



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC –SMP, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:
López Pizzali, Jury Pamela

ASESOR:
Mgtr. Egusquiza Rodríguez, Margarita Jesús

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Sistemas de Gestión productiva y empresarial

Lima – Perú

2018

PÁGINA DEL JURADO

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1 |
|--|---------------------------------------|---|

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :

Jury Pamela Lopez Pizali, cuyo título es:

“Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC –SMP, 2018”

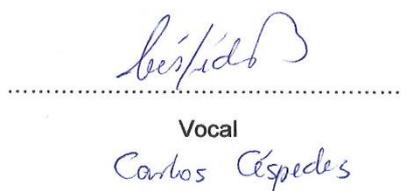
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

...../1.....(número) *once*..... (letras).

Los Olivos, 11 de Julio del 2018


.....
Presidente


.....
Secretario
Gustavo Montoya


.....
Vocal
Carlos Céspedes

DEDICATORIA

Principalmente a mi madre, quien ha sido y es la persona más importante en mi vida y la motivación para cada uno de mis sueños.

A mi familia, a la que tanto amo, ya que ellos siempre han estado a mi lado apoyándome.

Finalmente, a mis compañeros de carrera, con los que hemos compartido experiencias y conocimientos, enfocándonos en ser profesionales integrales.

AGRADECIMIENTO

A la Mgtr. Egusquiza Rodríguez, Margarita por todo el apoyo brindado y su excelente colaboración para la elaboración de mi desarrollo de tesis, basado en sus conocimientos y experiencia como profesional.

Al Mgtr. Trujillo Valdiviezo, Guido por su constante apoyo y disposición en todo el proceso de producción de la tesis, desde el proyecto hasta el desarrollo.

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD

Yo, Jury Pamela López Pizzali con DNI N°46579414, estudiante del décimo ciclo 2018 de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la “Universidad César Vallejo”.

Declaro la autenticidad de mi estudio de investigación denominado “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC –SMP, 2018”, para lo cual, me someto a las normas sobre elaboración de estudios de investigación al respecto.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 30 de junio del 2018



Jury Pamela López Pizzali

DNI N°46579414

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante Ustedes la Tesis titulada denominado “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC –SMP, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Industrial.



Jury Pamela López Pizzali

ÍNDICE

| | |
|---|--------------------------------------|
| PÁGINA DEL JURADO | II |
| DEDICATORIA | III |
| AGRADECIMIENTO | IV |
| DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD | ¡Error! Marcador no definido. |
| PRESENTACIÓN | ¡Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE | VII |
| ÍNDICE DE TABLAS | IX |
| ÍNDICE DE FIGURAS | XII |
| RESUMEN | XIV |
| ABSTRACT | XV |
| 1. INTRODUCCIÓN | 16 |
| 1.1. Realidad problemática | 16 |
| 1.2. Trabajos previos..... | 23 |
| 1.3. Teorías relacionadas con el tema | 28 |
| 1.3.1 Variable independiente: Lean Manufacturing..... | 28 |
| 1.3.2 Variable dependiente: Productividad..... | 41 |
| 1.4. Formulación del problema..... | 43 |
| 1.5. Justificación del estudio..... | 44 |
| 1.6. Hipótesis | 44 |
| 1.7. Objetivos..... | 45 |
| 2. MARCO METODOLÓGICO | 45 |
| 2.1. Diseño de investigación | 45 |
| 2.2. Variables, Operacionalización..... | 46 |
| 2.3. Población, muestra y muestreo..... | 49 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 49 |
| 2.5. Métodos de análisis de datos | 51 |
| 2.6. Aspectos éticos | 52 |
| 2.7. Desarrollo de la propuesta | 52 |
| 2.7.1 Situación actual | 52 |
| 2.7.2 Propuesta de mejora | 78 |
| 2.7.3 Implementación de la propuesta | 81 |
| 2.7.4 Post- Test..... | 120 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 2.7.5 | Análisis económico – financiero | 140 |
| 3. | RESULTADOS | 145 |
| 3.1. | Análisis descriptivo | 145 |
| 3.2. | Análisis inferencial | 149 |
| 4. | DISCUSIÓN | 157 |
| 5. | CONCLUSIONES | 158 |
| 6. | RECOMENDACIONES | 159 |
| 7. | REFERENCIAS | 160 |
| 8. | ANEXOS | 163 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1 Variaciones porcentuales de la industria metalmeccánica Argentina – Enero 2018. | 16 |
| Tabla N° 2 Producción industrial a Febrero de 2018 - México..... | 17 |
| Tabla N° 3 Cuadro de Variación Porcentual del Índice mensual desestacionalizado del sector Manufactura, 2016 – 2018..... | 18 |
| Tabla N° 4 Situación actual de la empresa periodo Junio – Diciembre 2017. | 19 |
| Tabla N° 5 Causas de la baja Productividad. | 20 |
| Tabla N° 6 Matriz de Correlación | 21 |
| Tabla N° 7 Ordenamiento de las causas | 21 |
| Tabla N° 8 Evaluación de las Alternativas de Solución..... | 23 |
| Tabla N° 9 Matriz de Operacionalización. | 48 |
| Tabla N° 10 Juicio de Expertos | 51 |
| Tabla N° 11 Promedio de Ventas 2017. | 55 |
| Tabla N° 12 DOP – Granallado..... | 56 |
| Tabla N° 13 DAP – Granallado..... | 58 |
| Tabla N° 14 Registro de Toma de Tiempos. | 59 |
| Tabla N° 15 Cálculo de Número de Observaciones..... | 60 |
| Tabla N° 16 Cálculo de tiempo Promedio según cantidad de muestras (Diciembre 2017). | 61 |
| Tabla N° 17 Cálculo del Tiempo Normal..... | 62 |
| Tabla N° 18 Cálculo del Tiempo Estándar..... | 62 |
| Tabla N° 19 Capacidad Instalada Teórica Lunes a Viernes (PRE-TEST). | 63 |
| Tabla N° 20 Capacidad Instalada Teórica Sábados (PRE-TEST)..... | 64 |
| Tabla N° 21 Capacidad Instalada Efectiva Lunes a Viernes (PRE-TEST). | 64 |
| Tabla N° 22 Capacidad Instalada Efectiva Sábados (PRE-TEST)..... | 64 |
| Tabla N° 23 Promedio de Ventas 2017. | 66 |
| Tabla N° 24. Grupo VSM 2017..... | 66 |
| Tabla N° 25 Registro de Capacitación VSM – 1..... | 67 |
| Tabla N° 26 Registro de Capacitación VSM – 2..... | 67 |
| Tabla N° 27Actividades del Proceso de Granallado. | 68 |
| Tabla N° 28 Recolección de datos..... | 69 |
| Tabla N° 29 Producción Mensual – Pre Test. | 69 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 30 Determinación de las causas a mejorar..... | 73 |
| Tabla N° 31 Horas de Preparación. | 75 |
| Tabla N° 32 Soluciones para las causas de baja productividad..... | 78 |
| Tabla N° 33 Cronograma de Implementación..... | 79 |
| Tabla N° 34 División de operaciones internas y externas..... | 82 |
| Tabla N° 35. Implementación sistema de “Hombre Muerto”. | 84 |
| Tabla N° 36 Diagrama Hombre-Hombre (Antes y después)..... | 85 |
| Tabla N° 37 Implementación de Carrito de Transporte Adicional..... | 86 |
| Tabla N° 38 Comparación de actividades internas y externas antes y después. | 86 |
| Tabla N° 39 Plan de Capacitación Anual. | 95 |
| Tabla N° 40 Plan Anual de mantenimiento de elevador | 99 |
| Tabla N° 41 Programa anual de auditoría interna | 109 |
| Tabla N° 42 Formato Informe de auditorías internas | 109 |
| Tabla N° 43. Formato de reporte de inspección de auditorias | 111 |
| Tabla N° 44 . Formato de Lista de verificación de auditorías..... | 112 |
| Tabla N° 45 Formato de programa de trabajo diario..... | 120 |
| Tabla N° 46 Registro de toma de tiempos – Post Test | 121 |
| Tabla N° 47 Cálculo del Número de observaciones..... | 122 |
| Tabla N° 48 Cálculo del tiempo promedio..... | 122 |
| Tabla N° 49 Cálculo del Tiempo Normal..... | 123 |
| Tabla N° 50 Cálculo del Tiempo Estándar..... | 123 |
| Tabla N° 51 Capacidad Instalada Teórica Lunes a Viernes (POST-TEST)..... | 124 |
| Tabla N° 52 Capacidad Instalada Teórica Sábados (POST-TEST) | 124 |
| Tabla N° 53 Capacidad Instalada Efectiva Lunes a Viernes (POST-TEST)..... | 124 |
| Tabla N° 54Capacidad Instalada Efectiva Sábados (POST-TEST) | 124 |
| Tabla N° 55 Datos del área de Granallado | 128 |
| Tabla N° 56 Producción mensual – Post-Test..... | 129 |
| Tabla N° 57 Tiempo de Preparación Marzo 2018..... | 132 |
| Tabla N° 58 Tiempo de Preparación Abril 2018..... | 133 |
| Tabla N° 59 Tiempo de Preparación Mayo 2018..... | 134 |
| Tabla N° 60 Tiempo de Preparación Junio 2018..... | 135 |
| Tabla N° 61 Productividad Marzo 2018..... | 137 |
| Tabla N° 62 Productividad Abril 2018..... | 138 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 63 Productividad Mayo 2018..... | 139 |
| Tabla N° 64 Costo de Producción Diciembre 2017 | 140 |
| Tabla N° 65 Costo de Producción Mayo 2018..... | 141 |
| Tabla N° 66 Reducción del Costo de Producción | 141 |
| Tabla N° 67 Datos para el análisis Beneficio - Costo | 142 |
| Tabla N° 68 Análisis Económico Antes y Después | 143 |
| Tabla N° 69 VAN y TIR – B/C | 144 |
| Tabla N° 70 Resumen Eficiencia | 146 |
| Tabla N° 71 Resumen Eficacia..... | 147 |
| Tabla N° 72 Resumen Productividad | 148 |
| Tabla N° 73 Análisis Descriptivo SPSS | 149 |
| Tabla N° 74 Prueba de normalidad productividad | 150 |
| Tabla N° 75 Contraste de medias de productividad | 151 |
| Tabla N° 76 Significancia de productividad | 151 |
| Tabla N° 77 Prueba de normalidad eficiencia..... | 152 |
| Tabla N° 78 Contraste de medias de eficiencia..... | 153 |
| Tabla N° 79 Significancia de eficiencia | 154 |
| Tabla N° 80 Prueba de normalidad eficacia | 155 |
| Tabla N° 81 Contraste de medias de eficacia..... | 155 |
| Tabla N° 82 Significancia de eficacia | 156 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura N° 1 Diagrama de barras de la situación actual de la empresa periodo Junio – Diciembre 2017. | 19 |
| Figura N° 2 Diagrama de Ishikawa aplicado a la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. | 20 |
| Figura N° 3 Diagrama de Pareto. | 22 |
| Figura N°4 Matriz de Estratificación | 22 |
| Figura N° 5 Matriz de priorización | 23 |
| Figura N°6 Los 7 desperdicios como una oportunidad de mejora. | 31 |
| Figura N°7 La casa Toyota. | 32 |
| Figura N° 8 Etapas de Mapeo de Flujo de Valor. | 33 |
| Figura N° 9 Agrupación de Familia de Productos. | 34 |
| Figura N°10 Matriz de Proceso vs. Producto. | 35 |
| Figura N°11 Simbología VSM Flujo de Material. | 37 |
| Figura N° 12 Simbología VSM Flujo de Información. | 38 |
| Figura N° 13 Los Cuatro Conceptos Relacionados con SMED. | 39 |
| Figura N°14 Gráfico del Objetivo SMED. | 40 |
| Figura N° 15 Organigrama. | 53 |
| Figura N° 16 Área de Granallado. | 54 |
| Figura N°17 Área de Pintura. | 54 |
| Figura N°18 Área de Corte. | 55 |
| Figura N° 19 Mapeo de la Cadena de Valor – Estado Actual. | 70 |
| Figura N° 20. Diagrama de Barras Tiempo de Preparación (PRE-TEST) | 71 |
| Figura N° 21 Productividad Junio – Diciembre 2017 (PRE-TEST). | 72 |
| Figura N° 22 Diagrama de Horas de Preparación. | 75 |
| Figura N° 23 Informe de Evaluación de Estado de Elevador de Granalla y Abrasivo. | 77 |
| Figura N° 24 Los Cuatro Conceptos Relacionados con SMED. | 82 |
| Figura N° 25 Limpieza Interna de Cangilones Inferiores. | 96 |
| Figura N° 26 Medición de Flujo de Aire. | 96 |
| Figura N° 27 Tamizado de Abrasivo. | 97 |
| Figura N° 28 Cambio de Filtro de Aire. | 97 |
| Figura N° 29 Elevador de Granalla Antes y después | 98 |
| Figura N° 30 Tiempo Estándar antes y después | 125 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 31 Capacidad efectiva antes y después..... | 125 |
| Figura N° 32 Capacidad efectiva antes y después..... | 129 |
| Figura N° 33 Mapeo de la cadena de valor – Post Test..... | 130 |
| Figura N° 34 Diagrama de barras tiempo de preparación (minutos)..... | 131 |
| Figura N° 35 Evolución de la eficiencia de Junio 2017 a Junio 2018..... | 136 |
| Figura N° 36 Evolución de la eficacia de Junio 2017 a Junio 2018..... | 136 |
| Figura N° 37 Productividad Junio 2017 a Junio 2018..... | 140 |
| Figura N° 38 Comparación del Costo de Producción | 141 |
| Figura N° 39 Variación de la situación anterior y actual | 145 |
| Figura N° 40 Eficiencia Junio 2017 – Junio 2018..... | 146 |
| Figura N° 41 Eficacia Junio 2017 – Junio 2018..... | 147 |
| Figura N° 42 Productividad Junio 2017 – Junio 2018 | 148 |

RESUMEN

La presente investigación “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC –SMP, 2018”, tuvo como objetivo general demostrar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

La investigación fue del tipo aplicada, de un nivel explicativo y con un diseño de la investigación cuasi-experimental, debido a que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población estuvo conformada por la producción diaria de metros cuadrados granallados durante un mes. El mes de la situación actual fue Diciembre de 2017, la implementación se realizó en los dos meses posteriores y la medición para evaluar las mejoras se realizó en el mes de Mayo 2018. Los datos se obtuvieron utilizando la técnica de la observación directa mediante herramientas como fichas de observación, DOP, DAP y con la confiabilidad del cronómetro. En los análisis de datos, se procesaron los resultados de manera descriptiva e inferencial, utilizando los programas como Microsoft Excel y SPSS v.24,

La investigación determinó que la productividad del área de granallado aumentó en un 19.44%, al pasar de 36.57% a 43.68%, después de la aplicación de Lean Manufacturing. Asimismo, la eficiencia mejoró al pasar de 40.63% a 46.24%; además se mejoró la eficacia al aumentar en un 4.15%.

Palabras Clave: Manufactura esbelta, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

The research below "IMPROVING THE PRODUCTIVITY OF THE BLASTING AREA THROUGH THE APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS IN 'TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC' COMPANY -SMP, 2018", presents as a general object to show that the the application of Lean Manufacturing tools improves the productivity of the shot blasting area of Transformaciones Metálicas Pro SAC Company.

The design of the research is almost experimental of applied type, due to it seeks to confront the theory concept with the reality. The population was conformed by the daily production of square meters peened during a month. The month of the current situation was December 2017, the implementation was made in the two following months and the measurement of the improvements was made in the month of May 2018. The data was obtained using the technique of direct observation through tools such as chips of observation, DOP, DAP and with the reliability of the chronometer. In data analysis, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 24 are used, in a descriptive way and inference with tables and graphs.

The investigation determined that the productivity of the Blasting area increased by 19.44%, going from 36.57% to 43.68%, after the application of Lean Manufacturing. Likewise, the efficiency improved when going from 40.63% to 46.24%; In addition, effectiveness was improved by increasing by 4.15%.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la industria metalmecánica, en la que está enfocada nuestro proceso, a nivel mundial tiene tendencia a la mejora de su producción. Esto se puede evidenciar en el incremento que ha tenido la producción de este sector en Argentina, como nos señala el siguiente cuadro:

Tabla N° 1 Variaciones porcentuales de la industria metalmecánica Argentina – Enero 2018.

| Bloques y rubros | Respecto a igual mes del año anterior* |
|---|--|
| <i>Industria automotriz</i> | |
| Total del bloque | - 6,4 |
| Automotores | - 6,4 |
| <i>Resto de la industria metalmecánica</i> | |
| Total del bloque | 4,9 |
| Metalmecánica excluida industria automotriz | 4,9 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)

En este cuadro, presentado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), a través de su Informe técnico, nos indica que el sector metalmecánico ha incrementado en 4.9% respecto al mismo mes del año anterior.

Asimismo, en México, este sector también ha presentado un incremento en su producción de Febrero 2018. Según señala el Instituto Nacional de estadística y geografía, en febrero de 2018 se ha producido 0.6% más que el mes anterior y 0.9% adicional en comparación a febrero de 2017 en el sector manufactura. Esto quiere decir que se espera seguir teniendo incrementos en la producción a lo largo del 2018.

Tabla N° 2 Producción industrial a Febrero de 2018 - México

| Producción Industrial a febrero de 2018 Cifras desestacionalizadas | | |
|--|--|---|
| Concepto | Variación % respecto al mes previo | Variación % respecto a igual mes de 2017 |
| Total | 0.4 | 0.7 |
| Minería | -1.9 | -5.7 |
| Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final | 0.8 | 3.1 |
| Construcción | 0.5 | 4.0 |
| Industrias manufactureras | 0.6 | 0.9 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC)

Por lo tanto, el panorama del sector manufactura a nivel global es favorable y va en crecimiento, es por ello que las empresas transnacionales se esfuerzan por ser competitivas y mejorar sus procesos.

No es ajeno para los involucrados en la industria metalmecánica que éste sector ha presentado una disminución en su demanda a nivel nacional en los últimos años, sin embargo hace algunos meses el panorama va cambiando a favor del sector.

Este cambio favorable se debe a que las obras se han retomado y la inversión extranjera está aflorando nuevamente, por tal motivo existe el aumento en la demanda por productos del sector manufactura, entre ellos los productos metalmecánicos y los servicios que éstos requieren.

En la Tabla N°3 se puede apreciar la variación de producción mensual de enero a diciembre desde el año 2016, estos datos recolectados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, nos muestran que los últimos meses del año anterior no han sido tan buenos para el sector pero que al iniciar el año 2018 se ha producido un notable crecimiento lo cual empieza a establecer la producción en cifras positivas.

Tabla N° 3 Cuadro de Variación Porcentual del Índice mensual desestacionalizado del sector Manufactura, 2016 – 2018.

| Mes | Variación porcentual mensual 1/ | | |
|-----------|---------------------------------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| Enero | -2,6 | -6,4 | 3,2 |
| Febrero | 3,5 | -2,6 | -1,0 |
| Marzo | -3,4 | 0,0 | 3,2 |
| Abril | 0,8 | -0,1 | 5,5 |
| Mayo | -8,0 | 1,9 | |
| Junio | 9,2 | 1,5 | |
| Julio | 6,2 | -4,2 | |
| Agosto | -3,1 | 2,2 | |
| Setiembre | -0,3 | 0,3 | |
| Octubre | -3,3 | -0,9 | |
| Noviembre | 6,2 | -3,1 | |
| Diciembre | 4,9 | 1,2 | |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e informática.

Según indica el cuadro, el índice mensual desestacionalizado del sector manufactura ha sido positivo en el mes de Abril 2018, después de haber decaído dos meses anteriores. Este escenario obliga a que las empresas se mantengan en constante competencia y busquen la mejora de sus procesos y productos para que puedan ganar mayor parte del mercado y además fidelicen a sus clientes.

Transformaciones Metálicas Pro SAC, dedica sus servicios netamente al sector manufactura, ofreciendo la prestación de servicios de granallado y pintado, actualmente tiene una alianza estratégica con FMP Ingenieros EIRL quien le brinda el 100% de sus proyectos que requieran granallado. Dichos trabajos sumados a los trabajos externos que surgen constantemente hacen que la organización busque nuevas formas de realizar sus procesos para incrementar su productividad y de esta manera poder satisfacer la demanda que existe actualmente.

Transformaciones Metálicas Pro SAC es una empresa en crecimiento y tiene aún muchas falencias en sus procesos, los cuales se deben mejorar para poder cumplir con los tiempos de entrega y poder así concretar más proyectos. La organización, no tiene procesos estandarizados, cuenta con capital humano competente pero no se realizan capacitaciones, no presenta un plan de mantenimiento, entre otros factores. Cabe señalar que hay disposición por parte de la gerencia por realizar mejoras y el personal está dispuesto a contribuir con el desarrollo de la empresa, siendo este uno de los puntos a favor para cualquier mejora.

Después de realizar una evaluación entre las partes de organización y producción de la empresa se concluyó, que el problema principal con el que cuenta la empresa es su

baja productividad, lo cual queda evidenciado en los datos históricos recolectados en el periodo Junio-Diciembre 2017.

Tabla N° 4 Situación actual de la empresa periodo Junio – Diciembre 2017.

| | MESES | | | | | | | PROMEDIO SITUACIÓN ACTUAL |
|-----------------------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|---------------------------|
| | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | |
| Eficiencia | 39.89% | 39.98% | 41.54% | 40.25% | 40.14% | 39.67% | 40.63% | 40.30% |
| Eficacia | 87.91% | 88.12% | 91.55% | 88.70% | 88.46% | 87.43% | 89.54% | 88.82% |
| Productividad Inicial | 35.25% | 35.41% | 39.16% | 35.85% | 35.66% | 34.69% | 36.57% | 36.06% |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como indica la Figura N° 1 se puede apreciar que la eficiencia promedio es de 40.30%, la eficacia 88.82% y la productividad promedio asciende a 36.06%

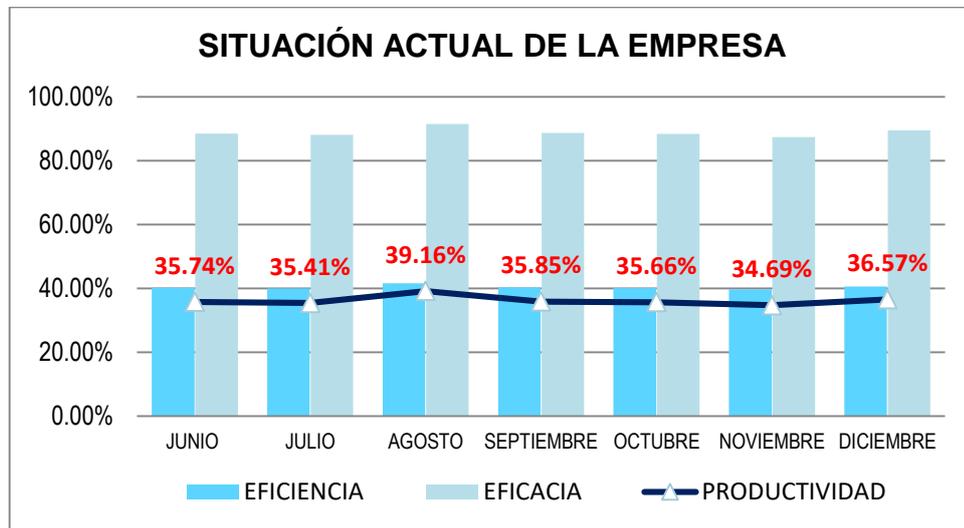


Figura N° 1 Diagrama de barras de la situación actual de la empresa periodo Junio – Diciembre 2017.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo se realizó el diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura N°2. Este diagrama nos muestra las causas del problema y éstas son variadas ya que se producen por factores donde incluyen la mano de obra, materiales, método, medio ambiente, medición y maquinaria.

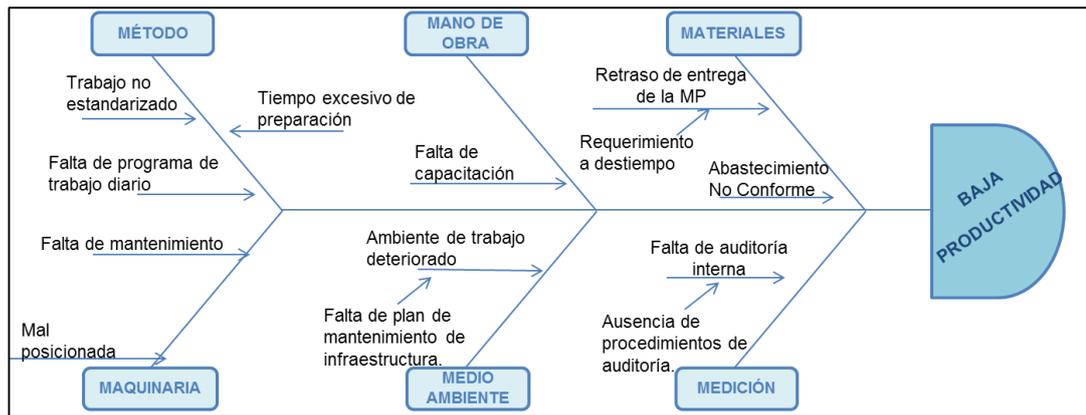


Figura N° 2 Diagrama de Ishikawa aplicado a la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, en este trabajo propondremos medidas que colaboren con la mejora de la productividad y de esta manera generar una cadena de beneficios como son el ahorro de tiempo, el aumento de capacidad de planta, la motivación del personal, disminución de fatiga, entre otros.

Para un análisis más profundo, se realizó el diagrama de Pareto, no sin antes realizar la matriz de correlación en la cual se consideraron las causas más importantes, a las cuales se les tuvo que asignar una letra como se detalla en la Tabla N° 5 que se muestra a continuación:

Tabla N° 5 Causas de la baja Productividad.

| | |
|---|-------------------------------------|
| A | Tiempo excesivo de preparación |
| B | Falta de capacitación |
| C | Falta de mantenimiento |
| D | Falta de auditoría interna |
| E | Trabajo no estandarizado |
| F | Falta de programa de trabajo diario |
| G | Retrasos de entrega de la MP |
| H | Abastecimiento no conforme |
| I | Ambiente de trabajo deteriorado |
| J | Maquinaria mal posicionada |

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió a analizar la relación que existía entre las causas a través de la matriz de correlación como se muestra en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6 Matriz de Correlación

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | PTJ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| A | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 |
| B | 1 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| C | 0 | 1 | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| D | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 8 |
| E | 0 | 0 | 1 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| F | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| G | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | 4 |
| H | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 2 |
| I | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | | 0 | 4 |
| J | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 2 |
| | | | | | | | | | | | 34 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7 Ordenamiento de las causas

| CAUSAS | PUNTAJE | % | % ACUM |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|
| Tiempo excesivo de preparación | 8 | 23.53% | 24% |
| Falta de capacitación | 4 | 11.76% | 35% |
| Falta de mantenimiento | 4 | 11.76% | 47% |
| Falta de auditoría interna | 4 | 11.76% | 59% |
| Trabajo no estandarizado | 3 | 8.82% | 68% |
| Falta de programa de trabajo diario | 3 | 8.82% | 76% |
| Retrasos de entrega de la MP | 2 | 5.88% | 82% |
| Abastecimiento no conforme | 2 | 5.88% | 88% |
| Ambiente de trabajo deteriorado | 2 | 5.88% | 94% |
| Maquinaria mal posicionada | 2 | 5.88% | 100% |

Fuente: Elaboración propia

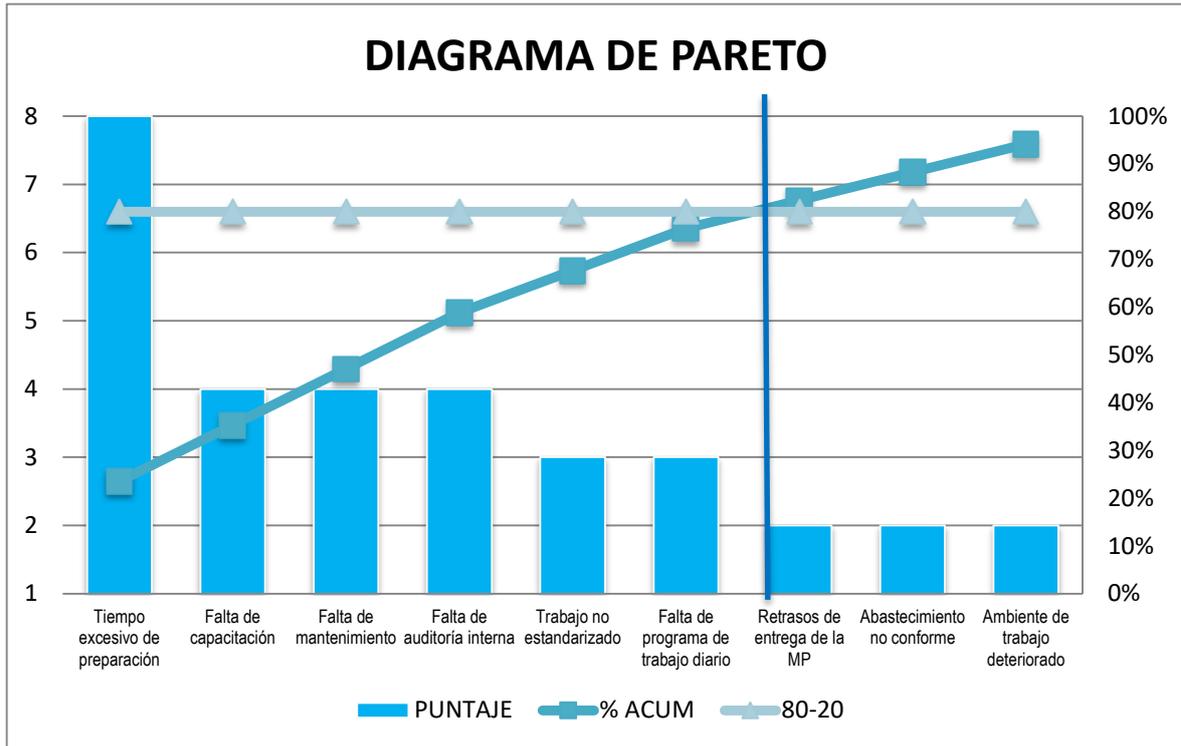


Figura N° 3 Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, según el diagrama de Pareto (Figura N°3) se puede determinar las causas principales sobre las que se debe trabajar para poder mejorar la productividad.

Posteriormente, se realizó un análisis de estratificación (Figura N°4) donde se aprecia que existen problemas en gestión y procesos, los cuales generan la baja productividad. La herramienta de Lean Manufacturing es la ideal para la real situación de la empresa y frente a otra propuestas es la mejor según los criterios de inversión, tiempo de implantación y facilidad de aplicación, esto se evidencia en la Tabla N° 8 donde es evaluado cada criterio.

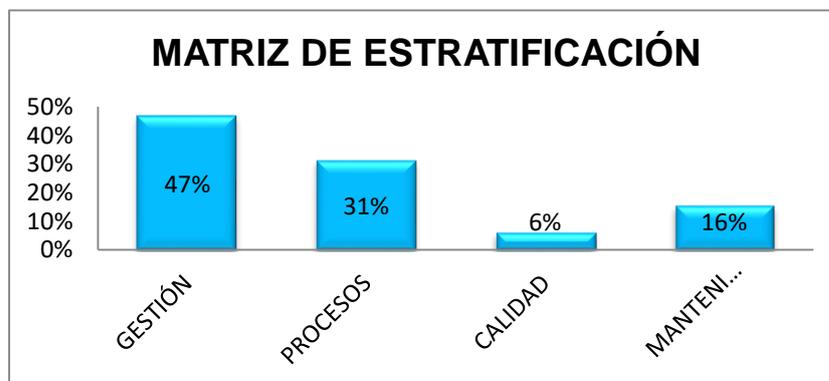


Figura N°4 Matriz de Estratificación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8 Evaluación de las Alternativas de Solución.

| ALTERNATIVA | CRITERIOS | | | TOTAL |
|--------------------|-----------|--------|-----------|-------|
| | INVERSIÓN | TIEMPO | FACILIDAD | |
| LEAN MANUFACTURING | 5 | 4 | 4 | 13 |
| LEAN SIX SIGMA | 3 | 2 | 2 | 7 |
| AUTOMATIZACIÓN | 1 | 2 | 2 | 5 |

Fuente: Elaboración propia

Así también, se realizó la matriz de priorización con los gerentes de la empresa donde quedó evidenciado que los problemas a resolver son, principalmente, los de gestión y procesos.

| CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA | Mano de obra | Materiales | Maquinaria | Medio Ambiente | Método | Medición | NIVEL DE CRITICIDAD | Total de problemas | Tasa Porcentual de problemas | Impacto | Calificación | Prioridad |
|-----------------------------------|--------------|------------|------------|----------------|--------|----------|---------------------|--------------------|------------------------------|---------|--------------|-----------|
| GESTIÓN | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | ALTO | 5 | 47% | 4 | 20 | 1 |
| PROCESOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | ALTO | 2 | 31% | 5 | 10 | 2 |
| MATENIMIENTO | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | MEDIO | 2 | 16% | 2 | 4 | 3 |
| CALIDAD | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | BAJO | 1 | 6% | 3 | 3 | 4 |
| Total de Problemas | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | | 10 | 100% | | | |

Figura N° 5 Matriz de priorización

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Trabajos previos

Esta investigación se realiza con el fin de resolver el problema que aqueja a esta empresa, la mejora de la productividad.

Después de analizar las investigaciones obtenidas de los repositorios y bibliotecas, se determinó trabajar con las siguientes, las cuales tienen mayor relación con el tema de investigación que se desarrolla en este trabajo:

BECERRA, Wilson y VILCA, Eduard. 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 (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, 2013.

La presente investigación, el objetivo principal se centra en reducir los costos de reprocesos mediante la propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en el área de pintado de la empresa Factoría Bruce S.A. El investigador utilizó las herramientas del

VSM, Kaizen y 5´S. Para llegar al resultado esperado el investigador realizo en primer lugar un mapeo de procesos eligiendo luego el proceso a estudiar. Después de esto realizo un VSM actual con sus respectivos diagramas de procesos y un análisis de valor agregado, realizando después planes Kaizen. Luego de realizar estos pasos elaboro un nuevo VSM futuro con sus respectivos diagramas de procesos mejorados además de un nuevo análisis también mejorado de valor agregado. De esta manera le sirvió como base para aplicar las 5´S, finalizando con la medición del Takt time para observar el beneficio que se contrajo. La presente investigación de tesis ayudo al investigador a concluir que con la elaboración de esta propuesta de desarrollo del Lean Manufacturing se logró reducir el costo total de reproceso de 41,177.17 a 21,361.83, lo cual representa una reducción en el porcentaje promedio de los reprocesos de 88% a 47%, esto ayudara a reducir costos.

CHANG, Almendra. Propuesta de Mejora del Proceso Productivo para incrementar la Productividad en una Empresa dedicada a la fabricación de Sandalias de Baño. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Chiclayo Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.

En la presente investigación, el objetivo principal se centra en mejorar el proceso productivo de sandalias de baño, comenzando por el diagnóstico de la situación actual de la empresa para posteriormente elaborar el plan de mejora del proceso productivo de sandalias de baño para incrementar su productividad y realizar el análisis costo-beneficio del plan de mejora de la producción. Esta investigación se realizó debido a las constantes pérdidas económicas por pedidos atendidos con retraso, por la demanda insatisfecha y costos generados por tiempos ociosos, entre otros problemas. La presente investigación de tesis ayudo al investigador a que, gracias a los planes de mejora propuestos, se logró un incremento de la productividad en las máquinas y de la mano de obra, que llevó a cubrir el 61% de la demanda actual, entregando los pedidos a tiempo. También, la productividad de máquina incrementó en un 35% y la productividad en mano de obra incrementó en un 68%, también hubo un significativo aumento de la capacidad utilizada de planta a 47% de su capacidad total.

Baylon, C. (2015). Aplicación del sistema SMED para mejora de la productividad del proceso de producción de suelas bicolor en PVC en la empresa CHH HINZA SAC.

Carabayllo – 2015. Tesis para optar el grado de ingeniero Industrial de la Universidad César Vallejo.

Desarrolló la investigación con el método descriptivo correlacional, para poder detallar los problemas y a su vez determinar la correlación entre las variables.

La principal conclusión fue que la productividad del área de inyección de suelas bicolor se mejoró 42% con la aplicación del SMED, pasando de 19 unidades/hora máquina a 27 unidades/hora máquina.

Aranibar, M. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos.

Esta investigación tuvo como objetivo general la aplicación del Lean Manufacturing con la finalidad de mejorar la productividad en una empresa manufacturera.

El estudio concluyó que la productividad incrementó en 100% al aplicar el Lean Manufacturing, esto quiere decir que la producción se duplicó en la fase inicial.

Castro, J. (2016). Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado PET de la empresa AJEPER S.A. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Trujillo.

El objetivo del trabajo de investigación fue desarrollar una propuesta de implementación del Lean Manufacturing con el fin de mejorar el proceso productivo de la empresa AJEPER S.A. El estudio se realiza mediante un método de diseño No experimental – Transversal ya que no manipula deliberadamente las variables y recolecta la información en un tiempo único. Utiliza como unidad de análisis a la empresa AJEPER S.A., su población es el área de envasado de la misma empresa y su muestra los procesos realizados por los trabajadores del área de la línea 1-PET.

Asimismo, a través del desarrollo del estudio se concluyó que la implementación de la herramienta SMED redujo el tiempo de cambio de formato de 80 a 60 minutos y de

sabor de 82 a 64 minutos, quiere decir que el tiempo de cambio se redujo en 25% para el cambio de formato y 21.95% para el cambio de sabor.

ABRIL, David. Propuesta del sistema Lean Manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradoras en la empresa Indurama-Induglob S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2013.

En la presente investigación, el objetivo principal se centra en realizar una propuesta del sistema de Lean Manufacturing en la fabricación de gabinetes para refrigeradoras de la Empresa Indurama-Induglob S.A., y así lograr aumentar su flujo de producción, la entrega oportuna de sus productos y la satisfacción del cliente. El investigador propuso las herramientas a utilizar que son el VSM, Kanban y el Poka Yoke. Para llegar al resultado esperado primero eligió la familia de productos a estudiar realizando un DOP, luego de esto realizó un estudio de tiempos y de procesos realizando un DPR y finalmente elaboro un VSM actual del área de trabajo. Después de haber realizado el VSM actual, propuso la aplicación del Kanban y Poka Yoke finalizando con el nuevo VSM futuro en el cual se redujo tiempos y desperdicios. La presente investigación de tesis ayudo al investigador a concluir que gracias a la aplicación de estas herramientas del Lean Manufacturing pudo lograr aumentar el flujo de producción, la entrega de los productos en la fecha indicada para tener una mayor satisfacción de los clientes, como es la reducción del tiempo en lo que pasa el producto en proceso, por ejemplo el modelo RI-425 de 50,16 a 25,13 horas con una mejora del 50,09% y con respecto al modelo RI-587 de 50,03 a 24,98 horas con una mejora del 49,93%.

Infante, E. y Erazo, D. (2013). Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetras interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean Manufacturing. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de San Buenaventura Cali, Colombia. Utiliza un tipo de estudio cuantitativo lo cual le permite medir la productividad. Esta investigación tuvo como objetivo la búsqueda de una propuesta para mejorar la productividad en la línea de camisetras interiores.

A través del estudio realizado se obtuvo el aumento de la producción de línea a un 48% ya que antes de la mejora se producían 952 camisetas y después de la mejora se logran producir 1409 unidades, además los tiempos muertos se redujeron en 8%.

En conclusión, queda demostrado que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing logran mejorar la productividad.

CONCHA, Jimmy y BARAHONA, Byron. 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 (Ingeniero Industrial). Riobamba: Escuela Superior Técnica de Chimborazo, 2013.

En la presente investigación, el objetivo principal se centra en mejorar la productividad en su línea de producción de la empresa en base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, que son herramientas del Lean Manufacturing. El investigador utilizó las herramientas del VSM y las 5'S. Para llegar al resultado esperado el investigador en primer lugar realizó un DOP de 2 procesos que son importantes en la empresa, luego comparó cuál de estos dos procesos tienen más actividades realizadas. Después de escoger a uno de ellos, realizó el VSM actual en el cual tomó distintas mediciones detectando que uno de los problemas son las esperas que es parte de los 7 desperdicios. Luego implementó las 5'S, realizando los 5 pilares tomando mediciones de los tiempos que se han ahorrado y finalmente realizó un nuevo VSM futuro, mostrando las mejoras que se han obtenido como es la reducción de tiempo que no agregaban valor al proceso productivo. La presente investigación de tesis ayudó al investigador a concluir que gracias a la aplicación de estas dos herramientas del Lean Manufacturing, atacando a cada uno de los desperdicios identificados, se logra una reducción del tiempo de 30,0 del lead time a 21.2 día. Además, logró aumentar la eficiencia en un 15% en los procesos de producción en planta, un aprovechamiento del espacio físico de 91.7 m² y un incremento en las utilidades del 8.37%, generando beneficios sociales para los trabajadores.

Revista Virtual Ingeniería Industrial Vol. XXXVII N°1, publicado enero 2016 nombrado "Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones" autores: Ileana Gloria Pérez-Vergara, Natalia Marmolejo, Ana Milena

Mejía, Mauricio Caro y José Rojas. El trabajo realizado tuvo como objetivo diseñar e implementar un plan de acción de mejora continua a través de herramientas de Lean Manufacturing. Empezaron con la recopilación de datos, diagnóstico de la situación actual, diseñaron todos los documentos y posteriormente se implementó y midió la efectividad.

Luego de la implementación piloto, se demostró que los tiempos que no agregaban valor se redujeron en 12% y con esta mejora se logró ahorrar \$25 916.485 anuales. Así también con esta investigación se lograron beneficios cualitativos ya que el ambiente de trabajo mejoró, se logró una mejor imagen del área y se creó una cultura de trabajo en equipo, además que cada colaborador se sintió parte importante del proceso.

Reyes, C. (2014). Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cía. Ltda. Tesis previa a la obtención de grado de Magíster en Ingeniería Industrial y productividad de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Según señala, su metodología consistió en analizar los registros que brindó la empresa y la observación directa.

El estudio buscó el mejoramiento de la productividad a través de la implementación de herramientas Lean Manufacturing y así lo demostró en sus resultados que fueron el aumento de la productividad de 1.13 a 1.38 unidades/dólar, en porcentaje esto se representa con el 18%; del mismo modo la producción mejoró ya que pasó de producir 11 482 unidades a 18 407 unidades, es decir 60% más comparado a la producción inicial.

1.3. Teorías relacionadas con el tema

1.3.1 Variable independiente: Lean Manufacturing

Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía Industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio.

El método de Lean Manufacturing fue desarrollado por Taichí Ohno y es conocida también como manufactura esbelta. Es un modelo de organización y gestión del sistema de fabricación que tiene como finalidad mejorar el servicio, la calidad, y la

eficiencia a través de la eliminación del despilfarro o muda. Taichí Ohno desarrolló esta técnica de forma empírica e ideas surgidas de lo que observaba, de esta manera pudo identificar el despilfarro como el enemigo de la eficiencia en las industrias.

Lean es un conjunto de herramientas que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo del costo de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (Kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y son sistemas a prueba de errores (poka yoke). Otros consideran el “flujo de producción” (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios.

Se entiende por *lean Manufacturing* (en castellano “producción ajustada”), a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada *Toyota Production System*), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. El principio fundamental de lean Manufacturing es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere. En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un despilfarro. Tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que aporta valor al producto. Resulta evidente que, si se acepta el elevado porcentaje de desperdicio en el que se incurre en un proceso productivo, se deduce que existe una enorme oportunidad de mejora.

Es importante conocer los tres términos que se usan generalmente cuando se habla del TPS (Toyota Production System) y que son de gran ayuda para poder reconocer los despilfarros que se deben eliminar, estos son:

Muda: Toda actividad que consume recursos pero no tiene valor para el cliente. Existen dos tipos de muda, unas difíciles de eliminar de forma inmediata ya que

agregan un valor de negocio y otras que pueden ser eliminadas de forma fácil a través del Kaizen.

Mura: Es cualquier desigualdad en la operación. Por ejemplo, cuando existen errores en la producción y el proceso acelera y luego está a la espera.

Muri: Sobrecargar operadores o equipos, esforzándolos a que brinden más de lo que están permitidos o han sido diseñados a producir.

Como se ha mencionado anteriormente, Lean Manufacturing se enfoca en reducir los despilfarros, por lo que es trascendente definirlos:

Exceso de almacenamiento: Significa que se tiene una cantidad mayor de existencias a las necesarias que se requieren para satisfacer las necesidades más inmediatas y es la forma más evidente de despilfarro ya que detrás de este tipo de muda existen ineficiencias y problemas arraigados.

Sobreproducción: Es fabricar más de lo necesario, no sólo se refiere a productos físicos sino también a tener equipos y/o máquinas con más capacidad de la que se requiere.

Transporte: Se refiere al movimiento del material de manera excesiva o innecesaria, generando espera en colas de inventario.

Tiempos de espera: Es el tiempo perdido como resultado de un proceso ineficiente o una secuencia de trabajo mal diseñada ya que unos operarios pueden permanecer sin realizar actividad mientras otros se encuentran saturados de trabajo.

Movimiento: cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella está realizando una secuencia de trabajo.

Reproceso, defectos o rechazos: es consecuencia de los errores y genera pérdida de productividad ya que se debe realizar trabajo extra para corregir el error realizado.

Por lo tanto, la metodología Lean nos indica que debemos tratar de eliminar todos los despilfarros posibles para que de esta manera se puedan obtener resultados

beneficiosos para la empresa como disminución de costos, incremento de la productividad, mejorar la calidad, aumentar la competitividad, entre otros factores que serán beneficiosos para la organización y para todos los involucrados con ella.

Se muestra a continuación la Figura N°6 que corresponde a los 7 desperdicios como una oportunidad de mejora, según indica la teoría, el Lean Manufacturing trata de usar herramientas que ayuden a eliminar y/o reducir estos desperdicios para mejorar un aspecto específico de la empresa (productividad, disminución de costos, entre otros).

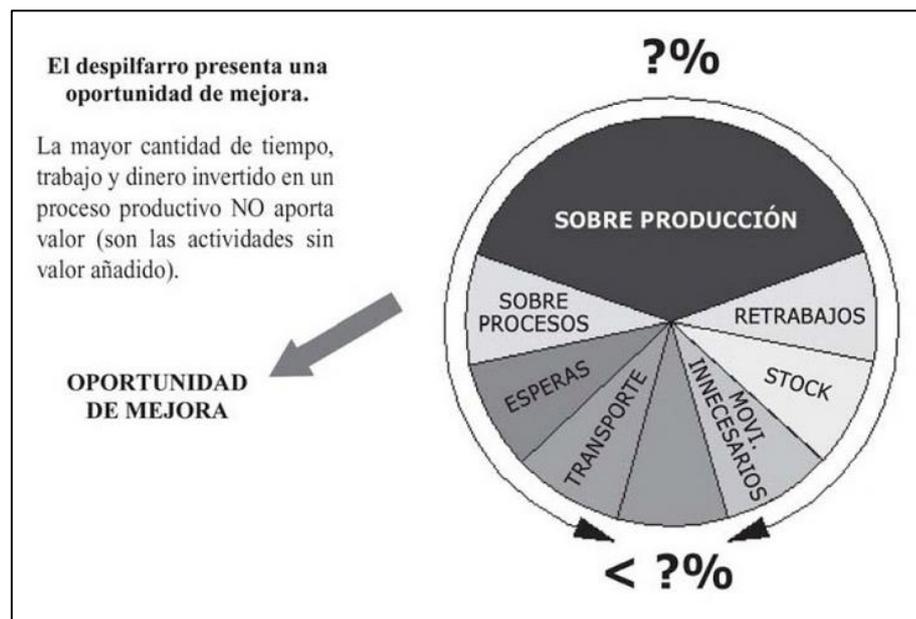


Figura N°6 Los 7 desperdicios como una oportunidad de mejora.

Fuente: Libro “Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad”. Por: Rajadell, M. y Sánchez J.

El sistema Lean contiene diversas dimensiones que se enfocan principalmente en la eliminación del desperdicio a través de la aplicación de técnicas. Para poder desarrollar el sistema Lean se requiere un cambio cultural en la empresa y un alto compromiso de la alta dirección. De este modo, es complejo realizar un esquema por el cual se represente todos y cada uno de los principios, técnicas, herramientas, métodos, entre otros que definan el Lean Manufacturing, por tal motivo se recurrirá al tradicional esquema de la “Casa Toyota”. Cabe señalar que se trabaja en base a una casa ya que es la mejor manera de representar una sólida edificación siempre y cuando los cimientos y columnas sean fuertes.

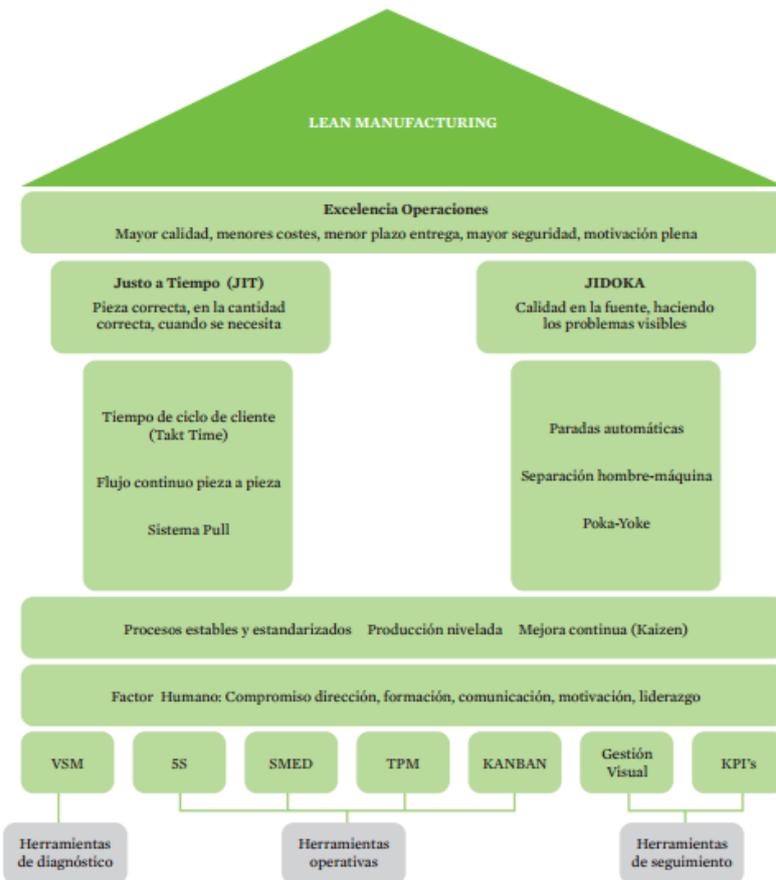


Figura N°7 La casa Toyota.
Fuente: Libro “Lean Manufacturing” por Vizán, A. y Hernández, J.

El esquema de la Casa Toyota está conformada por el techo que son las metas que se quieren conseguir (mejor calidad, bajo costo, entre otros), soportando el techo están las dos columnas que son las herramientas de JIT y Jidoka, como base de la casa se propone a la estandarización y estabilidad de los procesos como lo son el heijunka (nivelación de la producción) y la mejora continua (Kaizen). La actualización de esta casa incluye el factor humano que se refiere al compromiso de la dirección, capacitación y motivación del personal, entre otros. Este esquema es para la orientación de todo lo referido al Lean Manufacturing, cada organización debe realizar un plan de implantación donde se seleccionen las técnicas más adecuadas que se deban ejecutar.

1.3.1.1. Herramienta: VSM (VALUE STREAM MAPPING)

El Value Stream Mapping o más conocida como VSM por sus siglas en inglés, es una herramienta de diagnóstico que sirve para entender un proceso e identificar los desperdicios que se generan, permitiendo de esta manera detectar oportunidades de mejora.

Etapas de desarrollo del VSM:

La implantación del VSM consta de diversos pasos, los cuales se detallan en el siguiente cuadro:

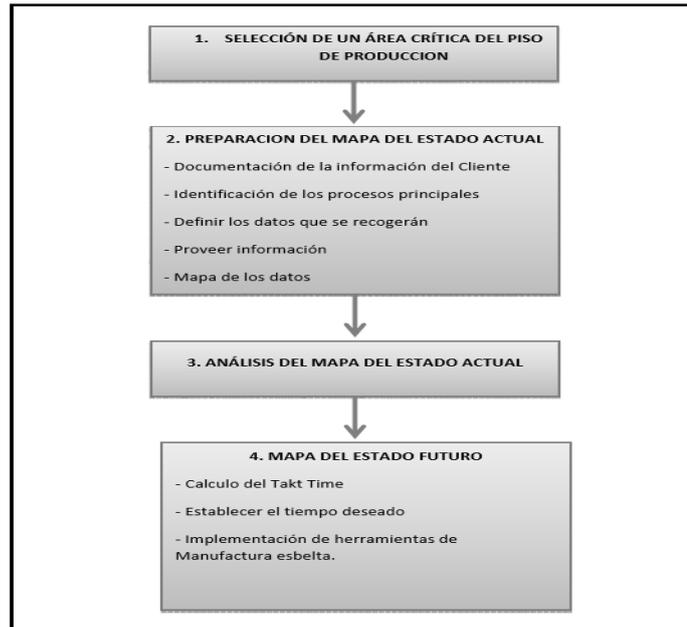


Figura N° 8 Etapas de Mapeo de Flujo de Valor.
Fuente: Manual de Lean Manufacturing, 2014.

Esta técnica consiste en dibujar un mapa o diagrama de flujo simple, donde se muestren como fluyen los materiales e información desde el proveedor hasta el cliente. Entre los diversos formatos de diagramas de flujo están los de pulpo, tortuga, SIPOC (Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customer), siendo el último mencionado el que más se utiliza.

Según Cabrera (2013), se deben seguir los siguientes pasos para realizar el VSM:

Etapa 1: Elección del área

Para dar inicio al diagnóstico del estado actual en la empresa, en primer lugar se debe seleccionar a un grupo reducido de personas (3 a 5 como máximo) que estén dispuestas

al cambio. Designar un líder dentro del grupo que debe dar seguimiento a las actividades y conduzca al grupo hacia el logro de los objetivos planteados.

Seguidamente se debe realizar un recorrido de la cadena de valor que será mapeada, de “puerta a puerta”, es decir que tendrá que recorrerla de principio a fin sin obviar ninguna ruta teniendo en cuenta que la puerta de entrada es la entrega de materia prima de los proveedores y la puerta de salida son los productos que se entregan a los clientes. Durante el recorrido se debe enfocar en ver la realidad actual, con errores o deficiencias, se debe usar como una herramienta de apoyo las 5w (who, what, when, where y why) para poder determinar minuciosamente porqué se hacen las cosas de esa manera actualmente.

Cuando existen muchos productos, se pueden agrupar según criterios y para realizar este paso es de mucha ayuda la Figura N°9 en donde se pueden evaluar los productos según su tipo, mercado, clientes, entre otros.

Se recomienda realizar la regla de Pareto cuando el número de criterios y posibles familias es muy extenso, con esta regla se definirá que el 20% de los tipos de procesos manejan el 80% de los productos, que el 20% de los clientes consumen el 80% de un producto o lo que se adecúe mejor a la organización y sus procesos.

| Criterio de Identificación. | Macro familias de Productos. | Ejemplos. |
|---------------------------------------|--|--|
| (1) Tipo de Producto | Cada familia la conforman productos del mismo tipo o función. | Motores & Generadores. |
| (2) Mercado. | Geográfico o Tipo de Cliente: Final, Distribuidor, otro. | PEMEX, COPETROL, PETROVEN, SHELL, etc. U.E., USA, Cono Sur, etc. |
| (3) Clientes | Familia de productos que se venden a uno o a varios Clientes. | Una familia para dos Clientes dominantes y el resto de productos constituyen una 3a. familia. |
| (4) Grado de Contacto con el Cliente. | Agrupar productos por el grado de influencia del Cliente en el producto final. | Todos los productos fabricados en una Familia bajo pedido. Productos fabricados sin pedido para abrir nuevos mercados por iniciativa de Mercadotecnia. |
| (5) Volumen de Venta. | Se agrupan por Cantidad Pzas. Utilidad, etc. | Alto Volumen o Bajo Volumen Alto o Bajo Margen de Utilidad. |
| (6) Patrones de Pedido. | Formas de recepción de patrones o secuencias de de pedidos. | Series largas y repetitivas o cortas e irregulares. Estacionales o continuas. |
| (7) Base Competitiva. | En base a argumentos de Venta | Bajo costo y rápida entrega o Alto costo por personalización de los productos. |
| (8) Tipo de Proceso. | Productos con similares procesos en la misma Familia | Por un lado, todos los que requieren montaje en campo y los que no lo requieren. Los que usan maquinaria similar y los que usan otras máquinas |
| (9) Características de los Productos. | Similitud de características físicas o materias primas, etc. | Grandes o Pequeños, Pesados o ligeros, etc. |

Figura N° 9 Agrupación de Familia de Productos.

Fuente: Manual de manufactura esbelta

El mapa debe limitarse a una sola familia de productos, la que sea de mayor impacto y de preferencia que su tiempo Takt sea mayor a 25 segundos.

Es habitual usar una matriz de proceso y producto para que sea más rápida la identificación de la familia de producto tal y como se muestra en la Figura N°10.

| | | PROCESOS | | | | | | | FAMILIA DE PRODUCTOS |
|-----------|---------------------|--------------------|----------------|-------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | | Pre-montaje Cuadro | Montaje Cuadro | Montaje Elementos | Montaje Elementos Infantiles | Pruebas resistencia | Verificación + packaging | Verificación + packaging MC | |
| PRODUCTOS | Urbano Estándar | | X | X | | | X | | |
| | Urbano Clásico | | X | X | | | X | | |
| | New Urban | | X | X | | | X | | |
| | Montaña Competition | X | | X | | X | | X | |
| | Infantil | | X | | X | | X | | |

Figura N°10 Matriz de Proceso vs. Producto.

Fuente: Manual de manufactura esbelta.

Etapa 2: Diagrama del estado actual.

En este paso es importante resaltar que se debe realizar el mapa que muestra los procesos tal y como existen en la actualidad. Esto es de suma importancia ya que en base de este diagrama se buscarán oportunidades de mejora.

Cabrera, C. (2014), nos indica que se deben seguir los siguientes pasos para la elaboración del diagrama del estado actual:

1. Dibujar los íconos del cliente, proveedor y control de producción.
2. Ingresar los requisitos del cliente por mes y por día.
3. Calcular la producción diaria y los requisitos de contenedores.
4. Dibujar el ícono que sale de embarque al cliente y el camión con la frecuencia de entrega.
5. Dibujar el ícono que entra a recibo, el camión y la frecuencia de entrega.
6. Agregar las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
7. Agregar las cajas de datos debajo de cada proceso y la línea de tiempo debajo de las cajas.
8. Agregar las flechas de comunicación y anotar los métodos y frecuencias.
9. Obtener los datos de los procesos y agregados a las cajas de datos. Obtenerlos directamente cronometrados.
10. Agregar los símbolos y el número de los operadores.

11. Agregar los sitios de inventario y niveles en días de demanda y el gráfico o ícono más abajo.
12. Agregar las flechas de empuje, de jalar, de primeras entradas y de primeras salidas.
13. Agregar otra información que pueda ser útil.
14. Agregar los datos de tiempo, turnos al día, menos tiempos de descanso y tiempo disponible.
15. Agregar los tiempos de trabajo de valor agregado y tiempos de entrega en la línea de tiempo ubicada al pie de los procesos.
16. Calcular el tiempo de ciclo de valor agregado total y el tiempo total de procesamiento.

Etapa 3: Mapeo del estado futuro

Esta etapa proporcionará una fuente importante de información sobre la cual se desarrollará la estrategia del Lean Manufacturing. Es vital que se tenga conocimientos acerca de la Manufactura esbelta para diseñar el mapa del estado futuro. Con este paso se espera decidir cuáles son las acciones y cuando deben realizarse para la mejora del proceso actual.

Para el desarrollo del mapa de estado futuro se debe:

1. Crear una gráfica del ciclo Tiempo Takt.
2. Identificar el proceso cuello de botella (restricción).
3. Calcular el tamaño óptimo de operadores (célula de manufactura) e identificar las estaciones de trabajo potenciales.
4. Decidir si se crea un aprovisionamiento de supermercado o se envía al cliente por pedido.
5. Nivelación de la mezcla de la producción en un proceso marcapaso.
6. Determinar la localización de KANBAN y papelera Heijunka.
7. Mejorar las comunicaciones y programación del Marcapasos.
8. Cuestionamiento para complementar el estado futuro.

Etapa 4: Implementación del estado futuro

Debido a que no se puede implementar en un solo paso, se debe segmentar el mapa en segmentos o circuitos:

Circuito marcapaso: en este punto se incluye el flujo tanto de material como de información entre el cliente y su proceso marcapaso. Este es el circuito más bajo de la planta y la gestión de este circuito impactará todos los procesos que se encuentren arriba de éste.

Circuitos adicionales: desde el circuito marcapaso hacia arriba se encuentran los circuitos de jalar el flujo de material e información. Cada sistema de supermercado en su cadena de valor generalmente corresponde con el final del circuito anterior.

SIMBOLOGÍA

Se utilizan diferentes tipos de simbologías según sea de flujo de material o de información, como se aprecia en las figuras N° 11 y N° 12 respectivamente:

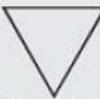
| Símbolos del Flujo de Materiales |  <p>Operación de Valor Añadido</p> |  <p>Operación de Control</p> |  <p>1000 piezas 1.3 días Material Parado</p> |  <p>Movimiento de Materiales Empujado</p> | | | |
|--|--|---|---|--|----------|---|--|
|  <p>Movimiento de Material Tirado</p> | <table border="1" data-bbox="762 1301 900 1435"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> <p>Datos de Proceso</p> | T/C: 65 seg. | C/S: 400 seg. | 2 Turnos | OEE: 60% | <p>máx. 30 Piezas</p> <p>—FIFO—</p> <p>Flujo de Materiales en Secuencia</p> |  <p>Localizaciones Externas</p> |
| T/C: 65 seg. | | | | | | | |
| C/S: 400 seg. | | | | | | | |
| 2 Turnos | | | | | | | |
| OEE: 60% | | | | | | | |
|  <p>Transporte por Camión</p> |  <p>Transporte interno</p> |  <p>Supermercado</p> | | | | | |

Figura N°11 Simbología VSM Flujo de Material.

Fuente: Lean Manufacturing (2010).

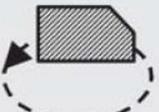
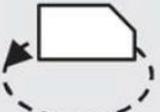
| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|---|
| Símbolos del Flujo de Información |  |  |  |  |
| | Flujo de Información Manual | Flujo de Información Electrónico | Plan de Producción | Caja de Nivelado |
| |  |  |  |  |
| | Kanban de Lote de Producción | Kanban de Movimiento | Kanban de Producción | Movimiento de Kanban en Lote |
| |  |  | | |
| | Secuenciador | Ajustes "Informales" del Plan de Producción | | |

Figura N° 12 Simbología VSM Flujo de Información.

Fuente: Lean Manufacturing (2010).

Por lo antes mencionado, se puede concluir que el VSM es una herramienta que nos permite identificar las actividades que no agregan valor y que deben ser mejoradas. Es decir, que el VSM nos permitirá relacionar las actividades que se logren mejorar y la cantidad total de actividades.

$$\%Actividades\ Mejoradas = \frac{Actividades\ mejoradas}{Actividades\ totales} \times 100$$

1.3.1.2. Herramienta: SMED

La herramienta SMED (single minute Exchange of die), es un conjunto de técnicas que sirve para mejorar la eficiencia operativa de un proceso. Fue desarrollada por Shigeo Shingo alrededor de los años 50's. Se puede aplicar para preparaciones de todo tipo de máquinas y sirve para evitar desperdiciar tiempo en cualquier actividad. Este método genera rápida disponibilidad, flexibilidad, mejora la competitividad e incrementa la productividad del proceso.

La aplicación de este método permitirá obtener los siguientes beneficios:

- Reducción de inventarios

- Producción en lotes pequeños
- Alta calidad de productos
- Reducción de costos
- Menor tiempo de entrega
- Mayor competitividad
- Tiempo de cambio confiables
- Carga de producción diaria equilibrada.

Es muy importante en este punto conocer a lo que nos referiremos como tiempo de entrega de producción, el cual, según Rajadell y Sánchez (2010) está dividido en:

- Tiempo de espera en cola antes de procesarse.
- Tiempo de montaje y configuración de la línea productiva.
- Tiempo de corrida del proceso.
- Tiempo de espera después de su procesamiento.
- Tiempo en tránsito.

De toda esta lista, el único tiempo que añade valor agregado al producto es el tiempo de corrida del proceso, los demás son, para el cliente, desperdicios.

La filosofía SMED se basa en eliminar todos los tiempos que no generan valor agregado a los productos o reducirlos al máximo.

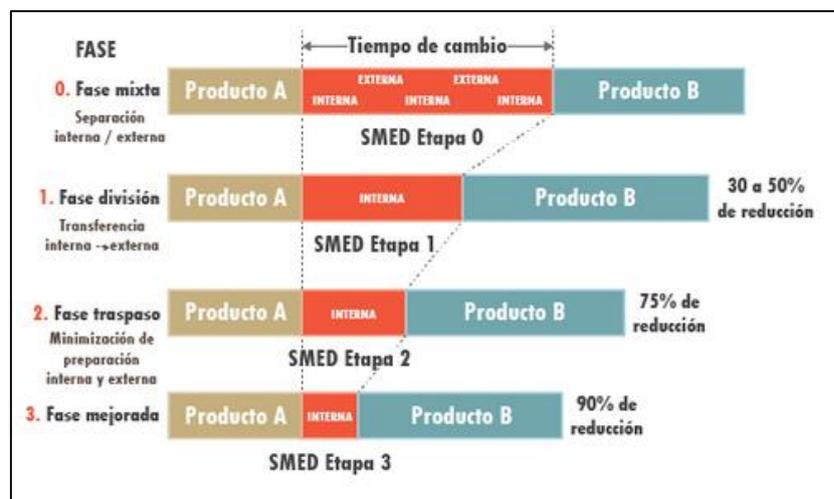


Figura N° 13 Los Cuatro Conceptos Relacionados con SMED.

Fuente: Lean Manufacturing (2010).

Para aplicar el método SMED se deben desarrollar las 4 fases siguientes:

1. Separar las operaciones internas de las externas

Se deben identificar y diferenciar entre la preparación cuando la máquina no está en marcha (operación interna) y la preparación cuando la máquina está funcionando (operación externa).

Esta identificación se puede realizar a través de un análisis de producción cronometrado, mediante estudio de trabajo por muestreo, entrevistas a los operarios o la grabación de la operación, Shingo considera que ésta última es el mejor método.

2. Convertir operaciones internas en externas

La idea en esta etapa para el desarrollo del método SMED es que se conviertan todas las operaciones internas posibles en operaciones externas sin comprometer la seguridad.

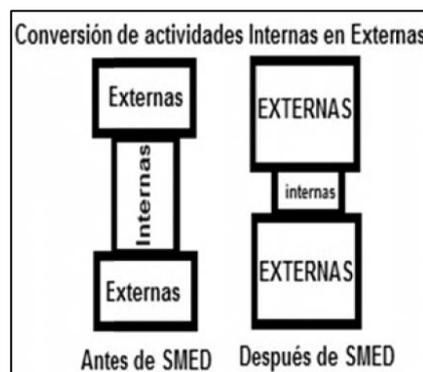


Figura N°14 Gráfico del Objetivo SMED.

Fuente: Manual de manufactura esbelta

3. Reducción del tiempo de las operaciones.

Esta etapa consiste en reducir al mínimo los procesos de ajuste. Se debe utilizar la estandarización, tiempos de parametrización y ajustes para lograr la calidad del producto.

Después de analizar la información con respecto a la herramienta SMED, podemos concluir que esta herramienta nos permite la disminución de los tiempos de preparación y que puede medirse a través de la relación que existe entre los tiempos

de preparación anteriores y los tiempos actuales (después de la implementación de la herramienta).

$$\%Mejora\ del\ tiempo\ de\ preparación = \frac{Tiempo\ de\ Preparación\ (Actual)}{Tiempo\ de\ preparación(Anterior)}$$

1.3.2 Variable dependiente: Productividad

En términos generales, la productividad se define como la relación entre la producción y los recursos utilizados. Está ligada con una mejora empresarial y con la calidad, ya que a mayor productividad y la calidad mayor será mayor la eficiencia del proceso, lo cual permite lograr unos precios más competitivos y por lo tanto nuevos clientes. La productividad es hacer lograr hacer más con menos y asegurarse que tenga efectos positivos para el cliente.

Según Foster, G. Horngren, Ch. la productividad mide la relación entre los insumos reales usados (tanto cantidades como costos) y los productos finales elaborados. Es decir, que mientras se utilice la menor cantidad de insumos o se realice una producción mayor, la productividad será más alta.

La fórmula para la productividad sería la siguiente:

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos}$$

Los insumos o recursos no sólo se refieren sólo al material que se utiliza para la producción, sino que también incluye los recursos humanos, maquinarias, energía, entre otros. Con respecto a la producción también es un concepto variado ya que se refiere a todo lo producido por el hombre, considerando también la información, del mismo modo se puede realizar la medición de la producción total o parcial.

Las organizaciones deben tener una búsqueda constante por la mejora de la productividad, dedicándose a reducir al mínimo posible los recursos utilizados, pero a la par lograr la mayor producción con la mejor calidad. En consecuencia, la mejora de la productividad, repercutirá en la rentabilidad y competitividad de la empresa.

La productividad es la relación entre producto – insumos en un determinado periodo de tiempo, esta productividad se eleva cuando: se minimizan los insumos y se mantiene

la cantidad de productos, se produce más y se consume menos; y cuando se aumenta la producción con menos recursos.

Para lograr la buena productividad es indispensable comenzar por una adecuada gestión empresarial, aplicando técnicas que apunten a mejorar no sólo la productividad sino también la sostenibilidad, competitividad, entre otros factores que ayuden a que la empresa perdure en el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, la mejora de la productividad conlleva a otros beneficios para la organización, entre estos tenemos que:

- ✓ Es de gran ayuda cuando se refiere al cumplimiento de objetivos.
- ✓ Permite el ahorro de costos.
- ✓ Permite ahorro de tiempo.

Existen dos factores que determinan la productividad: los factores internos, que la empresa los puede manejar, mejorar y/o controlar; y los factores externos, de los cuales la empresa no posee control.

Factores externos:

Entre los factores externos podemos mencionar la situación política, social y económica actual; los recursos financieros, entre otros. Si bien, estos factores no se pueden controlar, es indispensable que la organización los tome en cuenta al momento de la planificación.

Factores internos:

Con respecto a los factores internos, se divide en dos grupos: los duros (no son fáciles de cambiar) y los blandos (son fáciles de cambiar).

Factores duros: entre ellos tenemos a los productos, tecnología, equipo y materias primas.

Factores blandos: son tales que se pueden cambiar fácilmente por ejemplo la fuerza de trabajo, procedimientos, métodos, etc.

1.3.2.1 Dimensiones

✓ **Eficiencia:**

La eficiencia se refiere al logro de las metas utilizando la menor cantidad de recursos. Consiste en realizar una tarea o actividad al menor costo posible y en el menor tiempo, sin desperdiciar recursos económicos, materiales y humanos, pero al mismo tiempo requiere implica calidad de lo producido.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo Real}{Tiempo Programado}$$

La eficiencia depende directamente de la calidad de los agentes que realizan las actividades, ya sean personas y/o máquinas, teniendo en cuenta que el producto también debe ser de calidad. Esto quiere decir que se deben alcanzar las metas (en este caso la fabricación de un producto) valiéndose sólo de los recursos necesarios.

1.3.1.3. Eficacia:

La eficacia es alcanzar o cumplir las metas trazadas. En otros términos, la eficacia es el grado en que se llegan a lograr metas y objetivos de un proyecto. La eficacia se centra en recurrir a todos los recursos que sean necesarios para poder cumplir una meta.

$$Eficacia = \frac{Producción Real}{Producción Programada}$$

Por lo tanto, una organización es eficaz cuando cumple sus metas trazadas.

1.4. Formulación del problema

Problema General

¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC?

Problemas Específicos

1. ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC?
2. ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación Técnica

El estudio se realizó al conocer el incremento que ha tenido la fabricación de estructuras metálicas, aumentando así la demanda por los servicios de granallado. Este escenario requiere que la organización sea más productiva para poder satisfacer la actual demanda. Con la mejora de la productividad se garantiza que la empresa pueda abarcar mayor cantidad de trabajos y hacer frente así al surgimiento de nuevos proyectos.

Por otro lado, la mejora de la productividad conlleva al ahorro de tiempos, insumos, costos, entre otros beneficios que serán reflejados en el aumento de utilidades y que a corto y largo plazo harán más competitiva a la organización con la aplicación del Lean Manufacturing.

1.5.2. Justificación Económica

La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing en el área de granallado, permitió que la productividad se incremente a través del uso óptimo de los recursos. De esta manera, se pudo producir más con los mismos recursos, influyendo directamente sobre los costos de producción que se redujeron con el desarrollo de este estudio.

1.5.3. Justificación Social

Es importante, para la organización, este trabajo de investigación ya que va a destacar por su competitividad entre empresas que ofrezcan los mismos servicios.

El beneficio no solo es para la parte gerencial de la empresa sino que también es para cada uno de los trabajadores del área ya que al estar en un ambiente más organizado y productivo, el colaborador se sentirá a gusto en su puesto de trabajo.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Hipótesis específicas

- a) La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.
- b) La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

1.7. Objetivos

Objetivo General

Demostrar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC

Objetivos Específicos

- 1) Demostrar que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC
- 2) Demostrar que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de investigación

La investigación busca aplicar todos los conocimientos adquiridos y con ellos plantear una mejora y o modificación, por lo tanto es una investigación aplicada.

El estudio se encuentra bajo el diseño experimental, en este diseño Valderrama (2015) afirma que se manipulan en forma deliberada una o más variables independientes para observar sus efectos en las variables dependientes. Así también, se encuentra en el sub-diseño cuasi-experimental, porque el grupo de estudio no es seleccionado aleatoriamente sino que éste ya se encuentra formado antes de la investigación, asimismo se aplicará la pre prueba, luego se administrará el tratamiento experimental y finalmente, se evaluará la post-prueba.

Por su alcance en el tiempo es longitudinal ya que se recolectan datos en distintos periodos de tiempo con el fin de hacer inferencias respecto a los cambios producidos desde sus causas y consecuencias, Sampieri (2010, p.158)

El nivel de profundidad de este estudio es explicativo ya que se busca explicar la relación causa-efecto entre las variables.

Además, por su enfoque es cuantitativa, puesto que utiliza instrumentos de recolección de datos y que para su análisis lo realiza por intermedio de la estadística.

2.2. Variables, Operacionalización

Variable Independiente: Lean Manufacturing

Definición Conceptual:

“Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que define la forma de mejora de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios.”(Hernández, J. y Vizán, A., 2013).

Definición operacional:

✓ **VALUE STREAM MAPPING (VSM):**

VSM es una herramienta de diagnóstico que permite evaluar la situación actual para detectar las actividades que no agregan valor y deben ser mejoradas. Por lo tanto, es una relación entre las actividades que se mejoran luego de su implementación y las actividades totales.

$$\%Actividades Mejoradas = \frac{Actividades mejoradas}{Actividades totales} x 100$$

✓ **SMED:**

Esta técnica está enfocada en reducir el tiempo de cambio.

$$\%Mejora del tiempo de preparación = \frac{Tiempo de Preparación (Actual)}{Tiempo de preparación(Anterior)} x 100$$

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Definición Conceptual:

"El uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes y servicios"
(Prokopenko, 1989, p.3)

Definición operacional:

✓ **EFICIENCIA:**

La eficiencia se refiere al logro de las metas utilizando la menor cantidad de recursos.

$$\text{Índice de Eficiencia} = \frac{\text{Horas hombre } \textit{real}}{\text{Horas hombre } \textit{programadas}} \times 100$$

✓ **EFICACIA:**

Consiste en comparar la producción obtenida (logro alcanzado) sobre la producción ideal (meta trazada).

$$\text{Índice de Eficacia} = \frac{m^2 \textit{ granallados (real)}}{m^2 \textit{ granallados (programado)}} \times 100$$

Estos conceptos se encuentran consolidados en la matriz de operacionalización que muestra las definiciones conceptuales y operacionales tanto de la variable dependiente como de la independiente. Asimismo, muestra los indicadores de cada dimensión y la escala con los que son medidos los mismos.

Tabla N° 9 Matriz de Operacionalización.

| PROBLEMA GENERAL | VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADOR | ESCALA | |
|--|--------------------|--|---|---|--|---|-------|
| ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC? | Lean Manufacturing | “Es una filosofía de trabajo que define la forma de mejora de un sistema de producción, focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios.” (Hernández, J. y Vizán, A., 2013). | Es aplicable a casi todo tipo de organización, sus herramientas están enfocadas a eliminar desperdicios y actividades que no generan valor. | VSM | %Actividades Mejoradas $= \frac{\text{Actividades mejoradas}}{\text{Actividades totales}} \times 100$ | RAZÓN | |
| | | | | SMED | %Mejora del tiempo de preparación $= \frac{\text{Tiempo de Preparación (Actual)}}{\text{Tiempo de preparación (Anterior)}} \times 100$ | RAZÓN | |
| | Productividad | | "El uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes y servicios" (Prokopenko, 1989, p.3) | La productividad se enfoca en cumplir los objetivos (eficacia) con la mínima cantidad de recursos (eficiencia). | EFICIENCIA | Índice de Eficiencia $= \frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$ | RAZÓN |
| | | | | | EFICACIA | Índice de Eficacia $= \frac{m^2 \text{ granallados (real)}}{m^2 \text{ granallados (programado)}} \times 100$ | RAZÓN |

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

POBLACIÓN

Arias (2012) nos indica que la investigación científica pretende realizar estudios en donde sus resultados puedan aplicarse en casos similares, por tal motivo se utiliza como población un grupo numeroso de objetos, individuos o documentos, en la cual se cuenta con un grupo finito o infinito de elementos que tienen rasgos comunes y es delimitada por el problema y objetivos de estudio (p.81).

La población, para esta investigación, fueron los datos de la producción diaria de metros cuadrados granallados durante un mes en el área de Granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

MUESTRA

Según señala Arias (2010, p.82), cuando se selecciona una muestra para la obtención de datos o investigación, no se hace necesaria extraer una muestra si se tiene acceso total a la población objetivo.

En la investigación la muestra fue igual a la población de estudio, por ende no aplica muestreo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Según Hernández *et al.* (2014) especifica que la recolección de datos debe realizarse a través de instrumentos de medición, los cuales tienen que representar verdaderamente las variables de la investigación (p. 197).

Así también, Arias (2012) señala que para poder responder a los cuestionamientos planteados en la investigación y en concordancia con el problema, los objetivos y el diseño deben seleccionarse técnicas e instrumentos de recolección de datos. Las técnicas como la observación, entrevista y encuesta son particulares y específicas para cada caso; en cuanto a los instrumentos se refiere a cualquier formato o recurso que se utilice con el fin de registrar la información requerida.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La observación directa de fuentes primarias fue la técnica utilizada en esta investigación, a través de ella se pudieron recopilar los datos reales de la producción de metros cuadrados granallados en el área de Granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación para la recolección de datos se detallan a continuación:

Instrumentos de la variable independiente: **Lean Manufacturing**

- ✓ Diagrama de análisis del proceso de producción de granallado.
- ✓ Formato: “Registro de producción”.
- ✓ El cronometro se utilizó para tomar tiempos.

Instrumento de la variable dependiente: **Productividad**

- ✓ Formato: “Registro de Producción”.
- ✓ Formato: “Control de la productividad”.

VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Hernández *et al.* (2014) manifiesta que los instrumentos deben ser confiables y válidos, dado que muchas veces los instrumentos son confiables pero no miden lo que se requiere, por lo tanto pierden validez. Por lo tanto, la validez y la confiabilidad no deben asumirse, deben probarse (p.204).

Asimismo, con respecto a este tema, Arias (2012) añade que más allá de comprobar que el instrumento verdaderamente mida lo que se desea medir, se debe verificar que sea coherente con los objetivos específicos y variables de investigación. Así también refiere que esto se puede realizar a través de la técnica llamada “Juicio de expertos”, la cual aplicaremos en esta investigación (p. 136).

VALIDACIÓN

En esta investigación que lleva por título: “Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC –SMP, 2017”, se realizó la validación de los instrumentos a través del juicio de expertos, efectuado por tres Ingenieros expertos en la materia.

Tabla N°10 Juicio de Expertos

| Apellidos y nombres | Juicio del experto |
|--------------------------------|---------------------------|
| Mgtr. Jorge Rafael Díaz Dumont | Aplicable |
| Mgtr. Santiago Estrada Núñez | Aplicable |
| Mgtr. Lino Rodríguez Alegre | Aplicable |

Fuente: Elaboración propia

CONFIABILIDAD

La confiabilidad de la investigación radica en que los datos de productividad son brindados por la empresa.

2.5. Métodos de análisis de datos

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Según Hueso y Cascant (2012), el análisis descriptivo se realiza a través de la organización, visualización y resumen después de aplicar la técnica de recolección de datos., resumiéndolos de forma numérica por medios estadísticos (media, mediana, moda, entre otros) y/o de modo gráfico (p. 38).

En la investigación, “Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC –SMP, 2017”, se recolectaron los datos a través de la observación directa y se registró dicha información en formatos diseñados para éste fin, esta información fue analizada mediante gráficos descriptivos, gráficos de línea y recursos de estadística como son la media y la mediana; para poder describir la situación.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Acerca del análisis inferencial, Hueso y Canscant (2012) indican que ésta se encarga de calcular la precisión con la que la muestra refleja ciertas características de la población, buscando primordialmente realizar estimaciones por intervalos de confianza mediante un estadístico muestral (media, varianza, entre otro) y contrastar la hipótesis con la cual se comprueba si una propiedad es coherente con lo que el efecto que surge en la muestra para determinar así si se rechaza o acepta la hipótesis de investigación (p. 67).

El análisis inferencial, que se realiza sólo para la variable dependiente, consiste en la prueba de normalidad y la prueba de hipótesis, en donde se define si los datos son paramétricos o no paramétricos, para poder aplicar la prueba de T-STUDENT o Wilcoxon respectivamente. Así también se debe establecer al análisis por medio de la prueba de Shapiro-Wilk (muestras menores a 30) o Kolmogorov – Smirnov (muestra mayor o igual a 30), con el fin de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador.

2.6. Aspectos éticos

El autor de esta investigación garantiza la autenticidad y veracidad de la información proporcionada, en la cual se citan debidamente las referencias bibliográficas para deslindar todo indicio de copia parcial o total procedentes de investigaciones previas. Asimismo esta investigación no trasgrede los aspectos éticos fundamentales ya que ha sido elaborada bajo el conocimiento de los representantes de la organización.

2.7. Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Situación actual

Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. es una empresa que inicia sus actividades en el 2009, poniendo a disposición del mercado servicios como el granallado y el pintado para estructuras metálicas. Transformaciones Metálicas Pro tiene alianza estratégica con otras organizaciones, las cuales le brindan el 100% de sus proyectos. Por lo tanto, la organización busca

Misión: Brindar soluciones integrales a nuestros clientes según la necesidad específica que estos requieran en el granallado, pintado y corte CNC plasma de estructuras metálicas.

Visión: Lograr el reconocimiento a nivel nacional como empresa líder en Servicios de Granallado, pintado y corte CNC plasma, trabajando mediante procedimientos e instrucciones que permitan garantizar a nuestros clientes un servicio de excelencia.

Organigrama:

A continuación se presenta el organigrama de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC, el cual está encabezado por el gerente general quien se encarga de tomar las decisiones más importantes. En el área de producción se cuenta con el Gerente de Producción quien tiene como brazo derecho al Asistente de Producción, el cual realiza la organización diaria de trabajo y designa las tareas a las tres áreas: granallado, pintado y corte CNC Plasma.

Así también, se señala con un círculo rojo el área que es objeto de estudio: Área de Granallado.

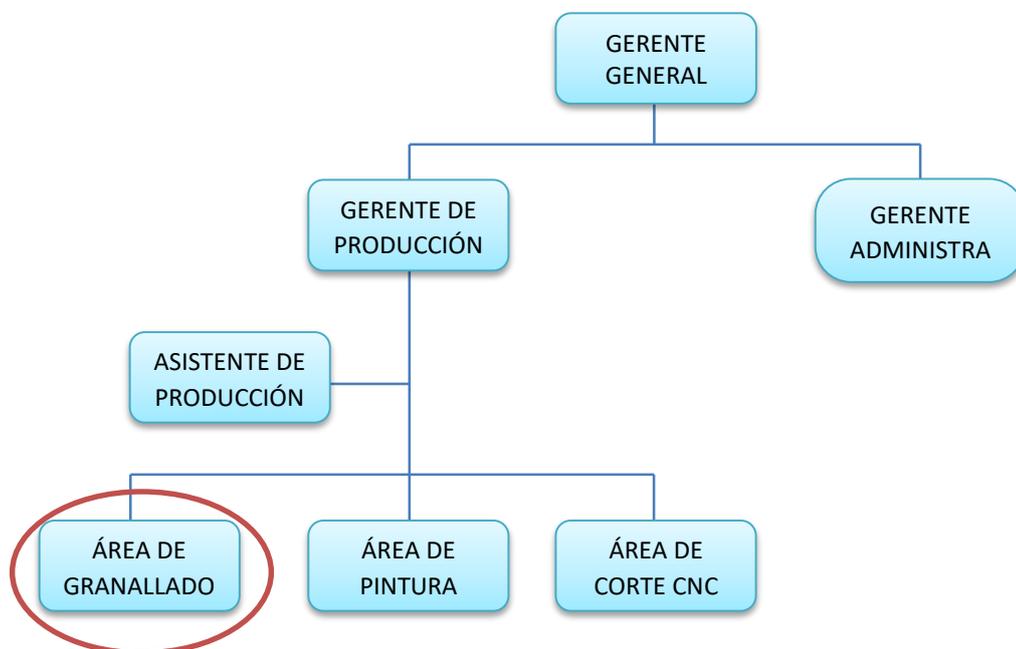


Figura N° 15 Organigrama.
Fuente: Elaboración propia

Servicios que realiza la empresa:

✓ GRANALLADO:

El granallado es la preparación de las superficies metálicas para la aplicación de pintura, caucho, entre otros. Consiste en la proyección de partículas de acero (granalla) sobre la superficie mediante el uso de aire comprimido. Existen tres grados principales de granallado: comercial, cercano al blanco, en Norma SSPC SP6, SP10 y SP5.

El granallado es similar al arenado ya que cumplen la misma función pero la diferencia radica en que la granalla no contiene sales. Las sales capturan humedad y provocan la corrosión, por lo tanto el granallado garantiza mayor durabilidad de protección del acero en comparación con el arenado.



Figura N° 16 Área de Granallado.

Fuente: Elaboración propia

✓ PINTADO INDUSTRIAL:

El pintado industrial requiere de personal competente y áreas adecuadas para mantener la calidad del entorno, de esta manera se garantiza un producto impecable. La organización aplica una extensa variedad de pinturas industriales como por ejemplo epóxicas, ricas en zinc, altos sólidos, poliuretanos y esmaltes.



Figura N°17 Área de Pintura.

Fuente: Elaboración propia

✓ CORTE CNC PLASMA:

Es el servicio que se realiza para cortar planchas hasta 2-1/2” de espesor. Se pueden cortar diversos diseños que van desde tiras y figuras básicas -como cuadrados y círculos- hasta logos empresariales. La mesa de corte puede trabajar con planchas de 3 metros de ancho por 12 metros de largo, siendo esto una de las ventajas ya que generalmente la competencia cuenta con mesas de corte de menor dimensión.



Figura N°18 Área de Corte.
Fuente: Elaboración propia

2.7.1.1. Diagnóstico de la empresa

Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. brinda tres servicios a sus clientes, estos son: granallado, pintado industrial y corte CNC plasma. Para elegir el área a estudiar se solicitó información sobre las ventas mensuales a la empresa, obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla N° 11 Promedio de Ventas 2017.

| ÁREA | PROMEDIO VENTAS 2017 (mensual) | %VENTAS |
|-------------------|--------------------------------|---------|
| CORTE CNC | S/. 5,000.00 | 18.52% |
| GRANALLADO | S/. 16,000.00 | 59.26% |
| PINTADO | S/. 6,000.00 | 22.22% |
| | S/. 27,000.00 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se determinó que el área a mejorar será el área de Granallado, considerando que representa el 59.26% de las ventas y que cualquier mejora que se

realice, en esta área, causará gran impacto en la empresa ya que es el área que más ingresos genera.

Área a estudiar:

El área objeto de estudio fue el área de Granallado, por lo tanto para tener una apreciación más detallada de esta área, se presentan los diagramas de operaciones y de análisis de proceso.

a) Diagrama de operaciones

Tabla N° 12 DOP – Granallado.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14 Registro de Toma de Tiempos.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| REGISTRO DE TOMA DE TIEMPO DE GRANALLADO (Minutos) - DICIEMBRE 2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES | DÍA 5 | | | | DÍA 6 | | | DÍA 7 | | DÍA 8 | | | | DIA 9 | | | | DIA 10 | | | | DÍA 11 | | | | DIA 12 | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| Presurizar tolva | 1.88 | 2.11 | 2.20 | 1.79 | 1.97 | 2.03 | 1.95 | 1.90 | 1.89 | 1.92 | 1.98 | 1.96 | 2.10 | 1.91 | 1.88 | 1.92 | 2.20 | 1.87 | 1.92 | 1.94 | 1.92 | 2.20 | 1.95 | 1.92 | 1.95 | 1.84 | 2.00 | 1.95 | 1.93 |
| Granallado de mitad de pieza | 23.00 | 22.12 | 21.70 | 24.17 | 21.70 | 26.54 | 23.98 | 22.35 | 22.70 | 22.00 | 23.10 | 23.50 | 21.77 | 22.51 | 21.93 | 22.80 | 22.51 | 23.89 | 21.44 | 23.07 | 22.32 | 25.11 | 24.44 | 22.68 | 24.14 | 23.12 | 22.77 | 23.67 | 22.35 |
| Voltear material | 7.17 | 7.12 | 7.71 | 7.52 | 7.44 | 7.50 | 7.83 | 7.00 | 7.30 | 7.31 | 7.28 | 7.25 | 7.41 | 6.98 | 6.83 | 7.03 | 7.12 | 7.45 | 7.11 | 7.21 | 7.03 | 7.71 | 7.66 | 7.17 | 7.33 | 7.13 | 7.04 | 7.40 | 7.00 |
| Granallado de mitad de pieza | 23.23 | 22.04 | 21.42 | 24.30 | 21.94 | 27.26 | 23.98 | 22.18 | 22.57 | 22.14 | 23.84 | 23.27 | 22.27 | 22.39 | 22.14 | 22.57 | 22.82 | 24.86 | 21.75 | 23.42 | 23.05 | 25.28 | 25.00 | 22.55 | 24.30 | 22.85 | 22.66 | 24.04 | 22.83 |
| Traslado hacia la tolva | 3.94 | 4.41 | 3.93 | 4.56 | 4.12 | 4.24 | 3.81 | 4.22 | 3.95 | 4.03 | 3.08 | 4.11 | 4.25 | 4.01 | 3.95 | 4.58 | 4.81 | 3.91 | 4.02 | 4.31 | 4.22 | 3.74 | 4.07 | 3.81 | 4.45 | 3.86 | 4.18 | 3.86 | 3.99 |
| Despresurización de tolva | 1.88 | 1.83 | 1.91 | 1.97 | 1.88 | 2.03 | 1.91 | 1.90 | 1.89 | 1.92 | 1.98 | 1.96 | 1.90 | 1.91 | 1.95 | 1.92 | 1.95 | 1.87 | 1.92 | 1.83 | 1.92 | 1.79 | 1.95 | 1.99 | 1.95 | 1.84 | 2.16 | 1.95 | 1.91 |
| Espera disminución de polvo | 1.78 | 2.11 | 1.88 | 1.80 | 1.97 | 2.13 | 1.95 | 2.20 | 2.30 | 1.87 | 2.25 | 2.22 | 2.31 | 2.04 | 2.11 | 1.88 | 1.80 | 1.97 | 2.13 | 2.19 | 2.20 | 2.45 | 2.12 | 2.21 | 1.91 | 2.21 | 2.45 | 2.43 | 2.28 |
| Barrido frontal de la cabina | 4.12 | 4.62 | 4.90 | 4.33 | 4.31 | 4.60 | 4.26 | 4.17 | 4.13 | 4.21 | 4.33 | 4.30 | 4.16 | 4.19 | 4.07 | 4.10 | 3.81 | 4.00 | 4.21 | 4.26 | 4.21 | 3.75 | 4.10 | 4.36 | 4.27 | 4.04 | 4.37 | 4.28 | 3.78 |
| Ingreso de carrito | 1.91 | 2.14 | 1.91 | 2.01 | 2.00 | 2.06 | 1.98 | 1.93 | 1.91 | 1.95 | 2.01 | 2.00 | 1.93 | 1.94 | 1.94 | 1.95 | 1.85 | 1.90 | 1.95 | 1.98 | 1.90 | 1.82 | 1.98 | 2.02 | 1.95 | 1.87 | 2.03 | 1.98 | 1.94 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.45 | 8.35 | 7.44 | 7.82 | 7.79 | 8.02 | 7.70 | 7.53 | 7.47 | 7.62 | 7.84 | 7.78 | 7.83 | 8.12 | 7.57 | 7.60 | 7.74 | 7.40 | 7.62 | 7.70 | 8.23 | 7.09 | 7.70 | 7.88 | 7.72 | 7.12 | 7.91 | 7.73 | 7.55 |
| Retirar material | 4.05 | 4.53 | 4.04 | 4.25 | 4.23 | 4.36 | 4.18 | 3.87 | 4.05 | 4.14 | 4.26 | 4.22 | 4.09 | 4.00 | 4.11 | 3.82 | 4.20 | 4.02 | 4.14 | 4.18 | 4.13 | 3.67 | 4.18 | 4.30 | 4.19 | 3.86 | 4.45 | 4.20 | 4.10 |
| Barrido total de cabina | 10.64 | 11.93 | 10.63 | 11.17 | 11.14 | 10.21 | 10.95 | 10.76 | 10.45 | 10.89 | 11.20 | 10.75 | 10.99 | 10.77 | 10.10 | 10.15 | 11.45 | 10.45 | 10.67 | 10.88 | 10.87 | 10.08 | 11.23 | 11.25 | 10.94 | 11.16 | 11.43 | 11.06 | 10.19 |
| Llenado de elevador y tolva | 7.25 | 8.12 | 7.24 | 7.95 | 7.58 | 7.80 | 8.21 | 7.33 | 7.66 | 7.41 | 7.62 | 7.57 | 7.74 | 7.38 | 7.36 | 7.39 | 8.12 | 7.48 | 7.66 | 7.49 | 7.93 | 6.89 | 7.53 | 7.66 | 8.12 | 7.11 | 7.69 | 7.52 | 7.55 |
| Ingreso de carrito | 2.23 | 3.10 | 2.45 | 2.23 | 2.00 | 2.12 | 2.65 | 2.43 | 2.31 | 2.28 | 2.88 | 2.19 | 2.44 | 2.34 | 2.18 | 2.28 | 2.11 | 2.31 | 2.54 | 2.43 | 2.54 | 2.12 | 2.08 | 2.18 | 2.24 | 1.87 | 2.13 | 2.25 | 2.43 |
| Descarga de material | 7.45 | 8.35 | 7.44 | 7.82 | 7.79 | 8.02 | 7.70 | 7.53 | 8.23 | 7.62 | 7.84 | 7.78 | 7.53 | 7.58 | 8.23 | 7.60 | 7.74 | 7.40 | 7.62 | 7.70 | 7.03 | 7.09 | 7.70 | 7.88 | 7.72 | 7.14 | 7.91 | 7.73 | 7.55 |
| Salida de carrito | 1.84 | 2.06 | 1.84 | 1.93 | 1.93 | 1.98 | 1.90 | 1.86 | 1.84 | 1.88 | 1.94 | 1.92 | 1.86 | 1.87 | 1.87 | 1.77 | 1.91 | 1.83 | 1.88 | 1.81 | 1.88 | 1.75 | 1.90 | 1.95 | 1.91 | 1.83 | 1.95 | 1.91 | 1.87 |
| | 109.82 | 114.94 | 108.61 | 115.62 | 109.79 | 120.88 | 114.94 | 109.17 | 110.65 | 109.20 | 113.41 | 112.78 | 110.57 | 109.95 | 108.22 | 109.34 | 112.15 | 112.59 | 108.58 | 112.40 | 111.38 | 112.53 | 115.60 | 111.80 | 115.08 | 108.86 | 113.14 | 113.97 | 109.24 |

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 14 se puede apreciar la toma de tiempos de ocho días de producción por cada 20 m² (cantidad resultante de un ciclo del proceso), se realizaron un total de veintinueve tomas por actividad para poder calcular la cantidad de muestras que se requieren para determinar el tiempo promedio y seguidamente el tiempo estándar.

Posterior a esta toma de tiempos, se realiza el cálculo de la cantidad de muestra cómo se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla N° 15 Cálculo de Número de Observaciones.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | |
|--|---------------------------------------|------------|--------------|--|
| CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES - PROCESO DE GRANALLADO | | | | |
| Realizado por: Pamela Lopez | | | ETAPA: | PRE-TEST |
| | | | PERIODO: | DICIEMBRE 2017 |
| ITEM | ACTIVIDAD | Σx | Σx^2 | $n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma (x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$ |
| 1 | Presurizar tolva | 56.97 | 112.23 | 4 |
| 2 | Granallado de mitad de pieza | 667.39 | 15395.27 | 4 |
| 3 | Voltear material | 211.05 | 1537.64 | 2 |
| 4 | Granallado de mitad de pieza | 672.94 | 15661.28 | 5 |
| 5 | Traslado hacia la tolva | 118.42 | 486.44 | 10 |
| 6 | Despresurización de tolva | 55.78 | 107.43 | 2 |
| 7 | Espera disminución de polvo | 61.14 | 129.99 | 14 |
| 8 | Barrido frontal de la cabina | 122.25 | 516.93 | 5 |
| 9 | Ingreso de carrito | 56.73 | 111.11 | 2 |
| 10 | Mover material de caballete a carrito | 223.29 | 1721.51 | 2 |
| 11 | Retirar material | 119.82 | 495.98 | 3 |
| 12 | Barrido total de cabina | 314.39 | 3413.92 | 3 |
| 13 | Llenado de elevador y tolva | 220.38 | 1677.60 | 3 |
| 14 | Ingreso de carrito | 67.34 | 158.19 | 18 |
| 15 | Descarga de material | 222.70 | 1712.80 | 3 |
| 16 | Salida de carrito | 54.66 | 103.14 | 2 |

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia, en la Tabla N° 15, la aplicación de la fórmula de Kanawaty con la que se determina el número de observaciones que se requieren para hallar el tiempo

promedio. Teniendo esto en consideración, se procedió al cálculo de los tiempos promedios de cada actividad del área de Granallado.

Estos tiempos son tomados de los datos recolectados en los primeros días del mes de Diciembre 2017, considerando sólo la cantidad de observaciones que nos indica en la Tabla N°15

Tabla N° 16 Cálculo de tiempo Promedio según cantidad de muestras (Diciembre 2017).

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|-------|
| CÁLCULO DE TIEMPO PROMEDIO DE ACTIVIDADES DE GRANALLADO (Minutos) - DICIEMBRE 2017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tiempo Promedio | |
| Actividades | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | 18 |
| Presurizar tolva | 1.95 | 1.94 | 1.95 | 1.93 | | | | | | | | | | | | | | | 1.94 |
| Granallado de mitad de pieza | 23.00 | 22.70 | 22.80 | 22.77 | | | | | | | | | | | | | | | 22.82 |
| Voltear material | 7.28 | 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.26 |
| Granallado de mitad de pieza | 23.05 | 22.82 | 22.85 | 22.66 | 22.83 | | | | | | | | | | | | | | 22.84 |
| Traslado hacia la tolva | 4.02 | 4.07 | 4.18 | 4.12 | 3.99 | 4.22 | 3.95 | 4.03 | 4.01 | 4.11 | | | | | | | | | 4.07 |
| Despresurización de tolva | 1.95 | 1.91 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.93 |
| Espera disminución de polvo | 2.13 | 2.11 | 2.21 | 2.21 | 1.97 | 2.13 | 1.95 | 2.20 | 2.19 | 2.20 | 1.97 | 2.22 | 2.12 | 2.04 | | | | | 2.12 |
| Barrido frontal de la cabina | 4.21 | 4.19 | 4.26 | 4.21 | 4.21 | | | | | | | | | | | | | | 4.22 |
| Ingreso de carrito | 1.98 | 1.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.96 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.70 | 7.74 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.72 |
| Retirar material | 4.18 | 4.14 | 4.11 | | | | | | | | | | | | | | | | 4.14 |
| Barrido total de cabina | 10.89 | 10.87 | 10.94 | | | | | | | | | | | | | | | | 10.90 |
| Llenado de elevador y tolva | 7.57 | 7.58 | 7.62 | | | | | | | | | | | | | | | | 7.59 |
| Ingreso de carrito | 2.23 | 2.43 | 2.45 | 2.23 | 2.43 | 2.18 | 2.25 | 2.43 | 2.31 | 2.28 | 2.13 | 2.19 | 2.44 | 2.34 | 2.18 | 2.28 | 2.24 | 2.31 | 2.30 |
| Descarga de material | 7.62 | 7.70 | 7.72 | | | | | | | | | | | | | | | | 7.68 |
| Salida de carrito | 1.88 | 1.90 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.89 |

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra en la Tabla N°16 los tiempos promedios de cada actividad, obtenidos según el número de muestras que se calculó anteriormente. El mayor número de muestras solicitado fue 18 y el menor fue 02.

Seguidamente se continuó a calcular el tiempo normal, que es un paso previo para el cálculo del tiempo estándar.

Tabla N° 17 Cálculo del Tiempo Normal.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | |
|--|--------------|----------|----------------|
| CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL DEL PROCESO DE GRANALLADO | | | |
| Elaborado por: | Pamela Lopez | Etapas: | PRE-TEST |
| | | Periodo: | DICIEMBRE 2017 |

| ACTIVIDAD | To | VALORACIÓN | | | | TIEMPO NORMAL |
|---|-------|------------|--------------|---------|-------|---------------|
| | | ESFUERZO | CONSISTENCIA | ENTORNO | Σ | |
| Presurizar tolva | 1.94 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 1.77 |
| Granallado de mitad de pieza | 22.82 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 22.61 |
| Voltear material | 7.26 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 7.05 |
| Granallado de mitad de pieza | 22.84 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 22.63 |
| Traslado hacia la tolva | 4.07 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 3.90 |
| Despresurización de tolva | 1.93 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 1.76 |
| Espera disminución de polvo | 2.12 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 1.95 |
| Barrido frontal de la cabina | 4.22 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 4.01 |
| Ingreso de carrito | 1.96 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 1.75 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.72 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 7.51 |
| Retirar material | 4.14 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 3.93 |
| Barrido total de cabina | 10.90 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 10.69 |
| Llenado de elevador y tolva | 7.59 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 7.38 |
| Ingreso de carrito | 2.30 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 2.09 |
| Descarga de material | 7.68 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 7.47 |
| Salida de carrito | 1.89 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 1.68 |
| Tiempo normal minutos (20m²): | | | | | | 108.18 |

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°17 se presenta el tiempo Normal por cada actividad, en donde se puede determinar que el Tiempo Normal del proceso de granallado es de 108.18 minutos.

A continuación, se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar, tomando en cuenta los tiempos normales de cada actividad, los cuales se calcularon en la Tabla N°17.

Tabla N° 18 Cálculo del Tiempo Estándar.

TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C.

| CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL DEL PROCESO DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|---|----|-----------|----------|----|----|----|----------------|----|----|----|---|-----------------|---------------|-------|
| Elaborado por: | | Pamela Lopez | | | | Etapa: | | | | PRE-TEST | | | | | | | |
| | | | | | | Periodo: | | | | DICIEMBRE 2017 | | | | | | | |
| ACTIVIDAD | TIEMPO NORMAL | SUPLEMENTOS | | | | | | | | | | | | | TIEMPO ESTÁNDAR | | |
| | | CONSTANTES | | | VARIABLES | | | | | | | | | | | Σ | |
| | | NP | F | TP | PA | IP | IL | CA | TV | TA | TM | MM | MF | | | | |
| Presurizar tolva | 1.77 | | | | | | | | | | | | | 4 | | 0.04 | 1.84 |
| Granallado de mitad de pieza | 22.61 | | 4 | 2 | | | 2 | | | | | | | 5 | | 0.17 | 26.45 |
| Voltear material | 7.05 | | 4 | | | 9 | 2 | | | | | | | 5 | | 0.24 | 8.75 |
| Granallado de mitad de pieza | 22.63 | | 4 | 2 | | | 2 | | | | | | | 5 | | 0.17 | 26.48 |
| Traslado hacia la tolva | 3.90 | | | | | | | | | | | | | 4 | | 0.04 | 4.06 |
| Despresurización de tolva | 1.76 | | | | | | | | | | | | | 4 | | 0.04 | 1.83 |
| Espera disminución de polvo | 1.95 | | | | | | | | | | | | | 4 | | 0.04 | 2.03 |
| Barrido frontal de la cabina | 4.01 | | 4 | | | | 2 | | | | | | | 4 | | 0.1 | 4.41 |
| Ingreso de carrito | 1.75 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | | 0.08 | 1.89 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.51 | | 4 | | | 3 | | | | | | | | 4 | | 0.11 | 8.34 |
| Retirar material | 3.93 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | | 0.08 | 4.25 |
| Barrido total de cabina | 10.69 | | 4 | | | | 2 | | | | | | | 4 | | 0.1 | 11.76 |
| Llenado de elevador y tolva | 7.38 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | | 0.08 | 7.97 |
| Ingreso de carrito | 2.09 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | | 0.08 | 2.25 |
| Descarga de material | 7.47 | | 4 | | | 3 | | | | | | | | 4 | | 0.11 | 8.29 |
| Salida de carrito | 1.68 | | | | | | | | | | | | | 4 | | 0.04 | 1.75 |
| TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL (20m²): | | | | | | | | | | | | | | | | 122.34 | |

Fuente: Elaboración Propia

El Tiempo Estándar del proceso de granallado es de 122.34 minutos, el cual se obtuvo después de aplicar los suplementos que se consideraron pertinentes.

Cabe señalar que el Tiempo

Por lo tanto, se concluye que cada 122.34 minutos se producen 20m² de estructuras metálicas granalladas.

d) Capacidad instalada

Se consideró aplicar la siguiente fórmula para el cálculo de la capacidad instalada:

$$\text{Capacidad instalada Teórica} = \frac{(\text{Producción por Ciclo}) \times (\text{Tiempo de la Jornada})}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla N° 19 Capacidad Instalada Teórica Lunes a Viernes (PRE-TEST).

CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST)

| TIEMPO DE LA JORNADA | TIEMPO ESTÁNDAR | PRODUCCIÓN POR CICLO | CAPACIDAD INSTALADA TEÓRICA |
|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| 480minutos | 122.34minutos | 20m ² | 78.47m ² |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20 Capacidad Instalada Teórica Sábados (PRE-TEST).

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| TIEMPO DE LA JORNADA | TIEMPO ESTÁNDAR | PRODUCCIÓN POR CICLO | CAPACIDAD INSTALADA TEÓRICA |
| 300minutos | 122.34minutos | 20m ² | 49.04m ² |

Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas N°19 y 20 se determinó la capacidad instalada teórica tanto para la producción de la jornada de 8 horas (lunes a viernes) y la de 5 horas (sábados), resultando esta en 78.47m² y 49.04m² respectivamente.

Posteriormente, se realizó el cálculo de la capacidad instalada efectiva con la siguiente fórmula:

Capacidad instalada Efectiva=Capacidad Instalada Teórica x Factor de Valoración

Tabla N° 21 Capacidad Instalada Efectiva Lunes a Viernes (PRE-TEST).

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | |
|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| CAPACIDAD INSTALADA (TEÓRICA) | FACTOR DE VALORACIÓN | CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA |
| 78.47m ² | 90% | 70.62m ² |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22 Capacidad Instalada Efectiva Sábados (PRE-TEST).

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | |
|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| CAPACIDAD INSTALADA (TEÓRICA) | FACTOR DE VALORACIÓN | CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA |
| 49.04m ² | 90% | 44.14m ² |

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, según se aprecia en las Tablas N°21 y 22, la capacidad instalada efectiva resultó 70.62m² de lunes a viernes y 44.14m² para los días sábados.

2.7.1.2. Medición Pre – Test

La medición Pre-Test ha sido tomada de la producción diaria de Junio a Diciembre 2017, según la muestra indicada, tomando como punto de referencia la Matriz de Operacionalización (ver Tabla N°9) y a través de los instrumentos planteados.

Para lograr el éxito de esta implementación se realizó la sensibilización de la gerencia, para generar compromiso de los altos cargos y propiciar la cooperación de las demás áreas internas de la empresa.

a) **Variable Independiente: Herramientas del Lean Manufacturing**

✓ VSM:

Para el indicador del VSM se debe calcular la cantidad de actividades mejoradas y debido a que aún no se ha realizado el desarrollo de la Investigación, las actividades mejoradas son igual a cero y las actividades totales son extraídas del DAP del proceso de granallado (Ver tabla N° 13)

$$\%Actividades Mejoradas = \frac{Actividades mejoradas}{Actividades totales} \times 100$$

$$\%Actividades Mejoradas = \frac{0}{16} \times 100 = 0\%$$

Etapa 1: Elección del área

Debido a que Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. no fabrica productos, más bien realiza la transformación de bienes, no se puede hablar de agrupación de productos por familia, sino que se tomó como referencia el volumen de ventas de cada servicio para poder mejorar el área que posea mayor porcentaje en éste cálculo.

Para los fines ya explicados, se solicitó la información de las ventas del año 2017, dando como resultado lo siguiente:

Tabla N° 23 Promedio de Ventas 2017.

| ÁREA | PROMEDIO VENTAS 2017 (mensual) | %VENTAS |
|-------------------|-----------------------------------|---------|
| CORTE CNC | S/. 5,000.00 | 18.52% |
| GRANALLADO | S/. 16,000.00 | 59.26% |
| PINTADO | S/. 6,000.00 | 22.22% |
| | S/. 27,000.00 | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, como indica la Tabla N°23, se determinó que el área a mejorar será el área de Granallado, considerando que representa el 59.26% de las ventas.

a) Selección del grupo VSM

Luego de determinar el área, se prosiguió a seleccionar al grupo encargado de realizar el VSM. Este grupo debe ser capacitado para el fin y deben integrarlo personas responsables, comprometidas y que estén dispuestas al cambio

Se designó a 02 personas para que integren ente grupo, las personas asignadas son:

Tabla N° 24. Grupo VSM 2017

| GRUPO DE VSM | | CARGO |
|--------------|-------------------------------------|---------------------|
| Líder | Lopez Pizzali, Jury Pamela | Supervisora de área |
| Integrante | Aparicio Bocanegra, Pedro Alejandro | Granallador |

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la capacitación a las personas mencionadas para continuar con la implementación de la herramienta.

TEMAS DE CAPACITACIÓN

- ✓ ¿Qué es el VSM? Definición, partes y utilidad.
- ✓ Conceptos de Lean Manufacturing
- ✓ Pautas para realizar un mapa de estado actual.
- ✓ Pautas para realizar un mapa de estado futuro.

Las capacitaciones se realizaron en dos sesiones, según indican los Registros de Capacitación

Tabla N° 25 Registro de Capacitación VSM – 1.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | |
|---------------------------------------|--|---------------|---|
| REGISTRO DE CAPACITACIÓN | | | |
| TEMAS: | ¿Qué es el VSM? -Definición -Partes -Utilidad Conceptos de Lean Manufacturing | FECHA: | 05/12/2017 |
| OBJETIVO: | Lograr que las personas capacitadas dominen los conceptos expuestos para la futura implementación de los mismos. | | |
| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | DNI | FIRMA |
| 1 | Lopez Pizzali, Jury Pamela | 46579414 |  |
| 2 | Aparicio Bocanegra, Pedro | 09434979 |  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26 Registro de Capacitación VSM – 2.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | |
|---------------------------------------|--|---------------|---|
| REGISTRO DE CAPACITACIÓN | | | |
| TEMAS: | -Pautas para realizar un mapa de estado actual. -Pautas para realizar un mapa de estado futuro. | FECHA: | 07/12/2017 |
| OBJETIVO: | Lograr que las personas capacitadas estén preparados para el mapeo del proceso a través del Value Stream Mapping | | |
| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | DNI | FIRMA |
| 1 | Lopez Pizzali, Jury Pamela | 46579414 |  |
| 2 | Áparicio Bocanegra, Pedro | 09434979 |  |

Fuente: Elaboración propia

- b) Se realizó el recorrido del proceso de Granallado de puerta a puerta, evidenciando las diversas actividades del proceso como se señalan en el DAP y que se muestran a continuación en la Tabla 27.

Tabla N° 27 Actividades del Proceso de Granallado.

| ACTIVIDADES DEL PROCESO DE GRANALLADO |
|--|
| Presurizar tolva |
| Granallado de mitad de pieza |
| Voltear material |
| Granallado de mitad de pieza |
| Traslado hacia la tolva |
| Despresurización de tolva |
| Espera disminución de polvo |
| Barrido frontal de la cabina |
| Ingreso de carrito |
| Mover material de caballete a carrito |
| Retirar material |
| Barrido total de cabina |
| Llenado de elevador y tolva |
| Ingreso de carrito |
| Descarga de material |
| Salida de carrito |

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Diagrama del estado actual.

El recorrido que se muestra en la parte b de la etapa 1, sirvió además para la recolección de los datos que se usaron en la Etapa 2.

Los datos obtenidos, se recolectaron bajo la premisa de que se debe “mostrar los procesos tal y como existen en la actualidad” sin pensar en lo que sería mejor o cómo debería de ser ya que no reflejaría la situación actual sino una situación ideal.

a) **Recolección de datos de cliente, proveedor y control de producción.**

Tabla N° 28 Recolección de datos

| CLIENTE | PROVEEDOR | CONTROL DE PRODUCCIÓN |
|--------------------------------------|---|--|
| Demanda diaria: 100m ² | Insumo: Granalla | Ausencia de programa de trabajo diario |
| | Característica: G50 | |
| | Frecuencia de pedido: Semestral | |
| | Proveedores: CUSA INFISAC LINDERO SA | |

Fuente: Elaboración propia

b) **Cálculo de la producción diaria.**

En la Tabla N°29 se muestra el resumen de la producción mensual de Junio a Diciembre 2017, lo que es considerado como la situación actual para la realización del mapeo del estado actual.

Tabla N° 29 Producción Mensual – Pre Test.

| MES | PRODUCCIÓN (m ²) |
|-----------------|------------------------------|
| JUNIO | 58.27m ² |
| JULIO | 59.17 m ² |
| AGOSTO | 60.95 m ² |
| SEPTIEMBRE | 58.31 m ² |
| OCTUBRE | 59.01 m ² |
| NOVIEMBRE | 58.35 m ² |
| DICIEMBRE | 59.07 m ² |
| PROMEDIO | 59.02 m² |

Fuente: Elaboración propia

c) **Cálculo del Takt Time**

$$\text{Tiempo Takt} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

$$\text{Tiempo Takt} = (480\text{min/día}) / (5 \text{ Lotes diarios}) = 96 \text{ minutos/lote}$$

d) **Mapeo de la cadena de valor – Estado Actual**

Con todos los datos recopilados, y otros adicionales se realizó el mapeo de la cadena de valor del Estado Actual.

Esto se detalla en las líneas siguientes a través de la Figura 19.

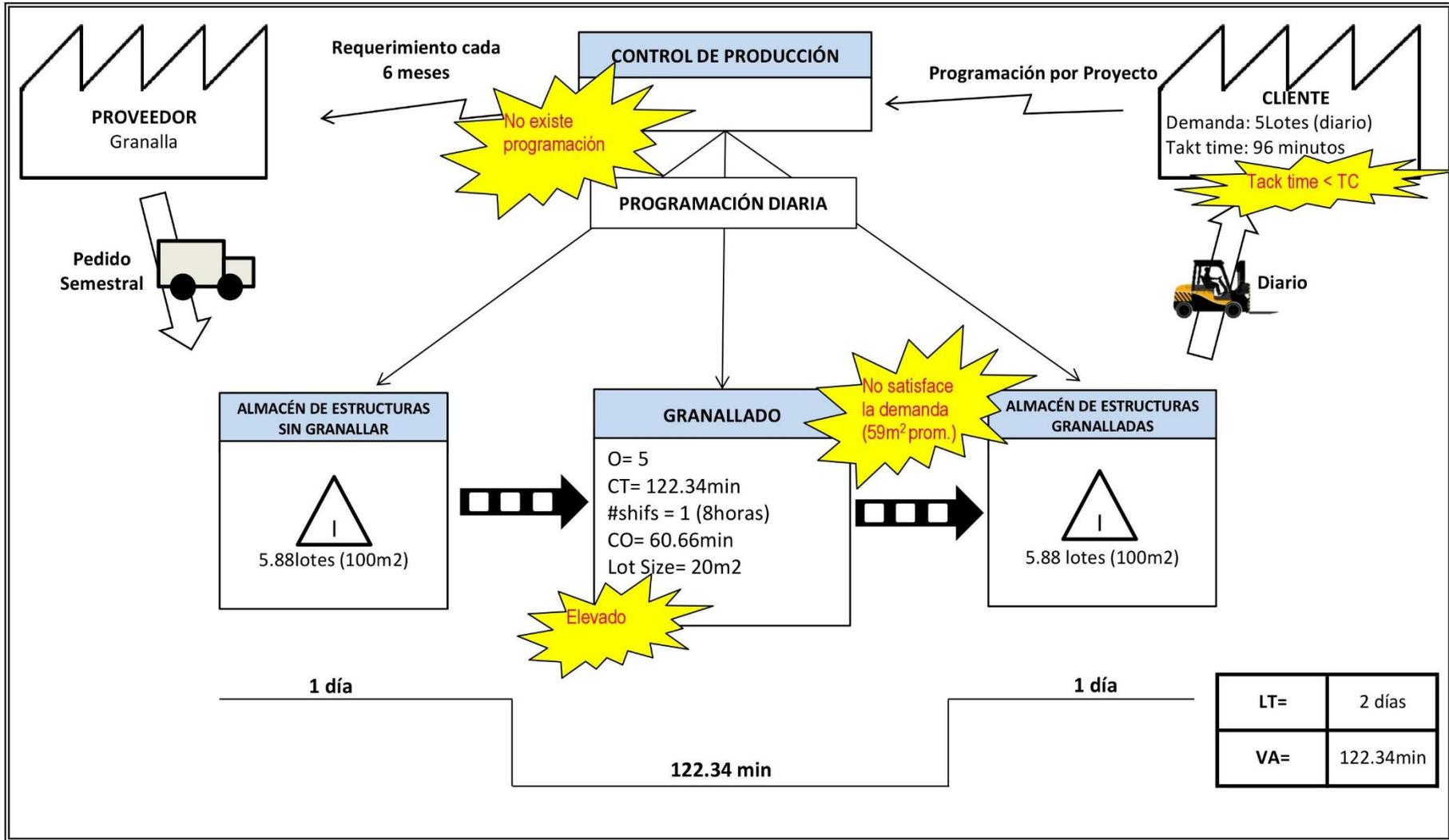


Figura N° 19 Mapeo de la Cadena de Valor – Estado Actual.

Fuente: Elaboración propia

✓ SMED:

$$\% \text{Mejora del tiempo de preparación} = \frac{\text{Tiempo de Preparación (actual)}}{\text{Tiempo de preparación (anterior)}} \times 100$$

En esta etapa no se cuenta con mejora ya que aún no se realiza el proceso de implementación, por lo tanto los tiempos de preparación actual y anterior son los mismos.

Por fines de estudio, se presenta la base de datos para el tiempo de preparación actual del periodo JUNIO – DICIEMBRE 2017, para que a través de estos datos se pueda apreciar el tiempo actual de barrido y quede evidencia de la situación actual de la empresa. Registrando estos datos, se podrá hacer, posteriormente, la comparación del Pre-Test y el Post-Test.



Figura N° 20. Diagrama de Barras Tiempo de Preparación (PRE-TEST)

Fuente: Elaboración propia

Se puede calcular de la Figura N°20 que el Tiempo Promedio de preparación es de 58.96 minutos, en el desarrollo de la investigación este tiempo disminuirá y se podrá evidenciar en la implantación de la herramienta SMED.

b) Variable Dependiente: Productividad

✓ EFICIENCIA

$$EFICIENCIA = \frac{HH (REAL)}{HH(PROGR.)} = \frac{PRODUC.REALxTE (Granallado)}{\#TrabajadoresxHoras Jornada}$$

✓ EFICACIA

$$EFICACIA = \frac{PRODUCCIÓN (REAL)}{PRODUCCIÓN(PROGR.)} = \frac{Producción real}{Capacidad Instalada Efectiva}$$

✓ PRODUCTIVIDAD

$$PRODUCTIVIDAD = Eficiencia \times Eficacia$$

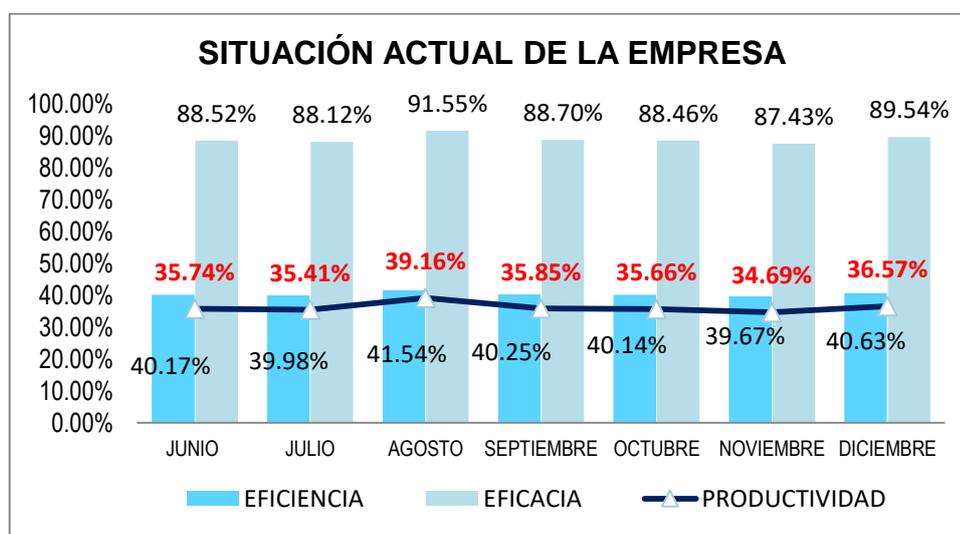


Figura N° 21 Productividad Junio – Diciembre 2017 (PRE-TEST).

Fuente: Elaboración propia

Según los datos recopilados, se realizó el gráfico de barras como muestra la Figura 21, en la cual se aprecia cual ha sido el comportamiento de la eficiencia, eficacia y productividad en el periodo de Junio a Diciembre 2017 (07 meses). Teniendo esto en cuenta, se determinó que la **eficiencia** promedio es de **40.30%** y la **eficacia** promedio de **88.82%**, notablemente es necesaria una acción inmediata que permita mejorar estos

indicadores. A través del desarrollo de la investigación se mejorarán estos puntos, logrando así la mejora de la **productividad** que en el momento del pre-test ascendió a **36.57%**

2.7.1.3. Análisis de las Causas

Según el análisis de Ishikawa realizado al inicio del Proyecto de Investigación se identificó las causas principales de la baja productividad, luego se realizó la matriz de correlación y de este modo se pudieron identificar el 80% de causas del problema principal, las cuales se presentan a continuación:

| CAUSAS | PUNTAJE | % | % ACUM |
|-------------------------------------|---------|-----|--------|
| Tiempo excesivo de preparación | 8 | 24% | 24% |
| Falta de capacitación | 4 | 12% | 35% |
| Falta de mantenimiento | 4 | 12% | 47% |
| Falta de auditoría interna | 4 | 12% | 59% |
| Trabajo no estandarizado | 3 | 9% | 68% |
| Falta de programa de trabajo diario | 3 | 9% | 76% |
| Retrasos de entrega de la MP | 2 | 6% | 82% |
| Abastecimiento no conforme | 2 | 6% | 88% |
| Ambiente de trabajo deteriorado | 2 | 6% | 94% |
| Maquinaria mal posicionada | 2 | 6% | 100% |

Tabla N° 30 Determinación de las causas a mejorar.

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se procedió con la descripción de cada causa relevante para poder, posteriormente, plantear un plan de mejora.

A. *Tiempo excesivo de preparación*

El proceso de granallado tiene dos partes fundamentales:

-Granallado propiamente dicho: abarca desde que la granalla se proyecta al metal hasta que el operario da aviso del término de la limpieza superficial.

-Tiempo de preparación: Comprende desde el cierre de la válvula que impide el paso al aire para impulsar la granalla hasta la abertura de la misma.

El tiempo de preparación no añade valor al producto y por lo tanto, se debe tratar de eliminar o minimizar. Debido a que el proceso se realiza de manera manual, la

preparación es prolongada teniendo como tiempo estándar 60.66 minutos, lo cual representa un 49.58% del tiempo de ciclo total (122.34 minutos).

Este tiempo de preparación consiste en lo siguiente:

1. El operario, después del aviso del granallador, que se encuentra dentro de la cabina, se traslada hacia la tolva de granallado. En ese lugar debe cerrar la válvula para impedir el paso del aire y así dar por finalizado el granallado.
2. Los operarios deben esperar por un breve lapso de tiempo para que el polvo disminuya y así puedan ingresar a la cabina a realizar el barrido.
3. Se realiza el barrido de la parte frontal de la cabina para así dar paso al ingreso del vehículo de transporte para los elementos granallados.
4. Se colocan los elementos sobre el vehículo menor para proceder con el retiro del mismo.
5. Se traslada el vehículo de transporte con el material sobre él.
6. El barrido total de la cabina se hace en este momento, utilizando jaladores de metal y escobillones de 1.20m de longitud. Lo que se realiza, es juntar toda la granalla alrededor de la entrada del elevador de cangilones.
7. Una vez reunida toda la granalla, se procede al llenado del elevador de cangilones mediante el uso de lampas. Al mismo tiempo un operario realiza el llenado de la tolva con la granalla procedente del elevador de cangilones.
8. Posteriormente, ingresa el vehículo de transporte con material que requiere ser procesado.
9. Se descarga el material, colocándolo en caballetes.
10. El vehículo es retirado.
11. Finalmente se apertura el paso del aire mediante la válvula ubicada en la tolva para así dar inicio nuevamente al proceso de granallado.

A través de la recolección de datos del periodo Junio – Diciembre 2017 se obtuvieron los datos de las horas de preparación como se muestra a continuación:

Tabla N° 31 Horas de Preparación.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC | | | | | | | |
|--|----------|--|-----|-----|-----|-----|-------|
| RESUMEN DE TIEMPO DE PREPARACIÓN - ÁREA DE GRANALLADO 2017 | | | | | | | |
| HORARIO LABORAL | | | | | | | |
| Entrada | 08:00:00 | | | | | | |
| Salida | 17:00:00 | | | | | | |
| Descanso | | | | | | | |
| | 1 hora | | | | | | |
| Horas por día | | | | | | | |
| | 8 horas | | | | | | |
| MES | | | | | | | |
| | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| HORAS | 95 | 88 | 106 | 101 | 99 | 100 | 90 |
| Total | | | | | | 680 | horas |
| ELABORADO POR: | | Pamela Lopez | | | | | |
| FIRMA: | |  | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

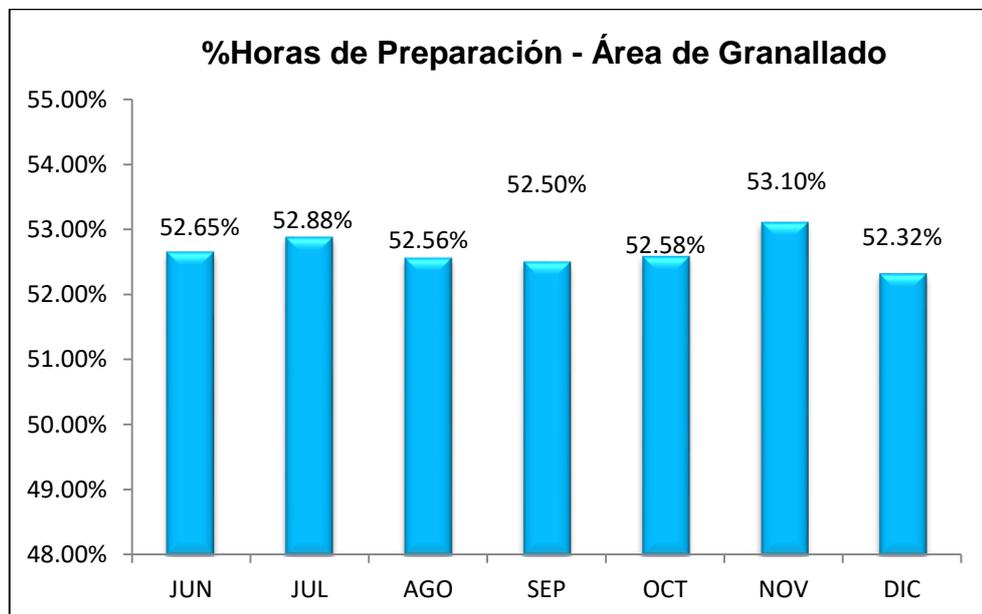


Figura N° 22 Diagrama de Horas de Preparación.

Fuente: Elaboración propia

B. Falta de capacitación

La baja productividad en el área de granallado también es consecuencia de la falta de capacitación puesto que no se brinda los recursos intelectuales que debe poseer el trabajador en cuanto a:

1. Inducción.
2. Capacitación especializada por puesto ocupado.

Es importante que se solucionen este punto ya que mientras más preparados se encuentren los trabajadores, más efectivos resultarán.

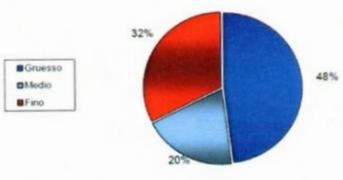
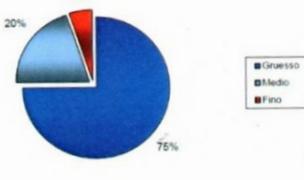
C. Falta de mantenimiento

En la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C., se cuenta con un elevador de cangilones, el cual transporta la granalla hacia la tolva. Este elevador, cuenta con un filtro interno el cual absorbe las partículas de polvo mientras el abrasivo es transportado.

Si bien es cierto, el equipo no se paraliza y no dificulta que las tareas se hagan con normalidad pero al no separar las partículas inservibles estas son recirculadas e ingresan nuevamente al proceso de producción por lo tanto el avance no es óptimo.

Debido a que nunca se ha realizado mantenimiento a este elevador, se realizó una inspección del equipo para corroborar su estado y así mismo se evaluó el estado del abrasivo.

En esta evaluación contamos con el apoyo de la empresa proveedora de granalla (CUSA) la cual, entre sus políticas tiene el apoyo constante a sus clientes por lo que no se realizó ningún gasto en equipos ni en personal calificado.

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | |
|--|----------------------|---|
| EVALUACIÓN DE ESTADO DE ELEVADOR DE GRANALLA Y ABRASIVO | | |
| FECHA: | 19/10/2017 | |
| TÉCNICO: | Evandro Lemes - CUSA | |
| SUPERVISOR: | Pamela Lopez | |
| SEPARADOR DEL AIRE | | |
|  | | La velocidad de pase del aire actual es de 0,0 m/s. |
| <p>Su principal función es separar los contaminantes como arena u otras partículas, además de remover los abrasivos de dimensiones pequeñas que no sirven para la limpieza superficial. Así también, se debe reemplazar el filtro de aire ya que nunca ha sido cambiado.</p> | | |
| MEZCLA OPERATIVA | | |
| Tipo de Abrasivo: | G50 | |
| Tamices utilizados (mm): | 0.3 | y 0.21 |
| RESULTADOS | | |
| Tamiz (mm) | Valor | % |
| 0.3 | 64 | 48% |
| 0.21 | 26 | 20% |
| Fondo | 43 | 32% |
| Total | 133 | 100% |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Mezcla operativa actual</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Mezcla Operativa Ideal</p>  </div> </div> | | |
| Conclusión: Mezcla operativa inaceptable. | | |
| TÉCNICO | | SUPERVISOR |
|  | |  |
| Evandro Lemes - CUSA | | Pamela López - Transformaciones |

Figura

N° 23 Informe de
Evaluación de Estado de Elevador de Granalla y Abrasivo.

Fuente: Elaboración propia

D. Falta de auditoría interna

Se verificó que existe una clara ausencia de auditoría interna, motivo por el cual no se tiene información histórica antes de este estudio. Por ende, es necesario realizar procedimientos de auditorías internas para que a través de estas se pueda agregar valor y mejorar las actividades que se realizan en el área de granallado.

E. Trabajo no estandarizado

Una de las causas que originan la baja productividad en la empresa que las actividades del proceso de producción se realizan en base a la experiencia, sin ninguna instrucción técnica de cómo realizar el trabajo. Todos los trabajadores realizan sus actividades pero ninguno sigue un procedimiento, debido a que no se cuenta con esta documentación.

F. Falta de programa de trabajo diario

La programación de trabajo diario se realiza de manera oral al granallador. No existe una planificación que permita definir prioridades, los trabajos pueden cambiar de un momento a otro y desorganizar lo que se está realizando.

2.7.2 Propuesta de mejora

Después de haber recolectado e identificado la información sobre las causas que generan principalmente la baja productividad, se plantean las alternativas de solución para incrementar dicha productividad. Así también, se plantea el cronograma y presupuesto para dar inicio a la implementación de las propuestas de mejora.

Tabla N° 32 Soluciones para las causas de baja productividad.

| CAUSAS | SOLUCIÓN | |
|-------------------------------------|----------|---|
| Tiempo excesivo de preparación | WSM | SMED |
| Falta de capacitación | | PLAN DE CAPACITACIÓN |
| Falta de mantenimiento | | PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA ELEVADOR DE GRANALLA |
| Falta de auditoría interna | | PROCEDIMIENTO DE AUDITORÍA INTERNA |
| Trabajo no estandarizado | | ESTANDARIZACIÓN DE MATERIALES Y TRABAJO |
| Falta de programa de trabajo diario | | FORMATOS Y PROCEDIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN DE TRABAJO DIARIO |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°32 nos indican las causas principales por las que se generan baja productividad y las soluciones que debemos implementar para poder incrementarla. De esta manera se cumplirán los objetivos planteados para esta investigación.

2.7.2.1. Cronograma

Tabla N° 33 Cronograma de Implementación.

| CRONOGRAMA 2018 "ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTACIÓN DEL VSM Y SMED" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|
| ACTIVIDADES | | DICIEMBRE | | | | | ENERO | | | | | FEBRERO | | | | | MARZO | | | | |
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| 1 | ACTIVIDADES PRE-IMPLEMENTACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sensibilización de la Gerencia | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Estructuración del comité Lean (VSM y SMED) | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Capacitación al personal del área | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | IMPLEMENTACION VSM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Recorrido y planteamiento del Mapa de estado Actual | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realización del Mapa de estado Actual | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Análisis del Mapa de estado Actual | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realización del Mapa de estado Futuro | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| 3 | IMPLEMENTACIÓN ADICIONAL A LAS HERRAMIENTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | CAPACITACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Capacitación del puesto ocupado | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realización del programa anual de capacitaciones | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| b) | MANTENIMIENTO DE ELEVADOR DE GRANALLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Mantenimiento correctivo del elevador de granalla | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | |
| | Plan de mantenimiento preventivo anual | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| c) | AUDITORÍA INTERNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realización de Procedimiento de Auditoría Interna | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Formato de Registro de Auditorías Internas | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| d) | Estandarización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Elaboración de formatos para estandarización de materiales | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| | Elaboración de procedimiento para estandarización de trabajo | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| e) | Programa de trabajo diario | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 3 | IMPLEMENTACION SMED | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Capacitación al personal involucrado | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| a) | Fase Mixta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Identificación de actividades internas y externas | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Identificación de oportunidades de mejora | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| b) | Fase División | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Implementación de sistema "hombre muerto" | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| | Pruebas y ajustes del sistema "hombre muerto" | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| c) | Minimización de tiempo de preparación | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| | Combinaciones de actividades (llenado de elevador y tolva) | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | |
| | Fabricación de carrito para traslado de material | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | |
| d) | Fase mejorada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Realización de resumen de actividades internas y externas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| | Realización DAP mejorado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |

Fuente: Elaboración Propia

2.7.2.2. Presupuesto

| PRESUPUESTO HORAS HOMBRE | | | |
|--------------------------|-------------------|------------|---------------------|
| CANT. HORAS | DESCRIPCIÓN | COSTO/HORA | TOTAL S/ |
| 6 | Altos directivos | S/. 45.00 | S/. 270.00 |
| 9 | Supervisores | S/. 14.58 | S/. 131.22 |
| 258.5 | Personal del área | S/. 6.25 | S/. 1,615.63 |
| TOTAL= | | | S/. 2,016.85 |

| PRESUPUESTO MATERIALES E INSUMOS PARA CARRITO Y SISTEMA "Hombre muerto" | |
|---|-------------------|
| DESCRIPCIÓN | PRECIO |
| Ángulos, platinas, etc (Chatarra) | S/. 150.00 |
| Llantas giratoriasx4 | S/. 240.00 |
| Insumos (trapos, disco, etc.) | S/. 60.00 |
| Pintura anticorrosiva | S/. 45.00 |
| Repuestos para sistema "hombre muerto" | S/. 250.00 |
| TOTAL= | S/. 745.00 |

| PRESUPUESTO MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA INVESTIGADOR Y CAPACITACIONES | | | |
|--|--------------------|--------------|---------------------|
| CANT. | DESCRIPCIÓN | COSTO/UND. | COSTO TOTAL |
| 1 | Laptop | S/. 2,000.00 | S/. 2,000.00 |
| 100 | Copias | S/. 0.10 | S/. 10.00 |
| 1 | Paquete Hojas bond | S/. 6.00 | S/. 6.00 |
| 1 | USB | S/. 28.00 | S/. 28.00 |
| 15 | Lapicero | S/. 0.70 | S/. 10.50 |
| 5 | Lápiz | S/. 0.80 | S/. 4.00 |
| 10 | Papelógrafos | S/. 0.50 | S/. 5.00 |
| 2 | Plumones | S/. 3.50 | S/. 7.00 |
| TOTAL= | | | S/. 2,070.50 |

| PRESUPUESTO DE INVESTIGADOR | | | |
|-----------------------------|---|---------------|---------------------|
| CANT. (Meses) | DESCRIPCIÓN | COSTO MENSUAL | COSTO TOTAL |
| 4 | Costo por horas de trabajo asignadas a la implementación del Lean Manufacturing | S/. 450.00 | S/. 1,800.00 |

| PRESUPUESTO GENERAL | |
|-------------------------------|---------------------|
| COSTO DE HORAS HOMBRE | S/. 2,016.85 |
| COSTO MATERIALES E INSUMOS | S/. 745.00 |
| COSTO MATERIALES CAPACITACIÓN | S/. 2,070.50 |
| COSTO HONORARIOS INVESTIGADOR | S/. 1,800.00 |
| COSTO TOTAL= | S/. 6,632.35 |

| CARACTERÍSTICA DEL COSTO | | DESCRIPCIÓN | COSTO | TOTAL |
|-------------------------------------|--------------------------|--|--------------|---------------------|
| COSTOS ASUMIDOS POR LA EMPRESA | NO SIGNIFICAN DESEMBOLSO | COSTO DE HORAS HOMBRE | S/. 2,016.85 | S/. 4,251.85 |
| | | Ángulos, platinas, etc (Chatarra) | S/. 150.00 | |
| | | Llantas giratoriasx4 | S/. 240.00 | |
| | | Pintura anticorrosiva | S/. 45.00 | |
| | | Honorarios Investigador | S/. 1,800.00 | |
| | SIGNIFICAN DESEMBOLSO | Insumos (trapos, disco, etc.) | S/. 60.00 | S/. 345.50 |
| | | Repuestos para sistema "hombre muerto" | S/. 250.00 | |
| | | Copias | S/. 10.00 | |
| | | Paquete Hojas bond | S/. 6.00 | |
| | | Lapicero | S/. 10.50 | |
| | | Lápiz | S/. 4.00 | |
| | | Papelógrafos | S/. 5.00 | |
| COSTOS ASUMIDOS POR EL INVESTIGADOR | Laptop | S/. 2,000.00 | S/. 2,035.00 | |
| | USB | S/. 28.00 | | |
| | Plumones | S/. 7.00 | | |
| TOTAL= | | | | S/. 6,632.35 |

El presupuesto total para la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro, asciende a S/6,632.35.

2.7.3 Implementación de la propuesta

Según la propuesta de mejora se decidió, en conjunto con los altos cargos de la empresa, la implementación de cada sugerencia planteada.

2.7.3.1 Implementación de VSM

En la fase del Pre-Test se realizó el diagrama del estado actual, por lo tanto en esta fase de implementación se reflejarán las mejoras que se han realizado en las actividades y se realizará un nuevo Mapeo de la cadena de valor que se ve reflejado en el post – test.

2.7.3.2 Implementación de SMED

Para la aplicación del SMED, es necesario realizar cuatro pasos como indica en la Figura 24.

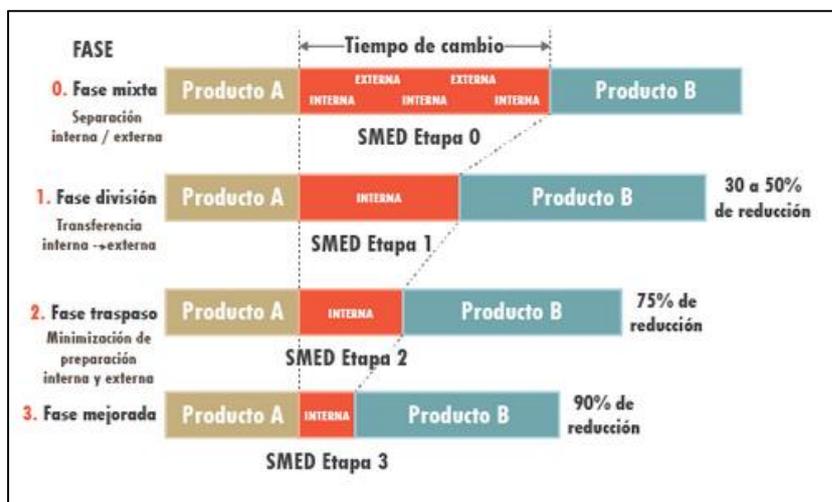


Figura N° 24 Los Cuatro Conceptos Relacionados con SMED.
Fuente: Lean Manufacturing (2010).

ETAPA 01: Fase Mixta

En esta primera etapa se realizó la separación de operaciones internas y externas, basándonos en el DAP que se mostró anteriormente. Por lo tanto, la separación de operaciones se determinó de la manera que indica la Tabla 34

Tabla N° 34 División de operaciones internas y externas

| ACTIVIDADES / CLASIFICACIÓN | | INTERNAS | EXTERNAS |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|
| 1 | Presurizar tolva | 1.84 | |
| 2 | Granallado de mitad de pieza | | 26.45 |
| 3 | Voltear material | | 8.75 |
| 4 | Granallado de mitad de pieza | | 26.48 |
| 5 | Traslado hacia la tolva | | 4.06 |
| 6 | Despresurización de tolva | | 1.83 |
| 7 | Espera disminución de polvo | 2.03 | |
| 8 | Barrido frontal de la cabina | 4.41 | |
| 9 | Ingreso de carrito | 1.89 | |
| 10 | Mover material de caballete a carrito | 8.34 | |
| 11 | Retirar material | 4.25 | |
| 12 | Barrido total de cabina | 11.76 | |
| 13 | Llenado de elevador y tolva | 7.97 | |
| 14 | Ingreso de carrito | 2.25 | |
| 15 | Descarga de material | 8.29 | |
| 16 | Salida de carrito | 1.75 | |
| | | 54.78 | 67.57 |

Fuente: Elaboración propia.

Actividades internas: Máquina Parada.

Actividades externas: Máquina en funcionamiento

| ACTIVIDADES | CANT. | TIEMPO (minutos) |
|------------------------------|-------|------------------|
| Actividades Internas= | 11 | 54.78 |
| Actividades externas: | 5 | 67.57 |

ETAPA 02: Fase división

En este caso, no se puede trasladar las operaciones internas a externa, sin embargo se puede eliminar más de una actividad.

Actividades eliminadas:

Internas:

- Actividad N°01 Presurizar tolva

Externas:

- Actividad N°05 Traslado hacia la tolva
- Actividad N°06 Despresurizar tolva

Como indica la secuencia de operaciones, después que el granallador termina su proceso, el trabajador asignado se traslada hacia la tolva para cerrar el paso del aire. La señal que indica que el trabajador se debe trasladar, es a través de unos golpes al interior de la cabina. De esta manera, después de despresurizar la tolva se puede proceder con el barrido de la cabina.

Se implementó el sistema “dead man” que no funcionaba desde el primer año de inicio de actividades de la empresa (2010). Este sistema permite que el operario tenga control sobre el flujo de aire que proyecta la granalla en la superficie metálica, funciona como un mando que al tenerlo presionado abre paso al flujo de aire y al cerrarlo impide que este siga su paso.

Tabla N° 35. Implementación sistema de “Hombre Muerto”.



Fuente: Elaboración propia.

El granallador, labora en la empresa desde el año que ésta inició sus actividades, por lo tanto ya utilizó este sistema y tiene el conocimiento suficiente para poder utilizarlo de manera idónea.

Al realizar esta implementación, se eliminaron las actividades 01, 05 y 06, las cuales tienen un tiempo estándar de 1.84, 4.06 y 1.83 minutos respectivamente.

Cabe señalar que al inicio y al término de cada granallado se debe abrir y cerrar la llave general de aire, la apertura se realiza inmediatamente al término del llenado de la tolva (Actividad N°13) y el cierre se realiza mientras se espera la disminución del polvo (Actividad N°07); ambos pasos tienen un tiempo menor a 5 segundos por lo cual no son considerados como una actividad independiente.

ETAPA 03: Minimización de tiempo de preparación

En esta etapa se realizó la reducción de actividades externas, según lo siguiente:

a) ACTIVIDAD N°07 “Espera disminución de polvo”

A través de la implementación del mantenimiento preventivo realizado al elevador de granalla, se reducirá el tiempo de espera de disminución de polvo.

Se realizó el cambio de filtros y un mantenimiento general del elevador de granalla, con esta medida adoptada se separó el polvo y partículas finas que no son aceptables para el granallado y sólo causan contaminación de las piezas más no favorecen la productividad.

b) ACTIVIDAD N°13 “Llenado de elevador y tolva”

Se realizó una separación de funciones para que realicen la actividad en simultáneo y no en secuencia para que un operario realice el llenado de la tolva mientras los demás continuaban con el llenado del elevador.

Tabla N° 36 Diagrama de operaciones múltiples (Antes y después)

| ANTES | | | | | IMPLEMENTADO | | | | |
|---------------------|----|----|----|----|------------------|---------------------|----|----|----|
| O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 |
| LLENADO DE ELEVADOR | | | | | LLENADO DE TOLVA | LLENADO DE ELEVADOR | | | |
| LLENADO DE TOLVA | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Según se puede apreciar en la Tabla N°36, se implementó las actividades en simultáneo. Antes los cinco operarios (codificados con O1 hasta O5 en la tabla) primero realizaban el llenado de la tolva y luego uno de ellos (O1) realizaba el llenado de la tolva. En la implementación, estas actividades se realizan al mismo tiempo debido a que no es necesario esperar a que toda la granalla sea depositada para proceder con el llenado de la tolva.

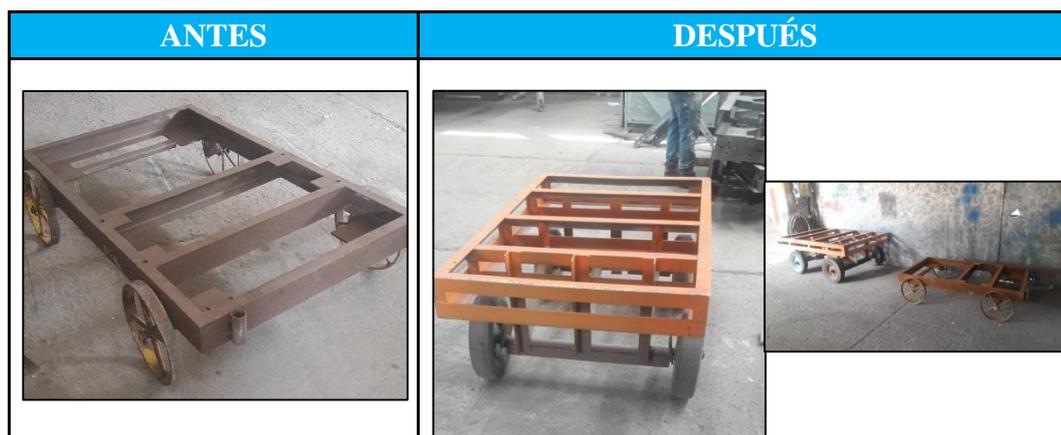
El método de trabajo implementado, se trata de retirar a un operario que realizaba el llenado del elevador para encargarle la tarea de llenar la tolva. Esta distribución de operarios se realizó debido a que se consideró que eran demasiadas personas para la tarea de llenado de elevador.

c) ACTIVIDAD N°14 “Ingreso de carrito”

Como se puede apreciar en el DAP, se pierde tiempo desde que sale el carrito con material hasta que se carga nuevamente el carrito y se procede con el ingreso del nuevo material a procesar.

Por lo tanto, se fabricó un nuevo carrito con la finalidad de que el material esté listo para ingresar al proceso.

Tabla N° 37 Implementación de Carrito de Transporte Adicional



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 37, se evidencia la fabricación de un nuevo carrito de transporte, el cual se utilizó para que la salida y el ingreso del material se realicen al mismo tiempo y de esta manera eliminar uno de los tiempos de traslado.

ETAPA 04: Fase mejorada

La evidencia de la fase mejorada es el DAP del se presenta en la sección de Post-Test Así también, se presenta el siguiente resumen (Tabla N°38) en el que se aprecia cómo ha disminuido la cantidad de actividades internas y externas.

Tabla N° 38 Comparación de actividades internas y externas antes y después.

| ACTIVIDADES | ANTES | | DESPUÉS | |
|-----------------------|-------|------------------|---------|------------------|
| | CANT. | TIEMPO (minutos) | CANT. | TIEMPO (minutos) |
| Actividades Internas: | 11 | 50.97 | 9 | 42.73 |
| Actividades externas: | 5 | 59.37 | 3 | 55.42 |

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3.3 Implementación según las causas

a) Falta de capacitación

Se tomaron dos acciones correctivas para solucionar esta causa:

1. Capacitación del puesto ocupado.

Se realizó la capacitación por los puestos ocupados: Granallador y Operarios, dando a conocer las responsabilidades que tienen a cargo.

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METALICAS PRO SAC | PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO | Versión 00 Rev. 01 03.01.18 |
| <ul style="list-style-type: none">• GRANALLADOR <p>Responsabilidades del personal</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Verificar material antes que ingrese a la cabina.➤ Verificar material a la salida de la cabina.➤ Informar cuando se termina el granallado de acuerdo al trabajo asignado.➤ Organizar el barrido de la cabina e ingreso del material.➤ Es responsable de los equipos y herramientas que utiliza diariamente. Mantenimiento proactivo (cambio de retenes de la manguera, limpieza diaria e informar sobre cualquier desperfecto que se presente).➤ Solicitar las herramientas manuales cuando se requieran (escobillones, jaladores, escobas de paja, palas, etc).➤ Realizar el granallado según el grado de limpieza solicitado (comercial, cercano al blanco o metal blanco).➤ Cumplir cada una de sus funciones con seguridad, dedicación y responsabilidad. | | |
| Firma  Trabajador Pecho Aparicio B. | Firma  Supervisor | |

PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO

- **OPERARIO DE GRANALLADO**

Responsabilidades del personal

- Realizar el ingreso del material a la cabina.
- Descargar material dentro de la cabina.
- Retirar el material de la cabina.
- Realizar el barrido frontal y total de la cabina.
- Realizar el llenado del elevador de granalla y tolva.
- Presurizar y despresurizar la tolva (válvula de aire).
- Cumplir cada una de sus funciones con seguridad, dedicación y responsabilidad.

Firma


Trabajador

Firma


Supervisor

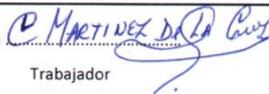
PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO

- **OPERARIO DE GRANALLADO**

Responsabilidades del personal

- Realizar el ingreso del material a la cabina.
- Descargar material dentro de la cabina.
- Retirar el material de la cabina.
- Realizar el barrido frontal y total de la cabina.
- Realizar el llenado del elevador de granalla y tolva.
- Presurizar y despresurizar la tolva (válvula de aire).
- Cumplir cada una de sus funciones con seguridad, dedicación y responsabilidad.

Firma


Trabajador

Firma


Supervisor

PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO

- **OPERARIO DE GRANALLADO**

Responsabilidades del personal

- Realizar el ingreso del material a la cabina.
- Descargar material dentro de la cabina.
- Retirar el material de la cabina.
- Realizar el barrido frontal y total de la cabina.
- Realizar el llenado del elevador de granalla y tolva.
- Presurizar y despresurizar la tolva (válvula de aire).
- Cumplir cada una de sus funciones con seguridad, dedicación y responsabilidad.

Firma

Trabajador

Firma

Supervisor

PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO

- **OPERARIO DE GRANALLADO**

Responsabilidades del personal

- Realizar el ingreso del material a la cabina.
- Descargar material dentro de la cabina.
- Retirar el material de la cabina.
- Realizar el barrido frontal y total de la cabina.
- Realizar el llenado del elevador de granalla y tolva.
- Presurizar y despresurizar la tolva (válvula de aire).
- Cumplir cada una de sus funciones con seguridad, dedicación y responsabilidad.

Firma

Trabajador

Firma

Supervisor

Los formatos presentados anteriormente corresponden a la creación del Perfil de puesto de trabajo, los cuales se le entregó al personal para que tuvieran conocimiento de sus responsabilidades y funciones. Adicionalmente, se realizó la capacitación según

el puesto de trabajo para complementar dicha información, como queda en evidencia en los siguientes formatos de inducción:

TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC

CHECK LIST DE INDUCCIÓN

SSOMA-CHI-025
Versión 00
Rev. 01
03.01.18

| | |
|--|---|
| NOMBRE: Pedro Alejandro, Aparicio Bocanegra | |
| FECHA DE INDUCCION: 05/01/2018 | LUGAR DE TRABAJO: Cabina de Granallado |
| OCUPACIÓN: Granallador | ÁREA DE TRABAJO: Área de Granallado |

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Bienvenida y explicación del propósito de la Inducción. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. Señalar las diferentes áreas de operación. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. Señalar la Política de TRANSFORMACIONES METÁLICAS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. Descripción del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. Peligros y riesgos del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. Definición y características de liderazgo. | <input type="checkbox"/> |
| 7. informe sobre las obligaciones de trabajo de alto riesgo. | <input type="checkbox"/> |
| 8. Características y uso adecuado de los Equipos de Protección Personal. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9. Documentos y procedimientos de trabajo. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10. Actuación en caso de emergencia (primeros auxilios, incendio, sismo, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | |
|---|--|
| Firma  Trabajador | Firma  Supervisor - Taller |
|---|--|

| | |
|--|---|
| NOMBRE: Querevalú Loro, Jhoan Cristhian | |
| FECHA DE INDUCCION: 05/01/2018 | LUGAR DE TRABAJO: Cabina de Granallado |
| OCUPACIÓN: Operario | ÁREA DE TRABAJO: Área de Granallado |

1. Bienvenida y explicación del propósito de la Inducción.
2. Señalar las diferentes áreas de operación.
3. Señalar la Política de TRANSFORMACIONES METALICAS
4. Descripción del puesto de trabajo
5. Peligros y riesgos del puesto de trabajo
6. Definición y características de liderazgo.
7. informe sobre las obligaciones de trabajo de alto riesgo.
8. Características y uso adecuado de los Equipos de Protección Personal.
9. Documentos y procedimientos de trabajo.
10. Actuación en caso de emergencia (primeros auxilios, incendio, sismo, etc.)

| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Firma Trabajador | Firma Supervisor - Taller |
|---------------------------|------------------------------------|

NOMBRE: Martínez de la Cruz, Cirilo

FECHA DE INDUCCION: 05/01/2018

LUGAR DE TRABAJO: Cabina de Granallado

OCUPACIÓN: Operario

ÁREA DE TRABAJO: Área de Granallado

1. Bienvenida y explicación del propósito de la Inducción.
2. Señalar las diferentes áreas de operación.
3. Señalar la Política de TRANSFORMACIONES METALICAS
4. Descripción del puesto de trabajo
5. Peligros y riesgos del puesto de trabajo
6. Definición y características de liderazgo.
7. informe sobre las obligaciones de trabajo de alto riesgo.
8. Características y uso adecuado de los Equipos de Protección Personal.
9. Documentos y procedimientos de trabajo.
10. Actuación en caso de emergencia (primeros auxilios, incendio, sismo, etc.)

Firma Cirilo Martínez de la Cruz
Trabajador

Firma [Firma]
Supervisor - Taller

NOMBRE: Baylon Astudillo, Celso Emanuel

FECHA DE INDUCCION: 05/01/2018

LUGAR DE TRABAJO: Cabina de Granallado

OCUPACIÓN: Operario

ÁREA DE TRABAJO: Área de Granallado

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Bienvenida y explicación del propósito de la Inducción. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. Señalar las diferentes áreas de operación. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. Señalar la Política de TRANSFORMACIONES METALICAS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. Descripción del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. Peligros y riesgos del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. Definición y características de liderazgo. | <input type="checkbox"/> |
| 7. informe sobre las obligaciones de trabajo de alto riesgo. | <input type="checkbox"/> |
| 8. Características y uso adecuado de los Equipos de Protección Personal. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9. Documentos y procedimientos de trabajo. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10. Actuación en caso de emergencia (primeros auxilios, incendio, sismo, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | |
|--|---|
| Firma  Trabajador | Firma  Supervisor - Taller |
|--|---|

NOMBRE: Tapia Vicente, Miguel Ángel

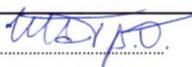
FECHA DE INDUCCION: 05/01/2018

LUGAR DE TRABAJO: Cabina de Granallado

OCUPACIÓN: Operario

ÁREA DE TRABAJO: Área de Granallado

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Bienvenida y explicación del propósito de la Inducción. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. Señalar las diferentes áreas de operación. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. Señalar la Política de TRANSFORMACIONES METALICAS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. Descripción del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. Peligros y riesgos del puesto de trabajo | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. Definición y características de liderazgo. | <input type="checkbox"/> |
| 7. informe sobre las obligaciones de trabajo de alto riesgo. | <input type="checkbox"/> |
| 8. Características y uso adecuado de los Equipos de Protección Personal. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9. Documentos y procedimientos de trabajo. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10. Actuación en caso de emergencia (primeros auxilios, incendio, sismo, etc.) | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | |
|--|---|
| Firma  Trabajador | Firma  Supervisor - Taller |
|--|---|

2. Programa anual de capacitaciones.

Se realizó un programa anual de capacitaciones, con el cual se espera que el personal se encuentre mejor preparado. Estos temas han sido seleccionados tomando en cuenta el aporte que tienen en la productividad. Se realizarán 4 capacitaciones anuales (lo mínimo exigido en la ley N°29783) y se debe evaluar el aprendizaje obtenido en cada sesión.

Tabla N° 39 Plan de Capacitación Anual.

| TIPO | TEMA | RESPONSABLE | MODALIDAD | | | PARTICIPANTES | | MESES | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------|------------|---------|-------|---------------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | PRESENCIAL | VIRTUAL | HORAS | G | O | FEB | ABR | JUN | AGO | OCT | DIC |
| ACTITUD FRENTE AL TRABAJO | "Responsabilidad y puntualidad" | Supervisor | - | X | - | 1 | 4 | X | | | | | |
| | "Liderazgo" | Supervisor | X | | 1 | 1 | 4 | | | | | | X |
| | "Todos somos importantes" | Supervisor | | X | | 1 | 4 | | | | | | |
| TÉCNICO | "Uso correcto de la boquilla" | Supervisor | X | | 0.5 | 1 | 4 | | X | | X | | |
| | "Distancias de proyección de partículas" | Supervisor | X | - | 0.5 | 1 | 4 | X | | | | | |
| | "Revisión de procedimientos del proceso " | Supervisor | X | - | 0.5 | 1 | 4 | | | | | X | |
| MANTENIMIENTO | "Limpieza externa de elevador" | Ing. Mantenimiento | X | - | 1 | 1 | 4 | | | X | | | |
| | "Cambios de retenes de manguera" | Ing. Mantenimiento | X | - | 0.5 | 1 | 4 | | X | | | | |
| | "Limpieza de luminarias" | Ing. Mantenimiento | X | - | 0.5 | 1 | 4 | | | | | | X |
| ERGONOMÍA | "Levantamiento manual de cargas" | SSOMA | - | X | - | 1 | 4 | | | | X | | |
| SEGURIDAD | "Tu seguridad es la seguridad de todos" | SSOMA | - | X | - | 1 | 4 | | | | | X | |
| | "Uso correcto de EPP'S" | SSOMA | - | X | - | 1 | 4 | | | X | | | |

Fuente: Elaboración propia.

b) Falta de mantenimiento

1. Mantenimiento correctivo del elevador de granalla

Se realizaron las acciones correctivas en el elevador de granalla de acuerdo al informe realizado en la situación actual (Figura 23), posterior a ello se realizó una prueba de granulometría la cual nos indica el porcentaje de finos que existe en el abrasivo después del mantenimiento correctivo.



Figura N° 25 Limpieza Interna de Cangilones Inferiores.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 26 Medición de Flujo de Aire.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 27 Tamizado de Abrasivo.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 se muestra el análisis de finos que se realizó a la granalla y en la Figura 28 se aprecia el cambio del filtro de aire del elevador de granalla.



Figura N° 28 Cambio de Filtro de Aire.
Fuente: Elaboración propia

ANTES



DESPUÉS



Figura N° 29 Elevador de Granalla Antes y después

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°29 se aprecia el cambio exterior entre el antes y después del mantenimiento correctivo realizado al elevador de granalla, así también se realizó el pintado del equipo y el orden del área.

2. Plan de mantenimiento preventivo de elevador de granalla

Conjuntamente con un Ing. Mecánico especializado en mantenimiento, se realizó el plan de mantenimiento preventivo para el elevador de granalla, que permitirá garantizar el funcionamiento óptimo del equipo y lograr la confiabilidad del mismo, este plan es el que se muestra a continuación,

Tabla N° 40 Plan Anual de mantenimiento de elevador

| EQUIPO: Elevador de granalla | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------------|--|------------|---------|-------|--------|--------|
| SISTEMAS Y SUB-SISTEMAS | | | ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO | Procedimientos y/o especificaciones | FRECUENCIA | | | | |
| SISTEMAS | SUBSISTEMA 1 | SUBSISTEMA 2 | | | 3 meses | 6 meses | 1 año | 2 años | 5 años |
| ESTRUCTURA | GENERAL | | LIMPIAR | Limpieza general interna y externa del todo el sistema del equipo. | | X | | | |
| | | | AJUSTAR TORNILLERIA | Ajustar toda la tornillería que conforme la estructura de la máquina. | | | X | | |
| | | | PINTAR | Utilizar pintura azul para pintar la estructura. | | | | X | |
| SISTEMA ELÉCTRICO | PANEL DE CONTROL | CONEXIONES | EXAMINAR Y AJUSTAR | Verificar que las conexiones estén buenas y que los cables no estén partidos, rasgados y/o tostados. Reparar y ajustar cableado en caso de ser necesario | | X | | | |
| | | COMPONENTES | EXAMINAR ESTADO Y AJUSTAR | Examinar el estado de los pulsadores, luces pilotos, pulsador de emergencia, entre otros; y ajustar sus conexiones. | | X | | | |
| | | CABLEADO Y CONEXIONES | PEINAR CABLEADO Y AJUSTAR CONEXIONES | Verificar que las conexiones estén buenas y que los cables no estén partidos, rasgados y/o tostados. Reparar y organizar cableado en caso de ser requerido. | | X | | | |
| | | COMPONENTES | EXAMINAR Y AJUSTAR | Examinar que no exista presencia de humedad, corrosión, puntos calientes, cables sueltos y cualquier daño visible en los componentes internos del tablero de | | X | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|------------------------|----------------------------|--|--|---|---|--|---|--|
| | | | fuerza control. Ajustar y/o reparar en caso de ameritarlo. Examinar funcionamiento del selector de encendido del equipo. Reparar o reemplazar en caso de ameritarlo. | | | | | | |
| | | <i>AJUSTAR TORNILLERÍA</i> | Ajustar Tortillería del Breaker, Guardamotor, Contactor y Bornes | | X | | | | |
| | MOTOR ELÉCTRICO | | <i>MEDIR CONSUMO</i> | Mida Voltaje y amperaje, y reporte los resultados obtenidos. | X | | | | |
| | | | <i>VERIFICAR CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO</i> | Chequee Temperatura, nivel de ruido y Vibraciones, reporte las condiciones observadas y si considera que alguna no se encuentra en estado normal | X | | | | |
| | | | <i>REVISAR BORNERAS</i> | Revise las borneras, verifique que no exista presencia de humedad, corrosión, puntos calientes, cables sueltos y cualquier otro daño visible Revise cableado y conexiones (Repáre de ser necesario). | X | | | | |
| | | | <i>REVISAR Y AJUSTAR LA TORNILLERÍA</i> | Revise cajetín y tornillos (Ajuste de ser necesario) | X | | | | |
| | | CARCASA | <i>LIMPIAR CARCAZA</i> | Limpiar Carcaza, eliminar cúmulos de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el intercambio de calor | | X | | | |
| | | | <i>PINTAR CARCAZA</i> | Pintar de color Azul Oscuro brillante la carcaza y sus tapas, de ser necesario | | | | X | |
| | | ROTOR-RODAMIENTOS | <i>LUBRICAR</i> | Ubicar los dos puntos de lubricación y lubricar con grasa azul. | | X | | | |
| | | | <i>REEMPLAZAR</i> | Reemplazar los rodamientos del motor cada dos años. | | | | X | |

| | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------------------|---|--|---|---|---|--|---|
| | | | VERIFICAR RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO-MEGAR | Reportar los resultados del análisis obtenido | | | X | | |
| | | | VERIFICAR CONTINUIDAD-IMPEDANCIA | Reportar los resultados del análisis obtenido | | | X | | |
| SISTEMA MECÁNICO | ELEVADOR DE GRANALLA | BANDA TRANSPORTADORA POR CANGILONES | VERIFICAR TENSION | Chequee la tensión de la banda. Ajuste o repare en caso de ser necesario. | X | | | | |
| | | | CHUMACERAS | LUBRICAR | Ubique el punto de lubricación y lubrique con grasa azul. | X | | | |
| | | REEMPLAZAR | | Realizar el reemplazo de las dos chumaceras del sistema motriz. | | | | | X |
| | | MOTOREDUCTOR | MEDIR CONSUMO | Mida Voltaje y amperaje, y reporte los resultados obtenidos. | X | | | | |
| | | | VERIFICAR CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO | Chequee Temperatura, nivel de ruido y Vibraciones, reporte las condiciones observadas y si considera que alguna no se encuentra en estado normal | X | | | | |
| | | | REVISAR BORNERAS | Revise las borneras, verifique que no exista presencia de humedad, corrosión, puntos calientes, cables sueltos y cualquier otro daño visible Revise cableado y conexiones (Repare de ser necesario). | X | | | | |
| | | | LIMPIAR CARCAZA | Limpiar Carcaza, eliminar cúmulos de aceite o polvo en su parte externa, para facilitar el intercambio de calor | | X | | | |
| | | | PINTAR CARCAZA | Pintar de color Azul Oscuro brillante la carcaza y sus tapas, de ser necesario | | | | | X |

| | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--|---|--|---|---|--|
| | | | <i>REEMPLAZAR RODAMIENTOS</i> | Reemplazar los rodamientos del motor cada dos años. | | | | X | |
| | | | <i>REEMPLAZAR ACEITE</i> | Ubicar el tapon de drenaje y reemplazar el aceite correspondiente al reductor. | | | | X | |
| | | | <i>REEMPLAZAR SELLOS</i> | Reemplazar sellos correspondientes al reductor. | | | | X | |
| | TURBINA | ALABES | <i>LIMPIAR</i> | Eliminar el exceso de polvo y residuos. Utilizar brocha para la limpieza o aire comprimido de ser necesario. | | | X | | |
| | | FILTRO DE AIRE | <i>LIMPIAR</i> | Limpieza general del filtro de aire. Utilizar aire comprimido para la limpieza del mismo. | X | | | | |
| | | | <i>REEMPLAZAR</i> | Realizar el reemplazo del filtro de aire | | | X | | |
| | MANGUERA SY CONEXIONES | | <i>EXAMINAR ESTADO</i> | Examinar que no estén rotas, sueltas o en condiciones desfavorables. Reemplazar en caso de ser necesario. | | | X | | |
| | | ABRAZADERAS | <i>EXAMINAR ESTADO</i> | Verificar que no estén rotas, sueltas o defectuosas. Reemplazar en caso de ser necesario. | | | X | | |

Fuente: Elaboración propia.

c) Falta de auditoría interna

1. Procedimiento de auditoría interna

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

1. **OBJETIVO**

Garantizar la planeación, ejecución y seguimiento del proceso de auditorías internas a través de la elaboración y aplicación de programas y planes de auditoría, la elaboración del informe de auditoría interna y la identificación de áreas con oportunidades de mejora, con el fin de asegurar la aplicación y mejora continua del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

2. **ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable a todas las áreas de Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

3. **RESPONSABILIDADES**

El Gerente General es responsable de aprobar la propuesta del Programa de Auditorías Internas y la selección de los equipos auditores.

El equipo auditor es responsable de revisar la documentación de los procesos que van a auditar y preparar la Lista de Verificación, coordinar con los auditados el día y hora para ejecutar la auditoría, comunicar a los auditados sus resultados, y elaborar el Informe de auditoría interna realizada.

El auditado es responsable de atender a los auditores, investigar y determinar las causas que generaron las no conformidades, y proponer acciones correctivas o preventivas para eliminar la no conformidad o potencial no conformidad.

El Representante de la Dirección es responsable de gestionar el Plan de Auditorías Internas, gestionar que se difunda el Programa de Auditorías Internas, supervisar la ejecución de las auditorías internas, gestionar la evaluación del desempeño de los auditores internos, gestionar el seguimiento

| | | |
|---|---|---|
| Fecha (d/m/a): 17/01/2018 Elaborado Por: Representante de la Dirección  FIRMADA | Fecha (d/m/a): 17/01/2018 Revisado Por: Representante de la Dirección  FIRMADA | Fecha (d/m/a): 17/01/2018 Aprobado Por: Gerente General.  FIRMADA |
|---|---|---|

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

de las acciones correctivas y/o preventivas, y mantener informado a la Gerencia General sobre el estado y resultados de la auditoría.

4. DEFINICIONES

4.1 Auditoría interna:

Examen sistemático e independiente para determinar si las actividades y resultados referentes a la Gestión cumplen con las disposiciones preestablecidas y si éstas han sido implementadas de manera efectiva y son adecuadas para lograr los objetivos.

4.2 Programa de auditoría:

Conjunto de una o más auditorías planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico.

4.3 Plan de auditoría:

Descripción de las actividades y de los detalles acordados de una auditoría.

4.4 Criterios de auditoría:

Conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencias.

4.5 Evidencia de la auditoría:

Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.

NOTA:

- a) La evidencia de auditoría, puede ser cualitativa o cuantitativa.
- b) La evidencia de auditoría esta típicamente basada en entrevistas, evaluación de documentos, observación de actividades y sus condiciones, resultados existentes de mediciones y pruebas, u otros medios dentro del campo de aplicación de la auditoría.

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

Oportunidad de mejora:

Son situaciones que no representan incumplimiento pero pueden ser revisadas por la organización, cuando lo estime conveniente para mejorar la eficacia del proceso.

Conclusiones de la auditoría:

Resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría.

Equipo auditor:

Uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría.

Auditor:

Persona con la competencia suficiente para llevar a cabo una auditoría.

Auditor líder:

Persona con la competencia necesaria para conducir una auditoría.

Auditado:

Organización y/o área que es auditada.

Reunión de apertura:

Reunión entre el auditor líder, el equipo auditor y los auditados, con el propósito de revisar el alcance de los objetivos de la auditoría, confirmar la disponibilidad de los recursos e instalaciones necesarias para la misma, y aclarar detalles del plan de auditoría.

Reunión de Cierre:

Reunión entre el auditor líder, el equipo auditor y los auditados con el propósito de presentar los resultados de la auditoría y coordinar la elaboración de las Solicitudes de Acciones Correctivas (SAC).

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

4.6 Hallazgos de la auditoría:

Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría.

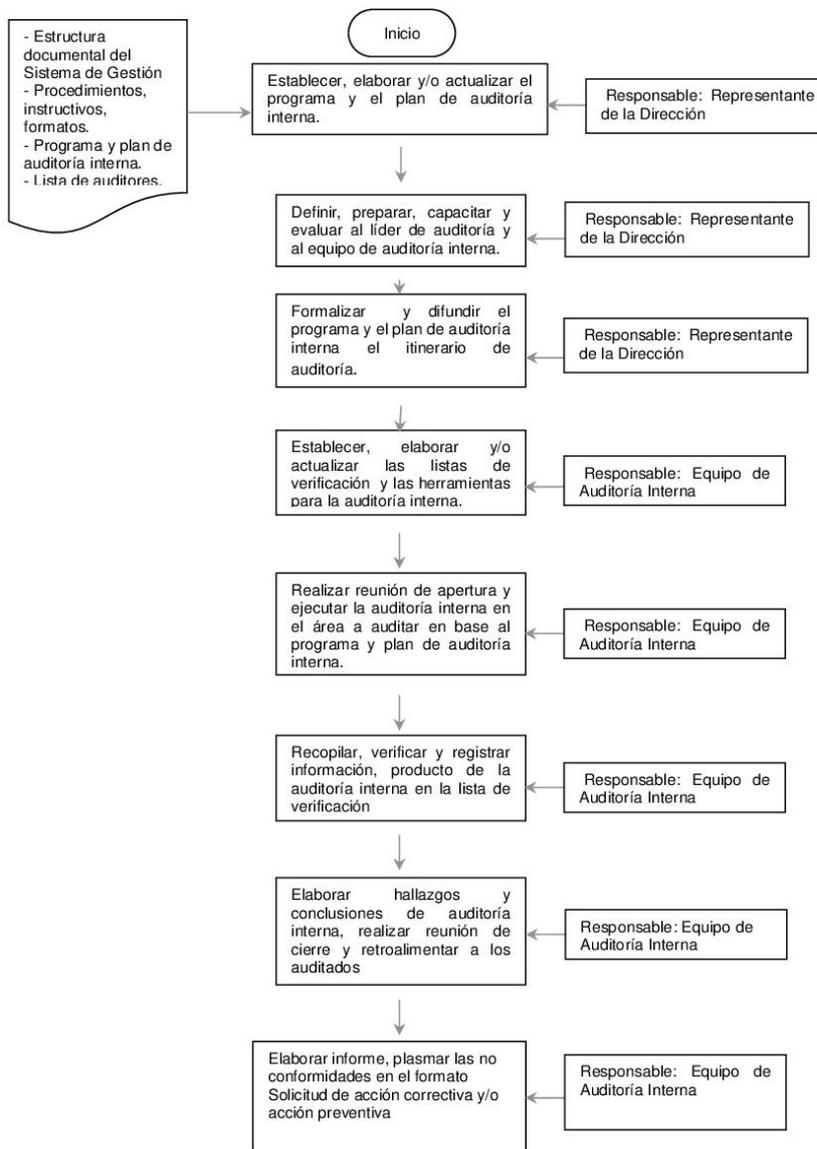
4.7 No conformidad mayor:

Incumplimiento de un requisito incluido en el criterio de la auditoría, pudiendo ser:

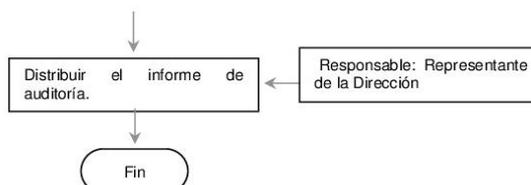
- Un incumplimiento total del sistema de gestión de la organización dirigido a un requisito específico de la norma.
- Un incumplimiento total, frecuente o determinado de un requisito específico incorporado por escrito dentro del sistema de gestión de

| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

5. DESCRIPCIÓN



| | | |
|--|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |



Establecer, elaborar y/o actualizar el programa y el plan de auditoría interna. El Representante de la Dirección establece, elabora y/o actualiza los programas y planes de auditoría interna en función a lo establecido en el Sistema de Gestión, programas y planes de auditoría interna e informes de auditorías realizadas.

Definir, preparar, capacitar y evaluar al líder de auditoría y al equipo de auditoría interna. El Representante de la Dirección define, prepara, capacita y evalúa al equipo de auditoría interna.

Formalizar y difundir el programa, el plan de auditoría interna y el itinerario de auditoría. El equipo de auditoría interna formaliza y difunde a todos los involucrados (auditores y auditados) los programas y planes de auditoría a ejecutar.

Establecer, elaborar y/o actualizar las listas de verificación y las herramientas para la auditoría interna. El equipo de auditoría interna, coordinado por el auditor líder, revisan, establecen, actualizan, preparan y/o elaboran las listas de verificación, herramientas y documentación de auditoría interna y asigna responsabilidades a cada miembro del equipo auditor.

Realizar reunión de apertura y ejecutar la auditoría interna en el área en base al programa y plan de auditoría interna. El equipo de auditoría interna, como parte del proceso de ejecución de auditorías internas, realizan la reunión de apertura con todas las áreas a ser

| | | |
|---|----------------------------|----------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLCAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO | Código : PAI-001 Versión : 01 |
| | Auditorías internas | |

auditadas en estricto apego a los programas y planes de auditorías establecidos.

Recopilar, verificar y registrar información producto de la auditoría interna en la lista de verificación. El equipo de auditoría interna es el responsable de recopilar, verificar y registrar toda la información y evidencia objetiva que demuestren el cumplimiento y el no cumplimiento de los requisitos en su lista de verificación.

Elaborar hallazgos y conclusiones de auditoría interna, realizar reunión de cierre y retroalimentar a los auditados. El equipo de auditoría interna registra y redacta los hallazgos encontrados durante la ejecución de las auditorías internas. Realizan la reunión de cierre con las áreas auditadas y retroalimentan de manera general a los auditados y los responsables de las áreas o procesos auditados

Elaborar informe, plasmar las no conformidades en el formato Solicitud de acción correctiva y/o acción preventiva. El auditor líder y el equipo auditor plasma en el formato Informe de Auditoría Interna, todas las no conformidades, observaciones y oportunidades de mejora. Luego cada no conformidad es plasmada en el formato CA-F-004 Solicitud de acción correctiva o preventiva para ser entregado (vía e-mail) a los auditados. **Distribuir el informe de auditoría.** Los informes finales de auditoría y las solicitudes de acciones correctivas o preventivas son enviados al Representante de la Dirección quien se encarga de registrarlos y distribuirlos (vía e-mail) a los auditados.

6. REGISTRO

AI-F-001 Cronograma Anual de Auditoría Interna

AI-F-002 Informe de Auditoría Interna

AI-F-003 Reporte de Inspección

AI-F-004 Lista de Verificación

2. Cronograma anual de Auditorías Internas

Mediante la Tabala N°41 se muestra el programa anual de auditoría interna, el cual está enfocado en mantener controladas las mejoras realizadas en esta investigación.

Tabla N° 41 Programa anual de auditoría interna

| PROGRAMA ANUAL AUDITORIA INTERNA | | | | |
|----------------------------------|------------|--|--------------|--------------------|
| MES | FECHA | TEMA | RESPONSABLES | |
| MAYO | 20/05/2018 | Tiempos de proceso, indicadores de eficiencia, eficacia y productividad | Supervisor | Jefe de Producción |
| | 27/05/2018 | Cumplimiento de procedimientos. | Supervisor | Jefe de Producción |
| AGOSTO | 18/08/2018 | Cumplimiento del plan de mantenimiento | Supervisor | Jefe de Producción |
| | 25/08/2018 | Calibración de equipos de medición e inspección | Supervisor | Jefe de Producción |
| NOVIEMBRE | 17/11/2018 | Cumplimiento de procedimientos. | Supervisor | Jefe de Producción |
| | 24/11/2018 | Cumplimiento del plan de capacitación | Supervisor | Jefe de Producción |
| FEBRERO | 16/02/2019 | Orden y limpieza, señalización, operatividad de los servicios, accesos, otros. | Supervisor | Jefe de Producción |
| | 23/02/2019 | Tiempos de proceso, indicadores de eficiencia, eficacia y productividad | Supervisor | Jefe de Producción |

Fuente: Elaboración propia.

3. Informe de Auditoría Interna

Tabla N° 42 Formato Informe de auditorías internas

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC | | INFORME DE AUDITORIAS INTERNAS | |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|
| PAG. 1 DE 1 | | | |
| FECHA DEL INFORME: | | PROCESO AUDITADO: | |
| FECHA DE LA AUDITORÍA: | | | |
| DEPENDENCIA AUDITADA: | | REPRESENTANTE DEPENDENCIA AUDITADA: | |
| ALCANCE DE LA AUDITORIA | | | |
| CRITERIOS DE AUDITORIA | | | |
| AUDITOR: | | | |
| BALANCE DE NO CONFORMIDADES | | | |
| NÚMERO DE NO CONFORMIDADES | NÚMERO DE NO OBSERVACIONES | NÚMERO DE NO CONFORMIDADES TOTALES | |
| | | | |
| CONCLUSIONES DE LA AUDITORIA: | | | |
| FORTALEZAS: | | | |
| OPORTUNIDADES DE MEJORA: | | | |
| FIRMA DE AUDITOR | | FIRMA DE AUDITADO | |

Fuente: Elaboración propia.

5. Lista de verificación

Tabla N° 44 . Formato de Lista de verificación de auditorías

| |
|---|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC |
| <u>LISTA DE VERIFICACION</u> |

| AREA AUDITADA: | | FECHA: | |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|-------------|
| AUDITOR: | | CARGO. | |
| PROCEDIMIENTOS A SER AUDITADOS: | | | |
| ITEM | PARRAFO DEL PROCEDIMIENTO | VERIFICACION | COMENTARIOS |
| | | | |

FIRMA DEL AUDITOR

Fuente: Elaboración propia.

d) Trabajo no estandarizado

1. Estandarización de materiales

Cumplir de manera estricta sobre los requerimientos que se solicitan en el área, este punto se realiza homogenizando todos los insumos y herramientas que se utilizan diariamente en el proceso de granallado.

Se presenta a continuación las fichas de lo señalado:

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | |
|---|---|
| FICHA DE DATOS DE HERRAMIENTAS | |
| HERRAMIENTA: | Escobillones |
| DESCRIPCIÓN | |
|  | Escobillón de soporte de madera Cerdas de Nylon para trabajo Pesado Longitud: 1m Cantidad de pedido: 03 und. Periodo de pedido: Mensual |

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | |
|---|---|
| FICHA DE DATOS DE HERRAMIENTAS | |
| HERRAMIENTA: | Jaladores de Metal |
| DESCRIPCIÓN | |
|  | Jalador de metal Para trabajo pesado Longitud: 0.9m Cantidad de pedido: 03 und. Periodo de pedido: Trimestral |

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | |
|---|---|
| FICHA DE DATOS DE HERRAMIENTAS | |
| HERRAMIENTA: | Escobas de paja |
| DESCRIPCIÓN | |
|  | <p>Escoba Industrial de Paja para trabajo pesado Material: madera y paja Mango de 3cm de diámetro Para trabajo pesado Medida 1.50mx0.20m Convencionales Cantidad de pedido: 04 und. Periodo de pedido: Mensual</p> |

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | |
|---|--|
| FICHA DE DATOS DE HERRAMIENTAS | |
| HERRAMIENTA: | Pala |
| DESCRIPCIÓN | |
|  | <p>Pala de metal Longitud: 1.30m Ancho: 265mm Peso: 1.90m Indispensable: Tener mango. Cantidad de pedido: 03 Unidades Periodo de pedido: Anual</p> |

Con la implementación de estas fichas, los productos que solicite el área de compras siempre deberán cumplir con los estándares solicitados. De esta manera, se elimina también el abastecimiento no conforme de herramientas manuales.

2. Estandarización de trabajo

Se realizó el procedimiento de granallado para que todos los trabajadores puedan cumplir su trabajo de manera uniforme.

| | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | | | |
| | Fecha de Vigencia: 23/01/2018 | Versión N°: 1 | Código: TMP-PDG-011 | Página: Página 1 de 5 |
| Aplicable a: ÁREA DE GRANALLADO | | | | |

1. OBJETIVO Y ALCANCE

- 1.1** Describir las actividades que se realizan para la preparación de las superficies a pintar, como la limpieza y el granallado de las piezas. Así mismo, se incluye las actividades de verificación que se realizan para confirmar la efectividad de la preparación de superficie.

2. DOCUMENTOS A CONSULTAR.

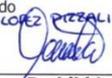
- 2.1** Especificación de Pintura
2.2 FIMA-PDC-IN-010 Ejecución de Trabajos en Pintura
2.3 FIMA-PDC-FT-009 Mediciones Atmosféricas para preparación de superficie y aplicación de pintura
2.4 Planos
2.5 Normas de referencia: Preparación de Superficie SSPC / NACE
 SSPS SP5 – NACE 1
 SSPC SP10 – NACE 2
 SSPC SP6 – NACE 3
2.6 SSPC-VIS 1 Guía y Fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas
2.7 Normas referencia: Preparación de Superficie ASTM ASTM D4285
2.8 ASTM 4417 Method C ASTM337 B

3. RESPONSABILIDADES

- 3.1 Gerente de Producción:** Es responsable de la aprobación de la presente instrucción.
3.2 Jefe de Área de Granallado: Es responsable de la emisión, difusión, cumplir y hacer cumplir el presente documento y mantenerlo actualizado.
 Es el responsable de transmitir las directrices indicadas en este documento a los operarios.
3.3 Inspector de Control de Calidad (QC): Realizar y verificar las mediciones, así como el registro de los datos obtenidos en los formatos correspondientes. Ver Registro / Anexo.
3.4 Top Coating Individual: Es responsable de determinación de los requisitos de inspección y aceptación, supervisar actividades y disponer las no conformidades. (Enviado por el cliente y/o proveedor de pintura)

4. DESARROLLO

- 4.1. Verificación de estado de material**
4.1.1. Todas las piezas recibidas de una determinada orden son inspeccionadas visualmente por el Supervisor de granallado para determinar el grado de limpieza que será requerido ejecutar según el procedimiento indicado del proyecto.
4.1.2. El Supervisor de granallado o el Granallador deberán revisar el material, en caso de encontrarse restos de grasa o aceite en las piezas, se procederá a realizar una limpieza previa según SSPC SP1 o rechazar el material (esta indicación se encuentra en las cotizaciones).

| | | |
|--|--|--|
| Elaborado por: Jefe de Área de Granallado PAMELA COPEZ PREZALI  | Revisado por: Gerente de producción  | Aprobado por: Gerente de Producción  |
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. Prohibida su reproducción sin autorización de las transformaciones Metálicas Pro S.A.C. | | |

| | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | | | |
| | Fecha de Vigencia: 23/01/2018 | Versión N°: 1 | Código: TMP-PDG-011 | Página: Página 2 de 5 |
| Aplicable a: ÁREA DE GRANALLADO | | | | |

4.1.3. Las estructuras deben llegar al área de granallado libre de restos de soldadura, bordes y aletas afiladas, salpicadura de soldadura, etc; caso contrario se rechazará el material o se procederá a limpiar las piezas con herramienta manual mecánica (utilizando cinceles) o motriz (utilizando esmeriles) según SSPC SP3 previa coordinación de los costos.

4.2. Programación Diaria

El jefe del área procede con la entrega de la programación diaria al inicio de cada, esta programación debe ser ejecutada según el orden establecido debido a que todo tiene un orden en el flujo de la producción y una prioridad que cumplir. Esta programación se le entrega al Granallador, quien será el responsable del cumplimiento de la misma, en el tiempo programado.

4.3. Granallado

Las piezas ingresan a la cabina en un carrito de transporte, los operarios del área de granallado son responsables de: traslado del carrito hacia el interior de la cabina, descargar el material sobre los caballetes o directamente al piso (según la geometría del elemento y la comodidad del Granallador) y retirar el carrito. Asimismo, cuando se deba sacar el material se deben realizar las operaciones en simultáneo, es decir que se retira el carrito con estructuras y al mismo tiempo ingresa otro carrito con material a procesar.

Luego de dejar el material en el interior de la cabina, el granallador debe encontrarse preparado para que inmediatamente se proceda con el granallado.

Dentro de la cabina (a puerta cerrada), el Granallador debe activar el sistema "hombre muerto" para dar apertura al flujo de aire que permitirá que las partículas de abrasivo (granalla) impacten sobre el acero y retiren el óxido del elemento. Primero se debe granallar toda la cara de un lote del tamaño de 20m², esta información se encuentra en la Programación Diaria.

Luego se procede a voltear las estructuras con una herramienta que hace palanca entre el suelo y la estructura.

Finalmente se debe granallar la cara posterior que aún no ha sido procesada, para este momento la granalla ya es insuficiente y se debe dar término al proceso.

4.4. Tiempo de preparación (Barrido de la granalla en la Cabina)

El término del proceso de granallado es anunciado cuando se escucha que el ruido del aire a presión ha concluido. En ese momento los operarios deben aproximarse a la cabina con sus EPP'S, mientras se espera la disminución del polvo. Se procede con la apertura de las puertas de la cabina de granallado e ingresan los operarios para iniciar con:

- a) Barrido frontal: Los operarios deben realizar el barrido de la parte frontal de la cabina para que puedan ingresar y salir los carritos para la carga y descarga del material
- b) Barrido total: Se procede al barrido total de la cabina con escobillones y escobas de paja. En primer lugar se lleva todo el abrasivo hacia un punto cercado al elevador de granalla. Luego se traslada la granalla con los jaladores de metal para posteriormente realizar el llenado del

Prohibida su reproducción sin autorización de Transformaciones Metálicas Pro SAC

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

| | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | | | |
| | Fecha de Vigencia: 23/01/2018 | Versión N°: 1 | Código: TMP-PDG-011 | Página: Página 3 de 5 |
| Aplicable a: ÁREA DE GRANALLADO | | | | |

elevador por pedio de lampas. Paralelamente el granallador debe ir llenando la tolva con la granalla que sale del elevador de granalla.

4.5. Condiciones Ambientales

4.5.1. Para el inicio del proceso de preparación de superficie se debe tener la siguiente consideración:

- a) H.R <85%
- b) ΔTSUP-TROCIO >3°C
- c) Condiciones ambientales según norma según norma E ASTM337 B.

4.6. Granallado de las piezas

4.6.1. Para el inicio del proceso de preparación de superficie se debe tener las siguiente consideraciones:

- a) Evaluación de la granalla según SSPCAB1
 - b) Método de evaluación del aire en compresora según ASTM D4285
- Estas pruebas se llevan a cargo del proveedor de pintura.

Actualmente se trabaja con grados de preparación de superficie, los cuales son: SSPC-SP5 Granallado Grado al Blanco, SSPC-SP6 Granallado Grado Comercial y SSPC-SP10 Granallado Cercano al Blanco. El grado de limpieza es revisado usando el estándar visual **SSPC-VIS 1 Guía y Fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas con chorro abrasivo.**

El Granallado al Blanco SSPC-SP5 es aquel que visto sin magnificar, el área debe estar libre de mil scale, sombras de óxido, grasa, aceite, polvo, suciedad, moho, pintura, etc.

El Granallado Comercial SSPC-SP6 es aquel que visto sin magnificar, el área debe estar libre de toda grasa, aceite, polvo, suciedad, moho, pintura, óxido, corrosión, etc. Sombras aleatorias deben estar limitadas a no más de 33% por cada 9 pulg² (58.1 cm²) y deben consistir solo en sombras tenues o decoloraciones menores causadas por manchas de óxido, manchas de residuos de fundición, o manchas de aplicaciones (pintura) previamente realizadas.

El Granallado Casi Blanco SSPC-SP10 es aquel que visto sin magnificar, el área debe estar libre de toda grasa, aceite, polvo, suciedad, moho, pintura, óxido, corrosión, etc. Sombras aleatorias deben estar limitadas a no más de 5% por cada 9 pulg² (58.1 cm²) y deben consistir solo en sombras tenues, rayado ligero o decoloraciones menores causadas por manchas de óxido, manchas de residuos de fundición, o manchas de aplicaciones (pintura) previamente realizadas.

4.6.2. Para los tres casos se aceptan variaciones de apariencia que no afectan la limpieza de las líneas en la superficie preparada; algunas de estas variaciones son causadas por el tipo de acero, la condición original de la superficie, el grosor del acero, el metal soldado, las marcas de fabricación o fundición, el tratamiento térmico, las zonas afectadas por el calor, etc.

Prohibida su reproducción sin autorización de Transformaciones Metálicas Pro SAC

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | | | |
|---|---|-------------|---------------|---------|
| | Fecha de Vigencia: | Versión N°: | Código: | Página: |
| 23/01/2018 | 1 | TMP-PDG-011 | Página 4 de 5 | |
| Aplicable a: ÁREA DE GRANALLADO | | | | |

4.6.3. Como se tiene especificados los tipos de pintura (base y acabado) a aplicar, la rugosidad de la superficie debe ser apta para el sistema de pintura especificado. Para ello se evalúa el Perfil de Rugosidad de las piezas granalladas. Así mismo, antes de aplicar la pintura, la superficie debe cumplir con el grado de limpieza especificado en el plano.

4.7. Evaluación del Perfil de Rugosidad

Esta evaluación se realiza utilizando Cintas réplicas *y Micrómetro*, según ASTM D4417 método C.

4.8. Evaluación del Grado de Limpieza

Esta evaluación se realiza utilizando el estándar visual **SSPC-VIS 1 Guía (Fotografías de Referencia para Superficies de Acero Preparadas con chorro abrasivo)**.

4.8.1. Seleccionar la fotografía de la condición inicial de la superficie correspondiente (A, B, C o D) que represente de forma más cercana la apariencia de las piezas (metal) a ser granalladas.

4.8.2. Determinar el grado de granallado que se requiere: SSPC-SP5, SSPC-SP6 o SSPC-SP10.

Tabla 1

| Tipo de Granallado | Condición Inicial de la Superficie | | | |
|-----------------------|--|-------------------------------|------------|--------------------------|
| | 100% de escamas de laminación | Escamas de laminación y Óxido | 100% Óxido | 100% Óxido con picaduras |
| | A | B | C | D |
| Comercial SSPC-SP6 | 1* | B SP 6 | C SP 6 | D SP 6 |
| Casi Blanco SSPC-SP10 | A SP 10 | B SP 10 | C SP 10 | D SP 10 |
| Blanco SSPC-SP5 | A SP 5-N1 A SP 5-N2 A SP 5-N3 A SP 5-M1 A SP 5-M2 A SP 5-M3 | B SP 5 | C SP 5 | D SP 5 |

1* No hay fotografía disponible debido a que la condición normalmente no puede lograrse cuando se remueven los restos de escamas de laminación.

4.8.3. Usar la Tabla 1 para determinar cuál de las fotografías muestra la superficie granallada. Por ejemplo: si el grado inicial de rugosidad es "C" y el tipo de granallado requerido es el comercial (SSPC-SP6), entonces se debe utilizar la fotografía C SP 6.

4.8.4. Comparar la pieza granallada con la fotografía seleccionada para evaluar el grado de granallado obtenido. Se debe tener en cuenta que la superficie de las piezas pueden presentar variaciones de textura, color, tono, matiz, escamas, agujeros, etc., al momento de realizar las comparaciones con las fotografías de referencia.

Prohibida su reproducción sin autorización de Transformaciones Metálicas Pro SAC

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

| | | | | |
|--|--|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIES | | | |
| | Fecha de Vigencia: 23/01/2018 | Versión N°: 1 | Código: TMP-PDG-011 | Página: Página 5 de 5 |
| Aplicable a: ÁREA DE GRANALLADO | | | | |

5. REGISTROS / ANEXOS

Los registros generados en la aplicación de este *instructivo* (Copia impresa o en medios electrónicos) son:

- 5.1** Mediciones Atmosféricas para preparación de superficie y aplicación de pintura
- 5.2** Como opción se permite el uso de formatos de cliente previa revisión y acuerdo de las partes. Para el caso del uso de equipos especiales, se aprobará su uso presentando sus certificados de calibración a fin de validar los test de medición.

Prohibida su reproducción sin autorización de Transformaciones Metálicas Pro SAC

COPIA IMPRESA NO CONTROLADA

Tabla N° 46 Registro de toma de tiempos – Post Test

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| REGISTRO DE TOMA DE TIEMPO DE GRANALLADO (Minutos) - MAYO 2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES | DÍA 5 | | | | | DÍA 6 | | | | | DÍA 7 | | | | | DÍA 8 | | | | | DIA 9 | | | | | DIA 10 | | | DÍA 11 | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| Granallado de mitad de pieza | 19.59 | 20.01 | 20.48 | 19.66 | 19.99 | 19.95 | 19.96 | 20.65 | 19.60 | 19.81 | 19.61 | 20.04 | 20.42 | 19.72 | 19.69 | 19.76 | 20.30 | 19.70 | 20.71 | 19.89 | 19.89 | 20.33 | 19.83 | 19.67 | 19.96 | 19.84 | 19.79 | 20.44 | 20.51 | 19.97 | 20.71 | 20.32 | 19.62 |
| Voltear material | 5.96 | 6.09 | 6.23 | 5.98 | 6.08 | 6.07 | 6.07 | 6.28 | 5.96 | 6.02 | 5.97 | 6.09 | 6.21 | 6.00 | 5.99 | 6.01 | 6.18 | 5.99 | 6.30 | 6.05 | 6.05 | 6.18 | 6.03 | 5.98 | 6.07 | 6.04 | 6.02 | 6.22 | 6.24 | 6.08 | 6.30 | 6.18 | 5.97 |
| Granallado de mitad de pieza | 19.59 | 20.01 | 20.48 | 19.66 | 19.99 | 19.95 | 19.96 | 20.65 | 19.60 | 19.81 | 19.61 | 20.04 | 20.42 | 19.72 | 19.69 | 19.76 | 20.30 | 19.70 | 20.71 | 19.89 | 19.89 | 20.33 | 19.83 | 19.67 | 19.96 | 19.84 | 19.79 | 20.44 | 20.51 | 19.97 | 20.71 | 20.32 | 19.62 |
| Espera disminución de polvo | 1.74 | 1.78 | 1.70 | 1.77 | 1.70 | 1.75 | 1.74 | 1.77 | 1.76 | 1.76 | 1.70 | 1.78 | 1.77 | 1.70 | 1.73 | 1.69 | 1.70 | 1.75 | 1.80 | 1.73 | 1.80 | 1.74 | 1.77 | 1.76 | 1.77 | 1.70 | 1.70 | 1.80 | 1.80 | 1.74 | 1.75 | 1.77 | 1.77 |
| Barrido frontal de la cabina | 3.64 | 3.73 | 3.56 | 3.72 | 3.56 | 3.68 | 3.65 | 3.72 | 3.70 | 3.70 | 3.56 | 3.73 | 3.71 | 3.56 | 3.64 | 3.55 | 3.57 | 3.68 | 3.77 | 3.63 | 3.79 | 3.66 | 3.71 | 3.70 | 3.72 | 3.56 | 3.57 | 3.78 | 3.77 | 3.65 | 3.67 | 3.71 | 3.72 |
| Ingreso de carrito | 1.95 | 2.00 | 1.90 | 1.99 | 1.90 | 1.97 | 1.95 | 1.99 | 1.98 | 1.98 | 1.90 | 2.00 | 1.99 | 1.91 | 1.95 | 1.90 | 1.91 | 1.97 | 2.02 | 1.94 | 2.03 | 1.96 | 1.99 | 1.98 | 1.99 | 1.90 | 1.91 | 2.02 | 2.02 | 1.96 | 1.97 | 1.98 | 1.99 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.44 | 7.62 | 7.27 | 7.59 | 7.27 | 7.52 | 7.45 | 7.60 | 7.56 | 7.56 | 7.27 | 7.63 | 7.58 | 7.28 | 7.43 | 7.26 | 7.29 | 7.51 | 7.70 | 7.42 | 7.74 | 7.47 | 7.59 | 7.56 | 7.59 | 7.27 | 7.29 | 7.72 | 7.71 | 7.47 | 7.50 | 7.58 | 7.60 |
| Salida de carrito con elementos granallados/ Ingreso de carrito con material por granallar | 3.97 | 4.07 | 3.88 | 4.05 | 3.88 | 4.01 | 3.98 | 4.05 | 4.03 | 4.03 | 3.88 | 4.07 | 4.04 | 3.88 | 3.96 | 3.87 | 3.89 | 4.01 | 4.11 | 3.96 | 4.13 | 3.98 | 4.05 | 4.03 | 4.05 | 3.87 | 3.89 | 4.12 | 4.11 | 3.98 | 4.00 | 4.04 | 4.05 |
| Descarga de material | 6.30 | 6.45 | 6.15 | 6.43 | 6.15 | 6.37 | 6.31 | 6.43 | 6.40 | 6.40 | 6.16 | 6.46 | 6.42 | 6.16 | 6.29 | 6.15 | 6.17 | 6.36 | 6.52 | 6.28 | 6.55 | 6.33 | 6.43 | 6.40 | 6.43 | 6.15 | 6.17 | 6.53 | 6.53 | 6.32 | 6.35 | 6.41 | 6.43 |
| Salida de carrito | 1.88 | 1.92 | 1.83 | 1.92 | 1.83 | 1.90 | 1.88 | 1.92 | 1.91 | 1.91 | 1.84 | 1.93 | 1.91 | 1.84 | 1.87 | 1.83 | 1.84 | 1.90 | 1.94 | 1.87 | 1.95 | 1.89 | 1.91 | 1.91 | 1.92 | 1.83 | 1.84 | 1.95 | 1.95 | 1.88 | 1.89 | 1.91 | 1.92 |
| Barrido total de cabina | 9.43 | 9.67 | 9.22 | 9.63 | 9.22 | 9.53 | 9.45 | 9.63 | 9.59 | 9.59 | 9.22 | 9.68 | 9.62 | 9.23 | 9.42 | 9.21 | 9.25 | 9.52 | 9.77 | 9.41 | 9.81 | 9.47 | 9.62 | 9.59 | 9.63 | 9.21 | 9.24 | 9.79 | 9.77 | 9.47 | 9.52 | 9.61 | 9.64 |
| Llenado de elevador y tolva | 4.81 | 4.93 | 4.70 | 4.91 | 4.70 | 4.86 | 4.82 | 4.91 | 4.89 | 4.89 | 4.70 | 4.93 | 4.90 | 4.71 | 4.80 | 4.69 | 4.72 | 4.86 | 4.98 | 4.80 | 5.00 | 4.83 | 4.91 | 4.89 | 4.91 | 4.70 | 4.71 | 4.99 | 4.98 | 4.83 | 4.85 | 4.90 | 4.91 |
| | 86.28 | 88.28 | 87.40 | 87.31 | 86.27 | 87.56 | 87.22 | 89.60 | 86.99 | 87.48 | 85.42 | 88.38 | 89.00 | 85.69 | 86.46 | 85.70 | 87.12 | 86.94 | 90.31 | 86.87 | 88.62 | 88.18 | 87.67 | 87.14 | 87.98 | 85.91 | 85.89 | 89.78 | 89.90 | 87.33 | 89.24 | 88.73 | 87.25 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 47 Cálculo del Número de observaciones

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | |
|---|--|------------|--------------|---|
| CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES - PROCESO DE GRANALLADO | | | | |
| Realizado por: Pamela Lopez | | | ETAPA: | POST-TEST |
| | | | PERIODO: | MAYO 2018 |
| ITEM | ACTIVIDAD | Σx | Σx^2 | $n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$ |
| 1 | Granallado de mitad de pieza | 665.98 | 13453.26 | 4 |
| 2 | Voltear material | 200.88 | 1223.21 | 5 |
| 3 | Granallado de mitad de pieza | 660.42 | 13220.68 | 5 |
| 4 | Espera disminución de polvo | 57.71 | 100.97 | 12 |
| 5 | Barrido frontal de la cabina | 121.03 | 444.08 | 5 |
| 6 | Ingreso de carrito | 64.77 | 127.19 | 10 |
| 7 | Mover material de caballete a carrito | 247.34 | 1854.60 | 7 |
| 8 | Salida de carrito con elementos granallados/ Ingreso de carrito con material por granallar | 131.92 | 527.53 | 9 |
| 9 | Descarga de material | 209.42 | 1329.46 | 6 |
| 10 | Salida de carrito | 62.41 | 118.07 | 15 |
| 11 | Barrido total de cabina | 313.63 | 2981.87 | 4 |
| 12 | Llenado de elevador y tolva | 159.95 | 775.55 | 8 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 48 Cálculo del tiempo promedio

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|-------|
| CÁLCULO DE TIEMPO PROMEDIO DE ACTIVIDADES DE GRANALLADO (Minutos) - MAYO 2018 | | | | | | | | | | | | | | | Tiempo Promedio | |
| Actividades | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | 15 |
| Granallado de mitad de pieza | 20.43 | 19.96 | 20.10 | 20.01 | | | | | | | | | | | | 20.12 |
| Voltear material | 6.28 | 6.02 | 6.09 | 6.21 | 5.99 | | | | | | | | | | | 6.12 |
| Granallado de mitad de pieza | 20.65 | 20.04 | 20.08 | 20.15 | 19.96 | | | | | | | | | | | 20.17 |
| Espera disminución de polvo | 1.77 | 1.76 | 1.76 | 1.70 | 1.78 | 1.77 | 1.70 | 1.73 | 1.69 | 1.70 | 1.75 | 1.76 | | | | 1.74 |
| Barrido frontal de la cabina | 3.72 | 3.70 | 3.70 | 3.56 | 3.73 | | | | | | | | | | | 3.68 |
| Ingreso de carrito | 1.99 | 1.98 | 1.98 | 1.90 | 2.00 | 1.99 | 1.91 | 1.95 | 1.90 | 1.91 | | | | | | 1.95 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.60 | 7.56 | 7.56 | 7.27 | 7.63 | 7.58 | 7.28 | | | | | | | | | 7.50 |
| Salida de carrito con elementos granallados/ Ingreso de carrito con material por granallar | 4.05 | 4.03 | 4.03 | 3.88 | 4.07 | 4.04 | 3.88 | 3.96 | 3.87 | | | | | | | 3.98 |
| Descarga de material | 6.43 | 6.40 | 6.40 | 6.16 | 6.46 | 6.42 | | | | | | | | | | 6.38 |
| Salida de carrito | 1.92 | 1.91 | 1.91 | 1.84 | 1.93 | 1.91 | 1.84 | 1.87 | 1.83 | 1.84 | 1.90 | 1.91 | 1.92 | 1.83 | 1.84 | 1.88 |
| Barrido total de cabina | 9.63 | 9.59 | 9.59 | 9.22 | | | | | | | | | | | | 9.51 |
| Llenado de elevador y tolva | 4.91 | 4.89 | 4.89 | 4.75 | 4.93 | 4.90 | 4.71 | 4.80 | | | | | | | | 4.85 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 49 Cálculo del Tiempo Normal

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | |
|--|-------|--------------|----------|--------------|---------|-----------|--------------|---------------|
| CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL DEL PROCESO DE GRANALLADO | | | | | | | | |
| Elaborado por: | | Pamela Lopez | | Etapa: | | POST-TEST | | |
| | | | | Periodo: | | MAYO 2018 | | |
| ACTIVIDAD | To | VALORACIÓN | | | | | Σ | TIEMPO NORMAL |
| | | HABILIDAD | ESFUERZO | CONSISTENCIA | ENTORNO | | | |
| Granallado de mitad de pieza | 20.12 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 19.95 | |
| Voltear material | 6.12 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 5.91 | |
| Granallado de mitad de pieza | 20.17 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 19.96 | |
| Espera disminución de polvo | 1.74 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 1.53 | |
| Barrido frontal de la cabina | 3.68 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 3.51 | |
| Ingreso de carrito | 1.95 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 1.78 | |
| Mover material de caballete a carrito | 7.50 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.03 | -0.17 | 7.33 | |
| Elementos granallados/ Ingreso de carrito con | 3.98 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 3.77 | |
| Descarga de material | 6.38 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 6.17 | |
| Salida de carrito | 1.88 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 1.67 | |
| Barrido total de cabina | 9.51 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 9.30 | |
| Llenado de elevador y tolva | 4.85 | 0 | -0.12 | -0.02 | -0.07 | -0.21 | 4.64 | |
| Tiempo total (minutos)= | | | | | | | 85.53 | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50 Cálculo del Tiempo Estándar

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------------|---|-----------|----|-----------|----|----|----|----|----|--------------|---|-----------------|-------|-------|
| CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL DEL PROCESO DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | | Pamela Lopez | | Etapa: | | POST-TEST | | | | | | | | | | |
| | | | | Periodo: | | MAYO 2018 | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD | TIEMPO NORMAL | SUPLEMENTOS | | | | | | | | | | | Σ | TIEMPO ESTÁNDAR | | |
| | | CONSTANTES | | VARIABLES | | | | | | | | | | | | |
| | | NP | F | TP | PA | IP | IL | CA | TV | TA | TM | MM | | | MF | |
| Granallado de mitad de pieza | 19.95 | | | | | | | | | | | | 4 | 0.04 | 20.75 | |
| Voltear material | 5.91 | | 4 | 2 | | | | | | 2 | | | | 4 | 0.17 | 6.91 |
| Granallado de mitad de pieza | 19.96 | | 4 | | | 9 | 2 | | | | | | 5 | 4 | 0.24 | 24.76 |
| Espera disminución de polvo | 1.53 | | 4 | 2 | | | | | | 2 | | | | 4 | 0.17 | 1.79 |
| Barrido frontal de la cabina | 3.51 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.04 | 3.65 |
| Ingreso de carrito | 1.78 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.04 | 1.85 |
| Mover material de caballete a carrito | 7.33 | | | | | | | | | | | | | 4 | 0.04 | 7.62 |
| Salida de carrito con elementos granallados/ Ingreso de carrito con material por granallar | 3.77 | | 4 | | | | | 2 | | | | | | 4 | 0.1 | 4.15 |
| Descarga de material | 6.17 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | 0.08 | 6.66 |
| Salida de carrito | 1.67 | | 4 | | | 3 | | | | | | | | 4 | 0.11 | 1.85 |
| Barrido total de cabina | 9.30 | | 4 | | | | | | | | | | | 4 | 0.08 | 10.04 |
| Llenado de elevador y tolva | 4.64 | | 4 | | | | 2 | | | | | | | 4 | 0.1 | 5.10 |
| TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL: | | | | | | | | | | | | 95.15 | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

El Tiempo Estándar del proceso de granallado después de la implementación es de 95.15 minutos.

e) Capacidad instalada Post - Test

Se consideró aplicar la siguiente fórmula para el cálculo de la capacidad instalada:

$$\text{Capacidad instalada Teórica} = \frac{(\text{Producción por Ciclo}) \times (\text{Tiempo de la Jornada})}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla N° 51 Capacidad Instalada Teórica Lunes a Viernes (POST-TEST)

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| TIEMPO DE LA JORNADA | TIEMPO ESTÁNDAR | PRODUCCIÓN POR CICLO | CAPACIDAD INSTALADA TEÓRICA |
| 480 minutos | 95.15 minutos | 20m ² | 100.89m ² |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 52 Capacidad Instalada Teórica Sábados (POST-TEST)

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| TIEMPO DE LA JORNADA | TIEMPO ESTÁNDAR | PRODUCCIÓN POR CICLO | CAPACIDAD INSTALADA TEÓRICA |
| 300 minutos | 95.15 minutos | 20m ² | 63.06m ² |

Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas 51 y 52 se puede identificar que la capacidad instalada teórica es de 100.89m² y 63.06m² tanto para la producción de la jornada de 8 horas (lunes a viernes) y la de 5 horas (sábados), respectivamente.

Para el cálculo de la capacidad instalada efectiva se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad instalada Efectiva} = \text{Capacidad Instalada Teórica} \times \text{Factor de Valoración}$$

Tabla N° 53 Capacidad Instalada Efectiva Lunes a Viernes (POST-TEST)

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | |
|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| CAPACIDAD INSTALADA (TEÓRICA) | FACTOR DE VALORACIÓN | CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA |
| 100.89m ² | 90% | 90.80m ² |

Fuente:

Elaboración Propia

Tabla N° 54 Capacidad Instalada Efectiva Sábados (POST-TEST)

| CAPACIDAD INSTALADA (PRE-TEST) | | |
|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| CAPACIDAD INSTALADA (TEÓRICA) | FACTOR DE VALORACIÓN | CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA |
| 63.06m ² | 90% | 56.75m ² |

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, según se aprecia, en las Tablas 53 y 54, la capacidad instalada efectiva resultó 90.80m² de lunes a viernes y 56.75m² para los días sábados.



Figura N° 30 Tiempo Estándar antes y después

Fuente: Elaboración propia

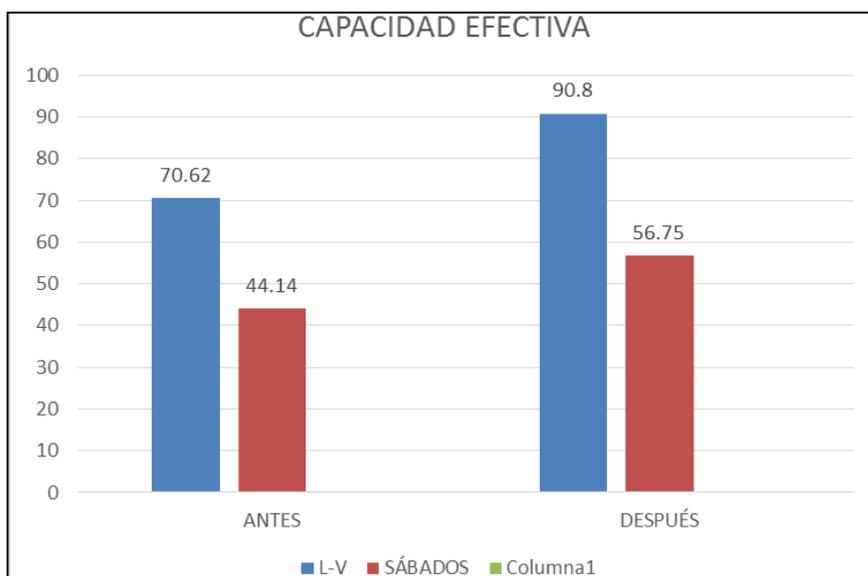


Figura N° 31 Capacidad efectiva antes y después

Fuente: Elaboración propia

DAP ANTES Y DESPUÉS

| CURSOGRAMA ANALÍTICO | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|-------|--------------|--------|---|---------------|
| N°: 01 | | Resumen | | | | | |
| Área: Granallado | | Actividad | Cant. | Tiempo | | | |
| | | Operación | ● | 8 | 89.49 | | |
| | | Inspección | ■ | 0 | 0.00 | | |
| Operarios: 05 | | Espera | ▢ | 1 | 2.03 | | |
| | | Transporte | ➔ | 7 | 30.83 | | |
| | | Almacenamiento | ▼ | 0 | 0 | | |
| | | TOTAL | | 16 | 122.34 | | |
| Método: | | Elaborado por: | | Pamela Lopez | Firma: | | |
| Actual.....X <input type="checkbox"/> | | Fecha: | | 16/12/2018 | | | |
| Propuesto..... <input type="checkbox"/> | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Tiempo (minutos) | Actividad | | | | | OBSERVACIONES |
| | | ● | ■ | ▢ | ➔ | ▼ | |
| Presurizar tolva | 1.84 | ● | | | | | |
| Granallado de mitad de pieza | 26.45 | ● | | | | | |
| Voltear material | 8.75 | ● | | | | | |
| Granallado de mitad de pieza | 26.48 | ● | | | | | |
| Traslado hacia la tolva | 4.06 | | | | | ● | |
| Despresurización de tolva | 1.83 | ● | | | | | |
| Espera disminución de polvo | 2.03 | | | | | ● | |
| Barrido frontal de la cabina | 4.41 | ● | | | | | |
| Ingreso de carrito | 1.89 | | | | | ● | |
| Mover material de caballete a carrito | 8.34 | | | | | ● | |
| Retirar material | 4.25 | | | | | ● | |
| Barrido total de cabina | 11.76 | ● | | | | | |
| Llenado de elevador y tolva | 7.97 | ● | | | | | |
| Ingreso de carrito | 2.25 | | | | | ● | |
| Descarga de material | 8.29 | | | | | ● | |
| Salida de carrito | 1.75 | | | | | ● | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 122.34 | 8 | 0 | 1 | 7 | | |

| CURSOGRAMA ANALÍTICO | | | | | | | |
|---|------------------|----------------|-------|--------------|--------|---|---------------|
| N°: 01 | | Resumen | | | | | |
| Área: Granallado | | Actividad | Cant. | Tiempo | | | |
| | | Operación | ● | 6 | 71.22 | | |
| | | Inspección | ■ | 0 | 0.00 | | |
| Operarios: 05 | | Espera | ▢ | 1 | 1.79 | | |
| | | Transporte | ➔ | 5 | 22.14 | | |
| | | Almacenamiento | ▼ | 0 | 0 | | |
| | | TOTAL | | 12 | 95.15 | | |
| Método: | | Elaborado por: | | Pamela Lopez | Firma: | | |
| Actual.....X <input type="checkbox"/> | | Fecha: | | 12/05/2018 | | | |
| Propuesto..... <input type="checkbox"/> | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Tiempo (minutos) | Actividad | | | | | OBSERVACIONES |
| | | ● | ■ | ▢ | ➔ | ▼ | |
| Granallado de mitad de pieza | 20.75 | ● | | | | | |
| Voltear material | 6.91 | ● | | | | | |
| Granallado de mitad de pieza | 24.76 | ● | | | | | |
| Espera disminución de polvo | 1.79 | | | | | ● | |
| Barrido frontal de la cabina | 3.65 | ● | | | | | |
| Ingreso de carrito | 1.85 | | | | | ● | |
| Mover material de caballete a carrito | 7.62 | | | | | ● | |
| Salida de carrito con elementos granallados/ Ingreso de carrito con material por granallar | 4.15 | | | | | ● | |
| Descarga de material | 6.66 | | | | | ● | |
| Salida de carrito | 1.85 | | | | | ● | |
| Barrido total de cabina | 10.04 | ● | | | | | |
| Llenado de elevador y tolva | 5.10 | ● | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 95.15 | 6 | 0 | 1 | 5 | 0 | |

a) **Variable Independiente: Herramientas del Lean Manufacturing**

✓ VSM:

$$\% \text{Actividades Mejoradas} = \frac{\text{Actividades mejoradas}}{\text{Actividades totales}} \times 100$$

| HERRAMIENTA | INDICADOR | ESTADO | ACTIVIDADES MEJORADAS | % |
|-------------|--|---------|-----------------------|-----|
| VSM | $\frac{\text{Actividades Mejoradas} \times 100}{\text{Actividades Totales}}$ | ANTES | 0 | 0% |
| | | DESPUÉS | 12 | 75% |
| | TOTAL DE ACTIVIDADES | | 16 | |

Recolección de datos de cliente, proveedor y control de producción.

Tabla N° 55 Datos del área de Granallado

| CLIENTE | PROVEEDOR | CONTROL DE PRODUCCIÓN |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Demanda diaria: 100m ² | Insumo: Granalla | Existe Programación Diaria de Trabajo |
| | Característica: G50 | |
| | Frecuencia de pedido: Semestral | |
| | Proveedores: CUSA INFISAC LINDERO SA | |

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la producción diaria.

En la Tabla N°56 se muestra el resumen de la producción mensual del periodo Marzo - Mayo, que es lo que corresponde a la etapa después de la implementación.

Tabla N° 56 Producción mensual – Post-Test

| MES | PRODUCCIÓN (m ²) |
|-------|------------------------------|
| MARZO | 58.46 |
| ABRIL | 63.37 |
| MAYO | 82.21 |
| JUNIO | 85.68 |

Fuente: Elaboración propia

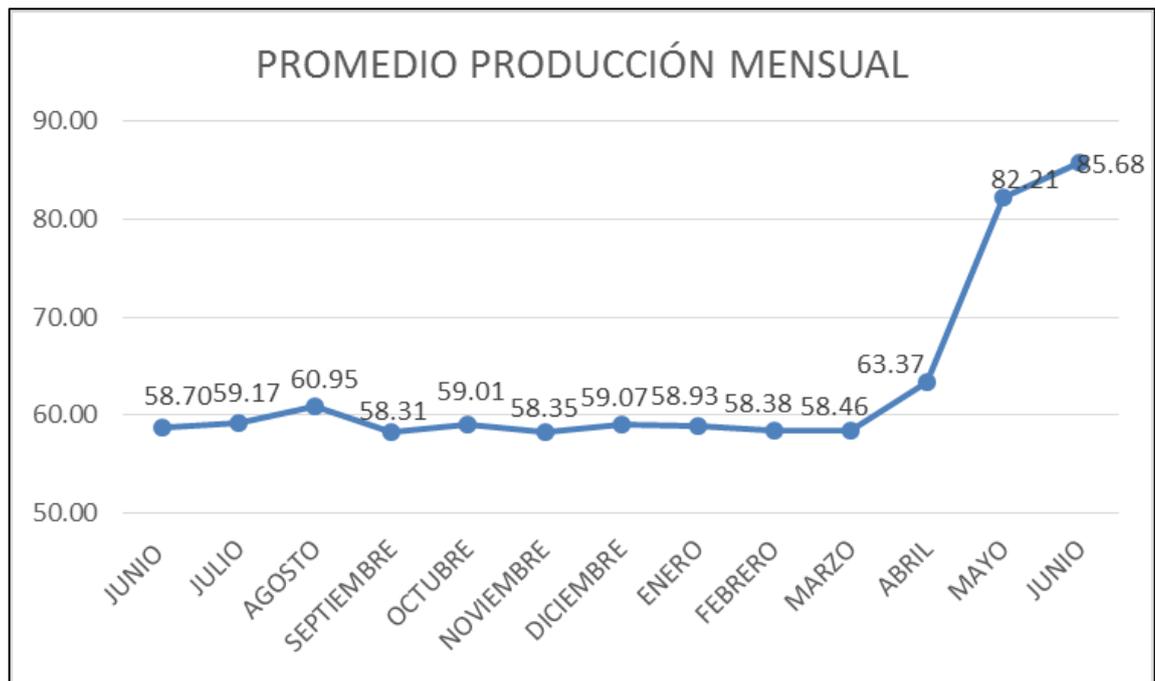


Figura N° 32 Capacidad efectiva antes y después

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Takt Time

$$\text{Tiempo Takt} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

$$\text{Tiempo Takt} = (480\text{min/día}) / (5 \text{ Lotes diarios}) = 96 \text{ minutos/lote}$$

Mapeo de la cadena de valor Mejorado

Con todos los datos recopilados, y otros adicionales se realizó el mapeo de la cadena de valor del Estado Actual.

Esto se detalla en las líneas siguientes a través de la Figura 33.

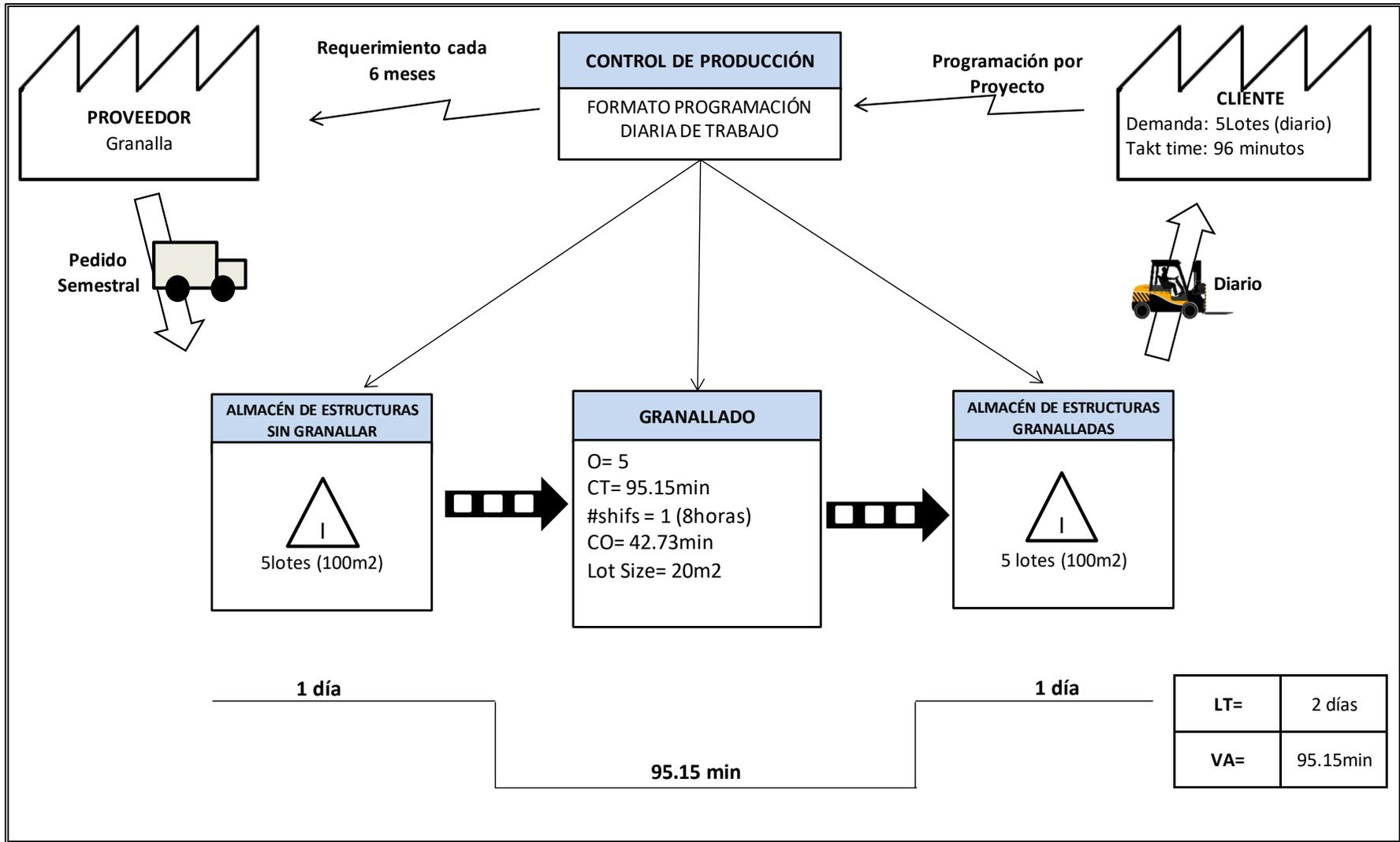


Figura N° 33 Mapeo de la cadena de valor – Post Test
Fuente: Elaboración propia

✓ SMED:

$$\% \text{Mejora del tiempo de preparación} = \frac{\text{Tiempo de Preparación (actual)}}{\text{Tiempo de preparación (anterior)}} \times 100$$

| HERRAMIENTA | INDICADOR | ESTADO | ACTIVIDADES MEJORADAS |
|-------------|--|----------|-----------------------|
| SMED | $\frac{\text{Tiempo de Preparación (actual)} \times 100}{\text{Tiempo de Preparación (anterior)}}$ | ACTUAL | 45.59 |
| | | ANTERIOR | 57.72 |
| | | % | 79% |



Figura N° 34 Diagrama de barras tiempo de preparación (minutos)

El tiempo promedio de preparación de diciembre 2017 es de 58.82 minutos y de Mayo 2018 es de 41.76 minutos. Es decir que éste se ha reducido 17.06 minutos, lo que representa 29% de reducción con respecto al mes de diciembre 2017.

Tabla N° 57 Tiempo de Preparación Marzo 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|-------|---------------------------|-------|----|----|----------------|
| | | PERIODO | | MARZO 2018 | | | | |
| | | ETAPA | | POST-TEST | | | | |
| | | RESPONSABLE | | Jury Pamela Lopez Pizzali | | | | |
| DÍA | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | m ² |
| Día1 | | 59.01 | 59.76 | 58.61 | 63.3 | | | 60.17 |
| Día2 | 59.65 | 59.69 | 58.02 | 58.2 | | | | 58.89 |
| Día3 | 58.21 | 58.94 | 53.82 | | | | | 56.99 |
| Día4 | 58.87 | 58.95 | 58.11 | 60.04 | | | | 58.99 |
| Día5 | 59.03 | 59.22 | 59.71 | 59.89 | | | | 59.46 |
| Día6 | | 55.42 | 58.1 | 58.22 | 52.19 | | | 55.98 |
| Día7 | 59.59 | 58.26 | 59.16 | 59.78 | | | | 59.20 |
| Día8 | 58.86 | 58.83 | 59.58 | 59.65 | | | | 59.23 |
| Día9 | | 58.27 | 59.74 | | | | | 59.01 |
| Día10 | 59.36 | 59.56 | 59.88 | 58.87 | | | | 59.42 |
| Día11 | 51.02 | 59.33 | 58.26 | | 56.22 | | | 56.21 |
| Día12 | 60.07 | 59.88 | 58.83 | | | | | 59.59 |
| Día13 | 59.38 | 59.06 | 60.45 | 59.59 | | | | 59.62 |
| Día14 | | 59.55 | 59.56 | 58.21 | 60.16 | | | 59.37 |
| Día15 | 58.2 | 59.22 | | | | | | 58.71 |
| Día16 | 58.09 | 59.16 | 41.1 | 58.29 | 52.26 | | | 53.78 |
| Día17 | 60.04 | 59.58 | 59.65 | 58.8 | | | | 59.52 |
| Día18 | 59.89 | 59.74 | 58.21 | 41.98 | | | | 54.95 |
| Día19 | | 59.88 | 58.87 | 59.2 | 59.88 | | | 59.46 |
| Día20 | 59.78 | 58.26 | 59.03 | 59.59 | | | | 59.17 |
| Día21 | 59.65 | 58.81 | 58 | 58.21 | | | | 58.67 |
| Día22 | | 58.77 | 58.26 | 41.83 | 59.88 | | | 54.68 |
| Día23 | 59.55 | 41.74 | 58.83 | 58.26 | 50.1 | | | 53.70 |
| Día24 | 59.22 | 59.67 | 42.17 | 58.83 | 58.06 | | | 55.59 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 58 Tiempo de Preparación Abril 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|---------------------------|-------|-------|----|----|----------------|
| | | | | | | | | |
| | | PERIODO | ABRIL 2018 | | | | | |
| | | ETAPA | POST-TEST | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Jury Pamela Lopez Pizzali | | | | | |
| DÍA | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | m ² |
| Día1 | 50.55 | 49.44 | 51.12 | 50.79 | | | | 50.48 |
| Día2 | | 49.01 | 50.66 | 49.59 | 50.45 | | | 49.93 |
| Día3 | | 49.75 | 49.56 | 49.90 | 50.74 | | | 49.99 |
| Día4 | | 50.40 | 51.10 | 50.68 | 49.63 | | | 50.45 |
| Día5 | 50.14 | 49.88 | 50.65 | 49.73 | 50.11 | | | 50.10 |
| Día6 | 49.27 | 50.43 | 49.70 | | | | | 49.80 |
| Día7 | 50.54 | 50.72 | 50.95 | 49.34 | 50.66 | | | 50.44 |
| Día8 | 49.59 | 49.61 | 49.31 | 50.69 | 48.60 | | | 49.56 |
| Día9 | 50.45 | 50.09 | 50.58 | 50.07 | | | | 50.30 |
| Día10 | 50.45 | 49.07 | 50.04 | 50.38 | | | | 49.99 |
| Día11 | 49.90 | 49.81 | 50.35 | 51.15 | | | | 50.30 |
| Día12 | | 49.93 | 49.83 | 49.26 | 50.44 | | | 49.87 |
| Día13 | | 49.53 | 49.95 | 50.53 | 50.73 | | | 50.19 |
| Día14 | | 50.49 | 49.55 | 50.99 | 49.62 | | | 50.16 |
| Día15 | 50.46 | 50.62 | 50.51 | 50.30 | 49.70 | | | 50.32 |
| Día16 | 50.86 | 49.67 | 50.64 | | | | | 50.39 |
| Día17 | 49.64 | 50.15 | 49.69 | 49.17 | 41.01 | | | 47.93 |
| Día18 | 50.12 | 49.28 | 50.94 | 50.21 | | | | 50.14 |
| Día19 | 51.18 | 50.55 | 50.16 | 49.38 | | | | 50.32 |
| Día20 | | 50.01 | 49.29 | 51.05 | 50.76 | | | 50.28 |
| Día21 | | 50.47 | 50.56 | 50.33 | 49.14 | | | 50.13 |
| Día22 | | 51.15 | 50.02 | 50.08 | 50.18 | | | 50.36 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 59 Tiempo de Preparación Mayo 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|---------------------------|-------|-------|-------|----|----------------|
| | | | | | | | | |
| | | PERIODO | MAYO 2018 | | | | | |
| | | ETAPA | POST-TEST | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Jury Pamela Lopez Pizzali | | | | | |
| DÍA | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | m ² |
| Día1 | 41.42 | 42.52 | 40.95 | 41.72 | 41.5 | | | 41.62 |
| Día2 | | 41.7 | 40.75 | 41.58 | 42.45 | 40.95 | | 41.49 |
| Día3 | 41.82 | 41.61 | 40.63 | 42.7 | 40.99 | | | 41.55 |
| Día4 | | 41.54 | 42.28 | 56.98 | | | | 46.93 |
| Día5 | 41.15 | 42.17 | 40.2 | 40.21 | 42.01 | | | 41.15 |
| Día6 | 41.59 | 41.23 | 42.02 | 41.83 | 41.84 | 41.15 | | 41.61 |
| Día7 | 40.23 | 42.21 | 41.95 | 40.25 | 41.1 | | | 41.15 |
| Día8 | 40.16 | 40.34 | 41.55 | 42.6 | 41.03 | 43.06 | | 41.46 |
| Día9 | 42.79 | 41.33 | 41.98 | 41.82 | 42 | | | 41.98 |
| Día10 | 40.19 | 40.3 | 42.69 | | | | | 41.06 |
| Día11 | 42.64 | 41.31 | 41.51 | 41.91 | 42.04 | | | 41.88 |
| Día12 | 40.98 | 41.11 | 41.97 | 42.68 | 41.23 | | | 41.59 |
| Día13 | 40.18 | 42.25 | 41.74 | 40.56 | 41.05 | | | 41.16 |
| Día14 | | 42.53 | 42.06 | 42.33 | 42.22 | 41.92 | | 42.21 |
| Día15 | 42.36 | 42.46 | 41.96 | 40.91 | 41.14 | | | 41.77 |
| Día16 | | 40.89 | 40.35 | 41.12 | 41.63 | 40.25 | | 40.85 |
| Día17 | 41.57 | 42.49 | 41.92 | 40.55 | 42.08 | | | 41.72 |
| Día18 | | 40.93 | 41.99 | 40.87 | 41.79 | 41.98 | | 41.51 |
| Día19 | 41.29 | 42.3 | 40.24 | 40.59 | 41.01 | | | 41.09 |
| Día20 | | 42.48 | 42.73 | 45.32 | | | | 43.51 |
| Día21 | 42.31 | 42.26 | 42.13 | 40.86 | 41.13 | | | 41.74 |
| Día22 | 40.64 | 42.57 | 40.52 | 41.17 | 41.12 | | | 41.20 |
| Día23 | | 40.58 | 42.09 | 42.38 | 41.81 | 42.68 | | 41.91 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 60 Tiempo de Preparación Junio 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|---|---------------------------|-------|-------|-------|----|----------------|--|
| | | PERIODO | JUNIO 2018 | | | | | | |
| | | ETAPA | POST-TEST | | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Jury Pamela Lopez Pizzali | | | | | | |
| DÍA | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | m ² | |
| Día1 | | 42.52 | 40.95 | 41.72 | 41.5 | 48.22 | | 42.98 | |
| Día2 | 42.5 | 41.7 | 40.75 | 41.58 | 42.45 | | | 41.80 | |
| Día3 | 41.73 | 41.61 | 40.63 | 42.7 | 40.99 | 40.47 | | 41.35 | |
| Día4 | 42.78 | 41.54 | 42.28 | | | | | 42.20 | |
| Día5 | 41.42 | 42.51 | 40.82 | 41.71 | 41.76 | | | 41.64 | |
| Día6 | | 41.57 | 42.41 | 42.66 | 42.76 | 41.54 | | 42.19 | |
| Día7 | 41.46 | 42.55 | 40.94 | 41.75 | 41.53 | | | 41.65 | |
| Día8 | 40.84 | 41.38 | 42.59 | 42.47 | 42.61 | 40.94 | | 41.80 | |
| Día9 | 41.68 | 41.56 | 42.77 | 42.65 | 41.66 | | | 42.06 | |
| Día10 | | | | | | | | | |
| Día11 | | | | | | | | | |
| Día12 | | | | | | | | | |
| Día13 | | | | | | | | | |
| Día14 | | | | | | | | | |
| Día15 | | | | | | | | | |
| Día16 | | | | | | | | | |
| Día17 | | | | | | | | | |
| Día18 | | | | | | | | | |
| Día19 | | | | | | | | | |
| Día20 | | | | | | | | | |
| Día21 | | | | | | | | | |
| Día22 | | | | | | | | | |
| Día23 | | | | | | | | | |
| Día24 | | | | | | | | | |
| Día25 | | | | | | | | | |
| Día26 | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

c) **Variable Dependiente: Productividad**

✓ EFICIENCIA

$$EFICIENCIA = \frac{HH (REAL)}{HH(PROGR.)} = \frac{PRODUC.REALxTE (Granallado)}{\#TrabajadoresxHoras Jornada}$$

✓ EFICACIA

$$EFICACIA = \frac{PRODUCCIÓN (REAL)}{PRODUCCIÓN(PROGR.)} = \frac{Producción real}{Capacidad Instalada Efectiva}$$

✓ PRODUCTIVIDAD

$$PRODUCTIVIDAD = Eficiencia \times Eficacia$$

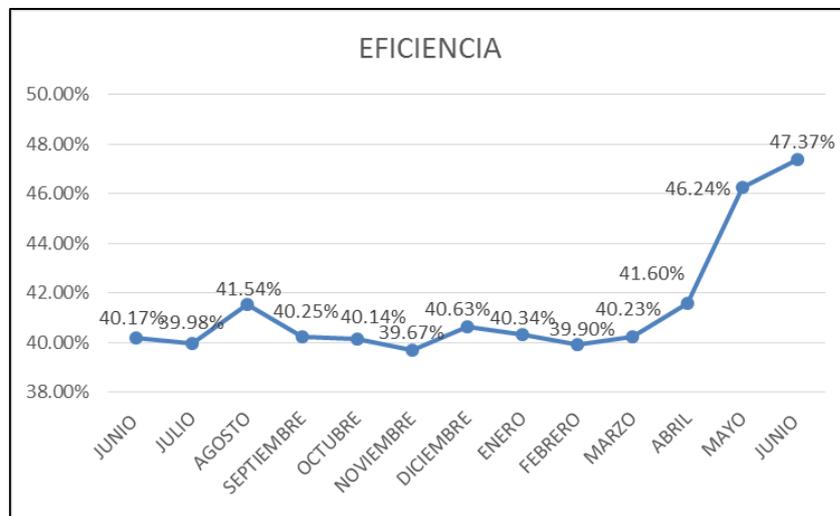


Figura N° 35 Evolución de la eficiencia de Junio 2017 a Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

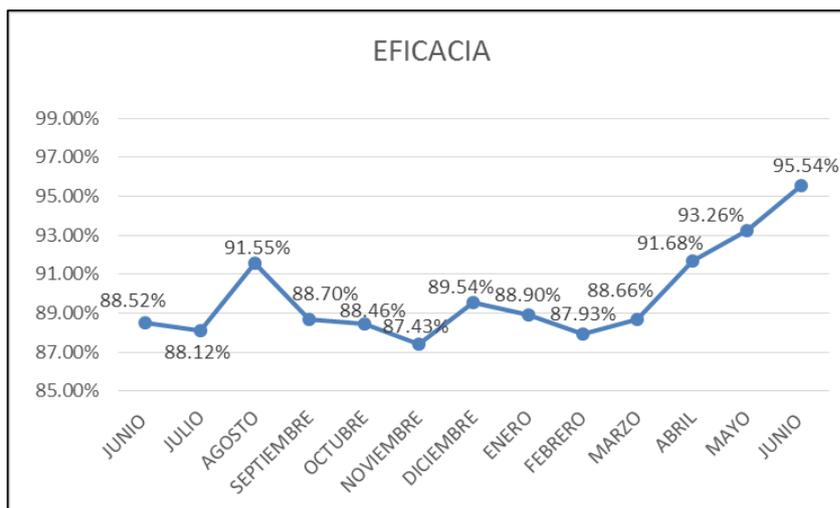


Figura N° 36 Evolución de la eficacia de Junio 2017 a Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 61 Productividad Marzo 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | MARZO 2018 | | |
| | | | ETAPA | | POST-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| Día1 | 2.96 | 8 | 57.62 | 70.62 | 0.37 | 0.82 | 0.30 |
| Día2 | 3.42 | 8 | 66.58 | 70.62 | 0.43 | 0.94 | 0.40 |
| Día3 | 1.81 | 5 | 35.14 | 44.14 | 0.36 | 0.80 | 0.29 |
| Día4 | 3.42 | 8 | 66.47 | 70.62 | 0.43 | 0.94 | 0.40 |
| Día5 | 3.17 | 8 | 61.65 | 70.62 | 0.40 | 0.87 | 0.35 |
| Día6 | 2.99 | 8 | 58.11 | 70.62 | 0.37 | 0.82 | 0.31 |
| Día7 | 3.40 | 8 | 66.24 | 70.62 | 0.43 | 0.94 | 0.40 |
| Día8 | 3.25 | 8 | 63.29 | 70.62 | 0.41 | 0.90 | 0.36 |
| Día9 | 1.86 | 5 | 36.11 | 44.14 | 0.37 | 0.82 | 0.30 |
| Día10 | 3.27 | 8 | 63.69 | 70.62 | 0.41 | 0.90 | 0.37 |
| Día11 | 2.98 | 8 | 58.05 | 70.62 | 0.37 | 0.82 | 0.31 |
| Día12 | 3.65 | 8 | 70.96 | 70.62 | 0.46 | 1.00 | 0.46 |
| Día13 | 2.92 | 8 | 56.74 | 70.62 | 0.36 | 0.80 | 0.29 |
| Día14 | 3.04 | 8 | 59.07 | 70.62 | 0.38 | 0.84 | 0.32 |
| Día15 | 1.96 | 5 | 38.19 | 44.14 | 0.39 | 0.87 | 0.34 |
| Día16 | 2.96 | 8 | 57.50 | 70.62 | 0.37 | 0.81 | 0.30 |
| Día17 | 3.39 | 8 | 65.90 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.40 |
| Día18 | 3.18 | 8 | 61.92 | 70.62 | 0.40 | 0.88 | 0.35 |
| Día19 | 3.04 | 8 | 59.05 | 70.62 | 0.38 | 0.84 | 0.32 |
| Día20 | 3.41 | 8 | 66.28 | 70.62 | 0.43 | 0.94 | 0.40 |
| Día21 | 2.90 | 5 | 56.43 | 44.14 | 0.58 | 1.28 | 0.74 |
| Día22 | 3.36 | 8 | 65.46 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día23 | 2.96 | 8 | 57.61 | 70.62 | 0.37 | 0.82 | 0.30 |
| Día24 | 2.83 | 8 | 55.03 | 70.62 | 0.35 | 0.78 | 0.28 |
| PROMEDIO | | | | | 0.40 | 0.89 | 0.36 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 62 Productividad Abril 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | ABRIL 2018 | | |
| | | | ETAPA | | POST-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| Día1 | 3.44 | 8 | 67.00 | 70.62 | 0.43 | 0.95 | 0.41 |
| Día2 | 3.36 | 8 | 65.36 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día3 | 3.45 | 8 | 67.07 | 70.62 | 0.43 | 0.95 | 0.41 |
| Día4 | 3.27 | 8 | 63.60 | 70.62 | 0.41 | 0.90 | 0.37 |
| Día5 | 3.21 | 8 | 62.51 | 70.62 | 0.40 | 0.89 | 0.36 |
| Día6 | 2.11 | 5 | 41.02 | 44.14 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día7 | 3.19 | 8 | 62.04 | 70.62 | 0.40 | 0.88 | 0.35 |
| Día8 | 3.25 | 8 | 63.32 | 70.62 | 0.41 | 0.90 | 0.36 |
| Día9 | 3.37 | 8 | 65.60 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día10 | 3.38 | 8 | 65.67 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día11 | 3.35 | 8 | 65.22 | 70.62 | 0.42 | 0.92 | 0.39 |
| Día12 | 3.38 | 8 | 65.68 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día13 | 3.38 | 8 | 65.74 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día14 | 3.44 | 8 | 66.92 | 70.62 | 0.43 | 0.95 | 0.41 |
| Día15 | 3.20 | 8 | 62.21 | 70.62 | 0.40 | 0.88 | 0.35 |
| Día16 | 2.08 | 5 | 40.54 | 44.14 | 0.42 | 0.92 | 0.38 |
| Día17 | 3.36 | 8 | 65.46 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día18 | 3.36 | 8 | 65.29 | 70.62 | 0.42 | 0.92 | 0.39 |
| Día19 | 3.36 | 8 | 65.41 | 70.62 | 0.42 | 0.93 | 0.39 |
| Día20 | 3.72 | 8 | 72.37 | 70.62 | 0.46 | 1.02 | 0.48 |
| Día21 | 3.58 | 8 | 69.62 | 70.62 | 0.45 | 0.99 | 0.44 |
| Día22 | 3.41 | 8 | 66.39 | 70.62 | 0.43 | 0.94 | 0.40 |
| PROMEDIO | | | | | 0.42 | 0.92 | 0.38 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 63 Productividad Mayo 2018

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | MAYO 2018 | | |
| | | | ETAPA | | POST-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| Día1 | 3.63 | 8 | 83.12 | 90.8 | 0.45 | 0.915 | 0.42 |
| Día2 | 3.90 | 8 | 89.24 | 90.8 | 0.49 | 0.983 | 0.48 |
| Día3 | 3.76 | 8 | 86.05 | 90.8 | 0.47 | 0.948 | 0.45 |
| Día4 | 2.07 | 5 | 47.41 | 56.75 | 0.41 | 0.835 | 0.35 |
| Día5 | 4.11 | 8 | 94.18 | 90.8 | 0.51 | 1.037 | 0.53 |
| Día6 | 3.46 | 8 | 79.09 | 90.8 | 0.43 | 0.871 | 0.38 |
| Día7 | 4.11 | 8 | 94.18 | 90.8 | 0.51 | 1.037 | 0.53 |
| Día8 | 3.47 | 8 | 79.41 | 90.8 | 0.43 | 0.875 | 0.38 |
| Día9 | 4.05 | 8 | 92.74 | 90.8 | 0.51 | 1.021 | 0.52 |
| Día10 | 2.08 | 5 | 47.52 | 56.75 | 0.42 | 0.837 | 0.35 |
| Día11 | 4.06 | 8 | 92.92 | 90.8 | 0.51 | 1.023 | 0.52 |
| Día12 | 3.61 | 8 | 82.73 | 90.8 | 0.45 | 0.911 | 0.41 |
| Día13 | 3.72 | 8 | 85.21 | 90.8 | 0.47 | 0.938 | 0.44 |
| Día14 | 3.82 | 8 | 87.38 | 90.8 | 0.48 | 0.962 | 0.46 |
| Día15 | 3.82 | 8 | 87.52 | 90.8 | 0.48 | 0.964 | 0.46 |
| Día16 | 3.75 | 8 | 85.77 | 90.8 | 0.47 | 0.945 | 0.44 |
| Día17 | 3.89 | 8 | 88.99 | 90.8 | 0.49 | 0.980 | 0.48 |
| Día18 | 3.64 | 8 | 83.22 | 90.8 | 0.45 | 0.917 | 0.42 |
| Día19 | 3.98 | 8 | 91.19 | 90.8 | 0.50 | 1.004 | 0.50 |
| Día20 | 2.07 | 8 | 47.32 | 90.8 | 0.26 | 0.521 | 0.13 |
| Día21 | 4.07 | 8 | 93.16 | 90.8 | 0.51 | 1.026 | 0.52 |
| Día22 | 3.66 | 8 | 83.87 | 90.8 | 0.46 | 0.924 | 0.42 |
| Día23 | 3.87 | 8 | 88.52 | 90.8 | 0.48 | 0.975 | 0.47 |
| PROMEDIO | | | | | 0.4624 | 0.9326 | 0.4368 |

Fuente: Elaboración Propia.

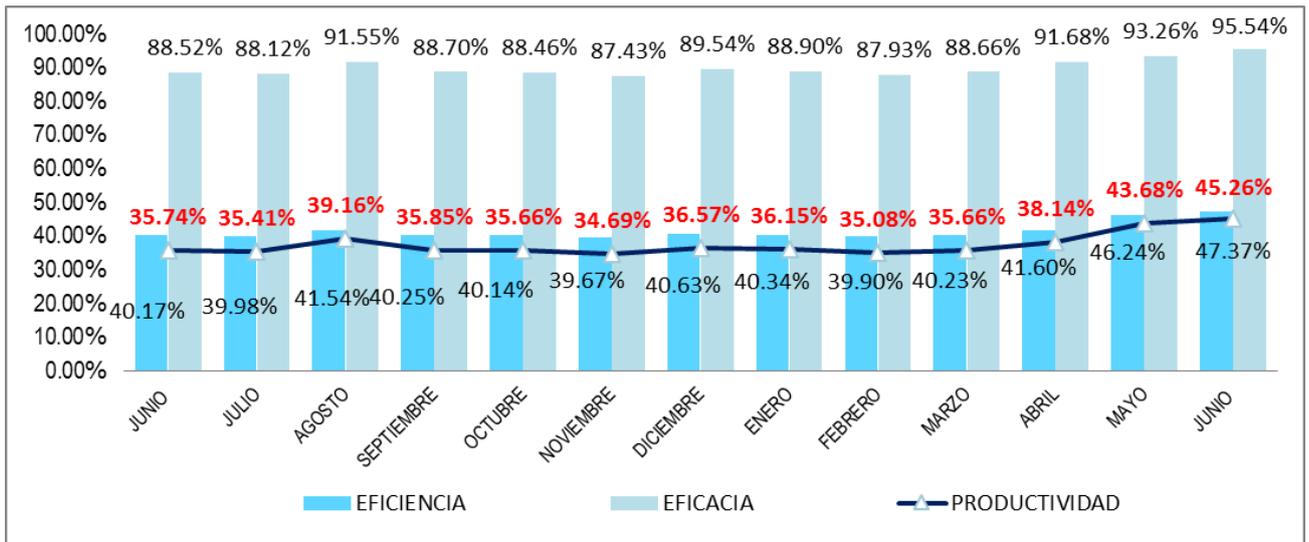


Figura N° 37 Productividad Junio 2017 a Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Análisis económico – financiero

En esta etapa se analizará el costo de producción después de la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing, demostrando que con los mismos recursos se logró incrementar la producción y de esta manera disminuir los costos de producción.

Tabla N° 64 Costo de Producción Diciembre 2017

| COSTOS | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL |
|--|------------------|----------|--------------|-----------------|
| COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN | | | | |
| Mano de Obra directa | | | | |
| Granallador | und | 1 | S/. 2,100.00 | S/. 2,100.00 |
| Operarios | und | 4 | S/. 1,500.00 | S/. 6,000.00 |
| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | | | | |
| Mano de Obra indirecta | | | | |
| Supervisor | und | 1 | S/. 1,650.00 | S/. 1,650.00 |
| vigilancia | und | 1 | S/. 100.00 | S/. 100.00 |
| limpieza | und | 1 | S/. 50.00 | S/. 50.00 |
| Materiales Indirectos | | | | |
| Granalla | Kg | 100.62 | S/. 4.72 | S/. 474.93 |
| Otros costos Indirectos | | | | |
| Luz | Kw | 914.76 | S/. 0.20 | S/. 182.13 |
| Agua | m ³ | 5.6 | S/. 5.62 | S/. 31.48 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | S/. 10,588.53 |
| Producción (m²) | | | | 1358.37 |
| Costo Unitario de Fabricación (m²) | | | | S/. 7.80 |

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de producción en el mes de Diciembre 2017, asciende a S/ 10,588.53, considerando la producción mensual de 1358.37 m²; lo cual representa un costo de S/7.80 por metro cuadrado.

Tabla N° 65 Costo de Producción Mayo 2018

| COSTOS | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | P. UNITARIO | TOTAL |
|--|------------------|----------|--------------|-----------------|
| COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN | | | | |
| Mano de Obra directa | | | | |
| Granallador | und | 1 | S/. 2,100.00 | S/. 2,100.00 |
| Operarios | und | 4 | S/. 1,500.00 | S/. 6,000.00 |
| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | | | | |
| Mano de Obra indirecta | | | | |
| Supervisor | und | 1 | S/. 1,650.00 | S/. 1,650.00 |
| vigilancia | und | 1 | S/. 200.00 | S/. 200.00 |
| limpieza | und | 1 | S/. 100.00 | S/. 100.00 |
| Materiales Indirectos | | | | |
| Granalla | Kg | 159.68 | S/. 4.72 | S/. 753.69 |
| Otros costos Indirectos | | | | |
| Luz (KW) | Kw | 914.76 | S/. 0.21 | S/. 193.84 |
| Agua (m3) | m ³ | 5.6 | S/. 5.62 | S/. 31.48 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | S/. 11,029.00 |
| Producción (m²) | | | | 2155.67 |
| Costo Unitario de Fabricación (m²) | | | | S/. 5.12 |

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de producción en el mes de Mayo 2018, asciende a S/ 11,029.00, considerando la producción mensual de 2155.67 m²; lo cual representa un costo de S/5.12 por metro cuadrado.

Tabla N° 66 Reducción del Costo de Producción

| CP (Antes) | CP (después) | Reducción Monetaria | % reducido |
|------------|--------------|---------------------|------------|
| S/. 7.80 | S/. 5.12 | S/. 2.68 | 34% |

Fuente: Elaboración Propia.

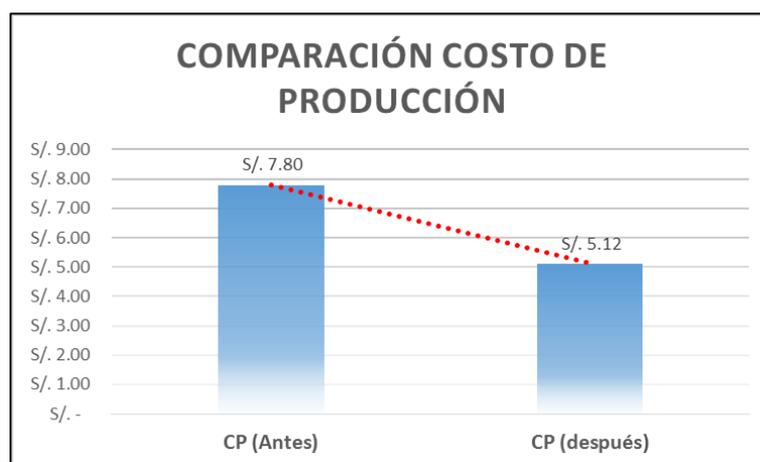


Figura N° 38 Comparación del Costo de Producción

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, queda demostrado que el costo de producción se ha reducido de S/ 7.80 a S/ 5.12, lo que representa una reducción del 34%.

Para el análisis económico-financiero, se realizará el costo beneficio de la inversión realizada para la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, tomando en cuenta la producción antes y después de la mejora. El cálculo que se menciona, se detalla a continuación:

ANALISIS BENEFICIO COSTO

Para determinar el Beneficio Costo de la Implementación del Lean Manufacturing, se tiene en cuenta los siguientes datos:

Tabla N° 67 Datos para el análisis Beneficio - Costo

| | | |
|--------------------------|---------|----------------------|
| Precio de Venta: | 12.00 | Soles/m ² |
| Costo de Fabricación: | 5.12 | Soles/m ² |
| Costo de Implementación: | 6632.35 | Nuevos Soles |
| Mes Laborable: | 25 | Días/Mes |
| Año Laborable: | 12 | Meses/Año |

Fuente: Elaboración propia

En seguida, teniendo como datos: El precio de venta, el costo de fabricación, el costo de la implementación, entre otros; se procede a realizar los análisis económicos en base a la diferencia de la productividad y después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Tabla N° 68 Análisis Económico Antes y Después

| Análisis Económico Antes y Después | | |
|---|----------|---------------------|
| Productividad Antes | 1358.37 | m ² /Mes |
| productividad Después | 2155.67 | m ² /Mes |
| Productividad Diferencia | 797.3 | m ² /Mes |
| Por Año | 9567.6 | m ² /Año |
| Venta Anual | 114811.2 | Soles/Año |
| Costo de Fabricación Anual | 48986.11 | Soles/Año |
| Margen de Contribución | 65825.09 | Soles/Año |

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis Beneficio-Costo se utilizó el flujo futuro de los ingresos y el flujo futuro de los costos, según se detalla en la Tabla 69. Por lo tanto se tiene que el VAN de los ingresos asciende a S/128167.69 y el VAN de los costos a S/54684.88.

Por lo tanto, se realiza el cálculo de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{S/128167.69}{S/54684.88} = S/2.34$$

El resultado del análisis Beneficio/Costo es mayor a 1, en consecuencia, la inversión es viable.

Esto quiere decir que por cada sol invertido en el proyecto, se espera una retribución de S/ 2.34

Seguidamente, se realizó el cálculo del VAN y el TIR para determinar la viabilidad, obteniendo como resultado del VAN: S/ 66850.46 y del TIR: 98%.

Debido a que el VAN es mayor a 0, el proyecto es viable. Con respecto al TIR, representa un alto valor, por lo tanto el proyecto es rentable.

Los resultados señalados anteriormente, se han calculado según muestra la tabla N°82 que se refiere al VAN, TIR y el análisis BENEFICIO/COSTO.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

En esta etapa se presentan los datos recopilados antes y después de la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing, las cuales se identifican como Pre-Test y Post-Test respectivamente. Para realizar los cálculos y los gráficos que se muestran en esta fase se utilizó el programa Microsoft Excel.

ANÁLISIS GENERAL PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y EFICACIA

A continuación se presenta la figura N° 39, en la que se muestra la variación de la eficiencia, eficacia y la productividad.

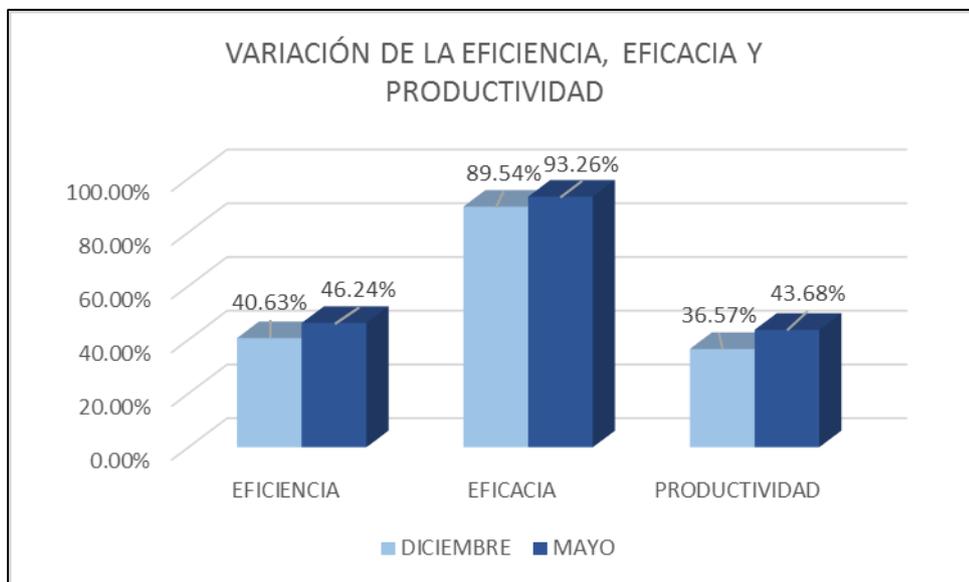


Figura N° 39 Variación de la situación anterior y actual

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la eficiencia mejoró en 13.81%, la eficacia en 4.15% y la productividad en 19.44%.

A continuación se presenta el análisis descriptivo de lo mencionado en líneas anteriores:

ANÁLISIS DESCRIPTIVO EFICIENCIA

Se presenta a continuación, en la Tabla N°70, los datos de la eficiencia desde Junio 2017 hasta Junio 2018.

Tabla N° 70 Resumen Eficiencia

| MES | EFICIENCIA |
|-----------------|------------|
| JUNIO 2017 | 40.2% |
| JULIO 2017 | 40.0% |
| AGOSTO 2017 | 41.5% |
| SEPTIEMBRE 2017 | 40.2% |
| OCTUBRE 2017 | 40.1% |
| NOVIEMBRE 2017 | 39.7% |
| DICIEMBRE 2017 | 40.6% |
| ENERO 2018 | 40.3% |
| FEBRERO 2018 | 39.9% |
| MARZO 2018 | 40.2% |
| ABRIL 2018 | 41.6% |
| MAYO 2018 | 46.2% |
| JUNIO 2018 | 47.4% |

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestra la mejora de la eficiencia, esto se evidencia en los meses de Mayo y Junio, teniendo 46.24% y 47.37% de eficiencia respectivamente.

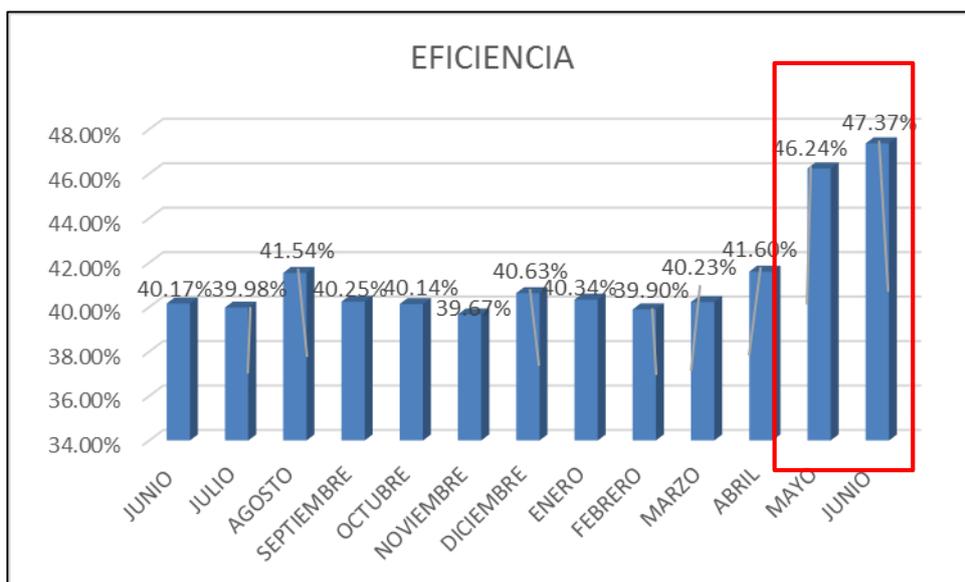


Figura N° 40 Eficiencia Junio 2017 – Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DESCRIPTIVO EFICACIA

La Tabla N° 71, contiene la información recopilada de Junio 2017 a Junio 2018 con respecto a la eficacia del área de granallado.

Tabla N° 71 Resumen Eficacia

| MES | EFICACIA |
|-----------------|----------|
| JUNIO 2017 | 88.5% |
| JULIO 2017 | 88.1% |
| AGOSTO 2017 | 91.6% |
| SEPTIEMBRE 2017 | 88.7% |
| OCTUBRE 2017 | 88.5% |
| NOVIEMBRE 2017 | 87.4% |
| DICIEMBRE 2017 | 89.5% |
| ENERO 2018 | 88.9% |
| FEBRERO 2018 | 87.9% |
| MARZO 2018 | 88.7% |
| ABRIL 2018 | 91.7% |
| MAYO 2018 | 93.3% |
| JUNIO 2018 | 95.5% |

Fuente: Elaboración propia

La información de la Tabla N° 71 está representada en la Figura N°41, la cual muestra el aumento de la eficacia en los meses de Mayo y Junio 2018.

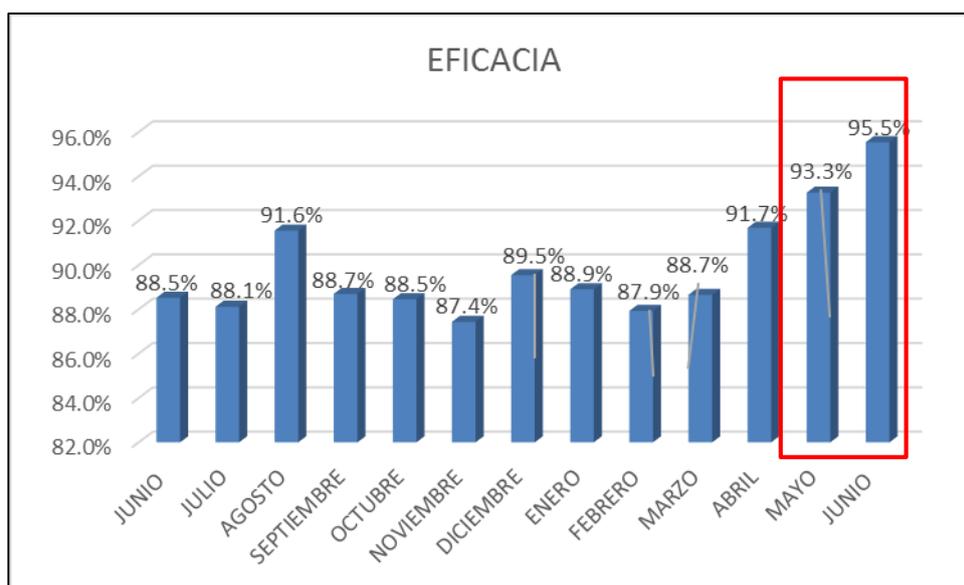


Figura N° 41 Eficacia Junio 2017 – Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DESCRIPTIVO PRODUCTIVIDAD

La productividad es el producto de la eficiencia y la eficacia mostrada anteriormente, en la Tabla N° 72 se detalla los datos obtenidos de dicho producto.

Tabla N° 72 Resumen Productividad

| MES | PRODUCTIVIDAD |
|-----------------|---------------|
| JUNIO 2017 | 35.7% |
| JULIO 2017 | 35.4% |
| AGOSTO 2017 | 39.2% |
| SEPTIEMBRE 2017 | 35.8% |
| OCTUBRE 2017 | 35.7% |
| NOVIEMBRE 2017 | 34.7% |
| DICIEMBRE 2017 | 36.6% |
| ENERO 2018 | 36.1% |
| FEBRERO 2018 | 35.1% |
| MARZO 2018 | 35.7% |
| ABRIL 2018 | 38.1% |
| MAYO 2018 | 43.7% |
| JUNIO 2018 | 45.3% |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se puede apreciar en la Figura N°42 que la productividad en los meses de Mayo y Junio 2018 asciende a 43.7% y 45.3% respectivamente.

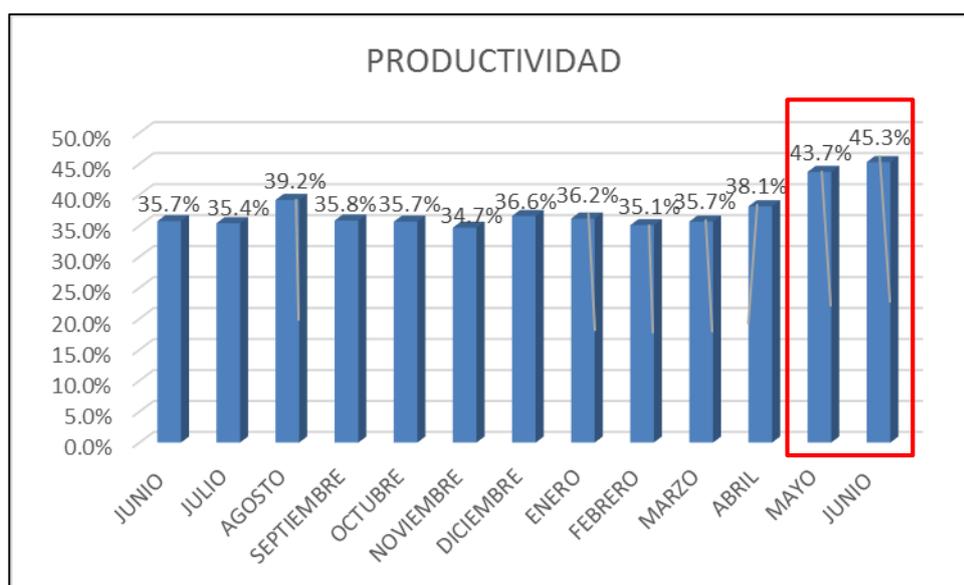


Figura N° 42 Productividad Junio 2017 – Junio 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 73 Análisis Descriptivo SPSS

| Descriptivos | | | |
|--------------|---------------------|-------------|----------------|
| | | Estadístico | Error estándar |
| ANTES | Media | 0.3657 | 0.01116 |
| | Mediana | 0.3771 | |
| | Varianza | 0.003 | |
| | Desviación estándar | 0.05351 | |
| | Mínimo | 0.30 | |
| | Máximo | 0.45 | |
| | Rango | 0.15 | |
| | Asimetría | 0.050 | 0.481 |
| | Curtosis | -1.696 | 0.935 |
| DESPUÉS | Media | 0.4368 | 0.01806 |
| | Mediana | 0.4453 | |
| | Varianza | 0.008 | |
| | Desviación estándar | 0.08660 | |
| | Mínimo | 0.13 | |
| | Máximo | 0.53 | |
| | Rango | 0.40 | |
| | Asimetría | -1.957 | 0.481 |
| | Curtosis | 5.919 | 0.935 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°73 se muestra el análisis descriptivo realizado en el programa SPSS 24, el cual indica que la productividad media aumentó después de la aplicación de Lean Manufacturing, de 0,3657 a 0,4368, teniendo una variación porcentual de 19.44%.

3.2. Análisis inferencial

3.2.1 Análisis de la hipótesis general

H_a : La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Con el propósito de contrastar la hipótesis general, es indispensable determinar si los datos que corresponden a la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, por tal motivo y en vista que las series de ambos datos son en cantidad menor a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla N° 74 Prueba de normalidad productividad

| Pruebas de normalidad | | | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|-------------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| PRODUCTIVIDAD (ANTES) | 0.864 | 23 | 0.005 |
| PRODUCTIVIDAD (DESPUÉS) | 0.832 | 23 | 0.001 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 86, se puede verificar que la significancia de las productividades, antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

H_0 : La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

H_a : La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa < \mu Pd$$

Tabla N° 75 Contraste de medias de productividad

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|--------------------------------|----|--------|---------------------|--------|--------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| PRODUCTIVIDAD (ANTES) | 23 | 0.3657 | 0.05351 | 0.30 | 0.45 |
| PRODUCTIVIDAD (DESPUÉS) | 23 | 0.4368 | 0.08660 | 0.13 | 0.53 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 88, ha quedado demostrado que la media de la productividad antes (0.3657) es menor que la media de la productividad después (0.4368), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran la productividad y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 76 Significancia de productividad

| Estadísticos de prueba ^a | |
|---|--|
| | PRODUCTIVIDAD (DESPUÉS) - PRODUCTIVIDAD (ANTES) |
| Z | -3,041 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | 0.002 |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon | |
| b. Se basa en rangos negativos. | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 89, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad antes y después es de 0.002, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

3.2.2 Análisis de hipótesis específica 1

H_a: La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 1, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla N° 77 Prueba de normalidad eficiencia

| Pruebas de normalidad | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| EFICIENCIA (ANTES) | 0.861 | 23 | 0.004 |
| EFICIENCIA (DESPUÉS) | 0.745 | 23 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 90, se puede verificar que la significancia de las eficiencias, antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica 1

H₀: La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing no mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

H_a: La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 78 Contraste de medias de eficiencia

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|-----------------------------|----|--------|---------------------|--------|--------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| EFICIENCIA (ANTES) | 23 | 0.4063 | 0.02987 | 0.37 | 0.45 |
| EFICIENCIA (DESPUÉS) | 23 | 0.4624 | 0.05356 | 0.26 | 0.51 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 91, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (0.4063) es menor que la media de la eficiencia después (0.4624), por consiguiente no se cumple H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, por la cual queda demostrado que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 79 Significancia de eficiencia

| Estadísticos de prueba ^a | |
|---|--|
| | EFICIENCIA (DESPUÉS) - EFICIENCIA (ANTES) |
| Z | -3,467 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | 0.001 |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon | |
| b. Se basa en rangos negativos. | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 92, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.001, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

3.2.3 Análisis de hipótesis específica 2

H_a : La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 2, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, el dato de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla N° 80 Prueba de normalidad eficacia

| Pruebas de normalidad | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------|-------------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| EFICACIA (ANTES) | 0.861 | 23 | 0.004 |
| EFICACIA (DESPUÉS) | 0.555 | 23 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 93, se puede verificar que la significancia de las eficacias, antes y después, tienen valores menores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos. Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H_0 : La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing no mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

H_a : La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 81 Contraste de medias de eficacia

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|----------------------------------|----------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| EFICACIA (ANTES) | 23 | 0.8954 | 0.06583 | 0.81 | 0.99 |
| EFICACIA (DESPUÉS) | 23 | 0.9326 | 0.10798 | 0.52 | 1.04 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 94, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes es menor que la media de la eficacia después, por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing no mejoran la eficacia del área de granallado, y se acepta la hipótesis de investigación, por la cual queda demostrado que La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 82 Significancia de eficacia

| Estadísticos de prueba ^a | |
|---|--|
| | EFICACIA (DESPUÉS) - EFICACIA (ANTES) |
| Z | -2,403 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | 0.016 |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon | |
| b. Se basa en rangos negativos. | |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 95, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.016, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C.

4. DISCUSIÓN

La productividad en el área de granallado se ha incrementado en un 19.44% después de la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing. Esta mejora es semejante a lo logrado por Baylon, C. (2015) que, en su investigación titulada Aplicación del sistema SMED para mejora de la productividad de suelas bicolor en PVC en la empresa CHH HINZA SAC. Carabayllo – 2015 después de aplicar herramientas de Lean Manufacturing logró una mejora de 42% en la productividad, pasando de 19 unidades/hora máquina a 27 unidades/hora máquina.

La eficiencia en el área de granallado, se ha incrementado en un 13.81% en promedio, a consecuencia de la aplicación del Lean Manufacturing. Una mejora similar ha sido obtenida por CONCHA, Jimmy y BARAHONA, Byron (2013), donde a través de herramientas del Lean Manufacturing logró aumentar la eficiencia también en un 15% referido a los procesos de producción de planta.

La eficacia en el área de granallado de la empresa Transformaciones metálicas Pro S.A.C también tuvo un incremento del 4.15%. Así también, Reyes, C. (2014), en su trabajo de investigación titulado Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cía. Ltda., logró el mejoramiento de la eficacia pasando de producir 11 482 unidades a 18 407 unidades, es decir 60% más comparado a la producción inicial.

5. CONCLUSIONES

Para lograr el incremento de la productividad, era necesario enfocarse en la mejora del cuello de botella que, en este caso es el tiempo de barrido de la granalla. Disminuyendo el tiempo de las actividades de ésta, se pudo aumentar la productividad debido a que al reducirla, se obtiene más tiempo disponible para granallar más elementos. Es así que se logró disminuir el tiempo estándar a 95.15 minutos, permitiendo planificar una producción diaria de 90,8m². Reflejándose todo esto en el aumento del 19.44% de la productividad.

Respecto a la eficiencia, los resultados fueron favorables debido a que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing generó un incremento de la eficiencia en 13.81%, esto se debe principalmente al método SMED en donde se logró reducir el tiempo promedio de preparación de 58.82minutos a 41.76minutos.

Así también, la eficacia se logró mejorar gracias a que el tiempo estándar disminuyó y esto permite a la empresa realizar más metros cuadrados de granallado en el día, es así que la eficacia aumentó 4.15%.

6. RECOMENDACIONES

La mejora de la productividad ha sido favorable y seguirá siéndolo siempre y cuando se mantengan las mejoras implementadas como son las capacitaciones, procedimientos, estandarización de procesos y de materiales, entre otros. Por tal motivo, se recomienda continuar con los planes implementados y realizar seguimiento al desarrollo de los mismo.

Del mismo modo, es necesario que se considere el capital humano como el factor más importante ya que es éste el que realiza directamente el proceso, sobre todo en organizaciones como la de esta investigación en donde se realizan servicios, bienes transformados y no cuentan con automatización.

Finalmente, como se evidencia en esta investigación, la productividad ha sido mejorada pero todo proceso debe tener una mejora continua. Por tal motivo es necesario para toda organización realizar análisis de diversos factores que ayuden a la mejora en sus procesos como son: métodos de trabajo, desperdicios de todo tipo, movimientos, calidad y todos los factores que influyan en la productividad.

7. REFERENCIAS

ARANIBAR, Marco. Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2016.

Disponible en http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/53_03/1/Aranibar_gm.pdf

BAYLON, Cesar. Aplicación del sistema SMED para mejora de la productividad del proceso de producción de suelas bicolor en PVC en la empresa CHH HINZA SAC. Tesis (Título de Ingeniero industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2015.

CABRERA, Rafael. Manual de Lean Manufacturing: TPS Americanizado. [s.l.] [s.n.], 2013.

ISBN: 9780470170472

CÓRDOVA, Frank. Mejora en el proceso de fabricación de Spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Católica del Perú, 2012. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4712>

CASTRO, Jesús (2016). Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado PET de la empresa AJEPER S.A. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8365/Castro%20V%C3%A1squez%2C%20Jes%C3%BAs%20Iv%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CRUZ, Isabel y BURBANO, Jorge. Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. Tesis (Magister ingeniería industrial). Colombia: Universidad ICESI, 2012.

Disponible en http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68158/1/redise%C3%B1o_sistema_productivo.pdf

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Escuela de organización industrial, 2013.

ISBN: 9788415061403

HUESO, Andrés y CASCANT, Josep. Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

ISBN: 9788483638934

INFANTE, Esteban y ERAZO, Deiby. Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cali: Universidad de San Buenaventura, 2013.

Disponible en http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2212/1/Propuesta_Productividad_Camisetas_Manufacturing_Infante_2013.pdf

MASAPANTA, Marco. Análisis de despilfarros mediante la técnica Value Stream Mapping (VSM) en la fábrica de calzado LENICAL. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2012.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20654/1/TESIS.pdf>

PALOMINO, Miguel. Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Católica del Perú, 2012.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1707>

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 311 pp.

ISBN 9223059011

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 259 pp.

ISBN: 978-84-7978-967-1

REYES, Carlos. Implementación de herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de Reyes Industria Textil Cía. Ltda. Tesis (Magíster Ingeniería Industrial y productividad). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2014.

Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8124/1/CD-5360.pdf>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª. ed. Lima: San Marcos, 2013.495 pp.

ISBN: 9786123028787

8. ANEXOS

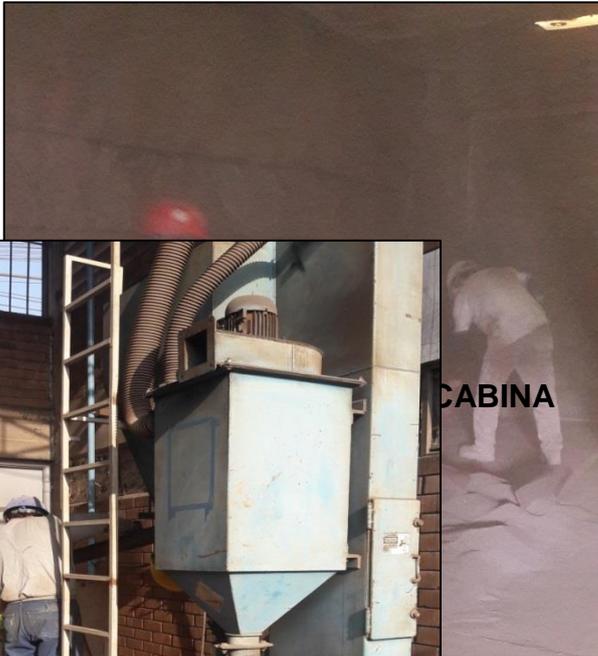
ANEXO N°01
FOTOS ÁREA DE GRANALLADO

CABINA DE GRANALLADO



INGRESO DE MATERIAL

Y
ERIAL



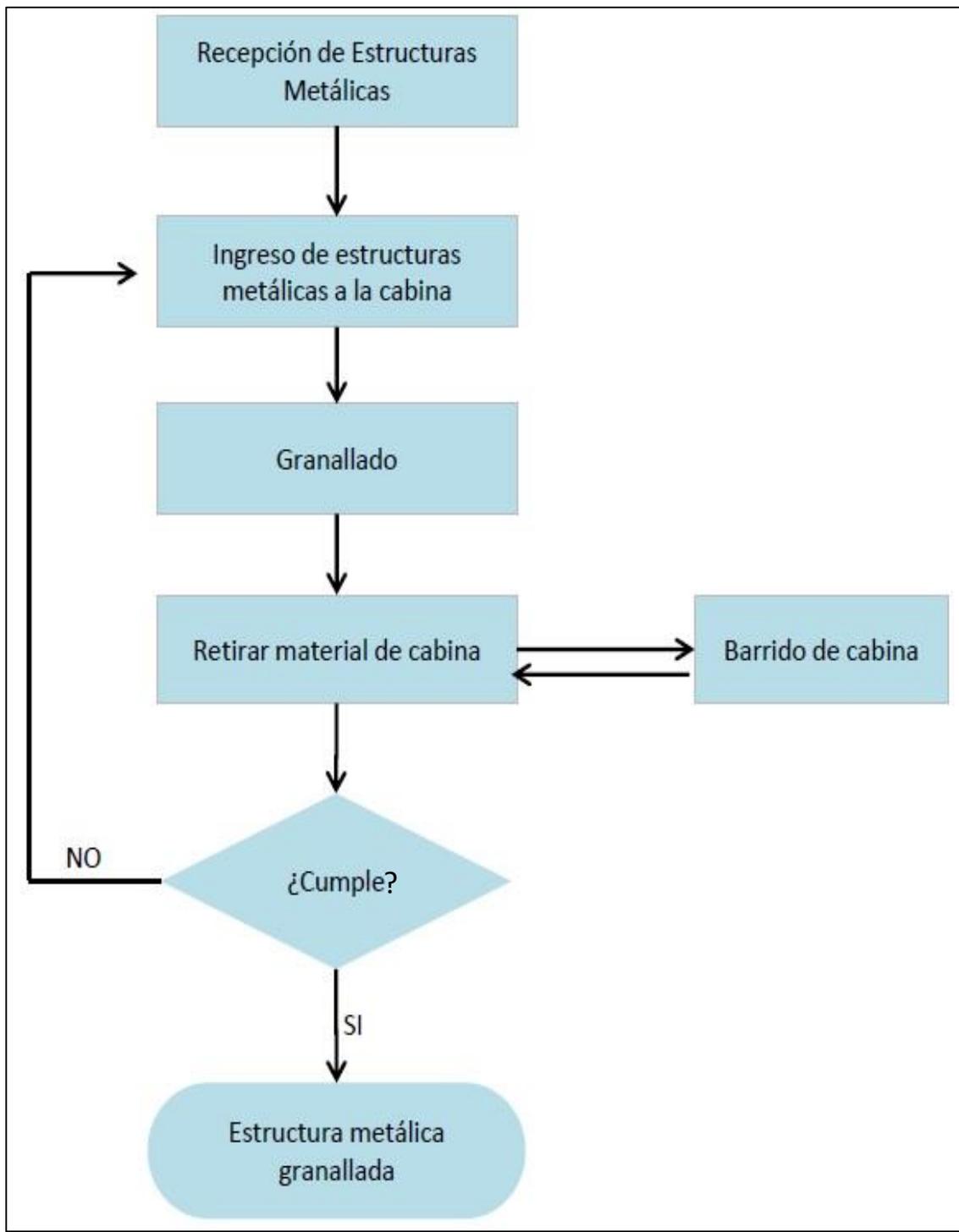
CABINA





LLENADO DE TOLVA

ANEXO N°02



ANEXO N°03

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | |
|--|---|---|
| PROBLEMA GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | OBJETIVO GENERAL |
| ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC? | La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. | Demostrar que la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la productividad del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC |
| PROBLEMA ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS |
| ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC? | La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. | Demostrar que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejora la eficiencia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC |
| ¿Cómo la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC? | La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejoran la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro S.A.C. | Demostrar que la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing mejora la eficacia del área de granallado de la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC |

ANEXO N°04



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN MANUFACTURING

| N° | DIMENSIONES / ítems | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 1 | DIMENSIÓN 1 VSM | | | | | | | |
| | %Actividades Mejoradas $= \frac{\text{Actividades mejoradas}}{\text{Actividades totales}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| 2 | DIMENSIÓN 2 SMED | | | | | | | |
| | %Mejora del tiempo de preparación $= \frac{\text{Tiempo de Preparación (Actual)}}{\text{Tiempo de preparación (Anterior)}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08699815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



2 de 11 del 2017

Firma del Experto Informante.

ANEXO N°05



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| N° | DIMENSIONES / ítems | Pertinencia ₁ | | Relevancia ₂ | | Claridad ₃ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | DIMENSIÓN 1 Eficiencia | | | | | | | |
| 3 | Índice de Eficiencia $= \frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | DIMENSIÓN 2 Eficacia | | | | | | | |
| 4 | Índice de Eficacia $= \frac{m^2 \text{ granallados (real)}}{m^2 \text{ granallados (programado)}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. J. RAFAEL DIAZ D. DNI: 03698815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

..... de .. del 2017

Dr. José Rafael Díaz Dumont
 Ing. Industrial CIP 43232
 Lic. en Educación CPPe 030000015
 Docente de Escuelas Universitarias
 Posgrado - UNFV

Firma del Experto Informante.

ANEXO N°07



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| N° | DIMENSIONES / ítems | Pertinencia ₁ | | Relevancia ₂ | | Claridad ₃ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | DIMENSIÓN 1 Eficiencia | | | | | | | |
| 3 | Índice de Eficiencia $= \frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | DIMENSIÓN 2 Eficacia | | | | | | | |
| 4 | Índice de Eficacia $= \frac{m^2 \text{ granallados (real)}}{m^2 \text{ granallados (programado)}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: ESTRADA NÚÑEZ SANTIAGO DNI: 09.063487

Especialidad del validador: ING. Químico

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...02 de ...11... del 2017

Firma del Experto Informante.

CIP64400

ANEXO N°08



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE LEAN MANUFACTURING

| N° | DIMENSIONES / ítems | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 1 | DIMENSIÓN 1 VSM | | | | | | | |
| | %Actividades Mejoradas $= \frac{\text{Actividades mejoradas}}{\text{Actividades totales}} \times 100$ | x | | x | | x | | |
| | DIMENSIÓN 2 SMED | Si | No | Si | No | Si | No | |
| 2 | %Mejora del tiempo de preparación | | | | | | | |
| | $= \frac{\text{Tiempo de Preparación (Actual)}}{\text{Tiempo de preparación (Anterior)}} \times 100$ | x | | x | | x | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Luis Fernando López DNI: 06138028

Especialidad del validador: Dr. Program. Testigo. Mg. en

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...de...del 2017


 Firma del Experto Informante.

ANEXO N°9



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

| N° | DIMENSIONES / ítems | Pertinencia ₁ | | Relevancia ₂ | | Claridad ₃ | | Sugerencias |
|----------|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | DIMENSIÓN 1 Eficiencia | | | | | | | |
| 3 | Índice de Eficiencia $= \frac{\text{Horas hombre real}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$ | X | | X | | X | | |
| | DIMENSIÓN 2 Eficacia | | | | | | | |
| 4 | Índice de Eficacia $= \frac{m^2 \text{ granallados (real)}}{m^2 \text{ granallados (programado)}} \times 100$ | X | | X | | X | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): en futuro

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir / No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Luis Rodríguez A DNI: 06135037

Especialidad del validador: Ing. Pedro Tenorio Hoj. 12u

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

02 de II del 2017

Firma del Experto Informante.

ANEXO N°10

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|----|----|-----------------|
| | | | | | | | | |
| | | PERIODO | JUNIO 2017 | | | | | |
| | | ETAPA: | PRE- TEST | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Pamela Lopez Pizzali | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | 58.91 | 58.68 | 59.77 | 61.13 | | | | 59.62 |
| 2 | 59.12 | 58.33 | 59.25 | 59.25 | | | | 58.99 |
| 3 | 59.4 | 58.73 | 58.71 | | | | | 58.95 |
| 4 | 59.89 | 60.1 | 58.29 | 59.88 | | | | 59.54 |
| 5 | 60.17 | 59.25 | 58.92 | 59.19 | | | | 59.38 |
| 6 | 42.52 | 59.89 | 59.89 | 60.12 | | | | 55.61 |
| 7 | | 59.66 | 58.22 | 58.85 | 59.56 | | | 59.07 |
| 8 | 61.14 | 60.14 | 59.78 | 59.87 | | | | 60.23 |
| 9 | 60.01 | 58.94 | 59.65 | | | | | 59.53 |
| 10 | 59.13 | 58.95 | 58.21 | 58.98 | | | | 58.82 |
| 11 | 58.12 | 59.22 | 58.87 | 58.33 | | | | 58.64 |
| 12 | 58.57 | 58 | 59.03 | 59.74 | | | | 58.84 |
| 13 | | 58.26 | 58.56 | 60.09 | | | | 58.97 |
| 14 | | 58.83 | 59.59 | 59.88 | 60.12 | | | 59.61 |
| 15 | 58.15 | 58.27 | | | | | | 58.21 |
| 16 | 58.67 | 59.56 | 59.51 | 58.91 | | | | 59.16 |
| 17 | | 59.2 | 58.29 | 60.15 | | | | 59.21 |
| 18 | 59.49 | 60.16 | 58.8 | 58.14 | | | | 59.15 |
| 19 | 59.09 | 58.81 | 58.58 | 59.04 | | | | 58.88 |
| 20 | | 58.77 | 58.5 | 59.68 | | | | 58.98 |
| 21 | | 59.96 | 58.68 | | | | | 59.32 |
| 22 | 59.65 | 59.67 | 58.97 | 58.54 | | | | 59.21 |
| 23 | | 59.88 | 58.52 | 59.73 | 60.9 | | | 59.76 |
| 24 | 58.01 | 58.99 | 59.84 | 58.91 | | | | 58.94 |

ANEXO N°11

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|----------------------|-------|----|----|-----------------|
| | | PERIODO | | JULIO 2017 | | | | |
| | | ETAPA: | | PRE- TEST | | | | |
| | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | | | |
| | | | | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | 59.81 | 60.51 | 59.33 | 58.87 | | | | 59.63 |
| 2 | 61.99 | 60.15 | 59.88 | 59.75 | | | | 60.44 |
| 3 | 59.1 | 58.39 | 59.06 | 60.16 | | | | 59.18 |
| 4 | | 59.64 | 59.55 | 58.97 | 59.61 | | | 59.44 |
| 5 | 58.86 | 59.76 | 59.22 | 58.03 | | | | 58.97 |
| 6 | 60.14 | 58.02 | | | | | | 59.08 |
| 7 | 59.36 | 59.3 | 58.26 | 58.93 | | | | 58.96 |
| 8 | 59 | 58.11 | 58.83 | 58.37 | | | | 58.58 |
| 9 | | 59.71 | 60.45 | 59.88 | 59.81 | | | 59.96 |
| 10 | 58.28 | 58.1 | 59.56 | 59.28 | | | | 58.81 |
| 11 | 58.91 | 59.16 | 59.86 | 59.57 | | | | 59.38 |
| 12 | | 59.58 | 58.88 | | | | | 59.23 |
| 13 | 60.05 | 59.74 | 60.06 | 59.45 | | | | 59.83 |
| 14 | 58.35 | 59.88 | 58.76 | 58.08 | | | | 58.77 |
| 15 | | 58.77 | 60.14 | 59.97 | 59.92 | | | 59.70 |
| 16 | 58.66 | 59.67 | 58.01 | 58.64 | | | | 58.75 |
| 17 | 60.17 | 60.02 | 59.95 | 59.54 | | | | 59.92 |
| 18 | 59.01 | 58.68 | 60.07 | | | | | 59.25 |
| 19 | 59.69 | 58.97 | 58.54 | 58.53 | | | | 58.93 |
| 20 | 58.75 | 59.4 | 58.84 | 58.36 | | | | 58.84 |
| 21 | | 58.99 | 58.13 | 59.93 | 65.3 | | | 60.59 |
| 22 | 59.47 | 59.68 | 59.42 | 58.65 | | | | 59.31 |

ANEXO N°12

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|----|----|-----------------|
| | | | | | | | | |
| | | PERIODO | AGOSTO 2017 | | | | | |
| | | ETAPA: | PRE- TEST | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Pamela Lopez Pizzali | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | | 59.08 | 58.95 | 58.59 | 62.88 | | | 59.87 |
| 2 | 59.29 | 59.37 | 59.49 | 60.18 | | | | 59.58 |
| 3 | 59.81 | 59.25 | 59.41 | 58.41 | | | | 59.22 |
| 4 | | 60.2 | 58.16 | 59.72 | | | | 59.36 |
| 5 | | 59.77 | 58.72 | 59.04 | 59.05 | | | 59.15 |
| 6 | 60.15 | 60.11 | 59.61 | 58.07 | | | | 59.49 |
| 7 | 59.27 | 58.45 | 58.2 | 58.78 | | | | 58.68 |
| 8 | 59.52 | 58.22 | 58.09 | 59.75 | | | | 58.90 |
| 9 | | 59.78 | 60.08 | 58.25 | 59.66 | | | 59.44 |
| 10 | 59.45 | 58.24 | 59.82 | 59.8 | | | | 59.33 |
| 11 | 59.27 | 58.6 | 50.37 | | | | | 56.08 |
| 12 | 58.15 | 58.56 | 59.26 | 58.14 | | | | 58.53 |
| 13 | 58.67 | 59.59 | 59.19 | 59.99 | | | | 59.36 |
| 14 | | 59.05 | 59.89 | 59.51 | | | | 59.48 |
| 15 | | 59.02 | 59.33 | 58.4 | 58.96 | | | 58.93 |
| 16 | 58.57 | 58.8 | 59.44 | 58.29 | | | | 58.78 |
| 17 | 59.64 | 58.48 | 58.06 | 59.74 | | | | 58.98 |
| 18 | 59.15 | 59.7 | | | | | | 59.43 |
| 19 | | 58.9 | 59.18 | 58.18 | 54.61 | | | 57.72 |
| 20 | 58.33 | 58.38 | 58.3 | 58.31 | | | | 58.33 |
| 21 | 59.6 | 59.91 | 58.17 | 59.87 | | | | 59.39 |
| 22 | | 59.31 | 60.19 | 59.39 | | | | 59.63 |
| 23 | | 59.24 | 58.74 | 59.25 | 59.69 | | | 59.23 |
| 24 | 60 | 59.11 | 59.13 | 58.58 | | | | 59.21 |
| 25 | 59.35 | 58.51 | 59.23 | 58.5 | | | | 58.90 |
| 26 | | 59.07 | 58.89 | 58.05 | 54.63 | | | 57.66 |

ANEXO N°13

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------|-------|----|----|-----------------|
| | | | | | | | | |
| | | PERIODO | SEPTIEMBRE 2017 | | | | | |
| | | ETAPA: | PRE- TEST | | | | | |
| | | RESPONSABLE | Pamela Lopez Pizzali | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | 59.1 | 60.05 | 58.64 | 59.25 | | | | 59.26 |
| 2 | 59.38 | 58.35 | 53.92 | | | | | 57.22 |
| 3 | 59.54 | 60.13 | 58.63 | 59.35 | | | | 59.41 |
| 4 | 58.04 | 59.41 | 58.73 | 59.53 | | | | 58.93 |
| 5 | | 58.16 | 58.36 | 58.28 | | | | 58.27 |
| 6 | | 58.72 | 58.92 | 59.81 | 60 | | | 59.36 |
| 7 | 58.08 | 58.71 | 58.45 | 58.82 | | | | 58.52 |
| 8 | 59.08 | 58.34 | 59.57 | | | | | 59.00 |
| 9 | 59.91 | 58.89 | 58.7 | 58.38 | | | | 58.97 |
| 10 | 58.07 | 59.3 | 58.71 | 60.02 | | | | 59.03 |
| 11 | | 59.15 | 58.66 | 59.92 | 59.17 | | | 59.23 |
| 12 | 58.84 | 59.61 | 59 | 59.36 | | | | 59.20 |
| 13 | 58.13 | 59.6 | 59.82 | 59.43 | | | | 59.25 |
| 14 | 49.08 | 59.44 | 59.83 | | | | | 56.12 |
| 15 | 59.33 | 58.06 | 59.18 | 59.42 | | | | 59.00 |
| 16 | 51.23 | 60.18 | 58.3 | 58.62 | | | | 57.08 |
| 17 | | 58.41 | 58.32 | 58.99 | 58.69 | | | 58.60 |
| 18 | 59.89 | 59.72 | 58.48 | 59.27 | | | | 59.34 |
| 19 | 58.17 | 58.59 | 59.7 | 60.04 | | | | 59.13 |
| 20 | | 59.37 | 59.76 | | | | | 59.57 |
| 21 | 58.74 | 58.19 | 58.02 | 58.4 | | | | 58.34 |
| 22 | 42.25 | 60.17 | 58.79 | 58.55 | 47.41 | | | 53.43 |
| 23 | | 59.01 | 60.1 | 58.69 | 58.06 | | | 58.97 |
| 24 | 59.07 | 58.9 | 59.14 | 59.06 | | | | 59.04 |
| 25 | 59.29 | 58.11 | 58.88 | 59.55 | | | | 58.96 |
| 26 | | 59.11 | 60.06 | | | | | 59.59 |

ANEXO N°14

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|----------------------|-------|----|----|-----------------|
| | | PERIODO | | OCTUBRE 2017 | | | | |
| | | ETAPA: | | PRE- TEST | | | | |
| | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | | | |
| | | | | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | 58.86 | 59.8 | 59.16 | 58.95 | | | | 59.19 |
| 2 | 59.75 | 58.96 | 59.58 | 59.22 | | | | 59.38 |
| 3 | | 58.43 | 59.74 | 58 | | | | 58.72 |
| 4 | | 59.85 | 59.88 | 58.26 | 58.72 | | | 59.18 |
| 5 | 59.47 | 58.44 | 44.48 | | | | | 54.13 |
| 6 | | 58.78 | 59.67 | 58.27 | 59.04 | | | 58.94 |
| 7 | 58.25 | 59.4 | 58.06 | 58.4 | | | | 58.53 |
| 8 | 59.69 | 58.47 | 60.18 | 58.66 | | | | 59.25 |
| 9 | | 59.45 | 58.41 | 58.5 | 60.12 | | | 59.12 |
| 10 | 59.02 | 58.6 | 59.72 | 58.85 | | | | 59.05 |
| 11 | 58.31 | 58.45 | 54.98 | | | | | 57.25 |
| 12 | 59.52 | 58.61 | 58.76 | 58.12 | | | | 58.75 |
| 13 | 59.98 | 58.2 | 59.79 | 59.95 | | | | 59.48 |
| 14 | | 58.09 | 60.05 | 58.95 | | | | 59.03 |
| 15 | | 60.04 | 58.35 | 58.62 | 59.13 | | | 59.04 |
| 16 | 59.54 | 59.39 | 58.09 | 59.01 | | | | 59.01 |
| 17 | 58.33 | 59.93 | 58.56 | | | | | 58.94 |
| 18 | 58.53 | 58.65 | 58.14 | 59.6 | | | | 58.73 |
| 19 | 59.71 | 59.5 | 58.78 | 59.11 | | | | 59.28 |
| 20 | | 60.07 | 59.51 | 58.26 | 61.48 | | | 59.83 |
| 21 | 59.62 | 59.38 | 58.88 | 58.48 | | | | 59.09 |
| 22 | 59.47 | 58.84 | 58.8 | 58.27 | | | | 58.85 |
| 23 | | 58.13 | 59.09 | | | | | 58.61 |
| 24 | 59.07 | 59.78 | 60.23 | 59.86 | | | | 59.74 |
| 25 | 58.92 | 58.24 | 58.21 | 58.34 | | | | 58.43 |

ANEXO N°15

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|----------------------|-------|----|----|-----------------|
| | | PERIODO | | NOVIEMBRE 2017 | | | | |
| | | ETAPA: | | PRE- TEST | | | | |
| | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | | | |
| | | | | | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| 1 | | 59.56 | 59.41 | 59.31 | 63.86 | | | 60.53 |
| 2 | 58.77 | 60.15 | 58.16 | 58.63 | | | | 58.93 |
| 3 | 58.67 | 59.65 | 58.11 | | | | | 58.81 |
| 4 | 58.52 | 59.87 | 59.61 | 58.55 | | | | 59.14 |
| 5 | 59.24 | 58.39 | 59.2 | 59.19 | | | | 59.01 |
| 6 | | 58.59 | 59.44 | 59.89 | 62.42 | | | 60.08 |
| 7 | 58.75 | 58.71 | 59.49 | 58.91 | | | | 58.97 |
| 8 | 59.02 | 58.08 | 59.27 | 59.8 | | | | 59.04 |
| 9 | | 59.08 | 58.83 | | | | | 58.96 |
| 10 | 59.42 | 59.91 | 59.16 | 58.43 | | | | 59.23 |
| 11 | | 60.01 | 59.67 | 59.85 | | | | 59.84 |
| 12 | | 60.17 | 58.73 | 58.44 | 67.79 | | | 61.28 |
| 13 | 59.36 | 59.82 | 59.22 | 60.13 | | | | 59.63 |
| 14 | 59.52 | 59.12 | 58.54 | 59.58 | | | | 59.19 |
| 15 | | 59.18 | 59.06 | | | | | 59.12 |
| 16 | 59.92 | 59.76 | 59.29 | 58.64 | | | | 59.40 |
| 17 | 52.43 | 58.94 | 58.25 | 58.15 | | | | 56.94 |
| 18 | | 59.66 | 59.48 | 60.11 | 58.01 | | | 59.32 |
| 19 | 58.47 | 58.86 | 58.17 | 59.59 | | | | 58.77 |
| 20 | 58.49 | 58 | 59.25 | 58.93 | | | | 58.67 |
| 21 | 58.82 | 58.98 | 58.69 | | | | | 58.83 |
| 22 | 59.84 | 60.14 | 59.35 | 58.02 | | | | 59.34 |
| 23 | 58.99 | 59.53 | 59.55 | 58.79 | | | | 59.22 |
| 24 | | 61.17 | 60.12 | 59.56 | 58.96 | | | 59.95 |
| 25 | 60.18 | 58.36 | 60.16 | 59.14 | | | | 59.46 |

ANEXO N°16

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | REGISTRO TIEMPO DE PREPARACIÓN | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|----------------------|-------|----|----|-----------------|
| | | PERIODO | | DICIEMBRE 2017 | | | | |
| | | ETAPA: | | PRE- TEST | | | | |
| | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | | | |
| DÍA | TIEMPO DE PREPARACIÓN (minutos) | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | |
| Día1 | 58.04 | 58.96 | 59.23 | 58.81 | | | | 58.76 |
| Día2 | | 59.28 | 58.01 | | | | | 58.65 |
| Día3 | 60 | 59.83 | 59.37 | 59.96 | | | | 59.79 |
| Día4 | 58.77 | 58.7 | 59.99 | 59.97 | | | | 59.36 |
| Día5 | 56.2 | 62.98 | 56.1 | 59 | | | | 58.57 |
| Día6 | 62 | 58.8 | 60.5 | 58.12 | | | | 59.86 |
| Día7 | | 56.83 | 56.32 | | | | | 56.58 |
| Día8 | | 59.11 | 58.68 | 56.77 | | | | 58.19 |
| Día9 | | 57.2 | 57.1 | 57.3 | | | | 57.20 |
| Día10 | | 55.8 | 57.45 | 58.1 | | | | 57.12 |
| Día11 | | 58.12 | 59.42 | 58.22 | | | | 58.59 |
| Día12 | | 59.66 | 58.33 | | | | | 59.00 |
| Día13 | | 60.1 | 59.26 | | | | | 59.68 |
| Día14 | 59.21 | 58.28 | 60.06 | 59.03 | | | | 59.15 |
| Día15 | | 59.74 | 60.08 | 58.23 | 61.08 | | | 59.78 |
| Día16 | 58.03 | 58.89 | 59.33 | 59.05 | | | | 58.83 |
| Día17 | 58.74 | 59.3 | 58.42 | 60.09 | | | | 59.14 |
| Día18 | | 59.15 | 58.06 | 59.77 | 59.9 | | | 59.22 |
| Día19 | 60.03 | 58.07 | | | | | | 59.05 |
| Día20 | | 60.2 | 58.41 | 58.82 | | | | 59.14 |
| Día21 | 59.7 | 58.51 | 59.72 | 59.18 | | | | 59.28 |
| Día22 | 59.43 | 59.64 | 58.45 | 58.3 | | | | 58.96 |
| Día23 | | 60.02 | 58.61 | 58.57 | | | | 59.07 |

ANEXO N°17

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | JUNIO 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.42 | 8 | 66.56 | 70.62 | 42.77% | 94.26% | 40.31% |
| 2 | 3.46 | 8 | 67.26 | 70.62 | 43.22% | 95.25% | 41.16% |
| 3 | 1.74 | 5 | 33.94 | 44.14 | 34.90% | 76.90% | 26.84% |
| 4 | 3.43 | 8 | 66.65 | 70.62 | 42.83% | 94.39% | 40.42% |
| 5 | 3.21 | 8 | 62.36 | 70.62 | 40.07% | 88.30% | 35.38% |
| 6 | 3.04 | 8 | 59.06 | 70.62 | 37.95% | 83.63% | 31.73% |
| 7 | 3.24 | 8 | 63.11 | 70.62 | 40.55% | 89.37% | 36.24% |
| 8 | 3.39 | 8 | 65.89 | 70.62 | 42.34% | 93.30% | 39.50% |
| 9 | 1.72 | 5 | 33.46 | 44.14 | 34.40% | 75.80% | 26.07% |
| 10 | 2.99 | 8 | 58.18 | 70.62 | 37.38% | 82.39% | 30.80% |
| 11 | 3.48 | 8 | 67.65 | 70.62 | 43.47% | 95.80% | 41.64% |
| 12 | 3.28 | 8 | 63.86 | 70.62 | 41.03% | 90.43% | 37.10% |
| 13 | 3.02 | 8 | 58.81 | 70.62 | 37.79% | 83.28% | 31.47% |
| 14 | 3.18 | 8 | 61.90 | 70.62 | 39.77% | 87.65% | 34.86% |
| 15 | 2.08 | 5 | 40.49 | 44.14 | 41.62% | 91.72% | 38.17% |
| 16 | 3.22 | 8 | 62.55 | 70.62 | 40.19% | 88.57% | 35.60% |
| 17 | 3.01 | 8 | 58.56 | 70.62 | 37.63% | 82.93% | 31.20% |
| 18 | 3.45 | 8 | 67.09 | 70.62 | 43.10% | 95.00% | 40.95% |
| 19 | 3.30 | 8 | 64.16 | 70.62 | 41.22% | 90.85% | 37.45% |
| 20 | 3.00 | 8 | 58.40 | 70.62 | 37.52% | 82.70% | 31.03% |
| 21 | 2.30 | 5 | 44.67 | 44.14 | 45.93% | 101.21% | 46.48% |
| 22 | 2.98 | 8 | 57.96 | 70.62 | 37.24% | 82.08% | 30.57% |
| 23 | 3.03 | 8 | 58.92 | 70.62 | 37.86% | 83.43% | 31.58% |
| 24 | 3.46 | 8 | 67.32 | 70.62 | 43.25% | 95.33% | 41.23% |
| PROMEDIO | | | | | 40.17% | 88.52% | 35.74% |

ANEXO N°18

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | JULIO 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.42 | 8 | 66.56 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 2 | 3.37 | 8 | 65.66 | 70.62 | 42% | 93% | 39% |
| 3 | 3.00 | 8 | 58.44 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 4 | 3.03 | 8 | 59.01 | 70.62 | 38% | 84% | 32% |
| 5 | 3.46 | 8 | 67.29 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 6 | 2.14 | 5 | 41.72 | 44.14 | 43% | 95% | 41% |
| 7 | 3.46 | 8 | 67.23 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 8 | 2.98 | 8 | 58.03 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 9 | 3.03 | 8 | 58.98 | 70.62 | 38% | 84% | 32% |
| 10 | 3.47 | 8 | 67.47 | 70.62 | 43% | 96% | 41% |
| 11 | 3.29 | 8 | 63.96 | 70.62 | 41% | 91% | 37% |
| 12 | 1.89 | 5 | 36.71 | 44.14 | 38% | 83% | 31% |
| 13 | 3.41 | 8 | 66.31 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 14 | 2.97 | 8 | 57.76 | 70.62 | 37% | 82% | 30% |
| 15 | 3.03 | 8 | 59.05 | 70.62 | 38% | 84% | 32% |
| 16 | 3.47 | 8 | 67.53 | 70.62 | 43% | 96% | 41% |
| 17 | 3.27 | 8 | 63.69 | 70.62 | 41% | 90% | 37% |
| 18 | 1.73 | 5 | 33.69 | 44.14 | 35% | 76% | 26% |
| 19 | 3.50 | 8 | 68.07 | 70.62 | 44% | 96% | 42% |
| 20 | 3.00 | 8 | 58.41 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 21 | 2.99 | 8 | 58.09 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 22 | 2.99 | 8 | 58.09 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| PROMEDIO | | | | | 40% | 88% | 35% |

ANEXO N°19

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | AGOSTO 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.01 | 8 | 58.53 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 2 | 3.42 | 8 | 66.61 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 3 | 3.30 | 8 | 64.12 | 70.62 | 41% | 91% | 37% |
| 4 | 3.02 | 8 | 58.81 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 5 | 3.17 | 5 | 61.69 | 44.14 | 63% | 140% | 89% |
| 6 | 3.43 | 8 | 66.72 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 7 | 3.32 | 8 | 64.61 | 70.62 | 42% | 91% | 38% |
| 8 | 3.01 | 8 | 58.59 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 9 | 3.03 | 8 | 59.01 | 70.62 | 38% | 84% | 32% |
| 10 | 3.44 | 8 | 66.89 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 11 | 1.87 | 5 | 36.32 | 44.14 | 37% | 82% | 31% |
| 12 | 3.48 | 8 | 67.77 | 70.62 | 44% | 96% | 42% |
| 13 | 3.26 | 8 | 63.40 | 70.62 | 41% | 90% | 37% |
| 14 | 3.01 | 8 | 58.52 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 15 | 3.22 | 8 | 62.72 | 70.62 | 40% | 89% | 36% |
| 16 | 3.47 | 8 | 67.50 | 70.62 | 43% | 96% | 41% |
| 17 | 3.14 | 8 | 61.14 | 70.62 | 39% | 87% | 34% |
| 18 | 2.25 | 8 | 43.82 | 70.62 | 28% | 62% | 17% |
| 19 | 3.01 | 8 | 58.52 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 20 | 3.49 | 8 | 67.99 | 70.62 | 44% | 96% | 42% |
| 21 | 3.27 | 8 | 63.61 | 70.62 | 41% | 90% | 37% |
| 22 | 3.01 | 8 | 58.59 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 23 | 3.20 | 5 | 62.35 | 44.14 | 64% | 141% | 91% |
| 24 | 3.45 | 8 | 67.02 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 25 | 3.17 | 8 | 61.70 | 70.62 | 40% | 87% | 35% |
| 26 | 3.00 | 8 | 58.28 | 70.62 | 37% | 83% | 31% |
| PROMEDIO | | | | | 42% | 92% | 39% |

ANEXO N°20

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | SEPTIEMBRE 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.44 | 8 | 66.96 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 2 | 1.82 | 5 | 35.38 | 44.14 | 36% | 80% | 29% |
| 3 | 3.43 | 8 | 66.80 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 4 | 3.31 | 8 | 64.44 | 70.62 | 41% | 91% | 38% |
| 5 | 2.99 | 8 | 58.22 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 6 | 3.24 | 8 | 63.05 | 70.62 | 41% | 89% | 36% |
| 7 | 3.52 | 8 | 68.41 | 70.62 | 44% | 97% | 43% |
| 8 | 1.74 | 5 | 33.90 | 44.14 | 35% | 77% | 27% |
| 9 | 3.46 | 8 | 67.28 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 10 | 3.00 | 8 | 58.32 | 70.62 | 37% | 83% | 31% |
| 11 | 3.00 | 8 | 58.43 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 12 | 3.45 | 8 | 67.03 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 13 | 3.32 | 8 | 64.63 | 70.62 | 42% | 92% | 38% |
| 14 | 1.87 | 5 | 36.28 | 44.14 | 37% | 82% | 31% |
| 15 | 3.35 | 8 | 65.27 | 70.62 | 42% | 92% | 39% |
| 16 | 3.01 | 8 | 58.60 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 17 | 3.19 | 8 | 62.14 | 70.62 | 40% | 88% | 35% |
| 18 | 3.44 | 8 | 66.88 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 19 | 3.11 | 8 | 60.52 | 70.62 | 39% | 86% | 33% |
| 20 | 2.05 | 5 | 39.85 | 44.14 | 41% | 90% | 37% |
| 21 | 3.25 | 8 | 63.23 | 70.62 | 41% | 90% | 36% |
| 22 | 3.02 | 8 | 58.66 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 23 | 3.29 | 8 | 64.08 | 70.62 | 41% | 91% | 37% |
| 24 | 3.45 | 8 | 67.20 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 25 | 3.01 | 8 | 58.60 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 26 | 2.16 | 5 | 42.01 | 44.14 | 43% | 95% | 41% |
| PROMEDIO | | | | | 40% | 89% | 36% |

ANEXO N°21

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|--------------------------------------|------|---|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | | PERIODO | | OCTUBRE 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.45 | 8 | 67.04 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 2 | 3.23 | 8 | 62.91 | 70.62 | 40% | 89% | 36% |
| 3 | 3.00 | 8 | 58.45 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 4 | 3.28 | 8 | 63.83 | 70.62 | 41% | 90% | 37% |
| 5 | 1.95 | 5 | 37.93 | 44.14 | 39% | 86% | 34% |
| 6 | 3.26 | 8 | 63.45 | 70.62 | 41% | 90% | 37% |
| 7 | 3.48 | 8 | 67.77 | 70.62 | 44% | 96% | 42% |
| 8 | 3.02 | 8 | 58.83 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 9 | 3.03 | 8 | 58.90 | 70.62 | 38% | 83% | 32% |
| 10 | 3.45 | 8 | 67.20 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 11 | 1.82 | 5 | 35.35 | 44.14 | 36% | 80% | 29% |
| 12 | 3.47 | 8 | 67.52 | 70.62 | 43% | 96% | 41% |
| 13 | 3.29 | 8 | 64.03 | 70.62 | 41% | 91% | 37% |
| 14 | 3.01 | 8 | 58.63 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 15 | 3.21 | 8 | 62.44 | 70.62 | 40% | 88% | 35% |
| 16 | 3.51 | 8 | 68.37 | 70.62 | 44% | 97% | 43% |
| 17 | 1.75 | 5 | 33.95 | 44.14 | 35% | 77% | 27% |
| 18 | 3.51 | 8 | 68.38 | 70.62 | 44% | 97% | 43% |
| 19 | 2.98 | 8 | 58.02 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 20 | 3.02 | 8 | 58.85 | 70.62 | 38% | 83% | 32% |
| 21 | 3.45 | 8 | 67.15 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 22 | 3.31 | 8 | 64.39 | 70.62 | 41% | 91% | 38% |
| 23 | 1.89 | 5 | 36.82 | 44.14 | 38% | 83% | 32% |
| 24 | 3.41 | 8 | 66.33 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 25 | 3.02 | 8 | 58.75 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| PROMEDIO | | | | | 40% | 88% | 36% |

ANEXO N°22

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------|------------|---------------|
| | | | PERIODO | | NOVIEMBRE 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | | | | | |
| DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m ² GRANALLADO (REAL) | m ² GRANALLADO PROGRAMADO | EFICIENCIA | EFICACIA | PRODUCTIVIDAD |
| 1 | 3.00 | 8 | 58.45 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 2 | 3.46 | 8 | 67.33 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 3 | 1.75 | 5 | 34.06 | 44.14 | 35% | 77% | 27% |
| 4 | 3.45 | 8 | 67.10 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 5 | 2.98 | 8 | 58.04 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 6 | 3.02 | 8 | 58.81 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 7 | 3.46 | 8 | 67.29 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| 8 | 3.29 | 8 | 64.09 | 70.62 | 41% | 91% | 37% |
| 9 | 1.91 | 5 | 37.23 | 44.14 | 38% | 84% | 32% |
| 10 | 3.33 | 8 | 64.70 | 70.62 | 42% | 92% | 38% |
| 11 | 3.02 | 8 | 58.81 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 12 | 2.99 | 8 | 58.11 | 70.62 | 37% | 82% | 31% |
| 13 | 3.42 | 8 | 66.55 | 70.62 | 43% | 94% | 40% |
| 14 | 3.30 | 8 | 64.22 | 70.62 | 41% | 91% | 38% |
| 15 | 1.87 | 5 | 36.38 | 44.14 | 37% | 82% | 31% |
| 16 | 3.35 | 8 | 65.19 | 70.62 | 42% | 92% | 39% |
| 17 | 3.00 | 8 | 58.36 | 70.62 | 37% | 83% | 31% |
| 18 | 3.17 | 8 | 61.69 | 70.62 | 40% | 87% | 35% |
| 19 | 3.47 | 8 | 67.50 | 70.62 | 43% | 96% | 41% |
| 20 | 3.03 | 8 | 58.98 | 70.62 | 38% | 84% | 32% |
| 21 | 1.75 | 5 | 34.04 | 44.14 | 35% | 77% | 27% |
| 22 | 3.51 | 8 | 68.24 | 70.62 | 44% | 97% | 42% |
| 23 | 3.00 | 8 | 58.32 | 70.62 | 37% | 83% | 31% |
| 24 | 3.00 | 8 | 58.39 | 70.62 | 38% | 83% | 31% |
| 25 | 3.43 | 8 | 66.74 | 70.62 | 43% | 95% | 41% |
| PROMEDIO | | | | | 40% | 87% | 35% |

ANEXO N°23

| TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO S.A.C | | | CONTROL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO | | | | |
|---|------|---|---|---------------------------------------|---|--|--|
| | | | PERIODO | | DICIEMBRE 2017 | | |
| | | | ETAPA | | PRE-TEST | | |
| | | | RESPONSABLE | | Pamela Lopez Pizzali | | |
| | | | DÍA | HORAS HOMBRE GRANALLADO (REAL) | HORAS HOMBRE GRANALLADO (PROGRAMADO) | m² GRANALLADO (REAL) | m² GRANALLADO PROGRAMADO |
| 1 | 3.34 | 8 | 64.96 | 70.62 | 41.74% | 91.99% | 38.39% |
| 2 | 1.87 | 5 | 36.35 | 44.14 | 37.36% | 82.34% | 30.77% |
| 3 | 3.41 | 8 | 66.38 | 70.62 | 42.65% | 94.00% | 40.09% |
| 4 | 3.02 | 8 | 58.84 | 70.62 | 37.81% | 83.32% | 31.50% |
| 5 | 3.48 | 8 | 67.72 | 70.62 | 43.51% | 95.90% | 41.73% |
| 6 | 3.41 | 8 | 66.31 | 70.62 | 42.60% | 93.89% | 40.00% |
| 7 | 1.84 | 5 | 35.76 | 44.14 | 36.76% | 81.02% | 29.78% |
| 8 | 3.51 | 8 | 68.34 | 70.62 | 43.91% | 96.77% | 42.49% |
| 9 | 2.94 | 8 | 57.23 | 70.62 | 36.77% | 81.03% | 29.79% |
| 10 | 3.36 | 8 | 65.37 | 70.62 | 42.00% | 92.56% | 38.88% |
| 11 | 3.55 | 8 | 69.12 | 70.62 | 44.41% | 97.88% | 43.47% |
| 12 | 3.02 | 8 | 58.67 | 70.62 | 37.69% | 83.08% | 31.31% |
| 13 | 2.25 | 5 | 43.79 | 44.14 | 45.01% | 99.20% | 44.65% |
| 14 | 3.00 | 8 | 58.44 | 70.62 | 37.55% | 82.76% | 31.08% |
| 15 | 3.01 | 8 | 58.58 | 70.62 | 37.64% | 82.96% | 31.23% |
| 16 | 3.47 | 8 | 67.44 | 70.62 | 43.33% | 95.50% | 41.38% |
| 17 | 3.29 | 8 | 64.09 | 70.62 | 41.18% | 90.75% | 37.37% |
| 18 | 3.02 | 8 | 58.83 | 70.62 | 37.80% | 83.30% | 31.49% |
| 19 | 2.25 | 5 | 43.69 | 44.14 | 44.91% | 98.97% | 44.45% |
| 20 | 3.00 | 8 | 58.42 | 70.62 | 37.53% | 82.72% | 31.05% |
| 21 | 3.44 | 8 | 66.94 | 70.62 | 43.01% | 94.80% | 40.77% |
| 22 | 3.31 | 8 | 64.38 | 70.62 | 41.36% | 91.17% | 37.71% |
| 23 | 3.03 | 8 | 59.02 | 70.62 | 37.92% | 83.58% | 31.69% |
| PROMEDIO | | | | | 40.63% | 89.54% | 36.38% |

ANEXO N°24
CAPACITACIONES

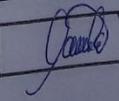


ANEXO N°25
COLOCACIÓN DE ELEMENTOS DENTRO DE LA CABINA



ANEXO N°26

| CONTROL DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------|----------------------|----------|----------|
| FECHA | OT | CANT. | DESCRIPCIÓN | M2 UNIT. | M2 TOTAL |
| 29/11/17 | FMP-INP-021 | 1 | Columneta 9-CT18 | | |
| | | 1 | Viga Pórtico 9-VP77 | 15.59 | 15.59 |
| | | 1 | Columneta 9-CT12 | 16.46 | 16.46 |
| | | 1 | Viga Pórtico 9-VP69 | 15.59 | 15.59 |
| | | 1 | Zeta 9-Z1 | 6.72 | 6.72 |
| | | | | 4.03 | 4.03 |
| 30/11/17 | FMP-INP-021 | 2 | Columneta 9-CT13 | | 58.39 |
| | | 1 | Columneta 9-CT14 | 15.59 | 31.18 |
| | | 14 | PL12.5 9-p36 | 0.3 | 4.2 |
| | | 1 | Columneta 9-CT16 | 15.59 | 15.59 |
| | | 1 | PL12.5 9-p36 | 0.18 | 0.18 |
| | | | | | 66.74 |
| 01/12/17 | FMP-INP-021 | 3 | Columneta 9-CT22 | 17.24 | 53.52 |
| | | 1 | Viga 9-V6 | 11.44 | 11.44 |
| | | | | | 64.96 |
| 02/12/17 | FMP-INP-021 | 2 | Columneta 9-CT17 | 15.25 | 30.5 |
| | | 3 | TC400x12mm 9-TC2 | 1.83 | 5.49 |
| | | 1 | PL12.5 9-p36 | 0.3 | 0.3 |
| | | 1 | Probeta | 0.06 | 0.06 |
| | | | | | 36.35 |
| 04/12/17 | FMP-INP-021 | 1 | PL12.5 9-p27 | 0.03 | 0.03 |
| | | 3 | Columneta 9-CT25 | 17.47 | 52.41 |
| | | 8 | PL-12.5 9-p27 | 0.03 | 0.24 |
| | | 12 | PL-12.5 9-p27 | 0.03 | 0.36 |
| | | 1 | VIGA PÓRTICO 9-VP103 | 13.34 | 13.36 |
| | | | | | 66.38 |
| | | | | 0.3 | 0.3 |
| 05/12/17 | FMP-INP-021 | 1 | PL12.5 9-CT10 | 15.59 | 46.72 |
| | | 3 | Columneta 9-p36 | 0.3 | 1.5 |
| | | 5 | PL12.5 9-V8 | 10.27 | 10.27 |
| | | 1 | VIGA | | 58.84 |
| | | | | 0.3 | 6.6 |
| 06/12/17 | FMP-INP-021 | 22 | PL12.5 9-p37 | 0.12 | 0.23 |
| | | 2 | Probetas 9-A1 | 0.62 | 12.4 |
| | | 20 | PL12.5 9-A1 | 1.56 | 48.49 |
| | | 31 | Ángulos | | 67.72 |

ELABORADO POR: Paula Lopez P. FIRMA: 

ANEXO N°27

| CONTROL DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | M2 UNIT. | M2 TOTAL |
|-------------------------------------|-------------|-------|--------------|---------|--------|----------|----------|
| FECHA | OT | CANT. | DESCRIPCIÓN | | | | |
| 07/12/17 | FMP-INP-021 | 16 | PL12.S | 9-p4 | 0.62 | 9.92 | |
| | | 11 | VIGA | 9-VISA | 1.75 | 19.23 | |
| | | 12 | VIGA | 9-VISB | 2.01 | 24.10 | |
| | | 2 | VIGA PÓRTICO | 9-VPB | 6.71 | 13.42 | |
| | | | | | | 66.31 | |
| 09/12/17 | FMP-INP-021 | 4 | PL12.S | 9-p42 | 0.03 | 0.12 | |
| | | 15 | ZETA | 9-Z2 | 1.55 | 23.29 | |
| | | 1 | PL12.S | 9-p4 | 0.62 | 0.62 | |
| | | 1 | VIGA PÓRTICO | 9-VP20 | 11.73 | 11.73 | |
| | | | | | | 35.76 | |
| 11/12/17 | FMP-INP-021 | 20 | ÁNGULOS | 9-A2 | 2.20 | 43.98 | |
| | | 12 | VIGA | 9-VISB | 2.01 | 24.10 | |
| | | 2 | PROBETA | | 0.13 | 0.26 | |
| | | | | | | 68.34 | |
| 12/12/17 | FMP-INP-021 | 1 | PL2.S | 9-p97 | 0.05 | 0.05 | |
| | | 26 | ÁNGULOS | 9-A2 | 2.20 | 57.20 | |
| | | | | | | 57.25 | |
| 13/12/17 | FMP-INP-021 | 6 | PL12.S | 9-PS9 | 0.17 | 1.02 | |
| | | 15 | VIGA PÓRTICO | 9-VP18A | 4.22 | 63.3 | |
| | | 1 | ÁNGULOS | 9-A21 | 1.05 | 1.05 | |
| | | | | | | 65.37 | |
| 14/12/17 | FMP-INP-021 | 5 | PL12.S | 9-PS | 0.05 | 0.25 | |
| | | 21 | ÁNGULOS | 9-A21 | 1.64 | 34.44 | |
| | | 2 | Columnetas | 9-CT8 | 12.755 | 30.51 | |
| | | 3 | Vigas | 9-V18C | 1.32 | 3.92 | |
| | | | | | | 69.12 | |
| 15/12/17 | FMP-INP-021 | 17 | ÁNGULOS | 9-A12 | 3.31 | 56.27 | |
| " | " | 3 | Vigas | 9-V8B | 0.80 | 2.40 | |
| | | | | | | 58.67 | |
| 16/12/17 | FMP-INP-021 | 1 | VIGA Pórtico | 9-VP96 | 14.73 | 14.73 | |
| | | 1 | VIGA | 9-V29 | 22.62 | 22.62 | |
| | | 7 | Zeta | 9-Z21 | 0.92 | 6.44 | |
| | | | | | | 43.79 | |
| 18/12/17 | FMP-INP-021 | 6 | Viga pórtico | 9-VP97 | 8.38 | 50.28 | |
| | | 10 | Viga | 9-V8B | 0.80 | 8.0 | |
| | | 1 | PL12.S | 9-pl5 | 0.16 | 0.16 | |
| | | | | | | 58.44 | |

| | | | |
|----------------|--|--------|--|
| ELABORADO POR: | | FIRMA: | |
|----------------|--|--------|--|

ANEXO N°28

| CONTROL DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|-------|--------------|---------|----------|----------|
| FECHA | OT | CANT. | DESCRIPCIÓN | | M2 UNIT. | M2 TOTAL |
| 19/12/17 | FMP-MP-021 | 22 | Angulo | 9-A9 | | |
| | | 2 | PL125 | 9-p4 | 2.58 | 56.76 |
| | | 1 | PL12.5 | 9-p9a | 0.62 | 1.24 |
| | | 1 | WT4 | 9-p198 | 0.5 | 0.5 |
| | | | | | 0.08 | 0.08 |
| 20/12/17 | FMP-IMP-021 | 1 | Vigaportico | 9-VP20 | | 58.58 |
| | | 5 | Viga | 9-V19 | 20.98 | 20.98 |
| | | 9 | PL6 | 9-p96 | 9.21 | 46.05 |
| | | | | | 0.045 | 0.405 |
| 21/12/17 | FMP-IMP-021 | 1 | VIGA | 9-V17 | | 69.44 |
| | | 1 | VIGA PÓRTICO | 9-VP6 | 35.97 | 35.97 |
| | | 10 | ÁNGULOS | 9-A1 | 11.48 | 11.48 |
| | | 13 | WT4 | 9-p198 | 1.56 | 15.6 |
| | | | | | 0.08 | 1.04 |
| | | | | | | 64.09 |
| 22/12/17 | FMP-IMP-021 | 8 | VIGA PÓRTICO | 9-VP41 | 6.73 | 53.84 |
| | | 6 | Viga | 9-V83 | 0.80 | 4.80 |
| | | 1 | PL6 | 9-pd31 | 0.19 | 0.19 |
| | | | | | | 58.83 |
| 23/12/17 | FMP-IMP-021 | 2 | VIGA PÓRTICO | 9-VP99 | 21.845 | 43.69 |
| 26/12/17 | FMP-IMP-021 | 14 | ZETA | 9-Z72 | 1.18 | 16.52 |
| | | 13 | ZETA | 9-Z67 | 1.66 | 21.60 |
| | | 10 | ZETA | 9-Z43 | 2.03 | 20.30 |
| | | | | | | 58.42 |
| 27/12/17 | FMP-IMP-021 | 1 | VIGA PÓRTICO | 9-VP93 | 14.06 | 14.06 |
| | | 1 | " " | 9-VP108 | 14.37 | 14.37 |
| | | 1 | " " | 9-VP10 | 14.96 | 14.96 |
| | | 1 | " " | 9-VP27 | 6.98 | 6.98 |
| | | 1 | " " | 9-VP55 | 6.96 | 13.92 |
| | | 2 | " " | 9-Z43 | 2.03 | 2.03 |
| | | 1 | ZETA | | 0.31 | 0.62 |
| | | 2 | Probeta | | | 16.94 |
| | | | | | | 63.93 |
| 28/12/17 | FMP-IMP-021 | 3 | Vigaportico | 9-VP109 | 21.31 | 63.93 |
| | | 9 | PL6 | 9-p99 | 0.05 | 0.45 |
| | | | | | | 64.38 |

ELABORADO POR: Pamela Lopez Pizuel
 FIRMA: *[Firma]*

ANEXO N°29

| CONTROL DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------------------|----------|----------|
| FECHA | OT | CANT. | DESCRIPCIÓN | M2 UNIT. | M2 TOTAL |
| 05-05-18 | INFADCH-03 | 39 | Soporte S1 | | |
| " | " | 1 | Probeta | 1.21 | 47.19 |
| | | | | 0.22 | 0.22 |
| 07-05-18 | AM-02 | 28 | Tubo 4" x 8250 | | 47.41 |
| | | 19 | Tubo 2" x 6489 | 2.63 | 73.64 |
| | | 3 | Contelas | 1.04 | 19.76 |
| | | | | 0.26 | 0.78 |
| 08-05-18 | AM-02 | 16 | Tubo 2.5" x 8430 | | 94.15 |
| | | 12 | Tubo 6" x 5789 | 1.68 | 26.88 |
| | | 1 | Contela | 2.77 | 33.24 |
| | | 18 | Tubo 2" x 6489 | 0.25 | 0.25 |
| | | | | 1.04 | 18.72 |
| 09-05-18 | AM-02 | 14 | Tubo 1.5" x 6000 | | 79.09 |
| | | 23 | Tubo 4" x 8250 | 0.72 | 10.08 |
| | | 19 | Tubo 2" x 6489 | 2.63 | 60.49 |
| | | 25 | Espárragos | 1.04 | 19.76 |
| | | | | 0.154 | 3.85 |
| | | | | | 94.18 |
| 10-05-18 | AM-02 | 12 | Tubo 2" x 6489 | 1.04 | 12.48 |
| | | 12 | Contela | 0.175 | 2.1 |
| | | 11 | Tubo 1.5" x 6000 | 0.72 | 7.92 |
| | | 5 | Tubo 6" x 5789 | 2.77 | 13.85 |
| | | 14 | Tubo 4" x 8250 | 2.63 | 36.82 |
| | | 6 | Tubo de 2" x 6489 | 1.04 | 6.24 |
| | | | | | 79.41 |
| 11-05-18 | AM-02 | 5 | Tubo 2" x 6489 | 1.04 | 5.2 |
| | | 7 | Placas | 0.44 | 3.08 |
| | | 7 | Tubo 1.5" x 6000 | 0.72 | 5.04 |
| | | 12 | Tubo 6" x 5789 | 2.77 | 33.24 |
| | | 14 | Tubo 4" x 8250 | 2.63 | 36.82 |
| | | 9 | Tubo 2" x 6489 | 1.04 | 9.36 |
| | | | | | 92.74 |
| | | | | 5.22 | 20.88 |
| 12/05/18 | INFADCH-03 | 4 | R-1 | 3.33 | 3.33 |
| | | 1 | R-2A | 3.12 | 3.12 |
| | | 1 | R-2B | 4.35 | 4.35 |
| | | 2 | R-3 | 3.83 | 7.66 |
| | | 3 | R-4 | | 11.49 |
| | | | | | 47.52 |

ELABORADO POR: Pamela Lopez Pizali FIRMA: *[Firma]*

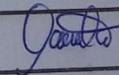
ANEXO N°30

| CONTROL DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|-------|---|--------|
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | |
| 25/11/17 | G1 | — | G2 52.79 | G3 52.71 | G4 18.01 | G5 | G6 | G7 | G8 | G | 123.51 |
| | B1 | 58.82 | B2 58.98 | B3 58.69 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 176.49 |
| 23/11/17 | G1 | 35.46 | G2 52.27 | G3 53.31 | G4 52.74 | G5 53.82 | G6 | G7 | G8 | G | 247.6 |
| | B1 | 59.84 | B2 60.14 | B3 59.35 | B4 58.02 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 237.35 |
| 28/11/17 | G1 | — | G2 52.25 | G3 52.87 | G4 53.37 | G5 53.12 | G6 | G7 | G8 | G | 211.61 |
| | B1 | 58.99 | B2 59.53 | B3 59.55 | B4 58.79 | B5 31.53 | B6 | B7 | B8 | B | 268.85 |
| 29/11/17 | G1 | — | G2 53.45 | G3 52.84 | G4 53.54 | G5 52.01 | G6 | G7 | G8 | G | 211.84 |
| | B1 | 28.35 | B2 61.17 | B3 60.12 | B4 59.56 | B5 58.96 | B6 | B7 | B8 | B | 268.16 |
| 30/11/17 | G1 | 53.25 | G2 53.52 | G3 53.89 | G4 53.8 | G5 27.7 | G6 | G7 | G8 | G | 242.16 |
| | B1 | 60.18 | B2 58.36 | B3 60.16 | B4 59.14 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 237.84 |
| 01/12/17 | G1 | 25.92 | G2 52.14 | G3 52.22 | G4 52.05 | G5 52.37 | G6 | G7 | G8 | G | 235.7 |
| | B1 | 58.04 | B2 58.96 | B3 59.23 | B4 58.81 | B5 9.26 | B6 | B7 | B8 | B | 244.3 |
| 02/12/17 | G1 | — | G2 53.69 | G3 53.78 | G4 24.4 | G5 | G6 | G7 | G8 | G | 131.87 |
| | B1 | 50.84 | B2 59.28 | B3 58.01 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 168.13 |
| 04/12/17 | G1 | 28.48 | G2 53.96 | G3 52.87 | G4 52.82 | G5 52.71 | G6 | G7 | G8 | G | 240.84 |
| | B1 | 60 | B2 59.83 | B3 59.37 | B4 59.96 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 239.16 |
| 05/12/17 | G1 | — | G2 53.87 | G3 52.32 | G4 53.34 | G5 53.97 | G6 | G7 | G8 | G | 213.5 |
| | B1 | 58.77 | B2 58.7 | B3 59.99 | B4 59.97 | B5 29.07 | B6 | B7 | B8 | B | 266.5 |
| 06/12/17 | G1 | 53.40 | G2 51.28 | G3 50.14 | G4 55.99 | G5 34.91 | G6 | G7 | G8 | G | 245.72 |
| | B1 | 56.20 | B2 62.98 | B3 56.10 | B4 59 | B5 | B6 | B7 | B8 | B | 234.28 |

ELABORADO POR:

Pamela Lopez Pirrali

FIRMA:



ANEXO N°31

| CONTROL DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|----|-------|----|--|----|--|---|--------|
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 07/12/17 | G1 | 20.09 | G2 | 51.08 | G3 | 61.30 | G4 | 55.4 | G5 | 52.71 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 240.58 |
| | B1 | 62.0 | B2 | 58.80 | B3 | 60.5 | B4 | 58.12 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 239.42 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 09/12/17 | G1 | — | G2 | 51.63 | G3 | 52.44 | G4 | 25.68 | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 129.75 |
| | B1 | 57.10 | B2 | 56.83 | B3 | 56.32 | B4 | | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 170.25 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 11/12/17 | G1 | 35.12 | G2 | 54.27 | G3 | 54.02 | G4 | 51.45 | G5 | 53.15 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 247.96 |
| | B1 | 57.48 | B2 | 59.11 | B3 | 58.68 | B4 | 56.77 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 232.04 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 12/12/17 | G1 | — | G2 | 51.88 | G3 | 50.90 | G4 | 52.40 | G5 | 52.45 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 207.63 |
| | B1 | 56.45 | B2 | 57.20 | B3 | 57.10 | B4 | 57.30 | B5 | 44.32 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 272.37 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 13/12/17 | G1 | — | G2 | 56.20 | G3 | 50.30 | G4 | 53.70 | G5 | 52.40 | G6 | 24.57 | G7 | | G8 | | G | 237.17 |
| | B1 | 14.08 | B2 | 55.80 | B3 | 57.45 | B4 | 58.10 | B5 | 57.40 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 242.83 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 14/12/17 | G1 | 27.42 | G2 | 58.10 | G3 | 57.10 | G4 | 52.40 | G5 | 55.77 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 250.79 |
| | B1 | 53.45 | B2 | 58.12 | B3 | 59.42 | B4 | 58.22 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 279.21 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 15/12/17 | G1 | — | G2 | 53.10 | G3 | 52.47 | G4 | 55.11 | G5 | 52.18 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 212.86 |
| | B1 | 55.12 | B2 | 59.66 | B3 | 58.33 | B4 | 56.97 | B5 | 37.06 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 267.14 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 16/12/17 | G1 | — | G2 | 53.09 | G3 | 53.21 | G4 | 52.57 | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 158.87 |
| | B1 | 21.54 | B2 | 60.10 | B3 | 59.26 | B4 | | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 140.90 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 18/12/17 | G1 | — | G2 | 53.97 | G3 | 52.77 | G4 | 52.82 | G5 | 52.49 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 212.05 |
| | B1 | 59.21 | B2 | 58.28 | B3 | 60.06 | B4 | 59.03 | B5 | 31.37 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 267.95 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 19/12/17 | G1 | — | G2 | 53.55 | G3 | 52.35 | G4 | 53.38 | G5 | 53.28 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 212.56 |
| | B1 | 28.31 | B2 | 59.74 | B3 | 60.08 | B4 | 58.23 | B5 | 61.08 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 267.44 |

ELABORADO POR: *Pamela Lopez Pizzali* FIRMA: *Pamela Lopez Pizzali*

ANEXO N° 32

| CONTROL DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|--|---------|--|-------|--------|
| FECHA | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| 20/12/17 | G1 | 53.61 | G2 | 52.57 | G3 | 53.8 | G4 | 52.04 | G5 | 52.68 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 244.7 |
| | B1 | 58.03 | B2 | 58.89 | B3 | 59.33 | B4 | 59.05 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 235.30 |
| 21/12/17 | G1 | 20.47 | G2 | 52.93 | G3 | 52.83 | G4 | 52.95 | G5 | 53.34 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 232.52 |
| | B1 | 58.74 | B2 | 59.3 | B3 | 58.42 | B4 | 60.09 | B5 | 10.93 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 247.48 |
| 22/12/17 | G1 | | G2 | 54.01 | G3 | 52.9 | G4 | 52.54 | G5 | 53.97 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 213.44 |
| | B1 | 48.52 | B2 | 59.15 | B3 | 58.06 | B4 | 59.77 | B5 | 59.9 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 285.40 |
| 23/12/17 | G1 | 53.49 | G2 | 52.13 | G3 | 52.88 | G4 | | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 158.5 |
| | B1 | 60.03 | B2 | 58.02 | B3 | 23.40 | B4 | | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 141.5 |
| 26/12/17 | G1 | | G2 | 52.73 | G3 | 52.34 | G4 | 52.91 | G5 | 53.97 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 211.95 |
| | B1 | 36.06 | B2 | 60.2 | B3 | 58.41 | B4 | 58.82 | B5 | 54.56 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 268.05 |
| 27/12/17 | G1 | 53.17 | G2 | 52.39 | G3 | 53.05 | G4 | 52.89 | G5 | 31.39 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 242.89 |
| | B1 | 59.7 | B2 | 58.51 | B3 | 59.72 | B4 | 59.18 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 237.11 |
| 28/12/17 | G1 | 21.26 | G2 | 53.71 | G3 | 53.62 | G4 | 52.71 | G5 | 52.89 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 233.59 |
| | B1 | 59.43 | B2 | 59.64 | B3 | 58.45 | B4 | 58.3 | B5 | 10.59 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 246.41 |
| 29/12/17 | G1 | | G2 | 53.57 | G3 | 53.76 | G4 | 53.11 | G5 | 53.71 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 214.15 |
| | B1 | 48.58 | B2 | 60.02 | B3 | 58.61 | B4 | 58.57 | B5 | 40.07 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 265.85 |
| 03/01/18 | G1 | | G2 | 52.64 | G3 | 54.3 | G4 | 52.6 | G5 | 52.96 | G6 | 12.19 | G7 | | G8 | | G | 224.69 |
| | B1 | 18.39 | B2 | 60.18 | B3 | 59.1 | B4 | 58.92 | B5 | 58.72 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 255.31 |
| 04/01/18 | G1 | 40.39 | G2 | 52.06 | G3 | 52.78 | G4 | 53.95 | G5 | 45.27 | G6 | | G7 | | G8 | | G | 244.15 |
| | B1 | 58.37 | B2 | 59.34 | B3 | 58.56 | B4 | 59.28 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 235.55 |

ELABORADO POR:

Pamela Lopez Parodi

FIRMA:

Pamela

ANEXO N°33

| CONTROL DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|--|---------|--|-------|--------|
| FECHA | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| 04/05/18 | G1 | 18.54 | G2 | 46.12 | G3 | 47.23 | G4 | 45.52 | G5 | 47.0 | G6 | 46.0 | G7 | | G8 | | G | 250.61 |
| | B1 | 41.82 | B2 | 41.61 | B3 | 40.63 | B4 | 42.70 | B5 | 40.99 | B6 | 21.64 | B7 | | B8 | | B | 229.39 |
| 05/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | — | G2 | 46.59 | G3 | 45.96 | G4 | 45.52 | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 158.07 |
| | B1 | 21.13 | B2 | 41.54 | B3 | 42.28 | B4 | 56.98 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 161.93 |
| 07/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | 45.13 | G2 | 46.11 | G3 | 47.2 | G4 | 46.06 | G5 | 45.3 | G6 | 44.46 | G7 | | G8 | | G | 274.26 |
| | B1 | 41.15 | B2 | 42.17 | B3 | 40.2 | B4 | 40.21 | B5 | 42.0 | B6 | | B7 | | B8 | | B | 205.74 |
| 08/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | — | G2 | 45.97 | G3 | 45.99 | G4 | 47.58 | G5 | 45.76 | G6 | 45.64 | G7 | | G8 | | G | 230.34 |
| | B1 | 41.59 | B2 | 41.23 | B3 | 42.02 | B4 | 41.83 | B5 | 41.84 | B6 | 41.15 | B7 | | B8 | | B | 249.66 |
| 09/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | 45.19 | G2 | 46.17 | G3 | 47.05 | G4 | 45.44 | G5 | 45.36 | G6 | 45.05 | G7 | | G8 | | G | 274.26 |
| | B1 | 40.23 | B2 | 42.21 | B3 | 41.95 | B4 | 40.25 | B5 | 41.1 | B6 | — | B7 | | B8 | | B | 205.74 |
| 10/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | — | G2 | 45.54 | G3 | 46.78 | G4 | 45.39 | G5 | 47.71 | G6 | 45.84 | G7 | | G8 | | G | 231.26 |
| | B1 | 40.16 | B2 | 40.34 | B3 | 41.55 | B4 | 42.6 | B5 | 41.03 | B6 | 43.06 | B7 | | B8 | | B | 248.74 |
| 11/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | 45.83 | G2 | 46.85 | G3 | 45.69 | G4 | 45.32 | G5 | 45.98 | G6 | 40.41 | G7 | | G8 | | G | 270.08 |
| | B1 | 42.79 | B2 | 41.33 | B3 | 41.98 | B4 | 41.82 | B5 | 42 | B6 | — | B7 | | B8 | | B | 209.92 |
| 12/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | — | G2 | 45.72 | G3 | 45.59 | G4 | 47.09 | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 138.4 |
| | B1 | 40.19 | B2 | 40.3 | B3 | 42.69 | B4 | 38.42 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 161.60 |
| 14/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | 47.26 | G2 | 46.02 | G3 | 47.73 | G4 | 46.82 | G5 | 45.21 | G6 | 37.55 | G7 | | G8 | | G | 270.39 |
| | B1 | 42.64 | B2 | 41.31 | B3 | 41.51 | B4 | 41.91 | B5 | 42.04 | B6 | — | B7 | | B8 | | B | 209.41 |
| 15/05/18 | TOLVA 1 | | TOLVA 2 | | TOLVA 3 | | TOLVA 4 | | TOLVA 5 | | TOLVA 6 | | TOLVA 7 | | TOLVA 8 | | TOTAL | |
| | G1 | 9.85 | G2 | 46.99 | G3 | 46.42 | G4 | 46.25 | G5 | 45.86 | G6 | 45.55 | G7 | | G8 | | G | 240.92 |
| | B1 | 40.98 | B2 | 41.11 | B3 | 41.97 | B4 | 42.68 | B5 | 41.23 | B6 | 31.11 | B7 | | B8 | | B | 239.08 |

ELABORADO POR:

Pamela Lopez Pizali

FIRMA:

[Firma manuscrita]

ANEXO N°34

| CONTROL DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DE GRANALLADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|----|-------|----|-------|----|--|---|--------|
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 16-05-18 | G1 | 15.39 | G2 | 45.27 | G3 | 47.57 | G4 | 46.27 | G5 | 46.41 | G6 | 47.24 | G7 | | G8 | | G | 248.15 |
| | B1 | 40.18 | B2 | 42.25 | B3 | 41.74 | B4 | 40.56 | B5 | 41.05 | B6 | 26.07 | B7 | | B8 | | B | 231.85 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 17/05/18 | G1 | — | G2 | 46.03 | G3 | 46.66 | G4 | 46.21 | G5 | 46.63 | G6 | 46.61 | G7 | 22.34 | G8 | | G | 254.48 |
| | B1 | 14.46 | B2 | 42.53 | B3 | 42.06 | B4 | 42.33 | B5 | 42.22 | B6 | 41.92 | B7 | — | B8 | | B | 225.52 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 18/05/18 | G1 | 23.71 | G2 | 45.15 | G3 | 46.64 | G4 | 46.09 | G5 | 46.22 | G6 | 47.07 | G7 | | G8 | | G | 254.88 |
| | B1 | 42.36 | B2 | 42.46 | B3 | 41.96 | B4 | 40.91 | B5 | 41.14 | B6 | 16.29 | B7 | | B8 | | B | 225.12 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 19/05/18 | G1 | — | G2 | 46.07 | G3 | 46.5 | G4 | 45.29 | G5 | 45.31 | G6 | 46.33 | G7 | 20.27 | G8 | | G | 249.77 |
| | B1 | 25.99 | B2 | 40.89 | B3 | 40.35 | B4 | 41.12 | B5 | 41.63 | B6 | 40.25 | B7 | — | B8 | | B | 230.23 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 21/05/18 | G1 | 26.91 | G2 | 45.67 | G3 | 46.7 | G4 | 46.75 | G5 | 46.67 | G6 | 46.46 | G7 | | G8 | | G | 259.16 |
| | B1 | 41.57 | B2 | 42.49 | B3 | 41.92 | B4 | 40.55 | B5 | 42.08 | B6 | 12.23 | B7 | | B8 | | B | 220.84 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 22/05/18 | G1 | — | G2 | 45.79 | G3 | 46.01 | G4 | 45.8 | G5 | 47.17 | G6 | 45.14 | G7 | 12.45 | G8 | | G | 242.36 |
| | B1 | 30.08 | B2 | 40.93 | B3 | 41.99 | B4 | 40.87 | B5 | 41.79 | B6 | 41.98 | B7 | — | B8 | | B | 237.64 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 23/05/18 | G1 | 32.67 | G2 | 47.56 | G3 | 45.51 | G4 | 47.52 | G5 | 46.87 | G6 | 45.44 | G7 | | G8 | | G | 265.57 |
| | B1 | 41.29 | B2 | 42.3 | B3 | 40.24 | B4 | 40.59 | B5 | 41.01 | B6 | 9 | B7 | | B8 | | B | 214.43 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 24/05/18 | G1 | — | G2 | 45.85 | G3 | 46.19 | G4 | 45.76 | G5 | | G6 | | G7 | | G8 | | G | 137.8 |
| | B1 | 31.67 | B2 | 42.48 | B3 | 42.73 | B4 | 45.32 | B5 | | B6 | | B7 | | B8 | | B | 162.20 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 25/05/18 | G1 | 45.23 | G2 | 47.03 | G3 | 46.55 | G4 | 45.53 | G5 | 47.12 | G6 | 39.85 | G7 | | G8 | | G | 271.31 |
| | B1 | 42.31 | B2 | 42.26 | B3 | 42.13 | B4 | 40.86 | B5 | 41.13 | B6 | — | B7 | | B8 | | B | 208.69 |
| FECHA | TOLVA 1 | TOLVA 2 | TOLVA 3 | TOLVA 4 | TOLVA 5 | TOLVA 6 | TOLVA 7 | TOLVA 8 | TOTAL | | | | | | | | | |
| 25/05/18 | G1 | 12 | G2 | 46.51 | G3 | 45.65 | G4 | 46.71 | G5 | 47.36 | G6 | 46.02 | G7 | | G8 | | G | 244.25 |
| | B1 | 40.64 | B2 | 42.57 | B3 | 40.52 | B4 | 41.17 | B5 | 41.12 | B6 | 29.73 | B7 | | B8 | | B | 235.75 |

ELABORADO POR:

Pamela Lopez Pizzali

FIRMA:

Pamela

ANEXO N°35

https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1049366290&s=1&o=1081139284&lang=es

feedback studio LOPEZ_PIZZALI_JURY_PAMELA_IMPRESION.docx 11 de 12

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC –SMP, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:
Lopez Pizzali, Jury Pamela

Resumen de coincidencias

14 %

Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

| Número | Fuente | Porcentaje |
|--------|---|------------|
| 1 | Entregado a Braintree ... Trabajo del estudiante | 3 % |
| 2 | repositorio.uvs.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 3 | Entregado a Universida... Trabajo del estudiante | 1 % |
| 4 | www.scribd.com Fuente de Internet | 1 % |
| 5 | tesis.ucam.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 6 | www.gestiopolis.com Fuente de Internet | 1 % |

Página: 1 de 224 Número de palabras: 26593 Text-only Report High Resolution Activado



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jury Pamela Lopez Pizali
Título del ejercicio: OTROS
Título de la entrega: LOPEZ_PIZZALI_JURY_PAMELA_IM.
Nombre del archivo: LOPEZ_PIZZALI_JURY_PAMELA_IM.
Tamaño del archivo: 18.73M
Total páginas: 224
Total de palabras: 26,593
Total de caracteres: 136,774
Fecha de entrega: 20-feb-2019 08:14p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1081139284





Certificado de Calibración

Calibration Certificate

N° CR17-0020

Cliente: TRANSFORMACIONES METALICAS PRO SAC
Customer:
Dirección: Calla A Mz. A lote 22 Urb Pro industrial - San Martín de Porres
Address:
Objeto calibrado: CRÓNOMETRO
Calibrated object:
Marca: CASIO
Brand:
Modelo: HS-3
Model:
Número de serie: 401Q09R
Serial Number:
Identificación: TM-05
Identification:
Lugar de Calibración: Laboratorio de Temperatura, Humedad y Físico-Químico de KOSSODO S.A.C.
Place of Calibration:
Orden de Trabajo: OT-01701206
Work Order:
Fecha de Calibración: 2017-08-15
Date of Calibration:
Fecha de Emisión: 2017-08-17
Date of Issue:

Este Certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

KOSSODO S.A.C. - División de Metrología mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la cadena de trazabilidad de las mediciones que realiza, así mismo realiza certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados y brinda asistencia técnica en temas relacionados al campo de la metrología en la industria peruana.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

This Calibration Certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). KOSSODO S.A.C. - Metrology Division supports and calibrates its standards of reference to guarantee the chain of traceability of the measurements realized, as well as the metrological certifications realize at the request of the interested parties and offers technical assistance in topics related to the metrology field in the Peruvian industry. In order to assure the quality of measurements the user should recalibrate his instruments at appropriate intervals.

DATOS DEL OBJETO CALIBRADO
Data of the calibrated object

Selector de tiempo: Digital
Timer device
Intervalo de Indicación: 9 h 59 min 59,99 s
Indication Interval
Resolución: 0,01 s
Resolution

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration Method

La calibración se ha realizado en la metodología de determinación del error de indicación por comparación directa con Cronómetro patrón.

The calibration was done on the basis of the method to determination of the measurement error by direct comparison with digital standard Chronometer.

Director de Metrología
Metrology Director

Jefe de Laboratorio
Laboratory Boss



Ernesto Rodríguez Morán

Sandra Jurupe Melgarejo

F-MET-06

Versión: 00

Aprobado el 2016-10-18

Página 1 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes

partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature

Oficina de Ventas: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | Teléfonos: (+ 51-1) 619-8400 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com



N° CR17-0020

PATRONES UTILIZADOS

Standards Used

| Nombre del patrón | Código de patrón | N° de Certificado | Trazabilidad |
|--------------------|------------------|--------------------|--------------|
| Standard name | Standard code | certificate number | Traceability |
| Cronometro Digital | PT-CRON-05 | LTf-C-117-2017 | DM-INACAL |
| Digital Timer | PT-CRON-05 | LTf-C-117-2017 | DM-INACAL |

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACION

Environment Conditions during Calibration

| | | | |
|--------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Temperatura: | 23,5 °C ± 0,3 °C | Humedad Relativa: | 62,2 % hr ± 2 %hr |
| Temperature | | Relative Humidity | |

RESULTADOS DE CALIBRACION

Calibration results

Ensayo de Tiempo

| Tiempo Medido | | | Error | Incertidumbre |
|---------------|-----|----|-------|---------------|
| h | min | s | (s) | (s) |
| 0 | 00 | 5 | -0,02 | 0,01 |
| 0 | 00 | 30 | -0,02 | 0,01 |
| 0 | 30 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 1 | 00 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 2 | 00 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 3 | 00 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 4 | 00 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 5 | 00 | 0 | 0,00 | 0,01 |
| 6 | 00 | 0 | 0,01 | 0,01 |
| 7 | 00 | 0 | 0,01 | 0,01 |
| 8 | 00 | 0 | 0,01 | 0,01 |
| 9 | 00 | 0 | 0,01 | 0,01 |

F-MET-06

Versión: 00

Aprobado el 2016-10-18

Página 2 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes

partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature

Oficina de Ventas: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | teléfonos: (+ 51-1) 619-8400 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com



el mejor EQUIPO para su laboratorio

N° CR17-0020

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Measurement Uncertainty

La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95 %.

The calculated uncertainty of measurement (U), it has been determined from the combined Standard Uncertainty of Measurement multiplied by the coverage factor k=2. This value has been calculated for a confidence level of 95 %.

OBSERVACIONES

Comments

Con fines de identificación del estado de calibración del instrumento se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.

With identification purposes of the calibration state of the instrument an autoadhesive sticker was placed.

NOTAS

Notes

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del instrumento durante la calibración.

KOSSODO S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

The values indicated in this document are only valid for the conditions of the instrument during calibration. KOSSODO S.A.C. takes no responsibility for any damages caused by bad use of the calibrated object.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

A copy of this document will be kept in electronic device in the laboratory for a period of at least 4 years.

La versión en inglés de este documento es una traducción relativa. En caso de duda, es válida la versión original en español.

The version in english of this document is not a binding translation. If any controversy arises, the original version in spanish must be considered.

F-MET-06

Versión: 00

Aprobado el 2016-10-18

Página 3 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Kossodo S.A.C. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes

partial or total reproduction of this document is prohibited without authorization of Kossodo S.A.C. This document is not valid without the respective stamp and signature

Oficina de Ventas: Jr. Chota 1161 - Lima - Perú | Teléfonos: (+ 51-1) 619-8400 | Anexo 1401 | E-mail: metrologia@kossodo.com | www.kossodo.com



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

LOPEZ PIZZALI JURY PAMELA

INFORME TÍTULADO:

**"MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO A
TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA TRANSFORMACIONES
METÁLICAS PRO SAC –SMP, 2018"**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 |
| | | Versión : 09 |
| | | Fecha : 23-03-2018 |
| | | Página : 1 de 1 |

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE GRANALLADO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA TRANSFORMACIONES METÁLICAS PRO SAC –SMP, 2018", del estudiante LOPEZ PIZZALI JURY PAMELA; tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 18 de Marzo del 2019



.....
Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de
 Ingeniería Industrial

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

Feedback Studio - Mozilla Firefox

https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=10493662908&=1&o=1081139284&lang=es

LOPEZ_PIZZALI_JURY_PAMELA_IMPRESION.docx

feedback studio

Resumen de coincidencias

14 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

| | | |
|---|---------------------------|-----|
| 1 | Entregado a BrainTree... | 3 % |
| 2 | repositorio.uas.edu.pe | 1 % |
| 3 | Entregado a Universida... | 1 % |
| 4 | www.scribd.com | 1 % |
| 5 | tesis.uccsm.edu.pe | 1 % |
| 6 | www.gestioipolis.com | 1 % |

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Mejora de la productividad del área de granallado a través de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Transformaciones Metálicas Pro SAC -SMP, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:
López Pizzali, Jury Pamela

Página: 1 de 224 Número de palabras: 26593

Text-only Report High Resolution Activado

6:19 p. m. 21/02/2019

