 | 60.02 | 61.41 | 60.42 | 61.45 | 60.25 | 61.39 | 60.11 | 60.16 | 61.41 | 60.82 |
| E10 | 30.55 | 30.05 | 31.47 | 30.04 | 31.28 | 30.25 | 30.58 | 31.22 | 30.48 | 31.55 | 30.75 |
| E11 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0034 | 0.0036 | 0.0035 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 |
| E12 | 4.55 | 5.12 | 4.35 | 5.22 | 5.16 | 4.48 | 5.31 | 4.59 | 4.56 | 5.08 | 4.84 |
| E13 | 0.013 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0.015 |
| E14 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.13 | 0.15 | 0.16 |
| E15 | 0.015 | 0.014 | 0.016 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.015 |
| E16 | 4.22 | 4.17 | 3.58 | 4.51 | 5.01 | 4.49 | 4.38 | 5.1 | 3.55 | 4.44 | 4.35 |
| E17 | 36.11 | 34.06 | 33.18 | 36.17 | 32.11 | 34.56 | 34.2 | 39.17 | 36.19 | 33.14 | 34.89 |
| E18 | 0.024 | 0.028 | 0.025 | 0.024 | 0.024 | 0.027 | 0.028 | 0.027 | 0.025 | 0.024 | 0.026 |
| E19 | 0.19 | 0.17 | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.14 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.18 |
| E20 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.01 | 0.009 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.010 | 0.009 |
| E21 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.14 |
| E22 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.01 |
| E23 | 0.12 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.12 | 0.13 |
| E24 | 0.009 | 0.008 | 0.01 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.009 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E25 | 29.55 | 30.45 | 31.22 | 30.27 | 31.07 | 29.48 | 30.33 | 31.03 | 29.5 | 30.46 | 30.34 |
| E26 | 20.42 | 18.13 | 23.42 | 21.25 | 22.44 | 20.23 | 21.39 | 23.5 | 22.42 | 23.11 | 21.63 |
| E27 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 |
| E28 | 8.56 | 9.35 | 10.25 | 8.46 | 9.42 | 9.33 | 10.14 | 8.44 | 9.42 | 10.02 | 9.34 |
| E29 | 33.02 | 32.18 | 31.27 | 31.54 | 33.56 | 34.28 | 33.46 | 33.55 | 31.59 | 32.48 | 32.69 |
| E30 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180.00 |
| E31 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0035 | 0.0037 | 0.0035 | 0.0036 | 0.0040 | 0.0037 | 0.0036 | 0.0037 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 23 Método de calificación Westinghouse después de la implementación

| <p>1. Habilidad: Califica aptitud, Coordinación y ritmo de trabajo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Habilidad %</th> <th>Notación</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+15</td><td>A1</td><td>Óptima</td></tr> <tr><td>+13</td><td>A2</td><td>Óptima</td></tr> <tr><td>+11</td><td>B1</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+8</td><td>B2</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+6</td><td>C1</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>+3</td><td>C2</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>0</td><td>D</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>-5</td><td>E1</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-10</td><td>E2</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-16</td><td>F1</td><td>Deficiente</td></tr> <tr><td>-22</td><td>F2</td><td>Deficiente</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo</p> | Habilidad % | Notación | Calificación | +15 | A1 | Óptima | +13 | A2 | Óptima | +11 | B1 | Excelente | +8 | B2 | Excelente | +6 | C1 | Buena | +3 | C2 | Buena | 0 | D | Regular | -5 | E1 | Aceptable | -10 | E2 | Aceptable | -16 | F1 | Deficiente | -22 | F2 | Deficiente | <p>2. Esfuerzo: Voluntad de trabajar con eficiencia y rapidez de la habilidad.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Esfuerzo %</th> <th>Notación</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+13</td><td>A1</td><td>Óptima</td></tr> <tr><td>+12</td><td>A2</td><td>Óptima</td></tr> <tr><td>+10</td><td>B1</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+8</td><td>B2</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+5</td><td>C1</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>+2</td><td>C2</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>0</td><td>D</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>-4</td><td>E1</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-8</td><td>E2</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-12</td><td>F1</td><td>Deficiente</td></tr> <tr><td>-17</td><td>F2</td><td>Deficiente</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo</p> | Esfuerzo % | Notación | Calificación | +13 | A1 | Óptima | +12 | A2 | Óptima | +10 | B1 | Excelente | +8 | B2 | Excelente | +5 | C1 | Buena | +2 | C2 | Buena | 0 | D | Regular | -4 | E1 | Aceptable | -8 | E2 | Aceptable | -12 | F1 | Deficiente | -17 | F2 | Deficiente |
|--|---------------|--------------|--------------|-----|----|--------|-----|----|-----------|-----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|------------|--|----------------|----------|--------------|----|-----------|----------|----|-----------|-----------|----|------------|-------|----|------------|---|------------|----------|--------------|-----|----|------------|-----|----|--------|-----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-------|----|----|-------|---|---|---------|----|----|-----------|----|----|-----------|-----|----|------------|-----|----|------------|
| Habilidad % | Notación | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +15 | A1 | Óptima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +13 | A2 | Óptima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +11 | B1 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +8 | B2 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +6 | C1 | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +3 | C2 | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | D | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -5 | E1 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -10 | E2 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -16 | F1 | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -22 | F2 | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esfuerzo % | Notación | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +13 | A1 | Óptima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +12 | A2 | Óptima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +10 | B1 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +8 | B2 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +5 | C1 | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +2 | C2 | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | D | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -4 | E1 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -8 | E2 | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -12 | F1 | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -17 | F2 | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3. Condiciones ambientales: Temperatura, ventilación, luz y ruido.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Condiciones %</th> <th>Notación</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+6</td><td>A</td><td>Óptima</td></tr> <tr><td>+4</td><td>B</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+2</td><td>C</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>0</td><td>D</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>-3</td><td>E</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-7</td><td>F</td><td>Deficiente</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo</p> | Condiciones % | Notación | Calificación | +6 | A | Óptima | +4 | B | Excelente | +2 | C | Buena | 0 | D | Regular | -3 | E | Aceptable | -7 | F | Deficiente | <p>4. Consistencia: Ejecución de la tarea en un mismo tiempo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Consistencia %</th> <th>Notación</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+4</td><td>A</td><td>Perfecta</td></tr> <tr><td>+3</td><td>B</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>+1</td><td>C</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>0</td><td>D</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>-2</td><td>E</td><td>Aceptable</td></tr> <tr><td>-4</td><td>F</td><td>Deficiente</td></tr> </tbody> </table> <p>FUENTE: Libro técnicas de medición de trabajo</p> | Consistencia % | Notación | Calificación | +4 | A | Perfecta | +3 | B | Excelente | +1 | C | Buena | 0 | D | Regular | -2 | E | Aceptable | -4 | F | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones % | Notación | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +6 | A | Óptima | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +4 | B | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +2 | C | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | D | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -3 | E | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -7 | F | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consistencia % | Notación | Calificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +4 | A | Perfecta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +3 | B | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +1 | C | Buena | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | D | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -2 | E | Aceptable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| -4 | F | Deficiente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Para la elaboración de la estructura rectangular 29x29 2 m tomaremos la siguiente calificación después de haber implementado la herramienta 5's.

1. Habilidad (Excelente) B2= 8%

Se califica al operario con una calificación de habilidad de 8% (Excelente), ya que al soldar y pintar la estructura lo hace con mejor coordinación comparado a al ritmo anterior, muestra una actitud positiva y un ritmo de trabajo continuo.

2. Esfuerzo (Excelente) B2= 8 %

Durante el proceso de ensamblaje, montaje y pintura se califica al operario con un esfuerzo del 8%, tras la implementación del kanban que ayudó a que tenga una mejor visión del trabajo asignado se tiene mejores resultados, al igual que haber implementado las 5's ayudó a los operarios a tener una mejor rapidez y eficiencia en el momento de poder desempeñar sus habilidades en las tareas, ya que pueden desplazarse y pueden obtener sus herramientas de trabajo con mayor facilidad.

3. Condiciones ambientales (Buena) C= 2 %

Tras la implementación del kanban y 5's podemos calificar a las zonas de herramientas y materiales, zona de placas, horizontales, verticales y diagonales, zona de ensamblaje, montaje y pintura con un 2% (buena), la temperatura se

4. Consistencia (Buena) C= 1 %

Calificaremos la consistencia con 1% (buena), ya que al observar a los operarios poder ejecutar sus tareas en mejor orden comparado al proceso anterior, podemos decir que puede observar un trabajo a nivel promedio después de haber implementado las 5's.

Al sumar todos estos porcentajes de calificación método de Westinghouse da un 19%.

El Factor de Valorización será $(1 + 0.19) = 1.19$

Anexo N° 24 Tiempo normal después de la implementación 5's

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m después de la implementación 5's | | To | f | FV | tn (min) |
|--|---|-----------|----------|-----------|-----------------|
| Proceso de empalme | | | | | |
| E1 | Seleccionar los tramos de aluminio, diagonales, horizontales y placas a empalmar en el almacén de estructuras de acuerdo a las medidas planteadas | 7.41 | 1.00 | 1.19 | 8.82 |
| E2 | Inspeccionar los aluminios | 6.19 | 1.00 | 1.19 | 7.36 |
| E3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme | 0.018 | 1.00 | 1.19 | 0.021 |
| E4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 6.91 | 1.00 | 1.19 | 8.22 |
| E5 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.0045 | 1.00 | 1.19 | 0.005 |
| E6 | Buscar los instrumentos para realizar las marcas de soldadura y corte de los aluminios | 0.16 | 1.00 | 1.19 | 0.19 |
| E7 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.0046 | 1.00 | 1.19 | 0.005 |
| E8 | Realizar las marcaciones de soldadura y corte con bastante precisión | 14.12 | 1.00 | 1.19 | 16.80 |
| E9 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio | 60.82 | 1.00 | 1.19 | 72.37 |
| E10 | Cortar mermas | 30.75 | 1.00 | 1.19 | 36.59 |
| E11 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.0036 | 1.00 | 1.19 | 0.0042 |
| E12 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 4.84 | 1.00 | 1.19 | 5.76 |
| E13 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.015 | 1.00 | 1.19 | 0.018 |
| E14 | Buscar las pinzas de presión y la herramienta de soldar en la zona de herramientas y materiales | 0.16 | 1.00 | 1.19 | 0.20 |
| Proceso de montaje | | | | | |
| E15 | Ir a la zona de montaje | 0.015 | 1.00 | 1.19 | 0.018 |
| E16 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 4.35 | 1.00 | 1.19 | 5.17 |
| E17 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 34.89 | 1.00 | 1.19 | 41.52 |
| E18 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.026 | 1.00 | 1.19 | 0.030 |
| E19 | Dejar la estructura montada | 0.18 | 1.00 | 1.19 | 0.21 |
| E20 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.009 | 1.00 | 1.19 | 0.01 |

| | | | | | |
|------------|---|--------|------|------|---------------|
| E21 | Buscar insumos para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 0.14 | 1.00 | 1.19 | 0.16 |
| E22 | Ir a la zona de equipos | 0.009 | 1.00 | 1.19 | 0.011 |
| E23 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.13 | 1.00 | 1.19 | 0.15 |
| | Proceso de pintura | | | | |
| E24 | Ir a la zona de pintura | 0.009 | 1.00 | 1.19 | 0.010 |
| E25 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 30.34 | 1.00 | 1.19 | 36.10 |
| E26 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 21.63 | 1.00 | 1.19 | 25.74 |
| E27 | Dejar secar | 180.00 | 1.00 | 1.19 | 214.20 |
| E28 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 9.34 | 1.00 | 1.19 | 11.11 |
| E29 | Pintar y verificar la estructura | 32.69 | 1.00 | 1.19 | 38.90 |
| E30 | Dejar secar | 180.00 | 1.00 | 1.19 | 214.20 |
| E31 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.0037 | 1.00 | 1.19 | 0.0044 |
| | | | | | 743.91 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 25 Sistema de suplementos por descanso después de la implementación 5'S

| 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES | | | | | |
|---|---------|---------|---|---------|---------|
| | Hombres | Mujeres | | | |
| A. Suplemento por necesidades personales | 5 | 7 | | | |
| B. Suplemento base por fatiga | 4 | 4 | | | |
| 2. SUPLEMENTOS VARIABLES | | | | | |
| | Hombres | Mujeres | | Hombres | Mujeres |
| A. Suplemento por trabajar de pie | 2 | 4 | 4 | | 45 |
| B. Suplemento por postura anormal | | | 2 | | 100 |
| Ligeramente incómoda | 0 | 1 | | | |
| incómoda (inclinado) | 2 | 3 | | | |
| Muy incómoda (echado, estirado) | 7 | 7 | | | |
| C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar) | | | | | |
| Peso levantado [kg] | | | | | |
| 2,5 | 0 | 1 | | | |
| 5 | 1 | 2 | | | |
| 10 | 3 | 4 | | | |
| 25 | 9 | 20 máx | | | |
| 35,5 | 22 | --- | | | |
| D. Mala iluminación | | | | | |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada | 0 | 0 | | | |
| Bastante por debajo | 2 | 2 | | | |
| Absolutamente insuficiente | 5 | 5 | | | |
| E. Condiciones atmosféricas | | | | | |
| Índice de enfriamiento Kata | | | | | |
| 16 | | 0 | | | |
| 8 | | 10 | | | |
| | | | F. Concentración intensa | | |
| | | | Trabajos de cierta precisión | 0 | 0 |
| | | | Trabajos precisos o fatigosos | 2 | 2 |
| | | | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos | 5 | 5 |
| | | | G. Ruido | | |
| | | | Continuo | 0 | 0 |
| | | | Intermitente y fuerte | 2 | 2 |
| | | | Intermitente y muy fuerte | 5 | 5 |
| | | | Estridente y fuerte | | |
| | | | H. Tensión mental | | |
| | | | Proceso bastante complejo | 1 | 1 |
| | | | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | 4 | 4 |
| | | | Muy complejo | 8 | 8 |
| | | | I. Monotonía | | |
| | | | Trabajo algo monótono | 0 | 0 |
| | | | Trabajo bastante monótono | 1 | 1 |
| | | | Trabajo muy monótono | 4 | 4 |
| | | | J. Tedio | | |
| | | | Trabajo algo aburrido | 0 | 0 |
| | | | Trabajo bastante aburrido | 2 | 1 |
| | | | Trabajo muy aburrido | 5 | 2 |

FUENTE: Libro Introducción al estudio del trabajo

Tomaremos la misma calificación del proceso anterior, ya que los suplementos del operario respecto a la actividad que desempeña son las mismas.

Los suplementos constantes y variables calificados en este caso para los operarios son los siguientes:

- Suplementos constantes

Estos suplementos están presentes para todo tipo de trabajo, para esta oportunidad calificaremos al operario por el proceso de elaboración de estructuras lo siguiente:

Necesidades personales = 5%

Base por fatiga = 4%

- Suplementos variables

Trabajar de pie = 2%

El operario trabaja de pie todo el tiempo realizando el ensamblaje, montaje y pintura calificación 2%.

Postura anormal (inclinado) = 2%

La postura del proceso de elaboración de estructuras es inclinada, el operario está inclinado todo el tiempo realizando las actividades respectivas.

Uso de fuerza (levanta peso) = 3%

Los operarios tienen que levantar la estructura de 29x29 2m llevando de una zona a otra, se califica el uso de fuerza un 3%.

Concentración Intensa (Trabajos precisos) = 2%

Al realizar las marcas de corte y soldadura, el momento de ensamblar, montar y pintar toma bastante concentración por lo que se determinó un 2% (Trabajos precisos).

Ruido (Intermitente y fuerte) = 2%

Cortar, soldar con las herramientas y prender los equipos genera ruidos calificados con 2%.

Tensión mental (proceso bastante complejo) = 1%

Este proceso toma bastante tensión mental, pues las medidas deben ser exactas para que calce en el armado de estructuras para eventos.

Monotonía (Trabajo bastante monótono) = 1%

Este proceso es el mismo para las dos estructuras más que elaboran los operarios por lo que se considera un trabajo bastante monótono 1%.

Tedio (Trabajo bastante aburrido) = 2%

Se considera como trabajo bastante aburrido un 2% porque los operarios realizan el mismo proceso durante todo el año.

El total de Suplementos = 24%

Los suplementos constantes y variables calificados en este caso para los operarios son los siguientes:

- Suplementos constantes

Estos suplementos están presentes para todo tipo de trabajo, para esta oportunidad calificaremos al operario por el proceso de elaboración de estructuras lo siguiente:

Necesidades personales = 5%

Base por fatiga = 4%

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 26 Tiempo estándar después de la implementación 5's

| Elementos de la Elaboración de estructuras 29x29 2 m después de la implementación 5'S | | Tn (min) | S | Ts |
|--|---|-----------------|----------|-----------|
| Proceso de empalme | | | | |
| E1 | Seleccionar los tramos de aluminio, diagonales, horizontales y placas a empalmar en el almacén de estructuras de acuerdo a las medidas planteadas | 8.82 | 0.24 | 10.94 |
| E2 | Inspeccionar los aluminios | 7.36 | 0.24 | 9.13 |
| E3 | Transportar del almacén de estructuras a la zona de empalme | 0.021 | 0.24 | 0.027 |
| E4 | Dejar los tramos de aluminio en la zona de empalme | 8.22 | 0.24 | 10.19 |
| E5 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.005 | 0.24 | 0.007 |
| E6 | Buscar los instrumentos para realizar las marcas de soldadura y corte de los aluminios | 0.19 | 0.24 | 0.23 |
| E7 | Llevar los instrumentos a la zona de empalme | 0.005 | 0.24 | 0.007 |
| E8 | Realizar las marcaciones de soldadura y corte con bastante precisión | 16.80 | 0.24 | 20.83 |
| E9 | Soldar y verificar (soldadura MAC) las horizontales, diagonales y placas al tramo de aluminio | 72.37 | 0.24 | 89.74 |
| E10 | Cortar mermas | 36.59 | 0.24 | 45.37 |
| E11 | Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 0.004 | 0.24 | 0.005 |
| E12 | El tramo empalmado es acomodado en la zona de montaje | 5.76 | 0.24 | 7.14 |
| E13 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.018 | 0.24 | 0.022 |
| E14 | Buscar las pinzas de presión y la herramienta de soldar en la zona de herramientas y materiales | 0.20 | 0.24 | 0.24 |
| Proceso de montaje | | | | |
| E15 | Ir a la zona de montaje | 0.018 | 0.24 | 0.022 |
| E16 | El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión en la zona de montaje | 5.17 | 0.24 | 6.41 |
| E17 | Soldar y verificar los tres tramos restantes empalmados al tramo apoyado en la zona de montaje | 41.52 | 0.24 | 51.48 |
| E18 | Ir a dejar la estructura montada a la zona de pintura | 0.03 | 0.24 | 0.04 |
| E19 | Dejar la estructura montada | 0.21 | 0.24 | 0.26 |
| E20 | Ir a la zona de herramientas y materiales | 0.01 | 0.24 | 0.01 |
| E21 | Buscar insumos para sacar el óxido en caso tenga la estructura y posteriormente realizar el pintado | 0.16 | 0.24 | 0.20 |
| E22 | Ir a la zona de equipos | 0.011 | 0.24 | 0.01 |
| E23 | Recoger la compresora de la zona de equipos | 0.15 | 0.24 | 0.19 |
| Proceso de pintura | | | | |
| E24 | Ir a la zona de pintura | 0.010 | 0.24 | 0.013 |
| E25 | Proceder a lijar e ir verificando las partes que se tengan oxidadas en la zona de pintura | 36.10 | 0.24 | 44.76 |
| E26 | Aplicar con brocha e ir verificando la base antioxidante | 25.74 | 0.24 | 31.92 |
| E27 | Dejar secar | 214.20 | 0.24 | 265.61 |
| E28 | Vaciar y verificar la pintura al compresor | 11.11 | 0.24 | 13.78 |
| E29 | Pintar y verificar la estructura | 38.90 | 0.24 | 48.24 |
| E30 | Dejar secar | 214.20 | 0.24 | 265.61 |
| E31 | Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 0.0044 | 0.24 | 0.0055 |
| | | 743.91 | | 922.45 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 27 Registro de desplazamientos innecesarios del operario

| DESCRIPCIÓN | D (m) | T (min) |
|--|-------|---------|
| 1. Almacenar tramos de aluminio | | 10.94 |
| 2. Inspeccionar aluminios | | 9.13 |
| 3. Llevar a la zona de empalme | 10 | 0.03 |
| 4. Dejar los aluminios | | 10.19 |
| 5. Ir a la zona de herramientas y materiales | 2.5 | 0.01 |
| 6. Buscar instrumentos | | 0.23 |
| 7. Llevar instrumentos a la zona de empalme | 2.5 | 0.01 |
| 8. Realizar las marcaciones de corte y soldadura con bastante precisión | | 20.83 |
| 9. Soldar diagonales, placas y horizontales al tramo de aluminio | | 89.74 |
| 10. Cortar mermas | | 45.37 |
| 11. Llevar tramo empalmado a la zona de montaje | 1.9 | 0.005 |
| 12. Acomodar tramo empalmado en la zona de montaje | | 7.14 |
| 13. Ir a la zona de herramientas y materiales | 8 | 0.022 |
| 14. Buscar pinzas de presión | | 0.24 |
| 15. Ir a la zona de montaje | 8 | 0.022 |
| 16. El tramo empalmado es apoyado sobre las pinzas de presión | | 6.41 |
| 17. Soldar y verificar los otros tres tramos empalmados al tramo apoyado | | 51.48 |
| 18. Llevar a la zona de pintura | 14 | 0.04 |
| 19. Dejar la estructura montada | | 0.26 |
| 20. Ir a la zona de herramientas y materiales | 5 | 0.013 |
| 21. Buscar insumos | | 0.20 |
| 22. Ir a la zona de equipos | 5.2 | 0.013 |
| 23. Recoger la compresora de la zona de equipos | | 0.190 |
| 24. Ir a la zona de pintura | 5.2 | 0.01 |
| 25. Lijar la estructura | | 44.76 |
| 26. Aplicar base antioxidante a la estructura | | 31.92 |
| 27. Dejar secar | | 265.6 |
| 28. Llevar a la zona de pintura | | 13.78 |
| 29. Vaciar y verificar la pintura al compresor | | 48.24 |
| 30. Pintar y verificar a estructura | | 265.61 |
| 31. Dejar secar | 2 | 0.01 |
| 32. Llevar la estructura pintada al almacén de estructuras | 2 | 0.005 |
| 33. Estructura en almacén | | |
| Total | 66.3 | 922.46 |

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 28 Fotos antes de la implementación

Zona de Herramientas 1



Zona de Herramientas 2



Zona de Herramientas 3

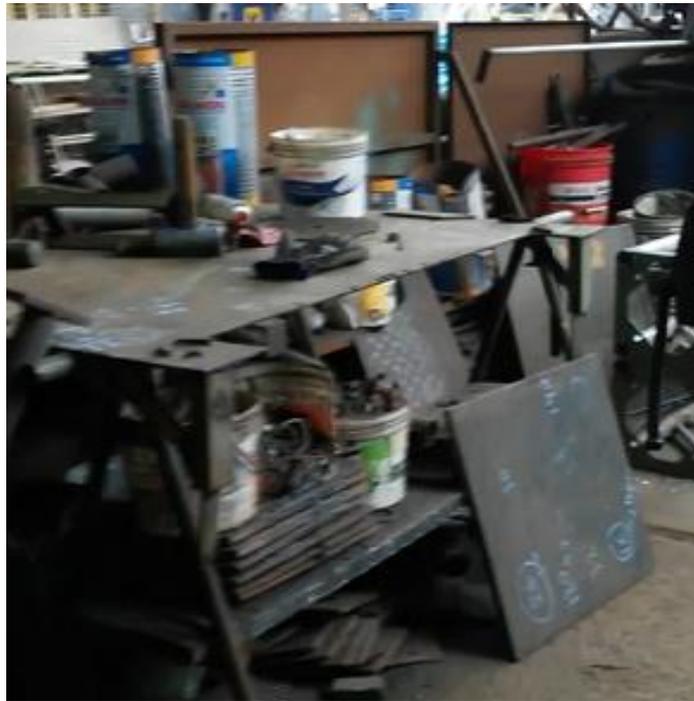
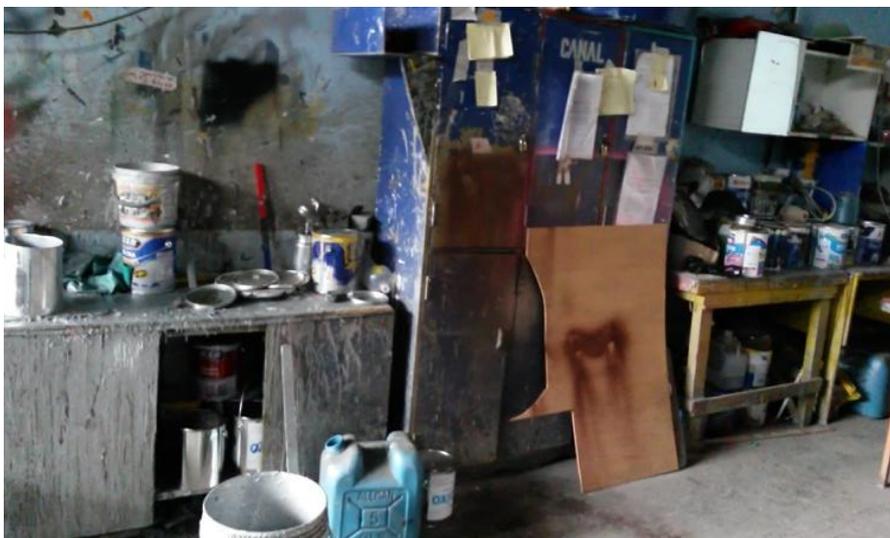


FOTO N°5: Zona de materiales



Almacén de estructuras



FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 29 Secuencia de implementación 5'S

En la zona de herramientas 1, podemos observar que el armario donde se guardan los instrumentos para realizar las marcas de corte y soldadura está desordenado además de presentar obstrucción de paso directo al armario, ya que los repuestos que son usados para unir las diferentes estructuras que presenta esta empresa se encuentra en esta zona, por ello la demora de los trabajadores al buscar los instrumentos.

En la zona de herramientas 2, existe un desorden en el armario por el cual los trabajadores no pueden buscar con facilidad las herramientas de corte y soldadura, podemos observar además que hay maderas apoyadas a la pared y materiales al pie del armario que obstruyen la facilidad de acceso.

En la zona de herramientas 3, podemos visualizar que materiales de pintura están mezcladas junto con las herramientas de montaje, además se puede observar que hay baldes llenos de instrumentos donde no se puede diferenciar el uso de éstos.

En la zona de materiales, los insumos utilizados para retirar el óxido de los tramos de aluminio, realizar el pintado se encuentra en desorden como podemos notar en la foto los potes de pintura se encuentran en distintas posiciones y una parte de los instrumentos de soldar se encuentran en esta zona.

El almacén de estructuras, requiere un orden ya que tanto las placas, diagonales, horizontales y estructuras terminadas se encuentran en una sola zona, por lo que se requiere clasificar y tener un espacio para cada elemento.

Antes de realizar la implementación de las 5's es necesario dar una capacitación al personal sobre los principios y lo que se requiere obtener como resultado al aplicar esta herramienta. El objetivo es centrarnos en que los operarios comprendan que será una nueva forma de realizar su trabajo lo cual será su rutina diaria.

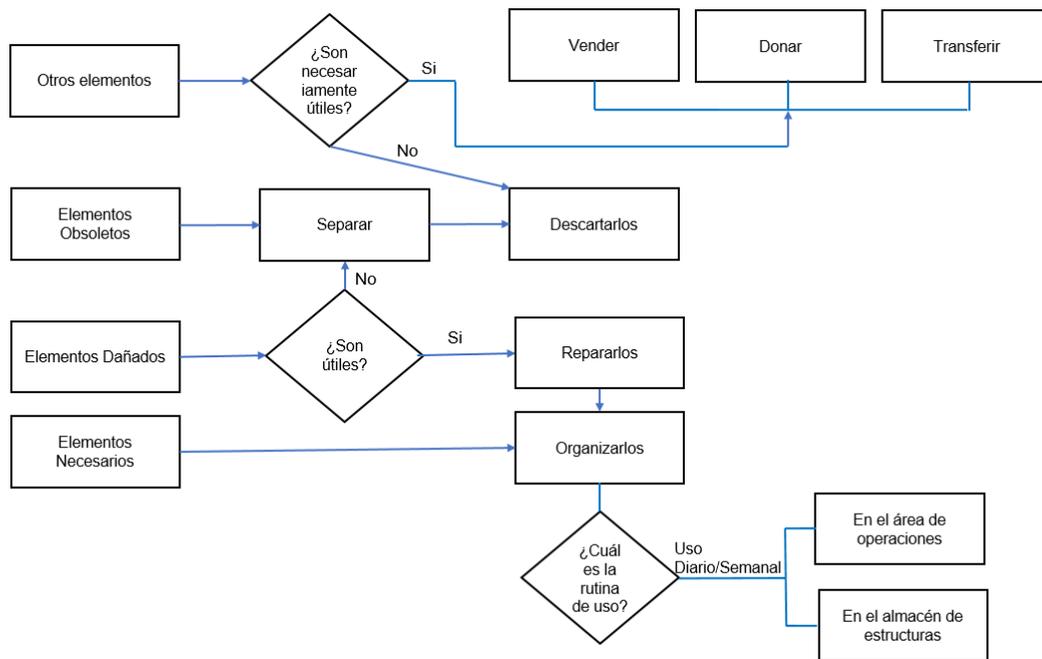
El primer paso de esta capacitación empezará con la introducción y puesta en práctica de las tres primeras "s", usados generalmente en todo momento ya sea en nuestras casas, trabajos, etc., estos son unos de los ejemplos más sencillos que podemos explicar al personal.

El segundo paso será haber finalizado la práctica de las "s".

Estas capacitaciones deben partir desde la parte gerencial de la empresa hacia todo el personal, estableciendo compromiso y entrega para la puesta en práctica de esta herramienta.

Implementando Seiri – Clasificación:

En esta implementación nos centraremos en dividir los elementos necesarios e innecesarios. Es importante contar con el apoyo de los operarios pues depende de ellos también poder identificar todo aquello que sirve para el proceso de la elaboración de estructuras, para ello tomaremos en cuenta la siguiente figura que ayudará con el desarrollo de esta clasificación.



En las zonas de herramientas 1,2 y 3 clasificaremos los elementos que sean necesarios para la elaboración de las estructuras, se distinguirán primeramente por secuencia de uso, lo demás será descartado evitando de esta manera obstruir el paso a los estantes donde se encuentran los instrumentos y herramientas de corte y soldadura.

Por otro lado, para la zona de materiales, se clasificará por aquellos insumos que se encuentran con buena calidad lo demás será descartado.

En el almacén de estructuras, será distinguido aquellos elementos que son realmente necesarios para la elaboración de estructuras, separando los obsoletos y dañados para su posterior mantenimiento.

Para todo descarte de elementos, debe ser supervisado por el encargado de la planta, ya que debe tener en cuenta que al descartarlos no perjudicará a la economía de la empresa.

Los objetos necesarios e innecesarios de la zona de herramientas 1,2, 3 y la zona de materiales serán colocados en cajas de cartón donde los operarios podrán identificar con facilidad sus elementos a utilizar, esto también será de gran utilidad por si entra nuevo personal a la empresa.

A continuación mostraremos cuatro clases de etiquetas que serán colocadas en las cajas de cartón para identificar los elementos necesarios, dañados, otros elementos y obsoletos.

Etiqueta Elementos necesarios

| | | |
|-------------------|---|-------|
| N° Caja | : | _____ |
| Área | : | _____ |
| Elementos | : | _____ |
| Utilidad | : | _____ |
| Frecuencia | : | _____ |
| Comentario | : | _____ |

Precio de mercado:

Impresión etiqueta adhesiva: S/. 1

Cantidad en una hoja: 6

Cantidad total: 17

Total precio etiqueta adhesiva: S/.17

Etiqueta para otros elementos

| | | |
|-------------------|---|-------|
| N° Caja | : | _____ |
| Área | : | _____ |
| Elementos | : | _____ |
| Utilidad | : | _____ |
| Frecuencia | : | _____ |
| Comentario | : | _____ |

Precio de mercado:

Impresión etiqueta adhesiva: S/. 1

Cantidad en una hoja: 6

Cantidad total: 17

Total precio etiqueta adhesiva: S/.17

Etiqueta Elementos dañados

| | | |
|-------------------|---|-------|
| N° Caja | : | _____ |
| Área | : | _____ |
| Elementos | : | _____ |
| Utilidad | : | _____ |
| Frecuencia | : | _____ |
| Comentario | : | _____ |

Precio de mercado:

Impresión etiqueta adhesiva: S/. 1

Cantidad en una hoja: 6

Cantidad total: 17

Total precio etiqueta adhesiva: S/.17

Etiqueta Elementos obsoletos

| | | |
|------------|---|-------|
| N° Caja | : | _____ |
| Área | : | _____ |
| Elementos | : | _____ |
| Descarte | : | _____ |
| Comentario | : | _____ |

Precio de mercado:

Impresión etiqueta adhesiva: S/. 1

Cantidad en una hoja: 6

Cantidad total: 17

Total precio etiqueta adhesiva: S/.17

Para el caso del almacén de estructuras, se separarán los objetos necesarios e innecesarios con una marca de aerosol a todos los elementos que forman parte de la elaboración de un evento.

Aerosol para elemento necesario



Spray Verde Claro Brill 430ml

Spray Verde Claro Brill 430ml

Ver precio y stock por Tienda:

Lima Chorrillos

S/ 20.60

sku: 1185918

Stock: 8

Precios y stock actualizados el 06/11/2017 7:15am

Precios referenciales y sujetos a variaciones.

Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.

Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

FUENTE: Maestro

Aerosol para otros elementos



Spray antióxido amarillo 430 ml

Spray Anticorr Amarillo Brillante.

Ver precio y stock por Tienda:

Lima | Chorrillos

S/ 24.90

sku: 1555413

Stock: 8

Precios y stock actualizados el 06/11/2017 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.

FUENTE: Maestro

Aerosol para elemento dañado



Spray Azul Brillante 430ml

Spray Azul Brillante 430ml

Ver precio y stock por Tienda:

Lima | Chorrillos

S/ 19.90

sku: 1185888

Stock: 13

Precios y stock actualizados el 06/11/2017 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

FUENTE: Maestro

Aerosol para elemento obsoleto



Spray multiuso rojo 400 ml

Spray Bric Rojo 10 Oz.

Ver precio y stock por Tienda:

Lima | Chorrillos

S/ 9.90

sku: 505463

Stock: 26

Precios y stock actualizados el 06/11/2017 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

FUENTE: Maestro

Implementando Seiton – Ordenar:

A continuación estableceremos un área específica para cada elemento según su frecuencia de uso.

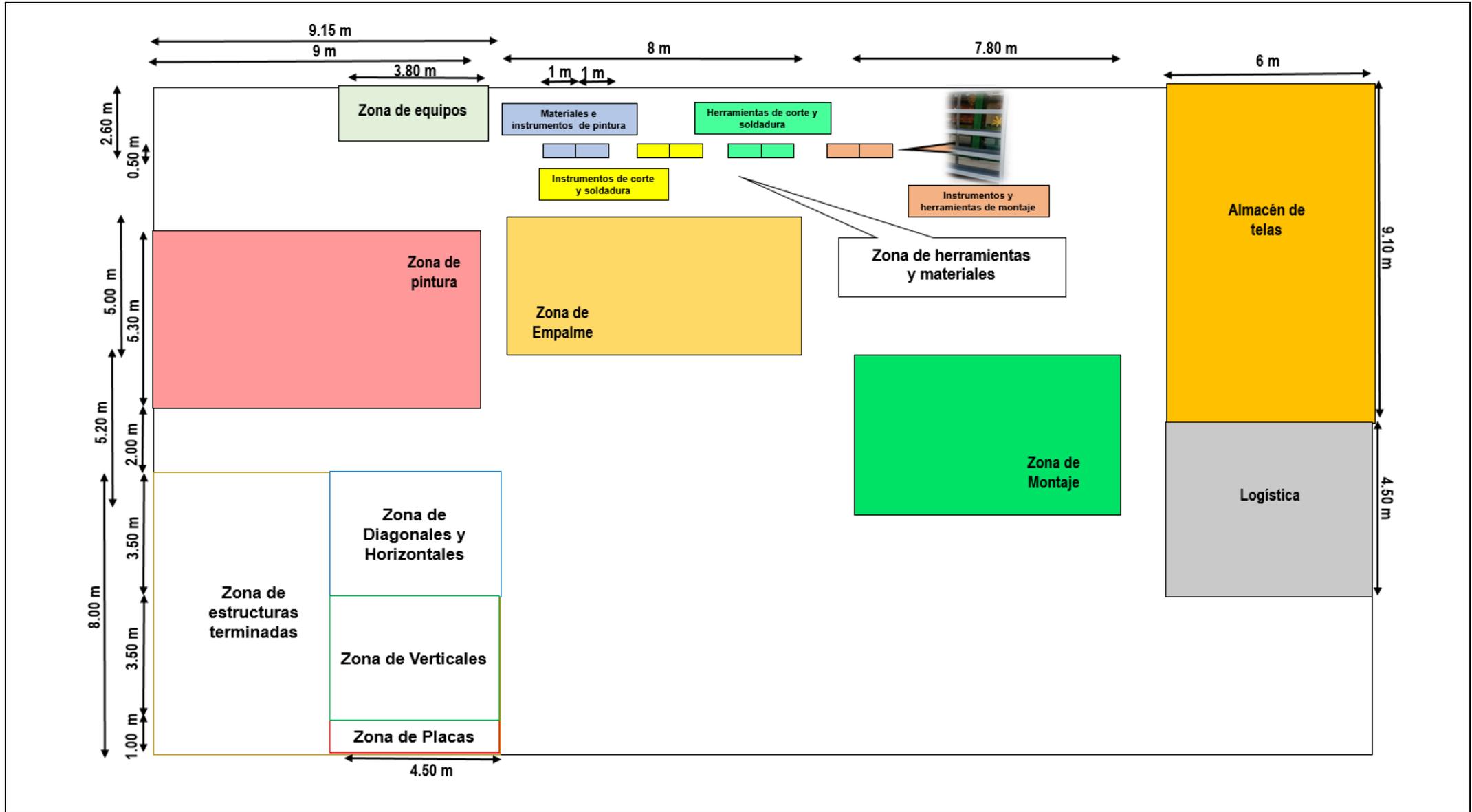
Para ordenar seguiremos los siguientes pasos:

1. Realizaremos una lista de elementos a ordenar de cada zona 1, 2,3, zona de materiales y el almacén de estructuras.
2. Estableceremos para este caso un solo mueble con distintos espacios para las herramientas de las zonas 1, 2,3 y la zona de materiales y de fácil de acceso para los operarios.
3. Eliminaremos las zonas de herramientas 1, 2,3 y zona de materiales, para definir un solo espacio donde estará ubicado todas las herramientas e insumos por clasificación.
4. Los materiales con mayor uso serán colocados a la altura del operario, de tal manera que éste pueda visualizarlo con facilidad, además de que los espacios serán diferenciados por carteles.
5. Se fomentará a los trabajadores la forma en que deben obtener y guardar las herramientas e insumos.

A continuación mostraremos el inmueble (cada espacio con 1 m de largo, 50 cm de ancho y 45 cm de altura) que será colocado en el área de operaciones liberando espacio y teniendo más orden de los objetos.

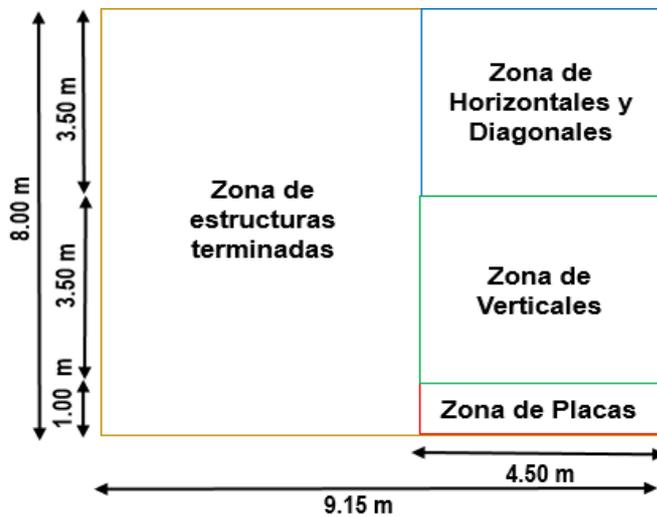
Estantería con bandeja profunda





5. Identificado los elementos dañados, obsoletos, necesarios y otros elementos en la clasificación anterior "Seiri", se procederá en el almacén de estructuras la respectiva distribución para cada objeto, de esta manera habrá orden en esta zona. Se marcará con pintura el contorno de cada zona.

Distribución de almacén de materiales



Compramos los siguientes materiales para marcar las zonas.

Pintura para zona de estructuras terminadas



Pintura Látex Pintek Ocre 4 litros

TEKNO | SKU: 106327

S/ 25.00

CANTIDAD: 1

AGREGAR AL CARRITO

DESCRIPCIÓN

Promart te ofrece lo mejor en pinturas, y ahora te ofrece la Pintura Tekno Látex Ocre de 4 litros. Crea espacios agradables y reconfortantes para tu familia con esta pintura hecha a base de una emulsión acrílica con pigmentos y cargas estabilizadas a la acción del medio ambiente. Es ideal para interiores y exteriores.

FUENTE: PROMART Home Center

Pintura para zona de horizontales

Esmalte Standard Azul Eléctrico Brillante 1gl Kolor

SKU 217409-X | [f](#) [t](#) [i](#)



❗ Precio corresponde a tienda SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **32.90** C/U

Acumulas: 65 CMR Puntos

Cantidad

1

+

-

[Agregar al carro](#) [Agregar a mi lista](#)

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

Despacho a domicilio

[Ver opciones](#)

Retiro en tienda

[Ver opciones](#)

Disponibilidad en tiendas

[Ver tiendas](#)

FUENTE: Sodimac

Pintura para zona de verticales

Pintura Látex Pintek Verde Cítrico 4 litros

TEKNO | SKU: 106329

S/ 25.00

CANTIDAD: 1

[AGREGAR AL CARRITO](#)



DESCRIPCIÓN

Promart te ofrece lo mejor en pinturas, y ahora te ofrece la Pintura Tekno Látex Verde Citrico de 4 litros. Crea espacios agradables y reconfortantes para tu familia con esta pintura hecha a base de una emulsión acrílica con pigmentos y cargas estabilizadas a la acción del medio ambiente. Es ideal para interiores y exteriores.

FUENTE: PROMART Home Center

Pintura para zona de placas

Pintura Látex Pintek Rojo Expression 4 litros

TEKNO | SKU: 106328

S/ 25.00

CANTIDAD: 1

[AGREGAR AL CARRITO](#)



DESCRIPCIÓN

Promart te ofrece lo mejor en pinturas, y ahora te ofrece la Pintura Tekno Rojo Expression de 4 litros. Crea espacios agradables y reconfortantes para tu familia con esta pintura hecha a base de una emulsión acrílica con pigmentos y cargas estabilizadas a la acción del medio ambiente. Es ideal para interiores y exteriores.

FUENTE: PROMART Home Center

Mini rodillo acabado fino 4"

Mini rodillo acabado fino 4" Kolor

SKU 164991-4 | [f](#) [t](#) [e](#)



❗ Precio corresponde a tienda SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retro.

S/ **11.90** C/U

Acumulas: 23 CMR Puntos

Cantidad

1

+

-

Agregar al carro 

[Agregar a mi lista](#)

REVISA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

Despacho a domicilio

[Ver opciones](#)

Retro en tienda

[Ver opciones](#)

Disponibilidad en tiendas

[Ver tiendas](#)

FUENTE: Sodimac

Zona de placas (contorno rojo):

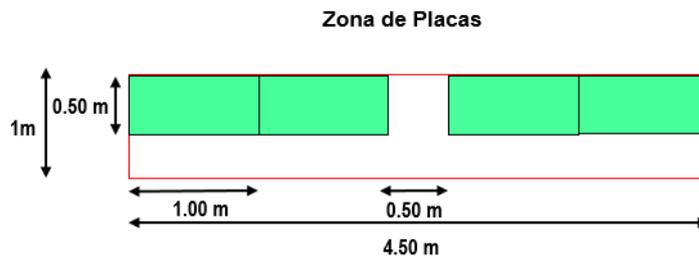
Se implementará 4 estantes con bandeja profunda (cada espacio con 1 m de largo, 50 cm de ancho y 45 cm de altura) para las placas.

Precio: S/.150.00

Estantería con bandeja profunda



Estantería implementada en zona de placas



Zona de verticales (contorno verde):

Se implementará 12 estantes de material metálico y baldas de madera.

Características:

Material: metal y madera.

Número de baldas: 4.

Cada balda puede soportar hasta 450 kg.

Medidas:

2 m (ancho) x 2 m (alto) x 0.70 (fondo) cm

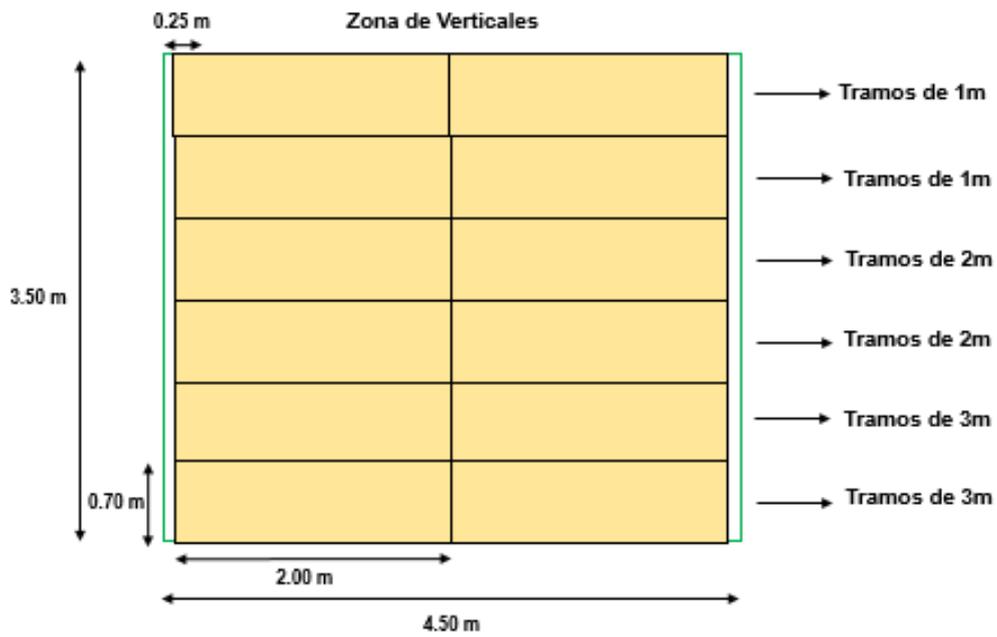
Precio: S/.140.38

Estantería de material metálico y balda de madera



FUENTE: Mercado Libre

Estantería implementada en zona de verticales



Zona de horizontales y diagonales (contorno azul):

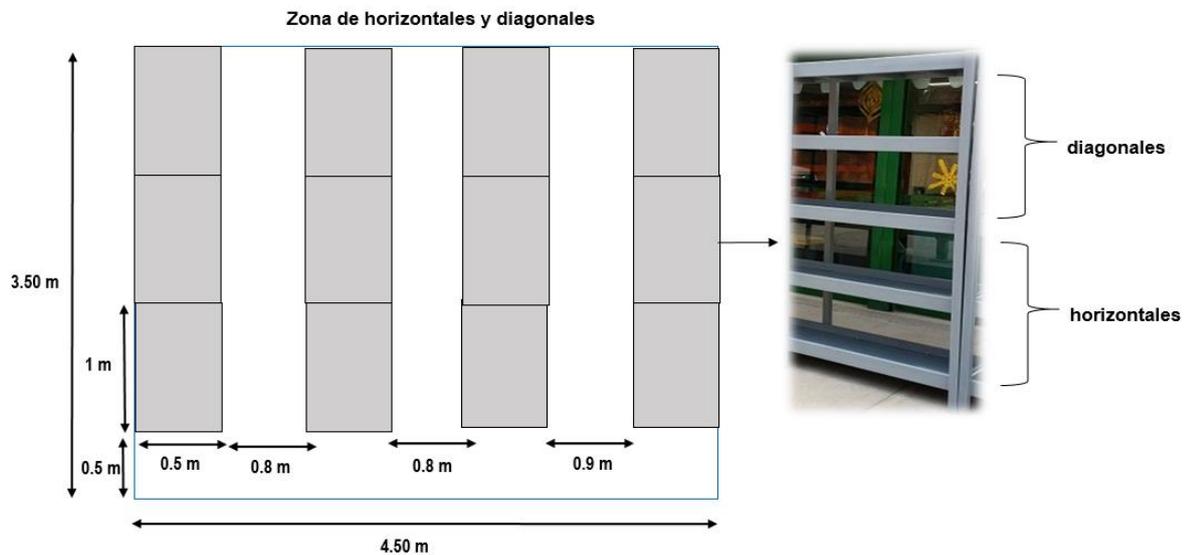
Se implementará 12 estantes con bandeja profunda. Medidas (1 m de largo, 50 cm de ancho y 45 cm de altura).

Precio: S/.150.00

Estantería con bandeja profunda



Estantería implementada en zona de horizontales y diagonales



Implementando Seiso – Limpiar:

Actualmente la empresa no cuenta con una organización de limpieza. Por lo que es necesario implementar esta rutina.

Realizaremos lo siguiente:

1. Los operarios tendrán que limpiar su lugar de trabajo antes de trabajar y después de trabajar.
2. Todo operario deberá fomentar a su compañero que debe realizarse estrictamente esa regla evitando así accidentes y poder realizar un trabajo libre de obstáculos.
3. El horario de limpieza será el siguiente:

Horario de Limpieza

| Limpieza | Horario |
|---------------|-------------------|
| Inicio | 7:30 am – 7:45 am |
| Fin | 5:00 pm – 5:15 pm |

1. La empresa se encargará el primer mes de supervisar el cumplimiento de esta regla con el fin de fomentar esta rutina en el personal.
2. Asimismo, la empresa deberá encargarse de que las herramientas y materiales estén debidamente colocados en sus áreas específicas.

Para poder tener un control sobre la implementación de esta regla, se genera un formato de cumplimiento de 3 “s”. El objetivo de este control es inculcar a los trabajadores la importancia del orden y la limpieza, si el operario no cumple con ello no se debe generar castigos al menos que las veces sean repetitivas. Se debe fomentar mediante premios o reconocimientos de manera que los operarios sepan que es parte de una cultura organizacional y que mediante la implementación de las 5’s se genera un nuevo comienzo para la empresa evitando el estado anterior.

Implementando Seiketsu – Estandarizar:

Después de haber clasificado, ordenado e inculcado la limpieza debe ser tomado como una cultura organizacional de la empresa donde los operarios deben tener claramente establecido que es el modelo a desarrollar.

Para mantener la implementación de las tres primeras “s” debemos tener en cuenta lo siguiente:

- 1.El estatus final de la implementación de las tres primeras “s” debe sostenerse.

Formato de cumplimiento de 3 “s”

| FORMATO DE CUMPLIMIENTO 3 “S” | | |
|--|-------------------------|----|
| Fecha : _____ | Operarios: _____ | |
| Turno : _____ | | |
| Hora : _____ | | |
| Área : _____ | | |
| ACTIVIDADES | CUMPLE | |
| | SI | NO |
| Objetos en lugar asignado | | |
| Mesa de trabajo limpio | | |
| Piso libre de obstáculos , limpio y sin derrames | | |
| Herramientas y equipos limpios | | |
| Basura clasificada | | |

2.Los operarios son los principales personajes que intervienen en esta estandarización estableciendo las herramientas 5 “s” como parte de norma de trabajo.

3.Estas normas implantadas deben tener en cuenta que se debe realizar con las respectivas medidas de seguridad y los tiempos que los operarios desempeñen su labor.

4.Explicar a los operarios la forma en que ellos puedan identificar por su propia cuenta nuevas formas de control en el proceso de elaboración de estructuras y puedan fomentar el orden y la limpieza por sus propios principios.

5.El trabajador debe adaptarse a nuevas propuestas que se implanten en la empresa.

Implementando Shitsuke – Disciplina:

Para lograr una correcta disciplina sobre la implementación de las 5's, debe ser cumplido principalmente por el gerente de la empresa, ya que es ejemplo del resto de su personal. Como ya hemos visto en la estandarización se ha implementado el formato del cumplimiento de las tres “s”, que deberá ser parte de la norma de la empresa, inculcando a los trabajadores una cultura organizacional que debe desarrollarse a diario convirtiéndose en una costumbre que el operario tendrá presente no solo en su trabajo sino en cada momento de su vida cotidiana.

FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 30 Fotos después de la implementación

Zona de Herramientas 1



Zona de Herramientas 2



Zona de Herramientas 3



Zona de materiales



Almacén de estructuras



FUENTE: Elaboración propia

Anexo N° 31 Inversión de implementación de las 5S

Inversión 5S:

Se realizará el análisis de costos de los materiales y la capacitación para la implementación.

Costo de Capacitación:

La capacitación se realizará con un consultor externo quien se encargará de explicar y desarrollar el cronograma de capacitación que contiene las 5 fases.

| Abreviación | Cant. Personal | Duración (H) | Personal x Horas Capacitación | Costo H-H (S/.) | Costo Total |
|-------------|----------------|--------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| JO | 1 | 30 | 30 | S/. 30.30 | S/. 909.00 |
| SO | 1 | 30 | 30 | S/. 15.15 | S/. 454.50 |
| TE | 1 | 30 | 30 | S/. 9.09 | S/. 272.70 |
| TS | 1 | 30 | 30 | S/. 9.09 | S/. 272.70 |
| Operarios | 18 | 20 | 360 | S/. 6.06 | S/. 2,181.6 |
| TP | 1 | 30 | 30 | S/. 9.09 | S/. 272.70 |
| Total | | | | | S/. 4,363.20 |

Materiales:

| Descripción | Costo | Cantidad | Total |
|--|------------|----------|--------------|
| Aerosol Verde | S/. 20.60 | 1 | S/. 20.60 |
| Aerosol Amarillo | S/. 24.90 | 1 | S/. 24.90 |
| Aerosol Azul | S/. 19.91 | 1 | S/. 19.91 |
| Aerosol Rojo | S/. 9.90 | 1 | S/. 9.90 |
| Pintura Ocre | S/. 25.00 | 1 | S/. 25.00 |
| Pintura Azul | S/. 32.90 | 1 | S/. 32.90 |
| Pintura Verde | S/. 25.00 | 1 | S/. 25.00 |
| Pintura Rojo | S/. 25.00 | 1 | S/. 25.00 |
| Rodillo | S/. 11.90 | 2 | S/. 23.80 |
| Estantes (Zona Placas) | S/. 150.00 | 4 | S/. 600.00 |
| Estante (Zona Verticales) | S/. 140.38 | 12 | S/. 1,684.56 |
| Estante (Zona Horizontales y Diagonales) | S/. 150.00 | 12 | S/. 1,800.00 |
| Total | | | S/. 4,291.57 |

Inversión Total:

| Descripción | Total |
|--------------------|--------------|
| Costo Capacitación | S/. 4,363.20 |
| Costo Materiales | S/. 4,291.57 |
| Total | S/. 8,654.77 |

FUENTE: Elaboración propia

PLAN DE CAPACITACION ANUAL 5S

PRESENTACIÓN

El Plan de Capacitación anual de las 5S, conforma un instrumento que decreta los principios que deberá cumplir los trabajadores de la empresa.

La capacitación es un proceso organizado y sistémico, donde el personal adquiere los conocimientos específicos relacionados al trabajo, y cambia sus actitudes frente a la empresa, el puesto de trabajo o el entorno laboral. Como parte del proceso de desarrollo de capacitación implica el compromiso del colaborador con su puesto en la empresa para mantener y seguir con la continuidad de su eficiencia, así como su crecimiento personal y laboral. Desde ese punto de vista la capacitación es importante para que el trabajador demuestre su mejor desempeño, ya que es un proceso que busca la efectividad y productividad en el desarrollo de sus tareas, así mismo eleva las habilidades, la aptitud y el aporte creativo del trabajador.

El Plan de Capacitación anual para la continuidad del programa 5S, lo conforman los colaboradores del área de operaciones, los colaboradores de recursos humanos y la alta dirección.

Las actividades descritas en el presente programa de Capacitación anual estarán relacionadas con los objetivos establecidos.

PLAN DE CAPACITACION ANUAL 5S

I. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Esta empresa se encarga de brindar servicio de eventos.

II. JUSTIFICACIÓN

Para mantener la continuidad del programa es importante que los colaboradores tomen el compromiso de cumplir las 5S (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y la autodisciplina). Para poder tener mantener la eficiencia en el proceso de la elaboración de las estructuras es importante que el colaborador este informado de la importancia de

las herramientas 5S, lo cual llevará a que influya directo a la producción y optimización de los tiempos que implica realizar una estructura rectangular.

Un área que está capacitada es fundamental, para que la empresa sustente los logros obtenidos.

La fuerza de ventas parte de la calidad de trabajo que ejecutan sus colaboradores, es importante que el ambiente laboral facilite el trabajo de cada persona, que su puesto de trabajo se encuentre ordenado y limpio a fin de evitar demoras en el proceso.

La capacitación del programa 5S es uno de los elementos vertebrales para mantener o cambiar actitudes de las personas frente a su desempeño laboral, direccionado a optimizar la operación.

Se plantea el Plan de Capacitación Anual para continuidad del programa 5S en el área de operaciones.

III. ALCANCE

El plan de capacitación presentado es para todos los colaboradores que trabajan en el área de operaciones de la empresa de eventos.

IV. FINES PLAN DE CAPACITACION

Siendo el propósito principal impulsar la eficiencia en el área de operaciones, la capacitación contribuye a :

Elevar el rendimiento de los trabajadores y, con ello, el incremento de la productividad y rendimiento en la empresa.

- Mejorar la interacción en los trabajadores y, con ello, elevar el interés por la calidad en el servicio.
- Satisfacer fácilmente órdenes de trabajo requeridos por la empresa.
- Generar aptitudes positivas y mejoras en el ambiente de trabajo, la eficiencia y la calidad y, con ello, elevar la postura del trabajador en cuanto a su desempeño laboral.
- Salud física y mental previniendo accidentes de trabajo, y un clima genera comportamientos estables y actitudes positivas.

V. OBJETIVOS PLAN DE CAPACITACION

Objetivos Generales

- Crear una cultura organizacional que mejore los diferentes ambientes laborales.
- Generar cambio en la conducta que repercuta el aumento de la productividad.
- Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus tareas.
- Desarrollar el conocimiento de las 5S a los puestos actuales y a los otros colaboradores que son incorporados posteriormente.
- Incrementar la motivación del trabajador a fin de contribuir actitudes positivistas y crear un clima satisfactorio.

Objetivos Específicos

- Proporcionar información de la metodología "5S".
- Desarrollar habilidades de la metodología 5S en forma activa en equipo de trabajo.
- Cubrir la totalidad de las órdenes de trabajo.
- Contribuir a elevar la eficiencia y rendimiento.
- Preparar al personal acorde a los principios y objetivos de las 5S.
- Apoyar la continuidad de las 5S.

VI. METAS

Capacitar al 100% Gerentes, jefe de operaciones y personal colaborador de la empresa de eventos.

VII. ESTRATEGIAS

Estrategias a desarrollar son:

- Desarrollo de las 5S mediante prácticas que se vienen realizando diariamente.
- Presentación de las 5S en el área de operaciones.
- Realizar talleres de conceptos de la metodología.
- Diálogo de los colaboradores con respecto a las clases de capacitación recibidas.

VIII.CRONOGRAMA

Las actividades a desarrollar se harán trimestralmente, con el fin de promover las 5S como regla establecida hasta que forme parte de una cultura organizacional de la empresa.

| ACTIVIDADES A DESARROLLAR | MESES | | | | | | | | | | | |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Conferencia: Introducción metodología 5S | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | |
| Taller de diálogo conceptos 5S | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | |
| Práctica ejecución de 5S | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ |

FUENTE: Elaboración propia