



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para  
incrementar la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima,  
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Vega Diaz, Nilton Robert (ORCID: 0000-0002-2488-7756)

**ASESOR:**

Dr. Dávila Laguna Ronald Fernando (ORCID: 0000-0001-9886-0452)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

Este esfuerzo va dedicado a mi hijo Sebastián,  
A mi adorada madre, a la memoria de mi padre,  
a mi querida esposa y a mi adorada familia que  
son las personas más importantes y me inspiran  
a seguir mejorando cada día para demostrar que  
todo es posible con perseverancia y ayuda de Dios.

## AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios y a mis padres  
Por la vida y los valores cristianos  
Inculcados, agradezco también a  
Todos los maestros que conocí y  
Dejaron sus enseñanzas dentro  
y fuera de las aulas.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA.....   | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....  | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....   | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | viii |
| RESUMEN .....  | xi   |
| ABSTRACT .....   | xii  |
| I INTRODUCCIÓN .....   | 13   |
| II MARCO TEÓRICO.....  | 36   |
| III METODOLOGÍA.....   | 51   |
| <b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....                  | 51   |
| <b>3.2 Variables, operacionalización</b> .....                   | 52   |
| <b>3.3 Población, muestra y muestreo</b> .....                   | 53   |
| <b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> ..... | 54   |
| <b>3.5 Procedimientos</b> .....                                  | 55   |
| <b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....                     | 161  |
| <b>3.7 Aspectos éticos</b> .....                                 | 161  |
| IV RESULTADOS.....   | 162  |
| V DISCUSIÓN .....  | 177  |
| VI CONCLUSIONES .....  | 181  |
| VII RECOMENDACIONES .....  | 182  |
| REFERENCIAS.....   | 183  |
| ANEXOS .....   | 188  |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Lista de faltas que originan la baja productividad. ....               | 22 |
| <b>Tabla 2.</b> valores de frecuencia de ocurrencia de faltas. ....                    | 22 |
| <b>Tabla 3.</b> Matriz de correlación entre causas principales. ....                   | 23 |
| <b>Tabla 4.</b> faltas más recurrentes en orden descendente. ....                      | 24 |
| <b>Tabla 5.</b> Ponderación de causas principales. ....                                | 26 |
| <b>Tabla 6</b> Estratificación con causas por departamento. ....                       | 28 |
| <b>Tabla 7,</b> causas por departamentos. ....   | 29 |
| <b>Tabla 8</b> prioridades y ponderación. ....   | 30 |
| <b>Tabla 9.</b> Causas principales ponderadas con mayor puntuación. ....               | 31 |
| <b>Tabla 10.</b> Porcentaje de causas por departamento. ....                           | 31 |
| <b>Tabla 11.</b> ponderación de metodologías que se pueden implementar. ....           | 33 |
| <b>Tabla 12.</b> Elección de metodología aplicada a estudio. ....                      | 33 |
| <b>Tabla 13.</b> Línea de tiempo de ejecución de implantación de mejora ..... 66       | 66 |
| <b>Tabla 14.</b> Horario de trabajo en proyecto PMRT. ....                             | 67 |
| <b>Tabla 15.</b> Segregación de actividades que no generan valor. ....                 | 70 |
| <b>Tabla 16.</b> Horas hombre diarias de la mano de obra directa (M.O.D). ....         | 72 |
| <b>Tabla 17.</b> Costos de personal mano de obra directa por día. ....                 | 73 |
| <b>Tabla 18.</b> Producción mensual de tubería. ....                                   | 73 |
| <b>Tabla 19.</b> Cuotas de producción por cuadrilla (contractual) ..... 73             | 73 |
| <b>Tabla 20.</b> producción contractual mensual por soldador. ....                     | 74 |
| <b>Tabla 21.</b> Tiempo por actividades en minutos. ....                               | 75 |
| <b>Tabla 22.</b> Eficiencias de cuadrillas en mes de octubre 2021 – pre test. ....     | 77 |
| <b>Tabla 23.</b> Consolidado la data de la eficiencia en etapa Pre test. ....          | 80 |
| <b>Tabla 24.</b> Eficiencia por meses de pre-test. ....                                | 81 |
| <b>Tabla 25.</b> Eficiencia diaria en meses de pre-test ..... 83                       | 83 |
| <b>Tabla 25.</b> Eficiencia diaria en meses de pre-test... continuación ..... 84       | 84 |
| <b>Tabla 26.</b> Producción mensual de tuberías pre test ..... 86                      | 86 |
| <b>Tabla 27.</b> Eficacia mensual y promedio en pre test. ....                         | 88 |
| <b>Tabla 28.</b> Productividad diaria en el pre-test. ....                             | 89 |
| <b>Tabla 28.</b> Obtención de la productividad mensual y promedio en el pre-test. .... | 89 |
| <b>Tabla 29.</b> Causas principales de baja productividad. ....                        | 89 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 30.</b> Plan de propuestas de mejora en función a ciclo PHVA.....  | 91  |
| <b>Tabla 31.</b> Propuestas de mejora en función a causas principales.....  | 92  |
| <b>Tabla 32.</b> actividades de propuestas de mejora en función a causas que originan baja productividad.....                           | 94  |
| <b>Tabla 32.</b> actividades de propuestas de mejora en función a causas que originan baja productividad..... continuación. ....        | 95  |
| <b>Tabla 33.</b> Definición de metas y objetivos del estudio de implementación. ....  | 96  |
| <b>Tabla 34.</b> matriz de documentos y actividades necesarios para Implementación de mejora. ....                                      | 101 |
| <b>Tabla 34.</b> Matriz de documentos y actividades necesarios para Implementación de mejora..... continuación de página anterior. .... | 102 |
| <b>Tabla 35.</b> Base de datos de entradas y salidas de material .....  | 108 |
| <b>Tabla 36.</b> Requerimientos mínimos de SSHH .....   | 112 |
| <b>Tabla 37.</b> Cantidad de Personal en Obra.....  | 112 |
| <b>Tabla 38.</b> Tiempos promedios de desplazamiento a SSHH .....   | 114 |
| <b>Tabla 39.</b> Fabricación de Juntas de tubería Post-Test (Marzo, Abril).....   | 127 |
| <b>Tabla 39.</b> Fabricación de Juntas de tubería Post-Test (Abril, Mayo)...continuación .....  | 128 |
| <b>Tabla 40.</b> Eficacia en meses de Post-Test.....  | 131 |
| <b>Tabla 41.</b> Resumen de actividades post test .....   | 133 |
| <b>Tabla 42.</b> Distribución de funciones por cuadrillas con tiempos disponibles. ....   | 134 |
| <b>Tabla 43.</b> Eficiencia diaria por cuadrillas mes marzo Post-test.....  | 136 |
| <b>Tabla 44.</b> Eficiencia diaria por cuadrillas mes abril Post-test .....   | 137 |
| <b>Tabla 45</b> Eficiencia diaria por cuadrillas de mes Mayo Post-test.....   | 139 |
| <b>Tabla 46</b> Consolidado eficiencia diaria por cuadrillas de mes Mayo Post-test. ....  | 141 |
| <b>Tabla 47.</b> Resumen de eficiencia en Pre-Test. ....  | 143 |
| <b>Tabla 48.</b> Productividad de Post test.....  | 145 |
| <b>Tabla 48.</b> Productividad de Post test ... continuación .....  | 146 |
| <b>Tabla 49:</b> Productividad promedio mensual Post-test .....   | 149 |
| <b>Tabla 50.</b> Costos de Implementación de metodología de mejora.....   | 151 |
| <b>Tabla 51.</b> Costo de Producción de Juntas de tuberías Octubre 2021 pre test.....   | 152 |
| <b>Tabla 52.</b> Costo de Producción de Juntas de tuberías Noviembre 2021 pre test.....   | 153 |
| <b>Tabla 53.</b> Costo de Producción de Juntas de tuberías Diciembre 2021 pre test .....  | 154 |
| <b>Tabla 54.</b> Costos unitarios con relación a producción en pre test.....  | 155 |
| <b>Tabla 55.</b> Costos de Producción de Juntas de tuberías marzo 2022 post test .....  | 155 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 56.</b> <i>costos de Producción de Juntas de tuberías abril 2022 post test.</i>                   | 156 |
| <b>Tabla 57.</b> <i>costos de Producción de Juntas de tuberías mayo 2022 post test.</i>                    | 157 |
| <b>Tabla 58.</b> <i>Costos unitarios con relación a producción en post test.</i>                           | 158 |
| <b>Tabla 59.</b> <i>Producción en pre y post test.</i>   | 159 |
| <b>Tabla 60.</b> <i>Flujo de caja con costo de implementación.</i>   | 159 |
| <b>Tabla 61.</b> <i>Valor actual neto.</i>   | 160 |
| <b>Tabla 62.</b> <i>Resumen VAN y costo beneficio.</i>   | 160 |
| <b>Tabla 63.</b> <i>TIR del ahorro.</i>  | 160 |
| <b>Tabla 64.</b> <i>Comparación de Eficiencia entre Pre Test y Post test</i>                               | 162 |
| <b>Tabla 65.</b> <i>Comparación de datos significativos de Eficiencia en Pre Test y Post test</i>          | 163 |
| <b>Tabla 66.</b> <i>Comparación de Eficacia entre Pre Test y Post test</i>                                 | 163 |
| <b>Tabla 67.</b> <i>Comparación de datos significativos de Eficacia en Pre Test y Post test</i>            | 165 |
| <b>Tabla 68.</b> <i>Comparación de Resultados de Variable dependiente Productividad en Pre y Post Test</i> | 165 |
| <b>Tabla 69.</b> <i>Comparación de datos significativos de productividad Pre Test y Post test</i>          | 166 |
| <b>Tabla 70.</b> <i>Pruebas de normalidad.</i>   | 166 |
| <b>Tabla 71.</b> <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>  | 169 |
| <b>Tabla 72.</b> <i>Estadísticos de prueba Wilcoxon para la productividad.</i>                             | 169 |
| <b>Tabla 73.</b> <i>Pruebas de normalidad</i>  | 170 |
| <b>Tabla 74.</b> <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>  | 172 |
| <b>Tabla 79.</b> <i>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></i>   | 173 |
| <b>Tabla 80.</b> <i>Pruebas de normalidad</i>  | 174 |
| <b>Tabla 81.</b> <i>Prueba de rango con signo de Wilcoxon</i>  | 175 |
| <b>Tabla 82.</b> <i>Estadísticos de prueba.</i>  | 176 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |  |
|--|--|
| <b>Figura 1.</b> La productividad por países .....   | 13   |
| <b>Figura 2.</b> La productividad de países por trabajadores Fuente: Marco económico .....                 | 14   |
| <b>Figura 3.</b> ralentización de la productividad .....   | 14   |
| <b>Figura 4.</b> Producción de derivados según producto .....  | 16   |
| <b>Figura 5.</b> Precio internacional de petróleo. ....  | 17   |
| <b>Figura 6.</b> Fabricación de tuberías y spools de Acero. ....   | 18   |
| <b>Figura 7.</b> Diagrama causa efecto de baja productividad en fabricación de tuberías. ....              | 21   |
| <b>Figura 9.</b> Estratificación de causas de baja productividad por departamentos.....                    | 29   |
| <b>Figura 10.</b> Mejora continua de procesos Fuente: elaboración Propia. ....                             | 39   |
| <b>Figura 11.</b> Implementación de mejora en un proceso.....  | 44   |
| <b>Figura 12.</b> Proyecto Refinería de Talara.....  | 56   |
| <b>Figura 13.</b> Acopio de Tuberías<br>tubería .....  | <b>Figura 14.</b> Proceso de Soldeo de<br>tubería ..... 56 |
| <b>Figura 15.</b> montaje de equipos.....  | 57   |
| <b>Figura 18.</b> Organigrama jerárquico de funciones exclusivo para proyecto PMRT.....                    | 60   |
| <b>Figura 19.</b> Diagrama de Proceso Panorámico de Fabricación de Tuberías.....                           | 62   |
| <b>Figura 20.</b> Se muestra un plano con los componentes necesarios para la fabricación de tuberías. .... | 63   |
| <b>Figura 21.</b> Junta BW y Junta SW.....   | 64   |
| <b>Figura 22.</b> corte de tubería y habilitado de juntas. ....  | 64   |
| <b>Figura 23.</b> procesos de armado y soldeo de tuberías.....   | 65   |
| <b>Figura 24.</b> tuberías en posición final en referencia a indicado en plano.....                        | 66   |
| <b>Figura 25.</b> Diagrama de Operaciones de Proceso .....   | 68   |
| <b>Figura 26.</b> diagrama de actividades de proceso en etapa de Pre-Test. ....                            | 69   |
| <b>Figura 27.</b> Producción de tuberías en 2021, muestra los meses de pre-test .....                      | 71   |
| <b>Figura 28.</b> Juntas de tuberías a soldar. ....  | 71   |
| <b>Figura 29.</b> Distribución de mano de obra directa en fabricación de tubería. ....                     | 72   |
| <b>Figura 30.</b> Tendencia de eficiencia en Pre-Test.....   | 79   |
| <b>Figura 31.</b> Eficiencia por meses de pre-test. ....   | 81   |
| <b>Figura 32.</b> Fabricación diaria de pulgadas de tuberías en octubre 2021 (pre-test).....               | 85   |
| <b>Figura 33.</b> fabricación diaria de pulgadas de tuberías en noviembre 2021 (pre-test).....             | 85   |
| <b>Figura 34.</b> Fabricación diaria de pulgadas de tuberías diciembre 2021 (pre-test).....                | 86   |
| <b>Figura 35.</b> Producción de meses de pre-test .....  | 87   |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 36.</b> Cronograma de planificación (muestran fechas de reuniones de coordinación para ejecutar implantación de mejoras. .... | 97  |
| <b>Figura 37.</b> Cronograma de Actividades realizadas en proceso de implantación en el mes de enero 2022.....                          | 98  |
| <b>Figura 38.</b> Cronograma de Actividades realizadas en proceso de implantación en el mes de febrero 2022. ....                       | 98  |
| <b>Figura 39.</b> Reunión de coordinación con personal de obra .....  | 103 |
| <b>Figura 40.</b> Diagrama de flujo para minimizar tiempos muertos.....   | 104 |
| <b>Figura 41.</b> Organigrama del nuevo Departamento de Materiales e Ingeniería. ....   | 105 |
| <b>Figura 42.</b> Perfil del Puesto de jefe de Dpto de Materiales e Ingeniería.....   | 106 |
| <b>Figura 43.</b> Vale de salida de almacén para control de materiales.....   | 107 |
| <b>Figura 44.</b> Procedimiento de recepción de materiales.....   | 111 |
| <b>Figura 45.</b> Ubicación de SSHH en unidad FCC antes de la implantación de la mejora.....  | 113 |
| <b>Figura 46.</b> Nueva ubicación de SSHH en unidad FCC.....  | 115 |
| <b>Figura 47.</b> Charla informativa de nueva ubicación de servicios Higiénicos. ....   | 116 |
| <b>Figura 48.</b> Curso de capacitación en tubería industrial.....  | 117 |
| <b>Figura 49.</b> cronograma de cursos de capacitaciones.....   | 118 |
| <b>Figura 50.</b> Prueba de conocimientos en tubería industrial. ....   | 119 |
| <b>Figura 51.</b> Evaluación de promoción de Ayudantes (Oficiales).....   | 120 |
| <b>Figura 52.</b> Examen de promoción de operarios.....   | 121 |
| <b>Figura 53.</b> Acta de Reunión semanal de construcción. ....   | 123 |
| <b>Figura 54.</b> Acta de Reunión semanal de seguimiento de Producción. ....  | 124 |
| <b>Figura 55.</b> Formato CON-PIP-12 de control de calidad. ....  | 126 |
| <b>Figura 56.</b> producción diaria en mes de marzo (Post-test) .....   | 129 |
| <b>Figura 57.</b> producción diaria en mes de abril (Post-test) .....   | 130 |
| <b>Figura 58.</b> Producción diaria en mes de mayo (Post-Test).....   | 130 |
| <b>Figura 59.</b> Tendencia de la eficacia en los meses de Post-Test.....   | 131 |
| <b>Figura 60.</b> Diagrama de actividades en etapa Post-Test. ....  | 132 |
| <b>Figura 60.</b> Diagrama de actividades en etapa Post-Test.... Continuación .....   | 133 |
| <b>Figura 61.</b> Eficiencia mes de marzo Post-test.....  | 142 |
| <b>Figura 62.</b> Eficiencia mes de Abril Post-test. ....   | 142 |
| <b>Figura 63.</b> Eficiencia mes de Mayo Post-test. ....  | 143 |
| <b>Figura 64.</b> Eficiencia Post-Test. ....  | 144 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 65.</b> Productividad diaria en el mes de Marzo Post-test. ....          | 148 |
| <b>Figura 67.</b> Productividad diaria en el mes de Mayo Post-test. ....           | 149 |
| <b>Figura 68.</b> Productividad de meses de Post-test. ....                        | 150 |
| <b>Figura 69:</b> Costo unitario promedio en pre y post test.....                  | 158 |
| <b>Figura 70.</b> Comparación de eficiencia en etapa Pre y Post Test. ....         | 162 |
| <b>Figura 71.</b> Comparación de eficacia en etapa Pre y Post Test. ....           | 164 |
| <b>Figura 72.</b> Comportamiento de los datos de productividad Pre Test.....       | 167 |
| <b>Figura 73.</b> Prueba de normalidad de productividad Post Test. ....            | 168 |
| <b>Figura 74.</b> Prueba de normalidad de eficiencia en etapa Pre Test.....        | 171 |
| <b>Figura 75.</b> Prueba de normalidad de eficiencia en etapa Post Test.....       | 171 |
| <b>Figura 76.</b> Prueba de normalidad de eficacia en etapa Pre Test. ....         | 174 |
| <b>Figura 77.</b> Comparación de normalidad en la eficacia en etapa Post Test..... | 175 |

## RESUMEN

La investigación tuvo como problemática baja productividad en la fabricación de tuberías, acorde al objetivo general se buscó incrementar la productividad del proceso, la metodología fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental, la población fue la cantidad de tuberías fabricadas en un periodo de seis meses divididos en tres meses antes y después de la implementación, se usó la técnica de observación, hojas de recolección de datos, diagramas DOP y DAP, tablas consolidadas de la variable dependiente se recopiló información antes y después de aplicar el ciclo PHVA, con los resultados obtenidos se realizó el análisis los resultados mostraron un aumento de la productividad de 46.11% a 78.51%, la eficiencia de 67.23% a 85.06% y la eficacia de 68.39% a 92.09%. La implantación del ciclo PHVA incrementó la productividad en un 70.26%, la eficiencia un 26.52%, la eficacia un 35.09% en relación con los datos obtenidos en el pre test. Se recomendó aplicar la metodología PHVA en departamentos auxiliares para incrementar la productividad de los mismos y con ello el proceso de fabricación tendría los recursos para desarrollar de forma ininterrumpida su actividad.

Palabras clave: Productividad, fabricación, tuberías, PHVA.

## ABSTRACT

The research had low productivity in the manufacture of pipes as a problem, according to the general objective, it was sought to increase the productivity of the process, the methodology was applied, quantitative approach, quasi-experimental design, the population was the number of pipes manufactured in a period of six months divided into three months before and after the implementation, the observation technique was used, data collection sheets, DOP and DAP diagrams, consolidated tables of the dependent variable, information was collected before and after applying the PHVA cycle, with the results obtained, the analysis was carried out, the results showed an increase in productivity from 46.11% to 78.51%, efficiency from 67.23% to 85.06% and effectiveness from 68.39% to 92.09%. The implementation of the PHVA cycle increased productivity by 70.26%, efficiency by 26.52%, and effectiveness by 35.09% in relation to the data obtained in the pre-test. It was recommended to apply the PHVA methodology in auxiliary departments to increase their productivity and thus the manufacturing process would have the resources to develop its activity uninterruptedly.

Keywords: Productivity, manufacturing, pipes, PHVA.

## I INTRODUCCIÓN

Las industrias de hoy están más enfocadas a incrementar la productividad, basada en soluciones complejas y de alto costo, creyendo que son la única alternativa, sin notar que factores que piensan menos importantes logran alcanzar una mayor productividad. Hay dos formas de calcular el rendimiento, el cual recalca el MEF en el Marco Macroeconómico anual por que encajan con diversas investigaciones, una entre tantas es Productividad Total de Factores con siglas (PTF). Ella se mide sustraendo producción de M.O (mano de obra) y Capital al PIB. También se puede realizar haciendo una media por trabajador, teniendo la producción del país (prod nacional), con esta forma se logrará obtener la tan anhelada productividad del trabajo. Según periódico Gestión (2015).

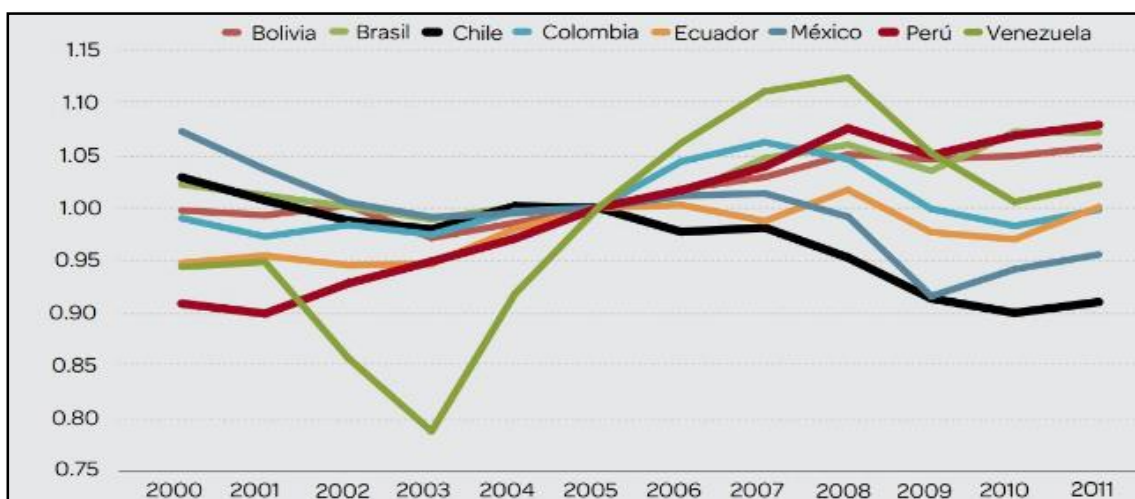
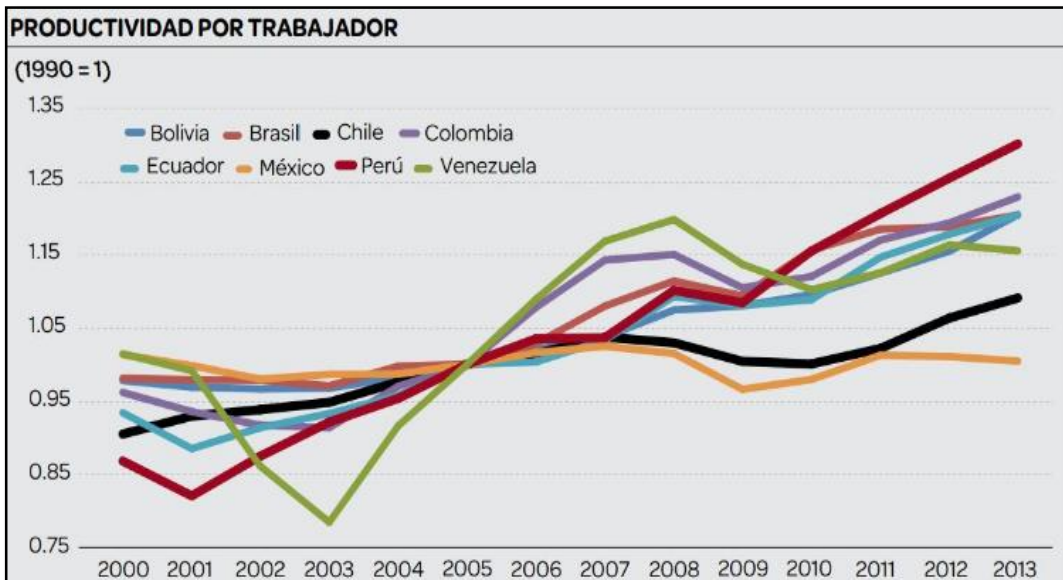


Figura 1. La productividad por países

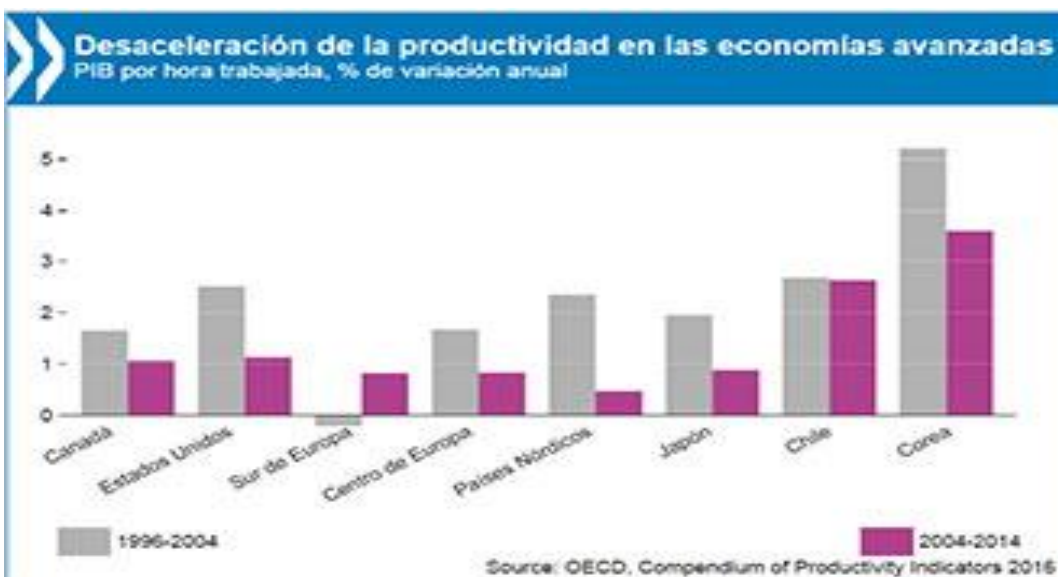
Fuente: Marco económico

En la figura 1 se aprecia la productividad por países donde la productividad de Perú (línea de color granate) tiene un incremento y es competitiva en Sudamérica.



**Figura 2.** La productividad de países por trabajadores Fuente: Marco económico

La figura 2 muestra la productividad de trabajadores de Sudamérica donde la productividad de Perú esta resaltada de color granate y tiene un incremento en relación con los años anteriores y es una de las más altas de Latinoamérica.



**Figura 3.** ralentización de la productividad. Fuente: OECD

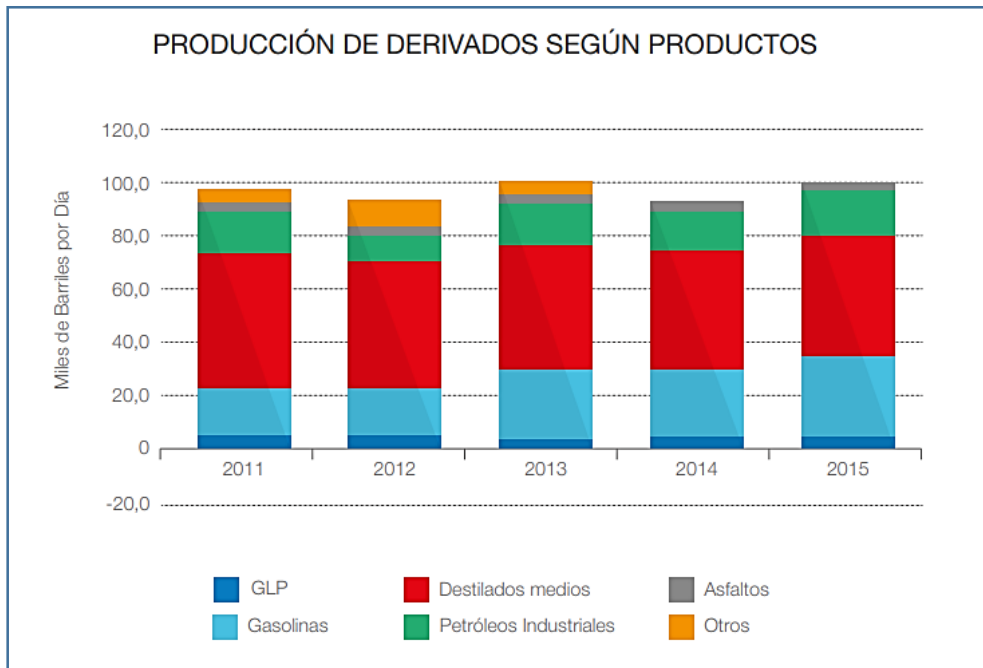
En la figura 3 se muestra el retroceso de la productividad en los países desarrollados como se ve las economías de Suecia, Alemania, Estados Unidos y Japón han descendido con referencia a el PIB en los últimos años.

El resumen observa muchas explicaciones para el retroceso del aumento de la efectividad en el centro laboral, debido a la ralentización de utilidad de multifactores los desajustes de la capacidad, debilidades de las inversiones, y el decremento de la dinámica empresarial. Cabe mencionar un claro y gran ejemplo es inversión en nuevas tecnologías de comunicación e información, puesto que los países desarrollados como Suecia, Alemania, Estados Unidos y Japón han descendido en referencia a el PBI en los últimos años.

En el ámbito nacional, hay dos formas de cuantificar la efectividad según indica el ministerio de economía y de finanzas bajo el Marco Macroeconómico Multianual. A la primer se le llama PTF (productividad total de factores) el cual se mide con una resta entre la producción de M.O del total capital producido dentro del país.

El año 2014 fue vital para PETROPERÚ S.A., porque inició el Proyecto: Modernización de Refinería Talara (PMRT). El proyecto tiene como meta la desulfurización del combustible producido por la nueva refinería, incrementar la producción de aprox 65 MBD (miles de barriles por día) a 95 MBD, pudiendo procesar petróleo crudo pesado, y sobre todo producir refinados con valor agregado con ayuda de procesos de última generación.

La producción de crudo en Unidad de Destilación Primaria en el periodo 2014 fue 56.3 MBDC (millones de barriles de petróleo crudo), fue superior a la registrada el año anterior (55.3 MBDC). Pero es baja teniendo en cuenta el rango de capacidad de la Unidad de 65 MBD, debido a la venta en el mercado nacional de diésel B5 S50 proveniente del exterior. En el marco de las actividades realizadas, se efectuó las reestructuraciones que son de necesidad, para poder aislar Diesel liviano de los derivados componentes del gasoil, proporciona más flexibilidad para producir diésel de ultra bajo contenido de residuos de azufre, también se dio facilidad para mejorar condiciones de operación convenientes para ser procesados por la desaladora, para lograr el procesamiento de mezclas de crudos provenientes de Talara, Albacora y Loreto (Memoria Anual - PETROPERÚ S.A, 2014).



**Figura 4.** Producción de derivados según producto

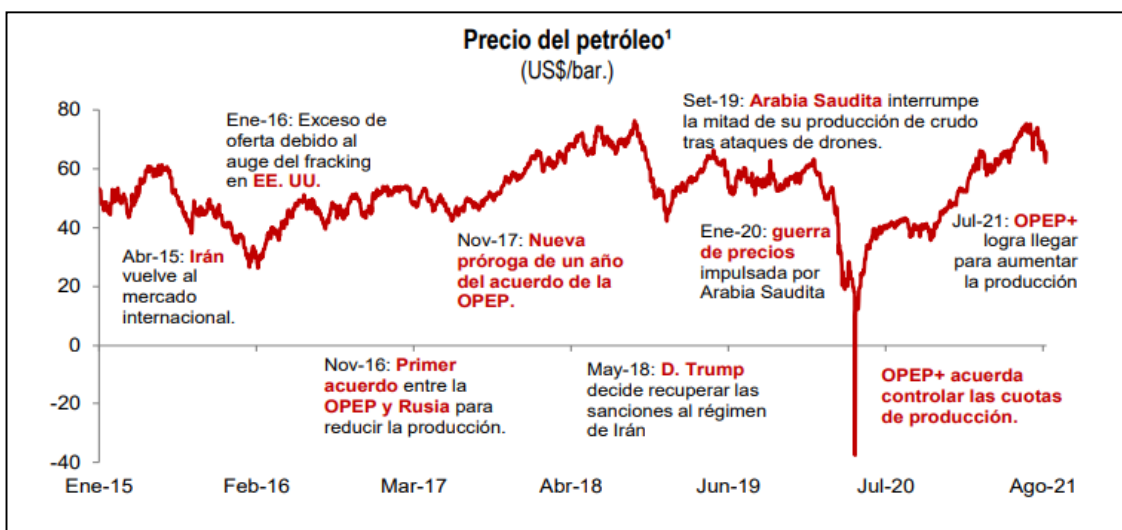
fuelle: Petroperú

La figura 4 muestra los derivados de petróleo por año que produce la refinería de Talara. La cantidad de producción (volumen) de refinados aumentó un 7% en referencia al año 2014. En forma paralela las unidades de refinación y ventas obtuvieron grandes logros en 2015 gracias al incremento del espacio disponible, las certificaciones en trinormas (sistemas de Gestión en lo Ambiental, Sistemas de gestión en Calidad, Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el centro de labores. También, han aplicado medidas que han permitido lograr reducciones en costo de operaciones, obteniendo una óptima respuesta en atención al mercado.

En junio de 2014 la XII Inspección Total de Unidad Primaria y la Planta de Tratamiento, en la que se efectuó labores de mantenimiento de equipos y activos como Torre, intercambiadores de calor, bombas, tanques de almacenamiento, equipos de instrumentación entre otros. Para minimizar los costos de operación, en refinería Talara se incrementaron la capacidad de depósitos de Gasolinas y diésel con tres y un tanque, correspondientes, y equivale a 652,000 Barriles, generando ahorros importantes por aprovisionamiento y compras a tiempo de estos productos, se incrementó la capacidad de aprovisionamiento de Gases licuados de Petróleo (GLP) en 60,000 Barriles con lo cual que se aseguró el abastecimiento del mercado de la zona. (Memoria Anual - PETROPERÚ S.A, 2015)



PETROPERÚ (petróleos del Perú). En 2016 elaboró 102,900 barriles de crudo de petróleo y otras contribuciones en sus refinerías, por encima a la de 2015 (991,000 barriles de crudo, a causa del mayor empleo de gasolina con proceso de craqueo proveniente del extranjero y combustible diésel II con mínimo contenido de azufre, en la obtención de productos terminados. En Unidad DP1 (Destilación Primaria uno), el suministro fue 70,800 barriles de crudo, menor a obtenida en 2015 (73.4 MBDC), debido a la disminución de la carga en Refinería de la ciudad de Iquitos, por la disponibilidad de crudo (material Prima). (Memoria Anual - PETROPERÚ S.A, 2016).



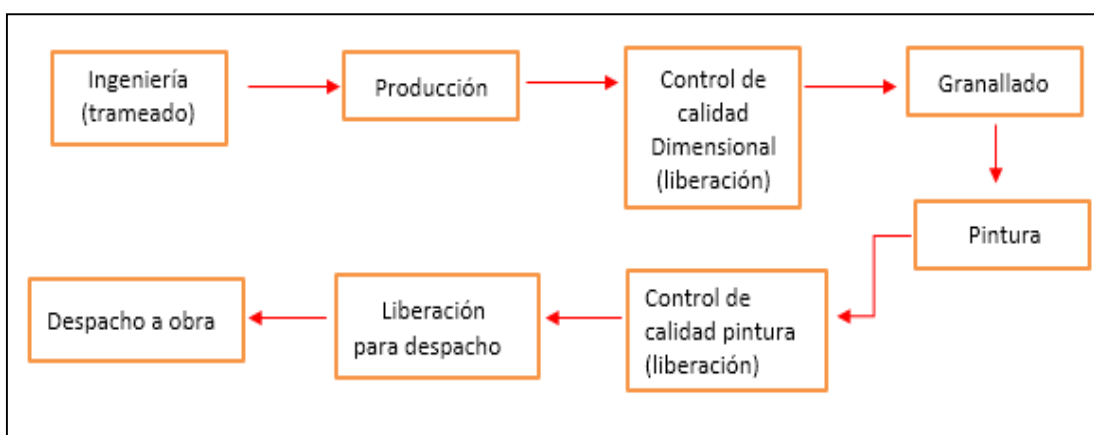
**Figura 5.** Precio internacional de petróleo. *fuentes:* marco económico multianual BCR

Como se ve en la gráfica de la figura 5 a partir del segundo semestre del 2020 el precio internacional del crudo de petróleo ha ido incrementándose debido a la reactivación de las industrias que habían estado paralizadas por el COVID 19.

Para estar a la par con las ratios de producción mundial, demanda de combustibles a nivel nacional, cumplir con las regulaciones medio ambientales nacionales e internacionales y sobre todo para beneficiar a los ciudadanos de Talara con calidad de vida. Petroperú con el estado peruano iniciaron el Megaproyecto “Modernización de Refinería de Talara” denominado “El Proyecto de Energéticos más Grande de Perú” cuyo diseño y montaje está a cargo de la empresa Española Técnicas Reunidas (TR) que a su vez subcontrata la ejecución del proyecto a empresas como: TECNICAS METALICAS INGENIEROS S.A.C, GRAÑA Y MONTERO S.A, COSAPI S.A, SSK S.A, CONSORCIO MOST S.A.C.

La organización estudiada es una empresa de capitales extranjeros dedicada a montaje electromecánico en proyectos tales como: Oíl & Gas, Petroquímicos, Centrales Térmicas, Centrales Termo solares entre otras, con sede en la Provincia de Talara teniendo como alcance específico en el proyecto la fabricación y montaje de tuberías, para lo cual tiene 200 trabajadores como personal directo (operarios y capataces), cuyo principal problema el bajo ratio de Producción y como consecuencia el personal de obra no tenga tuberías para montar generándose HH (horas hombre) improductivas, máquinas y equipos sin operar y tiempos perdidos en el cronograma de ejecución lo que genera atrasos en el proyecto.

Uno de los problemas es que, en el Perú no hay mucha mano de obra calificada para la fabricación (habilitadores tuberos, apuntaladores, soldadores, inspectores de control de calidad, etc.). Muchos de estos han aprendido de forma empírica y les falta la base teórica por lo que a veces según su criterio toman decisiones equivocadas pensando hacer lo correcto, en muchos casos se han contratado profesionales extranjeros, para solucionar el déficit, pero no se logró incrementar las ratios. La presión por alcanzar las metas hizo que se trate de solucionar los efectos, pero no se dieron cuenta que se debe analizar el proceso para aislar las causas raíz y proponer soluciones efectivas, durante la fabricación de tuberías hasta el despacho final se tienen los siguientes procesos indicados en figura 6.



**Figura 6.** Fabricación de tuberías y spools de Acero. Fuente: elaboración propia

Tal como se evidencia en figura 6, la fabricación de tuberías tiene muchos pasos previos antes de ser despachados por lo tanto una falla en cualquiera de estos genera atrasos y hace que no lleguen las tuberías al montaje.

**Diagrama de Causa Efecto (Ishikawa)**, Como indica Gutiérrez Pulido (2014), diagrama Ishikawa es una herramienta gráfica donde representa y se analiza una interrelación entre un efecto (problema) y causas. (p. 206).

Besterfield, D (2009), fue creada por Kaoru Ishikawa en el año 1943, es utilizado para reconocer tres elementos: problemas, causas y sus efectos, por que un efecto puede tener una o mas causas, por lo cual el efecto se debe mejorar, y las causas se disgregan en causas menores. (p.81) en el diagrama de espinas de pescado (ver figura 7), se muestran los principales factores que presentan problemas se detallan las seis "M":

Mano de Obra, son los operarios capataces, ayudantes, que intervienen de forma directa en el proceso de fabricacion de tuberias, las causas de sus problemas es la escasa capacitacion en el metodo de trabajo, no cumplen con el perfil, en este apartado tambien se incluye los mandos medios (capataces, supervisores) que no estan alineados a las metas de producción.

Máquinas, las maquinas no tienen un mantenimiento adecuado (cuando fallan recién buscan comprar el repuesto), tambien en muchos casos no son adecuadas para los trabajos a ejecutar, en el caso de las maquinas de soldar estas deben ser contrastadas.

Medio Ambiente, el entorno del proyecto es un area ventilada, pero expuesta a ruidos, polvo, vapores de la propia actividad y actividades de otras contratistas en el proyecto, en algunos casos se han paralizado labores por fugas de gases productos de otras actividades.

Material, son los accesorios, tubos, etc que se necesitan para fabricar tuberias (spools), tambien se condiseran los consumibles (gases, electrodos, discos , etc) no se cuenta con stock completo en ambos casos y se tienen tiempos muertos.

Metodo de trabajo, son los documentos (procedimientos, instructivos) para realizar los trabajos, en nuestro caso no guardan relación con la realidad del proyecto y/o estan desactualizados.

Medida, indica como se controla lo planificado en nuestro caso tenemos ratios no acordes a la realidad y la retroalimentacion no es eficiente por que en algunos la data no es confiable.

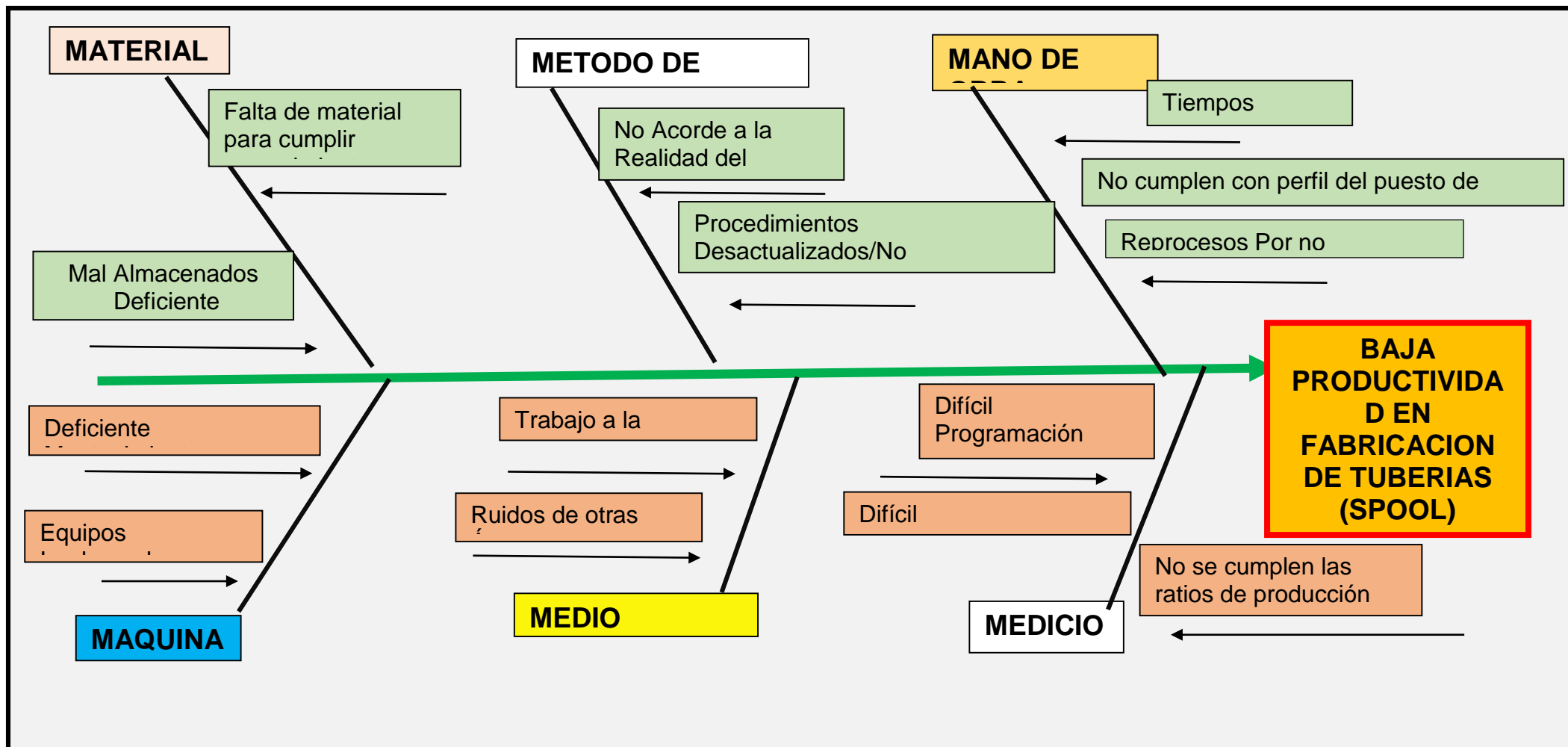


Figura 7. Diagrama causa efecto de baja productividad en fabricación de tuberías.

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en el diagrama de Ishikawa se han encontrado 14 causas probables del problema de baja productibilidad en la tabla 01 se detallan:

**Tabla 1.** *Lista de faltas que originan la baja productividad.*

| CLASE                    | ITEM | CAUSAS QUE ORIGINAN LA BAJA PRODUCTIVIDAD                             |
|--------------------------|------|---|
| <b>Materiales</b>        | 1    | Falta material para cumplir con requerimiento                         |
|                          | 2    | Mal Almacenados deficiente codificación                               |
| <b>Método de trabajo</b> | 3    | Métodos de trabajo no acordes a la realidad del proyecto              |
|                          | 4    | Procedimientos desactualizados / no estandarizados                    |
| <b>Mano de Obra</b>      | 5    | Tiempos muertos en el proyecto  |
|                          | 6    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo (certificados)         |
|                          | 7    | Reprocesos por no conformidades                                       |
| <b>Maquinas</b>          | 8    | Deficiente Mantenimiento  |
|                          | 9    | Equipos Inadecuados   |
| <b>Medio Ambiente</b>    | 10   | Trabajo a la intemperie   |
|                          | 11   | Ruidos de otras áreas   |
| <b>Medición</b>          | 12   | Difícil Programación de trabajos (planificación no acorde a realidad) |
|                          | 13   | No se cumplen las ratios de producción                                |
|                          | 14   | Retroalimentación no real   |

Fuente: elaboración propia.

Para proceder con la matriz de correlación se estableció una escala numérica en una tabla de valores de frecuencia donde interactúan las causas entre sí y a esa vinculación se le asignará la siguiente ponderación ver tabla 2:

**Tabla 2.** *Valores de frecuencia de ocurrencia de faltas.*

| Ponderación | Frecuencia       |
|-------------|------------------|
| 0           | Nunca Sucede     |
| 1           | Casi Nunca       |
| 2           | De vez en cuando |
| 3           | Frecuentemente   |
| 4           | Siempre          |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3. Matriz de correlación entre causas principales.**

| ITEM | CAUSAS QUE ORIGINAN BAJA PRODUCTIVIDAD           |     | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | Frecuencia De ocurrencia |
|------|--|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
| 1    | Falta material para cumplir con requerimiento    | C1  |    | 0  | 2  | 2  | 2  | 0  | 2  | 0  | 0  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9                        |
| 2    | Mal Almacenados deficiente codificación          | C2  | 0  |    | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 0  | 0  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 10                       |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad          | C3  | 0  | 0  |    | 3  | 4  | 4  | 4  | 2  | 2  | 1   | 1   | 3   | 3   | 3   | 30                       |
| 4    | Procedimientos desactualizados                   | C4  | 1  | 0  | 2  |    | 4  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0   | 0   | 2   | 3   | 3   | 19                       |
| 5    | Tiempos muertos en el proyecto                   | C5  | 2  | 2  | 4  | 3  |    | 4  | 4  | 1  | 1  | 1   | 1   | 3   | 4   | 4   | 34                       |
| 6    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo   | C6  | 2  | 1  | 3  | 4  | 3  |    | 4  | 1  | 1  | 1   | 1   | 3   | 4   | 3   | 31                       |
| 7    | Reprocesos por no conformidades                  | C7  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 4  |    | 1  | 1  | 1   | 1   | 2   | 3   | 2   | 28                       |
| 8    | Deficiente Mantenimiento                         | C8  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 2  | 1  |    | 2  | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 12                       |
| 9    | Equipos Inadecuados                              | C9  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  |    | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 14                       |
| 10   | Trabajo a la intemperie                          | C10 | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |     | 1   | 0   | 0   | 0   | 8                        |
| 11   | Ruidos de otras áreas                            | C11 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2   |     | 0   | 0   | 0   | 6                        |
| 12   | Difícil Programación de trabajos metas no reales | C12 | 2  | 1  | 4  | 2  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1   | 0   |     | 1   | 1   | 17                       |
| 13   | No se cumplen las ratios de producción           | C13 | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  | 0   | 0   | 3   |     | 2   | 20                       |
| 14   | Retroalimentación no real                        | C14 | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 2   | 1   |     | 18                       |

Fuente: elaboración propi

Como se aprecia en la tabla 3 de la página anterior hay causas que tienen más interrelación y ocurren con más frecuencia, en la tabla 4 se muestra en orden ascendente las más recurrentes:

**Tabla 4.** *faltas más recurrentes en orden descendente.*

| ITEM | CAUSAS QUE ORIGINAN BAJA PRODUCTIVIDAD           | Código       | Frecuencia de Ocurrencia |
|------|--|--------------|--------------------------|
| 1    | Tiempos muertos en el proceso                    | C5           | 34                       |
| 2    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo   | C6           | 31                       |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad          | C3           | 30                       |
| 4    | Reprocesos por no conformidades                  | C7           | 28                       |
| 5    | No se cumplen las ratios de producción           | C13          | 20                       |
| 6    | Procedimientos desactualizados                   | C4           | 19                       |
| 7    | Retroalimentación no real                        | C14          | 18                       |
| 8    | Difícil Programación de trabajos metas no reales | C12          | 17                       |
| 9    | Equipos Inadecuados                              | C9           | 14                       |
| 10   | Deficiente Mantenimiento                         | C8           | 12                       |
| 11   | Mal Almacenados deficiente codificación          | C2           | 10                       |
| 12   | Falta material para cumplir con requerimiento    | C1           | 9                        |
| 13   | Trabajo a la intemperie                          | C10          | 8                        |
| 14   | Ruidos de otras áreas                            | C11          | 6                        |
|      |  | <b>TOTAL</b> | <b>256</b>               |

Fuente: elaboración propia

Las causas que lograron más puntaje son: tiempos muertos en el proceso por desplazamiento y espera (34 puntos), no hubo correlación entre condiciones de campo y la forma como se planteaba abordar el proyecto, Falta capacitación en métodos de trabajo (28 puntos) no estaba clara la estrategia de área de construcción (querían llegar a la meta, pero no sabían el cómo hacerlo), No cumplen con el perfil del puesto de trabajo (27 puntos), en un principio no hubo un buen filtro para la selección del personal,

Reprocesos por no conformidades (26 puntos), al tener que hacer reparaciones y levantar no conformidades se pierden horas hombre y horas maquinas (incluye insumos consumibles) y esos trabajos no generan valor por que debieron realizarse



bien desde el principio, se procedió a hacer el diagrama de Pareto para lograr aislar las causas principales.

**Diagrama de Pareto:** Gutiérrez, H. (2014), considera que es una representación gráfica especial mediante columnas cuya zona de análisis o aplicación son variables o datos categóricos, su objetivo es poder localizar el o los problemas principales, y con ello las causas mucho más importantes, la meta principal es escoger un estudio que alcance la más grande mejora al menor esfuerzo”. (p.193). Ruiz-Falco, A. (2009), se basa en “80% de problemas son creados por el 20% de causas”. Por ello es vital centrar los esfuerzos en conocer y expektorar las reducidas faltas que son causantes de la gran mayoría de problemas. Se busca ponderar la frecuencia de fallas (sucesos que hacen que haya baja productividad).

Con esta información se aisló los problemas principales porque ellos son la razón de ser del análisis ya que se ataca a los problemas vitales y con ello los recursos no se malgastan en tratar de resolver problemas que tienen poca repercusión.

Se muestra la tabla 5, con las ocho primeras causas, con la información obtenida se procedió a graficar para apreciar las desviaciones.

**Tabla 5. Ponderación de causas principales.**

| ITEM | Causas que originan baja productividad           | Código | Frecuencia de Ocurrencia | Frecuencia Absoluta Acumulada | Frecuencia Relativa unitaria | Frecuencia Relativa Acumulada |
|------|--|--------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1    | Tiempos muertos (en método de trabajo)           | C5     | 34                       | 28                            | 13.71%                       | 13.71%                        |
| 2    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo   | C6     | 31                       | 59                            | 12.50%                       | 26.21%                        |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad          | C3     | 30                       | 89                            | 12.10%                       | 38.31%                        |
| 4    | Reprocesos Por no conformidades                  | C7     | 28                       | 117                           | 11.29%                       | 49.60%                        |
| 5    | No se cumplen las ratios de producción           | C13    | 20                       | 137                           | 8.06%                        | 57.66%                        |
| 6    | Procedimientos desactualizados                   | C4     | 19                       | 156                           | 7.66%                        | 65.32%                        |
| 7    | Retroalimentación no real                        | C14    | 18                       | 174                           | 7.26%                        | 72.58%                        |
| 8    | Difícil Programación de trabajos metas no reales | C12    | 17                       | 191                           | 6.85%                        | 79.44%                        |
| 9    | Equipos Inadecuados                              | C9     | 14                       | 205                           | 5.65%                        | 85.08%                        |
| 10   | Deficiente Mantenimiento                         | C8     | 12                       | 217                           | 4.84%                        | 89.92%                        |
| 11   | Mal Almacenados deficiente codificación          | C2     | 10                       | 227                           | 4.03%                        | 93.95%                        |
| 12   | Falta material para cumplir con requerimiento    | C1     | 9                        | 236                           | 3.63%                        | 97.58%                        |
| 13   | Trabajo a la intemperie                          | C10    | 8                        | 244                           | 3.23%                        | 100.81%                       |
| 14   | Ruidos de otras áreas                            | C11    | 6                        | 250                           | 2.42%                        | 103.23%                       |
|      |  | TOTAL  | 256                      |                               |                              |                               |

Fuente: elaboración propia

En la figura 8 se muestra el diagrama causa efecto donde están resaltadas principales causas del problema de baja productividad, también se muestra el porcentaje acumulado y sobre todo se delimita la zona de mucho trivial y poco vital, esta última es la que se estudió para la mejor respuesta.

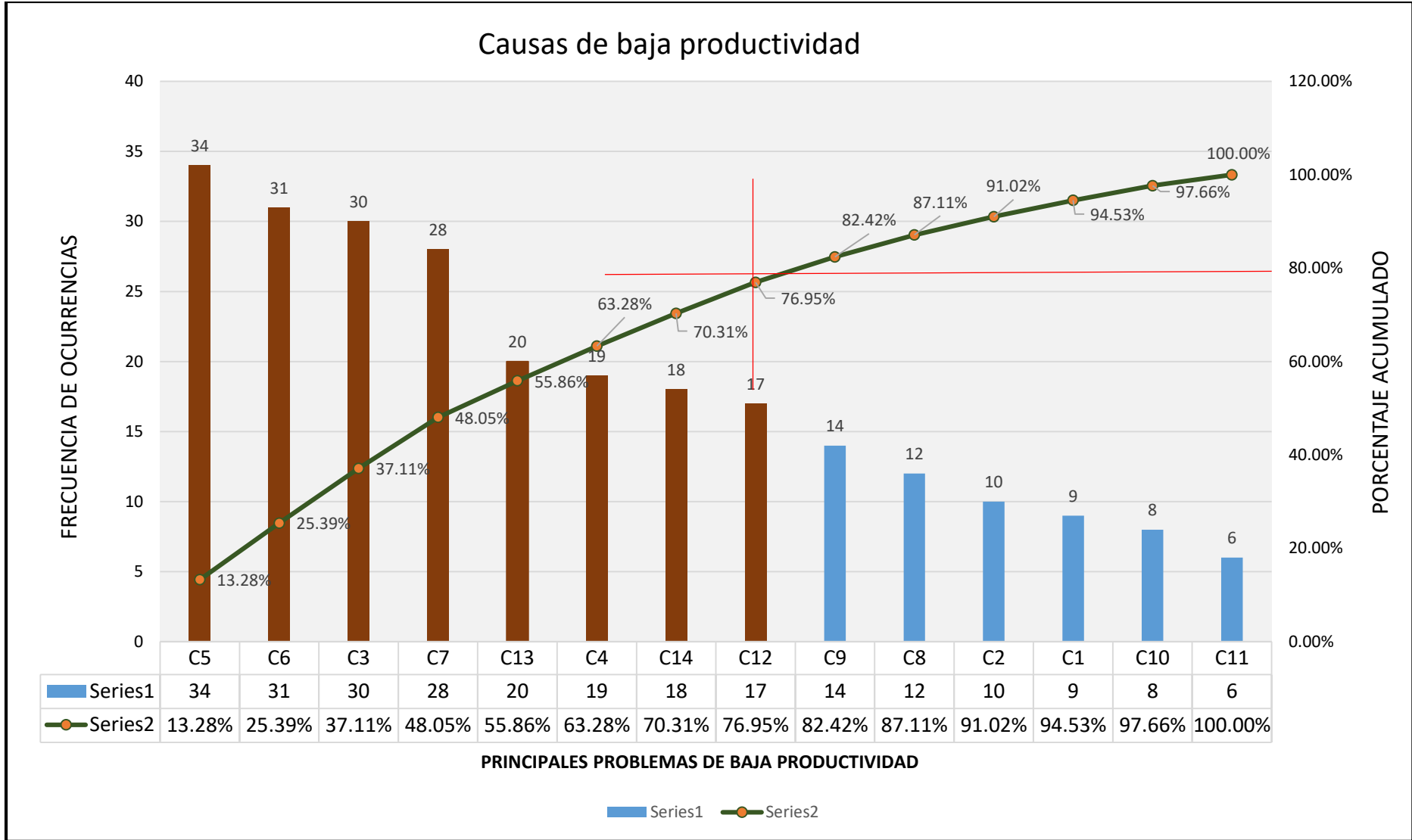


Figura 8. Diagrama 80/20 de errores más recurrentes en proceso de fabricación.

Fuente: elaboración propia

Como se muestra resaltado de rojo las desviaciones más importantes que hacen que haya baja productividad se procedió a hacer un cuadro de estratificación para determinar en qué departamentos (especialidad) del proyecto están contenidas las causas principales. Priorización y selección de herramientas.

**Tabla 6** *Estratificación con causas por departamento.*

| ITEM | CAUSAS QUE ORIGINAN BAJA PRODUCTIVIDAD                                | COD | FRECUENCIA | DEPARTAMENTO            | CAUSAS POR DEPARTAMENTO |
|------|---|-----|------------|-------------------------|-------------------------|
| 1    | Falta material para cumplir con requerimiento                         | C1  | 9          | Gestión Materiales      | 19                      |
| 2    | Mal Almacenados deficiente codificación                               | C2  | 10         |                         |                         |
| 3    | Deficiente Mantenimiento  | C8  | 12         | Gestión Mantenimiento   | 26                      |
| 4    | Equipos Inadecuados   | C9  | 14         |                         |                         |
| 5    | Métodos de trabajo no acordes a la realidad del proyecto              | C3  | 30         | Construcción (Procesos) | 166                     |
| 6    | Procedimientos desactualizados / no estandarizados                    | C4  | 19         |                         |                         |
| 7    | Reprocesos por no conformidades                                       | C7  | 28         |                         |                         |
| 8    | No se cumplen las ratios de producción                                | C13 | 20         |                         |                         |
| 9    | Difícil Programación de trabajos (planificación no acorde a realidad) | C12 | 17         |                         |                         |
| 10   | Retroalimentación no real   | C14 | 18         |                         |                         |
| 11   | Tiempos muertos (en método de trabajo)                                | C5  | 34         |                         |                         |
| 12   | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo (certificados)         | C6  | 31         | Gestión RRHH            | 31                      |
| 13   | Trabajo a la intemperie   | C10 | 8          | SSOMA                   | 14                      |
| 14   | Ruidos de otras áreas   | C11 | 6          |                         |                         |
|      |   |     |            | <b>TOTAL</b>            | <b>256</b>              |

Fuente: elaboración propia

En tabla 6 se muestra que el departamento de construcción (procesos) tiene 166 causas que originan baja productividad, le sigue de lejos el departamento de RRHH con 31 causas de baja productividad.

En la tabla 7 se resume la estratificación por departamentos, con el número de causas provenientes de cada departamento, como se aprecia el departamento de Construcción tiene 166 causas, le sigue el departamento de RRHH con 31 faltas, el departamento de gestión de mantenimiento tiene 26 causas asociadas al problema, gestión de materiales tiene 19 causas, y por último el departamento de

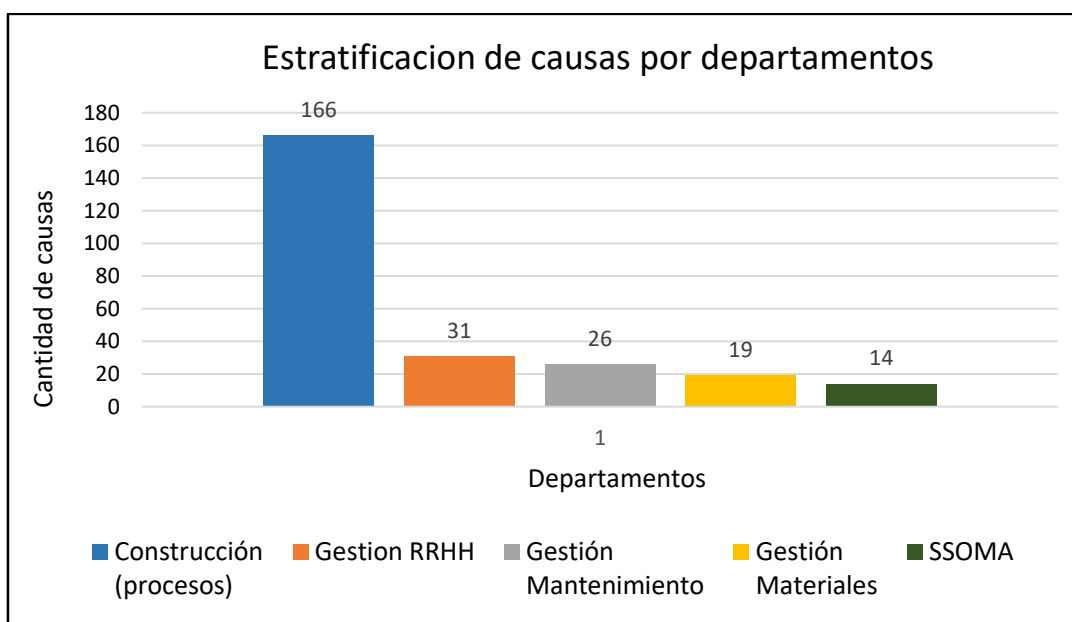
SSOMA (seguridad salud ocupacional y medio ambiente) tiene 14 causas.

**Tabla 7, causas por departamentos.**

| DEPARTAMENTO            | CAUSAS POR DEPARTAMENTO |
|-------------------------|-------------------------|
| Construcción (procesos) | 166                     |
| Gestión RRHH            | 31                      |
| Gestión Mantenimiento   | 26                      |
| Gestión Materiales      | 19                      |
| SSOMA                   | 14                      |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 se muestra la gráfica por estratificación donde en color azul se ve las causas del departamento de construcción que es lo más impactante y muy por detrás lo sigue el departamento de RRHH



**Figura 9.** Estratificación de causas de baja productividad por departamentos. Fuente: elab propia

El siguiente paso fue generar una matriz de priorización que tiene como objetivo hacer comparaciones y poder seleccionar de entre muchos problemas y soluciones posibles, las que son prioridades aplicando criterios de valor o ponderaciones. Un criterio es un parámetro que se usa para cuantificar las prioridades, y por encima

de todo tomar una decisión concertada, es vital porque focaliza la asignación de recursos para solucionar las causas importantes de los problemas.

En la tabla 8 se agrupan los porcentajes en rangos acorde a porcentajes de causas de fallas, se priorizaron los más altos (11-15%), porque estos son los que más se repiten y están englobados en el grafico causa efecto (80/20) ver figura 8. Donde se aprecia que son los más críticos, la prioridad se asignó en función al porcentaje de causas los que tienen más porcentaje tiene prioridad 1 con su nivel de criticidad, critico, prioridad 2 nivel medio, prioridad 3 nivel bajo

**Tabla 8** *prioridades y ponderación.*

| Porcentajes causas | prioridad | criticidad | Ponderación valor numérico |
|--------------------|-----------|------------|----------------------------|
| 0 – 5%             | 3         | bajo       | 1                          |
| 6 – 10%            | 2         | medio      | 2                          |
| 11 – 15%           | 1         | alto       | 3                          |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 9 se muestran las causas de la baja productividad que serán abordadas como prioridad ya que su repercusión influye de gran manera en el desarrollo del proyecto, por su magnitud (personas que están involucradas en la causa del problema), beneficio (describe lo que puede ahorrar en tiempo y eso se traduce en dinero, por una correcta elección de la causa del problema). Las causas críticas son C5, C6, C3, C7.

**Tabla 9.** Causas principales ponderadas con mayor puntuación.

| ITEM | Causas que originan baja productividad           | Código | Frecuencia Relativa unitaria | Prioridad | Criticidad | Ponderacion valor numerico |
|------|--|--------|------------------------------|-----------|------------|----------------------------|
| 1    | Tiempos muertos (en método de trabajo)           | C5     | 13.71%                       | 1         | Alto       | 3                          |
| 2    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo   | C6     | 12.50%                       | 1         | Alto       | 3                          |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad          | C3     | 12.10%                       | 1         | Alto       | 3                          |
| 4    | Reprocesos Por no conformidades                  | C7     | 11.29%                       | 1         | Alto       | 3                          |
| 5    | No se cumplen las ratios de producción           | C13    | 8.06%                        | 2         |            | 2                          |
| 6    | Procedimientos desactualizados                   | C4     | 7.66%                        | 2         |            | 2                          |
| 7    | Retroalimentación no real                        | C14    | 7.26%                        | 2         |            | 2                          |
| 8    | Difícil Programación de trabajos metas no reales | C12    | 6.85%                        | 2         |            | 2                          |

Fuente: elaboración propia.

En tabla 10 Se evidencia que el departamento de construcción tenía alto porcentaje de causas con 64.84%.

**Tabla 10.** Porcentaje de causas por departamento.

| DEPARTAMENTO            | CAUSAS POR DEPARTAMENTO | % causas totales |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Construcción (procesos) | 166                     | 64.84%           |
| Gestión RRHH            | 31                      | 12.11%           |
| Gestión Mantenimiento   | 26                      | 10.16%           |
| Gestión Materiales      | 19                      | 7.42%            |
| SSOMA                   | 14                      | 5.47%            |
| Total, Faltas           | 256                     | 100%             |

Fuente: elaboración propia

Se procedió a buscar la mejor metodología para incrementar la productividad en la fabricación de tuberías. Realizamos la comparación entre metodologías para saber cuál se alinea mejor al estudio. A continuación se describe algunas de las principales: Ingeniería de Métodos, se basa en toma de tiempos porque es una rama del estudio del trabajo, se basa en procurar realizar un proceso o actividad en el menor tiempo posible, se podría decir que “hacer más con lo mismo y hacer lo mismo con menos”, esta metodología está enfocada a producción continua y en grandes cantidades. Six Sigma ( $6\sigma$ ), su objetivo principal es tratar de llegar a la perfección y para ello suprime las desviaciones que hacen que los productos no se ajusten a los requerimientos, es por ello por lo que reduce defectos en la salida del producto, requiere mucha inversión de tiempo y recursos económicos.

Método kaizen y cinco “S”, es una metodología en busca del perfeccionamiento, con la frase “sea lo que se haga se puede mejorar”, es muy utilizado en mejora continua de procesos, se aplica en procesos ya establecidos y medidos eficientemente que solo necesitan ser mejorados, su método exige pequeños objetivos para lograr mejoras en la productividad, el principio de las cinco “S” lo complementa. Lean Manufacturing, producción sin desperdicios su nombre lo dice se enfoca en minimizar las mermas, minimizar stock de inventario, se enfoca en tener lo justo para la fabricación, en nuestro caso no es adecuado porque la construcción se ejecuta en una obra donde hay modificaciones.

Metodología Deming PDCA, se usa para dar solución a problemas en ejecución de procesos y proyectos, minimizando errores, puede dar soluciones múltiples, ya que su principio se basa en la mejora continua, cualquier etapa del proceso puede ser mejorada una vez llegado al final se evalúa se mejora, y esa modificación queda como un estándar del nuevo proceso, otra vez se inicia el proceso y la mejora está garantizada.

Se ponderó cada metodología con una escala de valor cuantificada, a continuación, en la tabla 11, se muestra la tabla de valor cuantificada con escalas:



**Tabla 11.** Ponderación de metodologías que se pueden implementar.

| Costo Económico |   | tiempo de Implantación |   | Efectividad |   | Retorno Económico (ganancia) |   |
|-----------------|---|------------------------|---|-------------|---|------------------------------|---|
| Alto            | 1 | Corto plazo 1- 3 meses | 3 | Alto        | 3 | Alto                         | 3 |
| Medio           | 2 | Medio plazo 4- 6 meses | 2 | Medio       | 2 | Medio                        | 2 |
| Bajo            | 3 | Largo plazo 6 - 12 mes | 1 | bajo        | 1 | bajo                         | 1 |

Fuente elaboración propia

En el caso de vigencia de la mejora todas las metodologías son efectivas, pero se le agrega un punto (1 und) al ciclo de Deming por que en su concepción esta la mejora continua por lo que siempre estará en ejecución.

En la tabla 12 se ponderan las diferentes metodologías para poder tomar la metodología que más se ajuste a los requerimientos del proceso, tomando en cuenta los siguientes parámetros: Costo económico-recursos, define cuánto dinero y recursos van a invertirse para la implantación de la mejora. Tiempo de implantación, es el periodo que demora el estudio para ello se necesitó de una línea de tiempo. Efectividad, es el grado de impacto positivo de la implantación de la mejora. Vigencia de la mejora, es el tiempo que dura la mejora del proceso es decir el tiempo que tiene el nuevo sistema en el proceso. Retorno económico, es el ahorro y la retribución que genera el nuevo método de trabajo.

**Tabla 12.** Elección de metodología aplicada a estudio. Fuente elaboración propia.

| Metodología           | Costo económico | Tiempo de implantación | Efectividad | Vigencia de la mejora | Retorno económico | Ponderado |
|-----------------------|-----------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-----------|
| Ingeniería de métodos | 2               | 2                      | 2           | 0                     | 3                 | 9         |
| Six Sigma             | 1               | 1                      | 2           | 0                     | 3                 | 7         |
| Kaizen                | 2               | 2                      | 3           | 0                     | 3                 | 10        |
| Lean Manufacturing    | 1               | 2                      | 2           | 0                     | 3                 | 8         |
| Ciclo Deming PHVA     | 3               | 3                      | 3           | 1                     | 3                 | 13        |

El ciclo PHVA o Metodología de Deming obtuvo mayor puntaje (13 puntos) y tuvo principal acogida por que después de un ciclo de mejora este se estandariza y se comienza de nuevo garantizando que el proceso se optimice en cada ciclo, la inversión inicial es menor ya que si comparamos desde el día uno de la implantación no se vuelve hacer otra inversión solo se controla el desempeño.

Según lo comentado se define como problema principal: ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la productividad de en proyecto Refinería Talara, periodo 2022?, y se desdobra en problemas específicos: ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, periodo 2022?, ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la eficacia en proyecto Refinería de Talara, periodo 2022?

**Justificación de estudio**, Justificación teórica, en acuerdo con Méndez (como citó Bernal, 2010, p. 106), la investigación del problema tiene una justificación teórica, cuando la meta de la indagación es proporcionar un estudio y discusión de diversas opiniones sobre conocimiento, cotejar productos y/o fundamentar nuevas teorías.

Justificación metodológica, Méndez (citado por Bernal, 2010, p. 107), se evidencia cuando el estudio que se empieza plantea una nueva táctica o estrategia que da como resultado conocimiento confiable y válido". La investigación fue del tipo aplicada y de diseño cuasi experimental. Se aplicó la técnica de la observación y como instrumento se emplearon las fichas de observación, las cuales sirven para recopilar la información.

Justificación económica Para Carrasco (2010) se basa en las utilidades y beneficios económicos que se genera en beneficio para la población, estos resultados de la investigación, constituye una base esencial e inicia posteriores mejoras para realizar proyectos de mejoramiento económico y social para la población.

El trabajo de investigación se enmarca en los procesos para contribuir directamente a la mejora tanto de la eficacia como de la eficiencia por parte de los obreros para aumentar la producción y el tiempo sea aprovechado al máximo, ya que se previene

pérdidas en máquinas y equipos sin operar incidiendo en el incremento de la productividad, con ello se tendrá una mejora de calidad y todos estos beneficios se cuantifican con mayores ingresos.

Es por ello por lo que el Objetivo General es Determinar que la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementará la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022. Teniendo dos objetivos específicos: el primero es Determinar que la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tubería incrementará la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022. Y el segundo objetivo específico Determinar que la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.

La Hipótesis general del estudio es: La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022, como hipótesis específicas tenemos, la primera: La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022, y la segunda: La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.

## II MARCO TEÓRICO

Paredes (2019) en su investigación realizada en el sector metalmeccánico en la provincia de Lima, tuvo como meta establecer de qué manera la implementación el modelo Deming incrementó la productividad en el área de estudio la investigadora aplicó una metodología del tipo aplicada, con un nivel investigación explicativa y descriptiva, su diseño de investigación fue metodológico y cuasi experimental, la población y muestra fueron extraídas de un grupo de trabajadores y estos fueron evaluados en un periodo de 4 meses antes y después, los datos obtenidos en campo fueron procesados y analizados y se llegó a la conclusión que se mejoró la productividad en la fabricación de estructuras en un 43% en promedio.

Loayza (2021) investigó la implantación del ciclo PHVA en una empresa de reparación de cigüeñales en la provincia constitucional del Callao, para incrementar su productividad, la autora utilizó la metodología aplicada, diseño cuasiexperimental y enfoque cuantitativo, se usó como población al departamento de motores, el tiempo del estudio fue 60 días luego de la implementación de las mejoras los resultados fueron positivos e indica que el incremento en la productividad en el área estudiada se incrementó de 76.05% a 85.78%, la eficacia se incrementó de 85.95% a 94.64% y la eficiencia aumentó de 88.34 a 92.72%.

Zavala (2020) en su investigación sobre la aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en una inmobiliaria en la ciudad de Lima, logró incrementar la eficiencia de operaciones de 74.26% a 94.47%, en cuanto a la eficacia de operaciones se incrementó de 64.54% a 96.89%, y la productividad se incrementó de un 51.11% a un 91.56%, con ello la autora demostró que la implementación del ciclo PHVA propició el incremento de la productividad, la investigación fue de enfoque cuantitativo, fue del tipo descriptivo, y diseño pre-experimental y la población fue diez trabajadores.

Mauricio (2019) en su tesis sobre la implementación del ciclo PHVA para incrementar la productividad en el departamento de producción de una empresa dedicada a la ventilación industrial del rubro metalmeccánica, el autor logra un incremento de la productividad de 47.84% a 73.35% es decir se incrementó en un 25.51%, en cuanto a la eficiencia se incrementó de 67.43% a 83.60% es decir se

incrementó un 16.17%, y la eficacia se incrementó de 70.43% a 87.86% es decir aumentó un 17.43%, el tiempo de estudio fue de 12 semanas para el pre test y 12 semanas para el post test, el diseño de su investigación fue experimental, y el tipo de investigación fue pre experimental.

Valenzuela (2018) en su estudio de implementación del ciclo PHVA para incrementar la productividad en área premezclado en una empresa concretera, el autor uso el método cuantitativo, con un diseño cuasi experimental, gracias a la implementación la productividad se incrementó en 17.06%, la eficacia aumentó en 8.34%, finalmente la eficiencia se incrementó en 12.98%. La muestra y la población son los mismos en ese caso fue 6 meses.

Fernández y Solorzano (2019), en su tesis implementaron el ciclo de Deming para incrementar la productividad en una compañía de alimentos, la investigación fue del tipo aplicada con enfoque cuantitativo, tuvo diseño de investigación experimental, el tiempo de estudio fue de un mes para el pre y post test respectivamente, se vio un incremento de la eficacia de 86.67% a 90.69% la eficiencia se incrementó de 67.19% a 79.22% por lo tanto la productividad se elevó de 58.37% a 71.85%, con lo cual se incrementó un 19% con respecto al inicio.

Sisniegas y Vásquez (2021) los autores con su implementación de ciclo PHVA para aumentar la productividad en una empresa agrícola, logran su objetivo logrando un incremento en un 5%, este estudio fue del tipo aplicada, nivel explicativo con un diseño pre-experimental, la población fue el total de los procesos productivos de la línea de fabricación, el tiempo de evaluación, diagnóstico y aplicación fue de seis meses.

Quiroz (2019) en su tesis de implantación del método PHVA que busca aumentar la productividad en una empresa que ofrece servicios, los resultados son alentadores ya que la productividad del servicio a cliente se incrementó de 1.67 a 2.67, la eficiencia aumentó de 74% a 95%, por último la eficacia se incrementó de 72% a 94%, con un valor agregado que muestra una disminución de los indicadores de rotación de 9% a 3% y el ausentismo del personal disminuyo del 7% a 3% de forma respectiva. El tipo de investigación es aplicada, diseño explicativo, la población y la muestra fueron los operarios de la línea institucional.

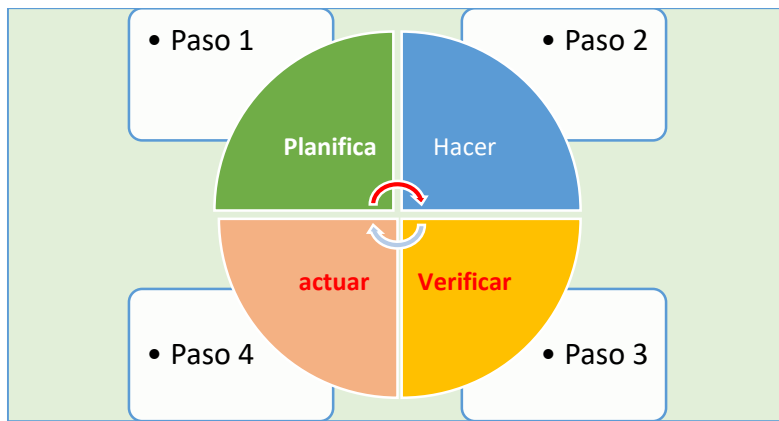
Ñaña (2018) en su tesis sobre la implementación del ciclo PHVA para incrementar la productividad en una empresa del sector maderero, utiliza el tipo de investigación aplicada, usa un nivel descriptivo explicativo, tiene un diseño cuasiexperimental, la población y la muestra son 416 roperos que fueron fabricados en un lapso de cinco meses, gracias a la aplicación de la metodología PHVA la productividad tuvo un incremento de un 66.41% en el pre test a un 86.81% en el post test.

Flores (2019) en su tesis sobre la implementación de ciclo PHVA para incrementar productividad en la etapa de fabricación de gabinetes en una empresa metalmeccánica en el Callao, el autor realizó una investigación aplicada, tuvo un diseño cuasiexperimental, la población es la cantidad de gabinetes fabricados en un periodo de 16 semanas para el pre test y 16 semanas para el post test, como resultado de la implementación del ciclo PHVA, la productividad se incrementó de 67.50% a 93.62%, en cuanto a la eficiencia se incrementó de 88.54% a 97.54%, por último la eficacia se acrecentó de 76.25% a 95.83%, la empresa recibió un beneficio económico de S/. 58,000.00 Nuevos Soles, con ello queda comprobado que el ciclo PHVA es óptimo para mejorar procesos.

A continuación, presentamos la teoría relacionada al tema de investigación:

PHVA, Es una metodología que asociada al proceso clásico de resolver problemas lleva a cabo el aumento o incremento de la calidad en los diferentes procesos de una organización o empresa (Camisón, Cruz y González, 2006 (p. 875).

Asimismo, Gutiérrez (2014) el mejoramiento continuo de un proceso es resultado de la aplicación ordenada de parámetros en el proceso, con ello se sabrá cuáles son las causas principales y las limitantes generándose propuestas, proyectos nuevos de mejora, normalizando los efectos positivos y así prever y sobre todo monitorear el reciente parámetro de desempeño (p. 64). Por lo tanto, el mejoramiento continuo de actividades o procesos es una política de gestión de empresas se basa en aplicar métodos paso a paso y poder incrementar el performance de procesos y actividades (Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega, 2012, p. 30).



**Figura 10.** *Mejora continua de procesos Fuente: elaboración Propia.*

González (2015) menciona que: La metodología conocida como PHVA, se usa tanto como en diseño, en implementación y desenvolvimiento de planes de gestión para calidad, en etapas de mejoramientos continuos, se convierte en un útil extremadamente importante para el estudio, trazabilidad y mejoramiento de procesos y el sistema. Los elementos del ciclo son:

Dimensión 1(Planificar), Establece la meta a donde quiere llegar, también define los procesos que conllevan a conseguir los objetivos, teniendo en cuenta los requisitos del cliente, y también en concordancia con las directrices instauradas por la empresa.

Dimensión 2 (Hacer), se define como la etapa operativa de la nueva implementación y desarrollo de lo planificado en la etapa anterior, esta es la parte más importante porque es el cambio de paradigma hacia lo nuevo.

*Dimensión 3 (Verificar)*, es la etapa de monitoreo del proceso instaurado y se verifica el cumplimiento de los nuevos parámetros, se compara y se mide posibles desviaciones de lo real con lo planificado, la comparación se realiza usando indicadores de control previamente establecidos que tienen coherencia con los resultados esperados en el nuevo sistema productivo y parámetros de control.

*Dimensión 4 (Actuar)*, la desviación entre los parámetros obtenidos y los parámetros planificados son analizados para buscar las causas raíz, implementar mejoras post implementación y seguir con el mejoramiento continuo. (pp. 57-58).

La aplicación de la metodología PHVA en inglés (PDCA), tiene siete pasos que aseguran la retroalimentación y autoperfeccionamiento del propio ciclo, con ello el proceso de producción o servicio alcanza niveles óptimos, para llegar a esos niveles se debe tener los siguientes siete pasos:

Paso 1: Se debe saber y delimitar lo que se desea medir, se identifica la táctica para lograr el mejoramiento, se definen metas, se define misión Visión de la organización

Paso 2: Se debe Definir lo que se puede cuantificar, en función a las dimensiones de las variables dependientes.

Paso 3: Recolección de datos, estos deben ser medidos y obtenidos de diferentes fuentes (instrumentos, encuestas, etc.) los indicadores deben tener coherencia con las metas y objetivos principales.

Paso 4: Procesamiento de datos, estos deben ser puestos en contexto, delimitados (límites de control) para corregir posibles datos errados, y se pone en coherencia con los indicadores de las dimensiones de variables dependientes.

Pasó 5: Estudio de la información y datos obtenidos, como ya conocemos los indicadores con valores coherentes, se analiza haciendo las siguientes preguntas:

¿Qué tipo de problemas hemos encontrado?

¿Se cumplieron los parámetros de productividad (eficiencia, eficacia)

¿Es necesario hacer que se hagan correcciones?

¿Hay algún tipo de tendencia? (este dato nos puede ayudar a prever efectos a futuro)

Paso 6: la data obtenida debidamente analizada debe ser presentada a las partes interesadas y con capacidad de decisión decidir si es aplicable planificar acciones correctivas (esta etapa es la etapa de “Planificar”

Paso 7: Implantación de acciones correctivas, el conocimiento obtenido en los pasos anteriores es en esta etapa donde se establecen nuevas metas, nuevos parámetros a obtener, por lo tanto, se establece una nueva línea de inicio y la rueda de la mejora otra vez comienza a girar.



Procesos, Normas ISO 9000 (2015) define que es: un grupo de actividades interrelacionados mutuamente, que permite metamorfosear componentes de entrada en un resultado (p.16).

Por consiguiente, Gutiérrez (2014) “En una estructura o actividad empresarial son variados los procesos que se interrelacionan con el fin de entregar un servicio o un producto, por lo cual los componentes de ingreso de un proceso son resultado de otras actividades” (p.56).

Krajewsky et al. (2013) indica: proceso es un grupo de tareas que metamorfosea elementos de ingreso en salidas, y estos elementos serán utilizados por otros clientes o usuarios (p.4).

Para Bonilla (2010) informa que el proceso es un grupo de tareas teniendo dentro de sí elementos de bienes y/o de servicios, aptos para solucionar lo requerido, por distintos puntos de percepción (p. 26).

Construcción de un Proceso, Cruelles (2012) manifestó que, para metamorfosear elementos como materias primas hacia productos terminados, se necesita hacer sobre estos una cantidad de cambios en orden establecido. Al delinear un proceso de producción se planifica cual es el orden en que se realizarán estos cambios también se define los parámetros de cualidades y cantidades de las partes que forman parte e interactúan en el mismo (p. 81).

Registro del proceso, de acuerdo con Ordoñez (2012) indica que es la muestra gráfica de un proceso. Los ítems para seguir para el control de parámetros de proceso son los siguientes:

1. Nombrar al proceso
2. Definir el hito inicial
3. Descripción del proceso
4. Reconocer el hito final
5. Reconocer entradas a el proceso

6. Definir salidas a el proceso
7. Reconocer todas las tareas del proceso
8. Registrar y medir los desplazamientos
9. Registrar las horas hombre (HH) de cada tarea para calcular el coste total.

Registrar el tiempo que dura el proceso y poder estimar el tiempo teórico del proceso. Para llegar a ello se tiene que saber las horas hombre, los tiempos de pausas por esperas y permanencias de materiales en bodegas de materiales (p. 205).

Disposición de procesos, Fuentes (2012, p. 217) es la distribución de máquinas, equipos, estaciones de trabajo en una planta o área laboral, por lo cual el layout de planta es importante para el diseño óptimo de un proceso, haciendo mínimos los movimientos en busca de una mayor productividad tanto de personal, tiempo, máquinas y materiales, las disposiciones de planta para procesos se agrupan en tres:

1. Distribución en línea (Flow Shop)
2. Disposición por secciones (Job Shop).
3. Estación fija.

### **Clases de procesos**

Krajewski (2008) muestra que existen:

En línea, tiene propiedades en su modelo con el fin de obtener un servicio o un bien. Posee un alto nivel de eficiencia; No apto para la fabricación producción diversa, se debe prever cuidado para el correcto balance del proceso de producción, ya que las averías o paradas de máquinas no previstas generan restricciones y estas afectan las demás actividades aguas arriba dentro del proceso productivo.

Intermitente, Este tipo de proceso de ejecuta en lugares en los cuales están todas

las máquinas y equipos similares entre sí, la forma de producción es por lotes fabricados dentro de parámetros establecidos, en el cual la mercancía terminada pasa únicamente por la zona que está establecida para él, con ello se llega a producir muchas variedades de productos.

Por Proyecto, El proceso productivo está fijado por las características del proyecto es decir no se producen grandes cantidades estandarizadas, pero la forma del proceso se puede aplicar a otros proyectos que se deba intervenir.

### **Mejora de Procesos**

Según Gutiérrez (2014) indica que:

Si se quiere realizar mejoras en los procesos productivos, se tiene que analizar y saber cuáles son los subprocessos claves, para conocer las alteraciones y faltas por incumplimiento desde el punto de partida, con ello se puede conocer las verdaderas causas y para aplicar medidas correctivas y aplicar soluciones (p. 59).

Asimismo, Krajewsky et al. (2013) dice que mejora de procesos:

Es el análisis ordenado de tareas y flujos de procesos con el fin de optimizarlo cuyo propósito es entender el proceso inspeccionando uno a uno los aspectos del proceso usando técnicas de ingeniería, con la finalidad de entrelazar las tareas, simplificando procesos redundantes y eliminando los procesos no útiles, eliminando materias primas o servicios costosos, mejorando condiciones ambientales en el área de trabajo haciendo que los puestos o estaciones de labores sean seguros, a fin de lograr el modo de minimizar costes y tiempos perdidos y así alcanzar satisfacción del cliente (p.142).

En concordancia con Cruelles (2012), se deben simplificar y/o eliminar las actividades que no aportan o dan un valor al producto, la frase es tan simple de redactar tiene una alta complejidad si queremos poner en práctica. Indicarán los pasos que hay que llevar a cabo para reducir al máximo las tareas que no tiene valor agregado. Llegar a eso es casi difícil de lograr, casi siempre hay algún tipo de merma, pero la meta es reducir lo máximo posible esa brecha. (p. 382)

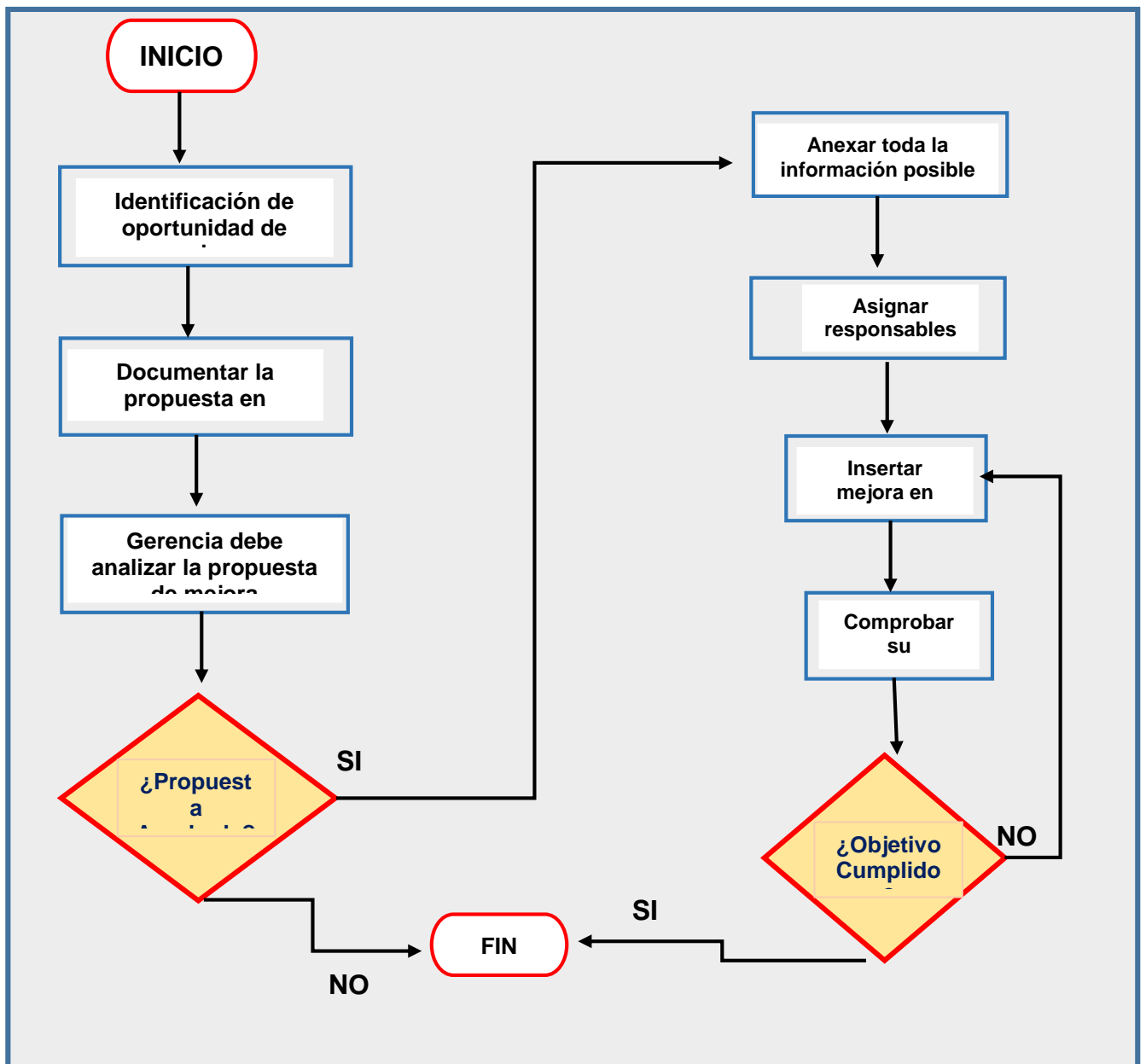


Figura 11. Implementación de mejora en un proceso fuente: elaboración propia

**Variable dependiente: productividad** López (2013) manifestó: productividad es la normalización de los beneficios monetarios de manera general, y debe tener coherencia con la moral, ética empresarial, justicia social, etc. todo eso debe estar alineado a la preservación de los recursos del planeta (p. 15).

Gutiérrez (2014) indica: productividad está relacionado de forma directa, con el producto que se logra obtener en un proceso, mediante los recursos utilizados en la obtención de ello. (p. 21).

$$Productividad\ proc = Eficiencia \times Eficacia$$

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo usado}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades fabricadas}}{\text{Tiempo útil}}$$

Fuente: GUTIERREZ, Humberto, 2010, p. 21

Anaya (2007) infirió que: Productividad se define como el resultado de la división entre la cantidad de productos y/o servicios obtenidos sobre los recursos usados para la obtención de los productos fabricados, con este concepto o indicador se puede mencionar criterios como productividad de equipos, maquinarias, instalaciones industriales, etc., también se tiene en cuenta la productividad de RRHH (recursos humanos) como M.O.D (mano de obra directa) (p.87).

Para Cruelles (2012) manifestó: productividad es función o relación numérica entre productos obtenidos o logrados y los insumos que fueron utilizados o factores de la producción que intervinieron, refiriéndose en términos de mercado, la competitividad se define como la relación entre la productividad y costes de producción, por lo cual si los costes de producción son bajos se podrá ser competitivo (p.10).

Cruelles (2012) la competitividad en el mercado se define sabiendo nuestra productividad y nuestros costes de producción, puesto que la empresa tendrá una mejor competitividad en cuanto la productividad aumente, nuestros costos serán menores. Cabe resaltar que la medición de la productividad en el tiempo ayuda en las relaciones específicas insumos-producto que contribuyen al liderazgo en costos (p.10).

Factores para medir productividad, García (2011) indica: productividad se basa en tener bien identificados y medidos tres elementos principales:

- Tecnologías para aplicar (factor tecnológico)
- Personas RRHH (factor Humano o también llamado factor gente)
- Capital (factores económicos, infraestructura, equipos)

Cada uno de los tres factores mencionado son diferentes tanto en su concepto

como en su función, cabe señalar que entre ellos debe haber una armonía y un equilibrio ya que forman una sinergia. Uno a uno cada factor deberá dar su máxima productividad (más producción con menos esfuerzo tanto en costos como en tiempo) su performance será cuantificado con un índice de productividad, la suma de ellos es el total de productividad en la empresa, se detallan los factores:

Factores de Capital, Incluye el global de inversión en elementos concretos (elementos de origen físico) que intervienen directa o indirectamente el procesamiento de productos, como ejemplo de ello se puede mencionar: Infraestructura (edificios, instalaciones industriales, terrenos, útiles de trabajo (herramientas) equipos, vehículos, maquinarias, etc.

Factor RRHH (factor Personas o factor gente), el capital humano de una organización es fundamental para la consecución de metas, ya que como se mencionó anteriormente entra en sinergia con los otros factores, como dice el autor la importancia de uno está en función de la necesidad de otro factor, como ejemplo una empresa que tiene muchas máquinas, pero poco personal no será competitiva por que tendrá horas perdidas.

Factor Tecnológico, Los avances en la ciencia y tecnología han hecho que aparezcas muchas industrias dependientes de aplicaciones de software de computador estos progresos engloban nuevas tecnologías en medicina, programas de cohetes espaciales, satélites artificiales de comunicación, entre otros rubros de la industria convencional y no convencional. (p.25).

Importancia de la productividad, De acuerdo con Niebel (2014), señaló: tomando como punto de vista el factor económico hay muchos cambios que en el ámbito de la industria, gestión empresarial entre otros, en estos cambios abarcan el marco de la globalización de los productos manufacturados y el mercado, el acrecentamiento de la demanda de los servicios, y en todos ellos se usan software de computación e internet de forma creciente, por lo que la única opción de una organización para ser competitiva es aumentar su productividad (p.2)

## Dimensiones de Productividad:

**Dimensión 1**, La eficiencia es el cociente de la producción real u obtenida con la producción Teórica o planificada. (Chiavenato, 2007, p.130).

$$Eficiencia = \frac{Preal}{Pesperada}$$

EF: “Eficiencia de una actividad”

Pr: “Producción Real dentro de una actividad”

Pe: “Producción esperada de una actividad”

Contreras, Capurro, Santana y Quiroz (2014) sostienen que: el criterio de eficiencia va relacionado con la idea de eficacia, resulta preciso hacer la respectiva diferenciación, ya que ambos conceptos no tienen el mismo significado. Respecto del criterio de eficacia, el gran global de autores tienden a concertar que esta definición está referida primeramente al nivel de cumplimiento de los objetivos o resultados, sin tomar en cuenta, el número de recursos utilizados, porque lo que importa es intentar hacer las cosas lo mejor que se pueda (Rubio, 2006; García, 2002; Trillo del Pozo, 2002; Sallan, 2001). Por lo tanto, dentro del entorno de eficacia, la organización consigue sus metas y objetivos, pero sin un concepto racional en el uso de los recursos. Por otra parte, por término general, se indica que eficiencia va ligada al ratio entre el nivel del objetivo conseguido y la adecuada utilización de los recursos disponibles, por lo tanto, es la relación entre la fabricación de un bien o servicio y los recursos que fueron utilizados para llegar ese parámetro de producción, quiere decir por lo tanto, que cumplir con la meta debe realizarse dentro de un criterio de una apropiada estructura de costos (Bardhan, 1995; Castillo, 2001; Lusthaus et al., 2001; Trillo del Pozo, 2002; Hernán Gómez, 1988; Martín y López del Amo, 2007). (p.129).

Además, Gutiérrez (2014), acotó que eficiencia es cociente entre el resultado obtenido y los recursos usados para la fabricación. Como conclusión, querer

eficiencia es buscar optimizar el uso de recursos procurando que no se generen mermas. (p.20).

García (2011) señaló que se logra Eficiencia al obtener un indicador deseado con la mínima cantidad de materiales; es decir, se genera calidad y cantidad, como resultado se incrementa la productividad (p.19).

Jean Rufier (1998) La eficiencia es más efectiva cuando su mejora es mantenida en el tiempo, ya que las exigencias del mercado se modifican constantemente. Procede de la capacidad de transformar los equipos y la organización en función de la evolución de la demanda, así como de las variaciones del proyecto productivo. Esto quiere decir que un equipo pensado para cierta función debe evolucionar para seguir siendo eficiente. Los objetivos no pueden permanecer constantes si el contexto evoluciona. (p.193)

### **Tipos de eficiencia:**

Para Cachanosky (2012, p.52), hay dos clases de eficiencia, eficiencia económica y eficiencia técnica. La Eficiencia Técnica, se relaciona con utilizar la capacidad de planta instalada, en cambio la eficiencia económica pone énfasis en conocer si los recursos usados están asignados de la manera más eficiente posible. Ya que está diferenciados la pregunta sería ¿cómo lograr eficiencia económica? A esta cuestión diferentes escuelas son las que responden. Se intenta demostrar lo vital del estudio, quiere responder con los cinco puntos siguientes:

Eficiencia técnica, en este punto enfoca explicar el concepto de eficiencia técnica y en denotar por qué no suficiente para encaminar a la economía.

Eficiencia productiva como estrategia de la empresa, Según Arburg (2016), dedujo que, El uso razonable del total de recursos es una labor continua por lo cual debe continuar a largo plazo. La selección y distribución de instalaciones físicas e infraestructura para producción tiene gran valor en la eficiencia que se conseguirá en la producción. Desde ahí la fase de planeamiento gane mayor importancia para las organizaciones. Lo que no esté en cuenta en esta área resultará difícil de corregir en fase de producción y en cuanto sea posible, la corrección se realiza a



altos costos económicos. También es cierto que, si la eficiencia productiva se aplica desde un inicio en la estrategia de la organización, la inversión o mayor costo inicial tendrán un retorno en poco tiempo (p.9).

**Dimensión 2:** La eficacia de tiempo tiene que ver con horas reales laboradas en el área de producción con relación a las horas de producción planificadas que se tendrán en un estudio de toma de tiempos. (Chiavenato, 2007, p.130).

$$E(\text{eficiencia}) = \left( \frac{NHP}{NHP} \right) X 100\%$$

**E** = Eficacia de un proceso

**N.H.A:** Cantidad de horas obtenidas

**N.H.P:** Cantidad de horas programadas

Gutiérrez (2014), expresó:

La eficacia se puede apreciar como la capacidad de obtener el efecto que se espera. Por lo tanto, la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados. “Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados” (p.20).

García (2011), señaló que *“la eficacia implica la obtención de los recursos deseados y puede ser un reflejo cantidad, calidad percibida o ambos”* (p.19).

Gutiérrez (2014), sostiene que: Mejora de eficacia tiene la meta de maximizar la productividad de los materiales, los procesos y equipos, así como entrenar al factor RRHH (factor gente) para llegar a las metas planteadas, con la disminución de producto con defectos de fabricación, fallas en arranques de máquinas y en operación de procesos, y diferencia de tipos de materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe incrementar y mejorar la experticia de los empleados y generar procedimientos que les ayude a optimizar su trabajo (p.21).

Gutiérrez (2010) que afirma la eficacia es la suma de los esfuerzos relevantes que se llevan a cabo en una empresa, además de ello busca incrementar y optimizar habilidades de los colaboradores y generar programas o capacitaciones para tener un buen desempeño laboral, es el valor de las actividades planeadas sobre las unidades realizadas.

### **III METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de diseño: Diseño cuasi experimental**

De acuerdo con Fernández, Baptista y Hernández (2014), concluyeron que:

Las investigaciones con diseño cuasi experimental tienen la particularidad de manipular arbitrariamente, por lo menos una o varias variables independientes para analizar el efecto que logra sobre las variables dependientes, la única diferencia con experimentos considerados “puros” (diseños experimentales) es el grado de confiabilidad que se pueda tener sobre la similaridad inicial de grupos (p.151).

Por lo tanto, el presente trabajo correspondió ser cuasi experimental porque la variable modelo PHVA se aplicó en la empresa, asimismo se demostró lo que influye hacia la variable productividad, el modelo es aplicado por que se ejecutó una prueba de post para luego comparar los resultados anteriores con los actuales.

##### **3.1.2 Tipo de Investigación**

Valderrama (2015) menciona enfoque cuantitativo:

Tiene como característica utilizar la recolecta de datos que posteriormente forma la base estadística para responder al problema de investigación: para ello se basa en métodos estadísticos y así comprobar si es cierta o incorrecta la hipótesis (p.106)

La investigación fue de enfoque cuantitativo porque se ejecutará mediante procesos estadísticos, asimismo la medición de las variables abordará datos numéricos, como por ejemplo la aplicación del método para conocer el porcentaje de crecimiento de la productividad.

Tipo aplicada, Hernández, et al (2014), comentó: Al aplicar un estudio utilizando un método se busca saber cuáles son los resultados para conocer en cuanto impacta de forma positiva o negativa en las variables dependientes del estudio realizado. (p. 92).

De acuerdo con lo que planea el autor se finiquita que el estudio es aplicado ya que el propósito es implementar la metodología de PHVA de manera que se verificó los

resultados mediante el recojo de información cuando este método aún no se haya aplicado después de un prolongado tiempo se vuelve aplicar y se comparará ambos resultados para luego dar las conclusiones.

Corte longitudinal, Hernández, et al (2014) “expresó que un corte longitudinal es cuando mediante un tiempo prolongado se deben recopilar la información, es decir puede ser dos a más veces de acuerdo con el estudio” (p.278).

Por lo tanto, en este estudio tuvo un corte longitudinal porque el recojo de información serán dos veces un testeo antes de la aplicación de la mejora y otro posterior a la aplicación de la mejora y como consecuencia de ello el estudio tuvo un alcance temporal.

### **3.2 Variables, operacionalización**

La variable independiente es el ciclo PHVA según Gonzáles (2015) menciona que, la metodología conocida como PHVA, es usada en la actualidad, tanto en modelamiento como en desarrollo e implantación de sistemas integrados de gestión de calidad en etapa del mejoramiento continuo, esta metodología se consolida como la herramienta primordial para el estudio, monitoreo, aplicación de mejoras de los procesos y del sistema (pp. 57-58). La variable dependiente es la productividad con sus dos dimensiones eficiencia y eficacia, para lo cual López (2013). Dice: Productividad es obtención de retorno económico, y se tiene que basar por seguir principios como la ética y la moral, y el fruto de ese beneficio económico mejore el nivel de vida de los colaboradores, y este en concordancia con el cuidado de la ecología del planeta (p. 1), a continuación se muestran las fórmulas de los indicadores de la variable independiente:

Planificar:

$$Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) \times 100\%$$

Rob = Ratio de objetivos establecidos

Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)

Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg)

Hacer:

$$Act\ ejec = \left(\frac{AE}{AP}\right) \times 100\%$$

Act ejec = % de actividades reales por mes

AE = Actividades ejecutadas por mes

AP = Actividades programadas por mes

Verificar:

$$RNC = \left(\frac{RRO}{RRA}\right) \times 100\%$$

RNC = Ratio de nivel de cumplimiento

RRO = Ratio de Resultado Obtenido

RRA = Ratio de Resultados Anteriores

Actuar:

$$RMP = \left(\frac{PE}{PT}\right) \times 100\%$$

RMP= Ratio de mejora de proceso

PE=Procesos estandarizados

PT=procesos totales

En los apartados anexos se muestra a detalle la matriz de operacionalización de las variables mostradas.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

En concordancia a lo dicho por Valderrama (2015) lo que nombramos población estadística, es el grupo de la totalidad de las medidas de las variables en estudio, en cada una de las unidades del universo” (p.182).

La población del estudio estuvo constituida por la cantidad de tuberías que se fabricaron en 03 meses (realizado antes de la consolidación de la mejora) y tres meses después de la mejora.

#### **3.3.2 Muestra**

Por consiguiente, Valderrama (2015) lo define como un subconjunto indicativo de una población o universo. Representativo, ya que refleja verdaderamente las características generales de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede (p. 184).

En la investigación desarrollada la muestra de estudio que se utilizó fue la cantidad de tuberías en función a juntas soldadas el factor de medición es el Diámetro

Pulgada (DP) que se fabricaron en 03 meses en el proyecto Refinería de Talara, en este estudio la muestra fue toda la población en el periodo de tiempo descrito, por lo cual no es pertinente hablar de la muestra.

### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo de la investigación es No probabilístico ya que se utiliza toda la población y no un segmento o parte de ella con lo cual la muestra es representativa y confiable.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para Valderrama (2015) “recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzca a reunir datos con un propósito específico” (p.194).

**Recolección**, En consecuencia, Valderrama (2015), expresó: Los instrumentos son medios físicos que usa el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes, como Likert, semántico y de Guttman; también pueden ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos para seguridad (FDS), etc. (p.195).

En la investigación Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para incrementar la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022”, tuvo como técnica la encuesta y el instrumento es la ficha de observación, con ello se recolectó, la información que se ejecutó dentro de la aplicación, siendo está conformada mediante cifras numéricas.

**Validez**, La Torre (citado por Valderrama, 2015, p.206) menciona que se define como validez la medida (exactitud) en que se reflejan los datos obtenidos, en función a la dimensión que se está cuantificando, la validez de los instrumentos se puede presentar en diferentes parámetros. Los datos deben ser lo más cercanos a la realidad para que el resultado sea coherente ya que eso da validez a la prueba. Por lo tanto, el trabajo de investigación tiene una validez objetiva y fiable porque los datos mostrados en el trabajo son confidenciales de la empresa por lo tanto se usaron para términos de conocimiento y análisis, asimismo fue analizado

y validado por expertos quienes dieron la autorización para proceder a la aplicación.

**Confiabilidad,** En este caso el estudio fue confiable por que los datos con los que trabajó fueron reales y son resultado de la ejecución del proyecto.

### **3.5 Procedimientos**

Según Ríos (2017), procedimiento es el instructivo de una planificación ordenada de actividades que se ejecutaran en concordancia con un método definido, para lo cual deben estar detalladas las etapas para el proceso de recolección de datos (hallazgos) y el análisis de datos, las etapas son:

Primera Etapa, se utilizaron herramientas para precisar las causas que originan la baja productividad, diagramas de Ishikawa, diagrama de Pareto fueron importantes para reconocer los aspectos y las causas principales de los problemas.

Segunda Etapa, toda la data fue recopilada y analizada en etapa de pre-test se conoció los indicadores de productividad, se empezó a implementar el plan de mejora.

Tercera Etapa, se analizó los nuevos hallazgos y se cotejaron con resultados de otras investigaciones, para llegar a conclusiones que generen conocimiento.

### **Situación Actual**

#### **Descripción de la Empresa**

La empresa en la cual se implementó la mejora en el proceso es una empresa de capitales nacionales y extranjeros especializada en proyectos de Ingeniería, construcción, suministro, puesta en marcha, mantenimiento, operación entre otros, los campos de donde realiza sus actividades son los siguientes:

Ingeniería y proyectos, Montaje y mantenimiento industrial,

Construcción y Obra Civil, fabricación de estructura metálica, equipos y conductos.

**Proyectos ejecutados:**

**Modernización Refinería TALARA**

Descripción del alcance en proyecto:

Montaje de equipos, Soldadura y montaje de Tubería y Suportación, Suministro, Fabricación y montaje de estructuras metálicas.

Ubicación del Proyecto: Talara – Piura – Perú, cliente: Técnicas Reunidas, Petro Perú, en este megaproyecto se laboró en unidades Operativas FCC y DP1.



**Figura 12.** Proyecto Refinería de Talara.

*Fuente: elaboración propia*

**Proyecto: Pointe Jarry Project**

Descripción del alcance de proyecto: Pre-Fabricado de tubería mayor (Large Bore), ubicación del Proyecto: Cartagena – España, Cliente: Moncobra.



**Figura 13.** Acopio de Tuberías



**Figura 14.** Proceso de Soldeo de tubería



Fuente: elaboración propia

## **Phosphate Plant Jorf Lasfar**

Descripción del alcance de proyecto: pre-Fabricado de tubería mayor (Large Bore)

Montaje de tubería mayor, montaje de estructuras metálicas, ubicación del

Proyecto: Jorf Lasfar-Marruecos, Cliente: OCP



**Figura15.** montaje de equipos

fuentes: elaboración propia

## **Misión, Visión, de la empresa**

### **Misión:**

“Satisfacer lo requerido por el cliente, cumpliendo los compromisos y obligaciones dentro de los plazos y calidad, Contribuir al desarrollo personal y profesional de los colaboradores, todo ello enmarcado en el respeto y cumpliendo la normativa en el ámbito, ambiental, laboral y salud y seguridad en el trabajo”.

### **Visión:**

“Consolidar la Empresa como el referente en el sector industrial, ofreciendo un servicio de calidad excediendo los parámetros o ratios solicitados por nuestros clientes”.

### **Ubicación de la empresa**

La empresa se ubica en la Provincia de Talara, realiza labores dentro del área de la refinería (dentro de ella hay oficinas talleres, etc.) como es un proyecto de

construcción, los procesos deben estar cerca de la zona de montaje.

Oficina en Perú: AV. B NRO. 149 INT. 2PIS C.H. TALARA (COSTADO DE CASA ANDINA) PIURA – TALARA – PARIÑAS. Ver figura 16.

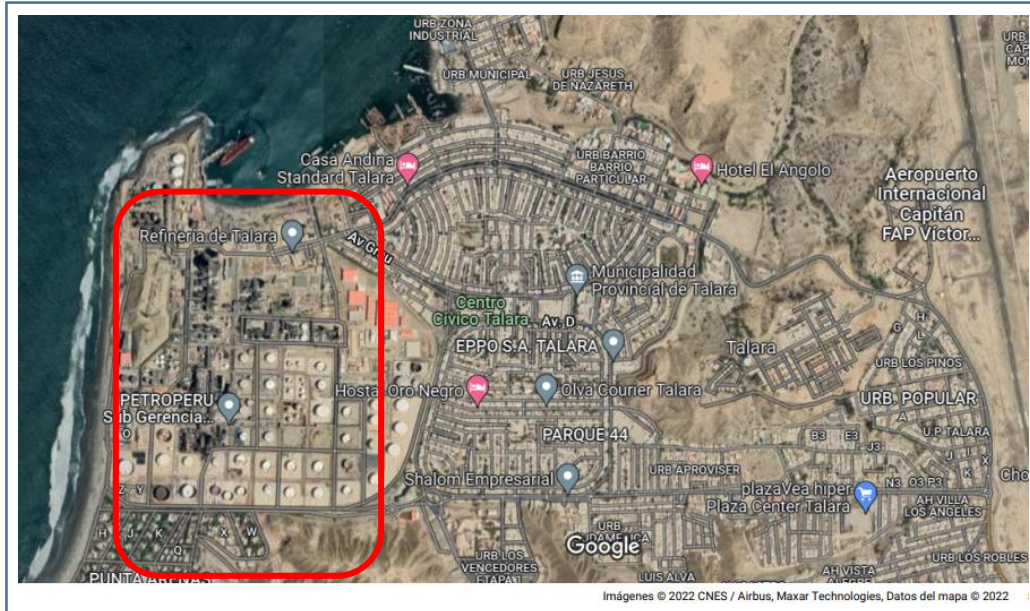


Figura 16. Ubicación de Refinería en torno a ciudad de Talara fuente Google maps

### Estructura organizacional de la empresa

Por ser una empresa que brinda servicios de construcción de proyectos, su organización es orientada a proyecto con las siguientes características:

Por lo general los colaboradores (Obreros y empleados) están laborando en el mismo lugar físico, todos los departamentos como, RRHH, Logística, Ingeniería, oficina Técnica, administración están bajo el mando de un director de proyecto quien es la máxima autoridad dentro del alcance de un proyecto, este tipo de organización es la más adecuada porque sería engorroso y poco eficiente depender de una organización que está a cientos de kilómetros y que no pueden dar soluciones en tiempo real, a continuación se muestra el esquema de organización orientada a proyectos a continuación en figura 17 se muestra el organigrama orientado a ejecución de proyectos por parte de la empresa, el proyecto donde se desarrolla el estudio está encerrado en un marco para su respectiva diferenciación.

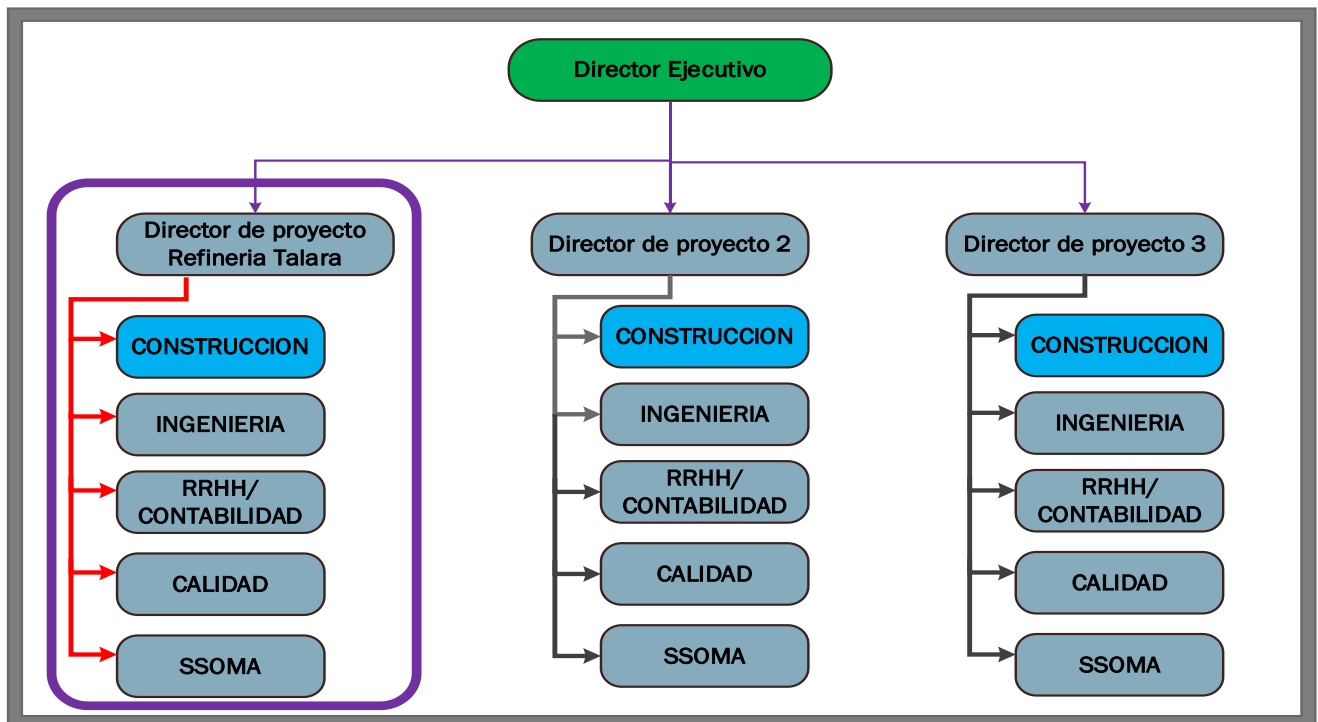
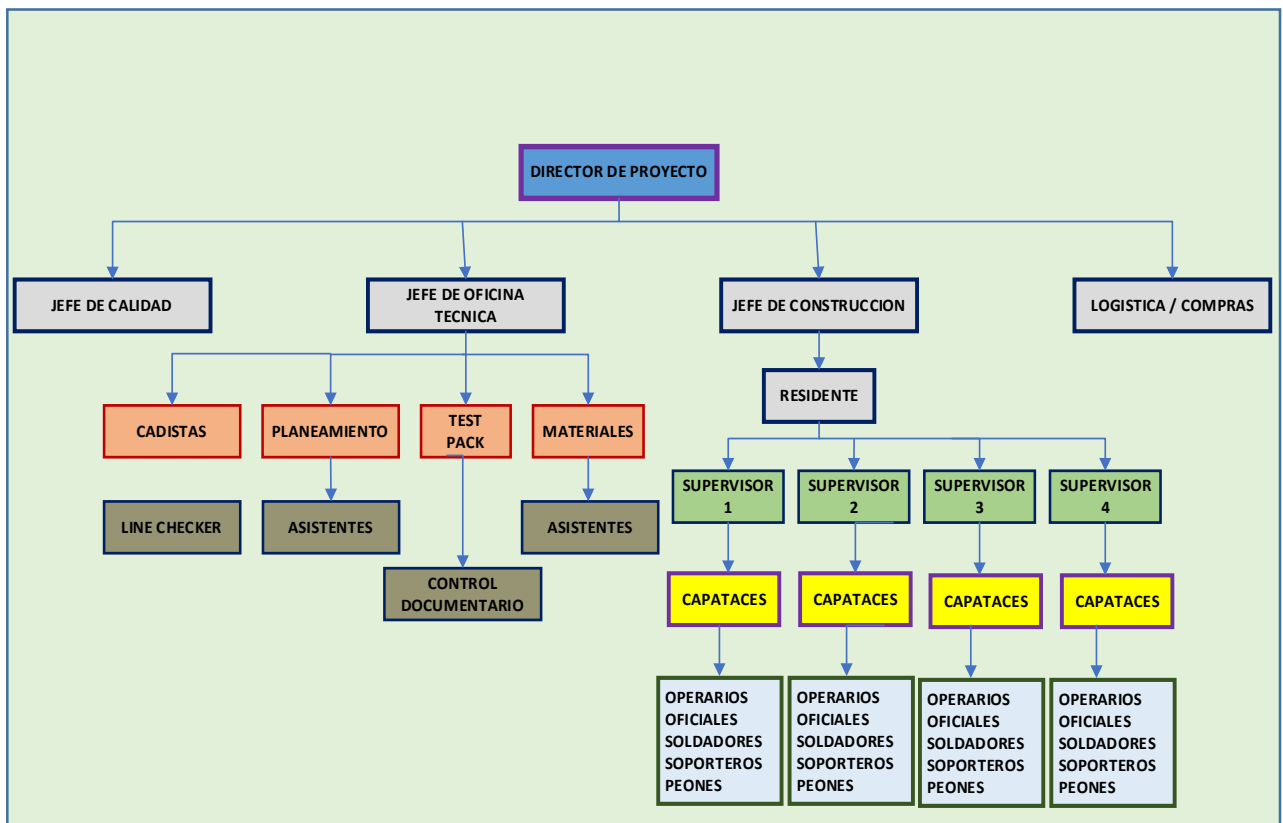


Figura 17. Organigrama general de la empresa

Fuente: la empresa

Como se describió en párrafo anterior la naturaleza de la empresa (por proyecto) hace necesario un sub-equipo (staff) de colaboradores para cada proyecto por lo que cada estructura organizacional general se desdobra y genera más ramificaciones para poder gestionar los recursos económicos, humanos, equipos, etc, con el fin de poder llevar de la manera más eficiente posible un proyecto. A continuación, en figura 18 se muestra el diagrama específico para la gestión del proyecto Refinería de Talara (PMRT), donde se muestra todos los departamentos involucrados, pero con énfasis en la jefatura de oficina técnica y La jefatura de construcción ya que estas dos áreas son las que tienen la función dirigir la construcción en el proyecto.



**Figura 18.** Organigrama jerárquico de funciones exclusivo para proyecto PMRT fuente: la empresa

Descripción de funciones de responsable del por departamento

### **Director de Proyecto,**

Planifica el proyecto y gestiona los recursos (económicos, maquinas, RRHH) coordina con las jefaturas bajo su mando para un mejor cumplimiento de lo planificado, es el responsable de la organización ante el cliente y la alta gerencia, evita el retraso en la toma de decisiones importantes (toma de decisiones) para ello debe tener indicadores para la toma de la mejor decisión posible, controla los cambios de estrategias durante el proyecto.

### **Jefe de Oficina Técnica,**

Modela y desarrolla procedimientos confiables para la gestión de subcontratos, control de presupuestos, crea procedimientos con el fin de formar un criterio correcto en las decisiones del área de oficina técnica, centraliza la información técnica tanto del cliente hacia el área de construcción, así como información propia hacia construcción. Vela por el control y seguimiento de la ingeniería en obra, revisando y coordinando soluciones de ingeniería con otras áreas como construcción y subcontratistas.

**Jefe de construcción,**

Es el encargado de plasmar la planificación del proyecto en obra, coordinando con supervisores de campo, oficina técnica, logística, área de materiales e ingeniería, etc, para tener todos los recursos necesarios y así poder lograr los objetivos plasmados en la planificación. Se comunica con el cliente y resuelve problemas de campo in situ y comunica esos cambios a oficina Técnica para la nueva revisión correspondiente.

**Supervisor,**

Coordina con la jefatura de obra las zonas a intervenir, vela por los recursos, materiales, consumibles y todo lo necesario para cumplir lo requerido según la planificación.

**Capataz,**

Coordina con las cuadrillas de operarios de forma directa, recibe la información técnica, prioridades de fabricación, distribuye al personal operativo, etc

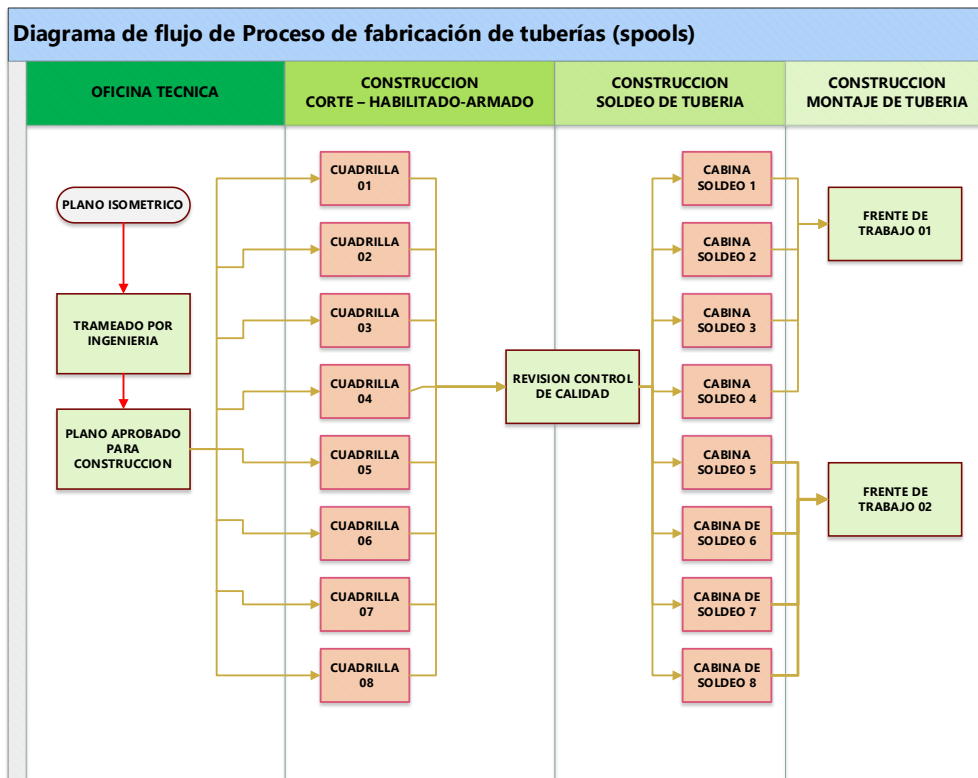
**Personal de mano de obra directa,**

Son mano de obra directa (operarios, oficiales, soldadores, peones), que ejecuta los trabajos en coordinación con los capataces.

**Control de Calidad,**

intervienen en etapa pre constructiva, con procedimientos, calificación y homologación de soldadores, en la etapa constructiva hace inspección en campo de juntas soldadas dando “liberación” de las juntas de soldadas correctamente guardan trazabilidad de las juntas con datos como: soldador, tipo de material, número de junta, etc.

En la figura 19 se muestra el diagrama de flujo panorámico donde se muestran los diferentes departamentos que intervienen en la fabricación de tuberías desde la etapa de suministro de planos hasta montaje.



**Figura 19.** Diagrama de Proceso Panorámico de Fabricación de Tuberías. Fuente: *elab propia*

Descripción de procesos en la fabricación de tuberías

### **Trameado de Planos Isométricos,**

Los planos que se envían a construcción deben estar codificados indicando donde va montado, y tener detalles técnicos como, tipo de material, diámetro, número de juntas (unidad de medida Diámetro Pulgada) soportes, etc. Con respecto al número de junta, estas deben estar codificados y enumerados para el seguimiento de la respectiva trazabilidad. En la figura 20 se muestra un plano donde se evidencian los detalles descritos en el párrafo. Para fabricar una tubería descrita en un plano isométrico se necesitan materiales que deben cumplir especificaciones técnicas requeridas para su correcto funcionamiento por ello debe pasar control de calidad.



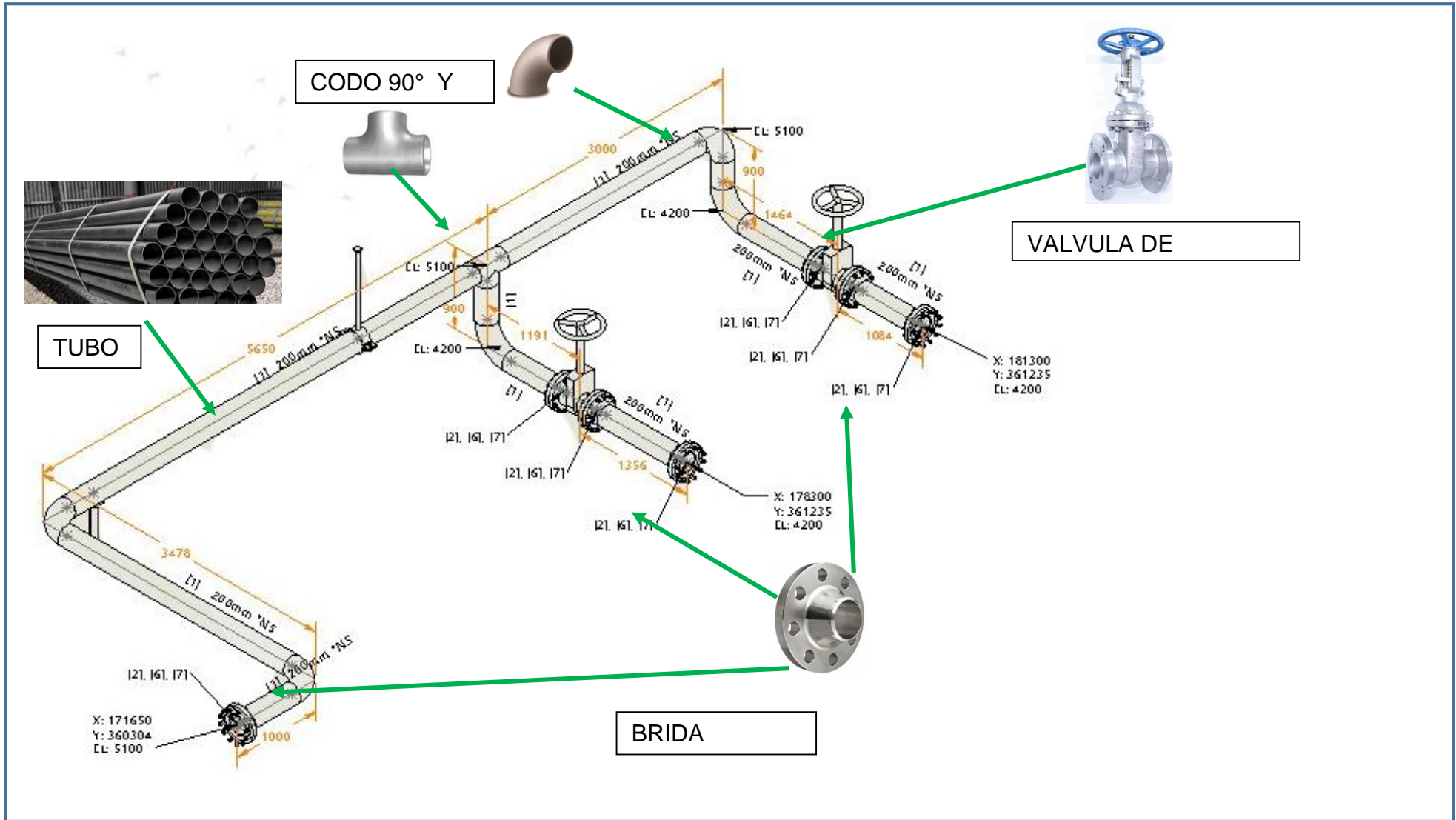
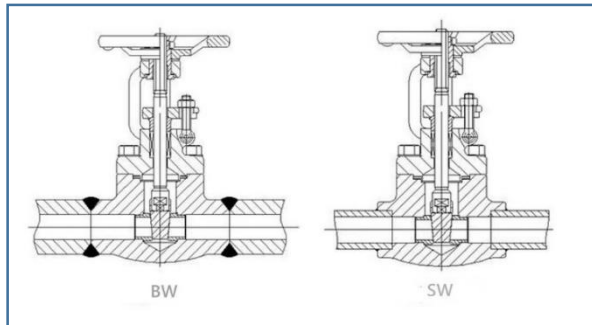


Figura 20. Se muestra un plano con los componentes necesarios para la fabricación de tuberías. Fuente: elaboración propia.

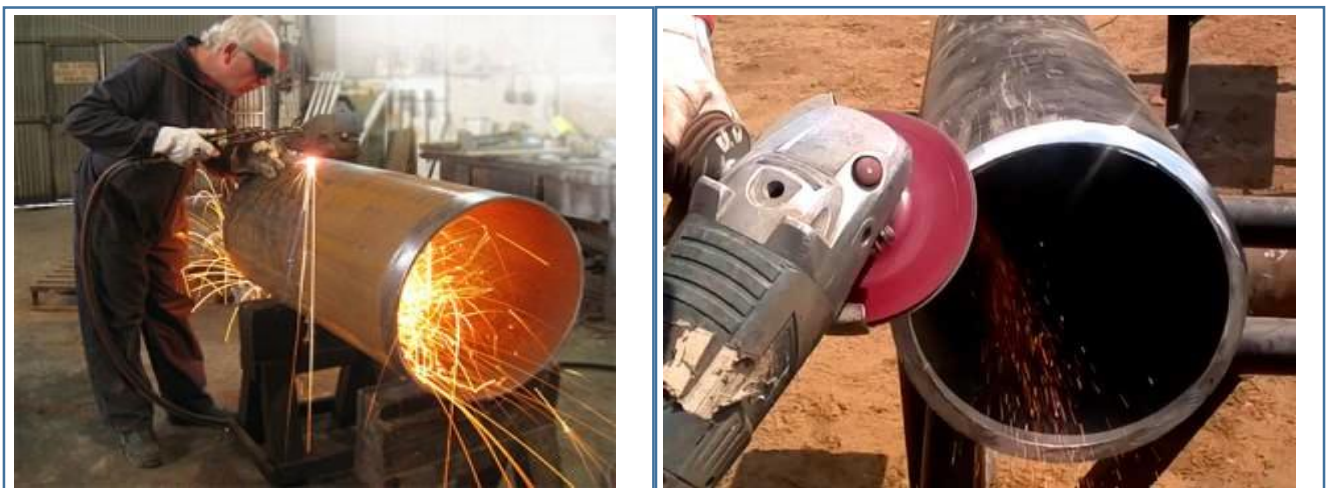
### Corte de material y habilitado

Según la configuración del isométrico se usa un número determinado de accesorio que se acondicionan según el tipo de junta de diseño en función al diámetro, las juntas más empleadas son: juntas de soldadura a tope (BW), Juntas Socketweld (SW) se muestra los tipos de junta ver figura 21,



**Figura 21.** Junta BW y Junta SW *fuentes: elaboración propia.*

En el proceso de corte se usan equipos de corte en caliente y corte en frío, según los procedimientos e ingeniería aprobados, un punto importantísimo es el habilitado de las juntas ya que estas deben cumplir con especificaciones técnicas ya que al ser soldadas deben tener optima penetración para no tener fallas en el proceso de puesta en marcha, en la figura 22 se muestra las labores descritas.



**Figura 22.** corte de tubería y habilitado de juntas.

*Fuentes: elaboración propia.*

### Armado de tuberías y soldeo

Una vez se tiene las tuberías y accesorios debidamente acondicionados y dimensionado se procede con el armado (configuración) según necesidades del



plano teniendo en cuenta las tolerancias y ajustes necesarios para evitar tensiones internas en el material después de la etapa de soldeo todas estas consideraciones están en las especificaciones técnicas e instructivos, en esta etapa se debe tener cuidado de facilitar las labores de montaje por eso se dejan algunas juntas sin soldar para que sea fácil el traslado y montaje.

### **Etapa de soldeo o Soldadura de tuberías**

Este nivel es muy importante porque se deben tener en cuenta aspectos técnicos como: procedimientos de soldeo (WPS), Homologación de Soldadores (calificación según norma)

Para realizar un buen trabajo se necesita de consumibles correctos (electrodos, gases, etc) así como máquinas de soldar debidamente calibradas para lograr una buena penetración y acabado.

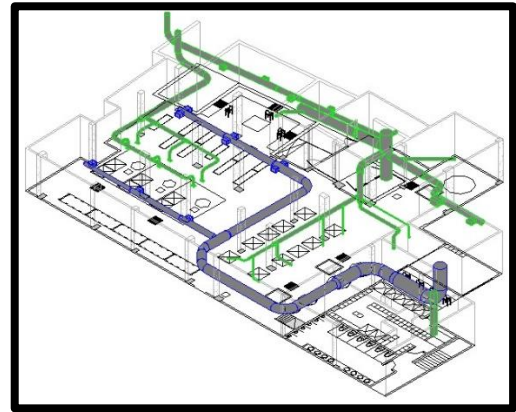


**Figura 23.** procesos de armado y soldeo de tuberías.

*Fuente: elaboración propia.*

### **Montaje en Obra**

En esta etapa la tubería se coloca en su posición final para operación, en esa etapa se alinean, se colocan los soportes de tubería, y se ejecutan las juntas de cierre entre tuberías del mismo isométrico y con otros isométricos para continuar un recorrido establecido. Esta actividad conlleva a coordinar con departamentos como SSOMA (seguridad salud ocupacional y medio ambiente), Control de calidad, Departamento de Materiales, por lo que no deben generarse tiempos muertos, ya que en algunos el montaje de una tubería de diámetro mayor (desde 8" a más) paraliza otras labores similares, en la figura 24 se muestra la disposición de tuberías en montaje real y en maqueta.



**Figura 24.** tuberías en posición final en referencia a indicado en plano. Fuente: la empresa.

Línea de tiempo de plan de mejora de productividad en fabricación de tuberías

La investigación se realizó con tres meses de toma de datos (pre-test), se implementó el ciclo Deming en tres meses (por ser un proyecto los tiempos son ajustados) la toma de resultados Post-test se ejecutó en tres meses para tener coherencia con los tiempos de la toma de datos antes de la mejora, en la tabla 13 se muestra el resumen cabe señalar que la implantación se estandariza y mejora continuamente.

**Tabla 13.** Línea de tiempo de ejecución de implantación de mejora

| Línea de tiempo de ejecución de:   |              |  |
|--|--------------|--|
| Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para incrementar la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022 |              |  |
| OCTUBRE 2021   | del 01 al 31 | PRE-TEST IMPLANTACION DE CICLO DE DEMING (Toma de datos)   |
| NOVIEMBRE 2021   | del 01 al 30 |  |
| DICIEMBRE 2021   | del 01 al 31 |  |
| ENERO 2022   | del 01 al 31 | IMPLANTACION DE CICLO DEMING                               |
| FEBRERO 2022   | del 01 al 28 |  |
| MARZO 2022   | del 01 al 31 | POST TEST - IMPLANTACION CICLO DEMING (toma de resultados) |
| ABRIL 2022   | del 01 al 30 |  |
| MAYO 2022  | del 01 al 31 |  |

Fuente: elaboración propia

### Recurso de tiempo

El horario de trabajo en el proyecto de lunes a sábado de 7:00 hrs a 17:00 hrs

Los domingos y feriados no se laboran a menos que haya una orden de la dirección de proyecto, ya que en esos días la tasa salarial es 100% más, es decir un jornal más, lo que eleva el costo de horas hombre (HH) en el proyecto, en la tabla 14 se indica el horario de trabajo, que aplica para obreros y empleados.

**Tabla 14.** Horario de trabajo en proyecto PMRT.

| Dia      | Lunes           | Martes          | Miércoles       | Jueves          | Viernes         | Sábado          | Domingo          |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Labores  | 7:00 -<br>12:00 | 7:00 -<br>12:00 | 7:00 -<br>12:00 | 7:00 -<br>12:00 | 7:00 -<br>12:00 | 7:00 -<br>12:00 | No<br>laborables |
| Almuerzo | 12:00-<br>13:00 | 12:00-<br>13:00 | 12:00-<br>13:00 | 12:00-<br>13:00 | 12:00-<br>13:00 | 12:00-<br>13:00 |                  |
| Labores  | 13:01-<br>16:00 | 13:01-<br>16:00 | 13:01-<br>16:00 | 13:01-<br>16:00 | 13:01-<br>16:00 | 13:01-<br>16:00 |                  |

Fuente: elaboración propia

### Diagrama de Operaciones en el proceso (DOP)

DOP es una gráfica de inspecciones y operaciones que están involucradas en la consecución de un proceso, en el diagrama no se muestran almacenamientos, manipulaciones y/o acarrees, ni transportes. Mostrado en figura 25 se muestra el DOP de proceso de fabricación de tuberías.

### Diagrama de Actividades en el proceso (DAP)

Para el autor KANAWATY (1996), en el DAP se dan a notar los pasos y recorridos que intervienen en la confección de un producto, el análisis se realiza con símbolos para hacerlo más didáctico y entendible. (p.85)

Se realizó el DAP en el proceso de fabricación de tuberías hasta el producto final detallando las actividades que intervienen en su creación, en la figura 26 se detallan las actividades que intervienen en la fabricación de tuberías.

|                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Montaje Electromecánico FCC         | D.O.P Fabricación de tuberías     |
| Actividad Fabricación de Tuberías   | UNIDAD: FCC                       |
| Etapa de Implementación: Pre - Test | FECHA: 02-11-2021                 |
|                                     | Elaborado por: Nilton R Vega Diaz |

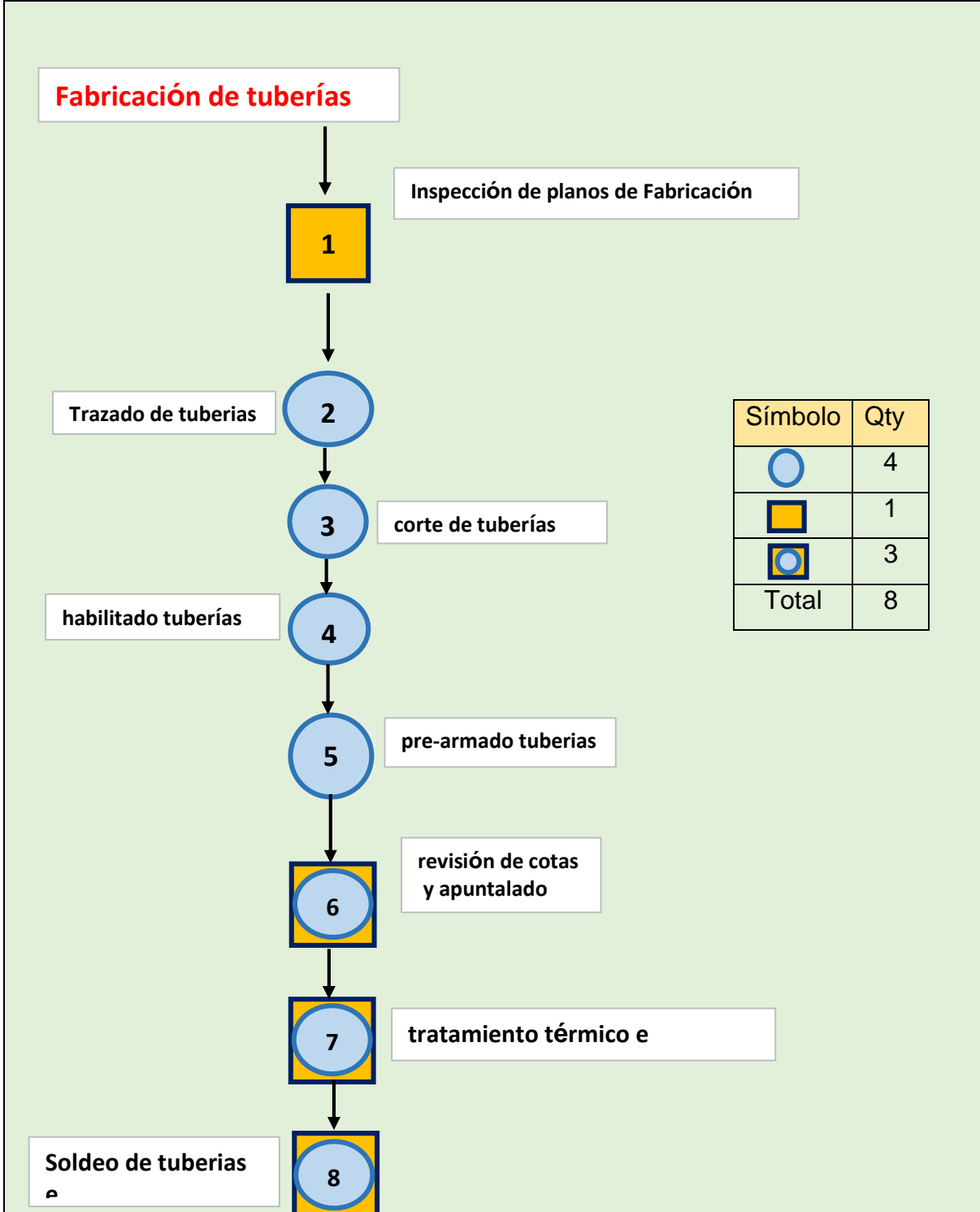


Figura 25. Diagrama de Operaciones de Proceso






fuentes: elaboración propia

| DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE FABRICACION DE TUBERIAS PRE-TEST |  |   |   |                |                       |            |            |            |                |           |           |
|---|--|---|---|----------------|-----------------------|------------|------------|------------|----------------|-----------|-----------|
| Montaje Electromecanico unidad FCC                          |  |   | Fecha de Pre-Test                       | 2/11/2021      | Actividades           |            |            |            | QTY            |           |           |
| Especialidad:   |  |   | PIPING (TUBERIA)                        |                | OPERACIÓN             |            |            |            | 9              |           |           |
| Proyecto:   |  |   | PMRT                                    |                | TRANSPORTE            |            |            |            | 12             |           |           |
| Elaborado por:  |  |   | Nilton R Vega Diaz                      |                | PAUSA                 |            |            |            | 3              |           |           |
| Unidad Operativa:   |  |   | UNIDAD FCC                              |                | INSPECCION            |            |            |            | 6              |           |           |
| Operario:   |  |   | cuadrilla 1                             |                | ALMACEN               |            |            |            | 1              |           |           |
| Actividad Inicial:  |  |   | recepcion de planos Isometricos         |                | DISTANCIA TOTAL (m)   |            |            |            | 550            |           |           |
| Actividad Final:  |  |   | colocacion de tuberia en acopio         |                | TIEMPO TOTAL (min)    |            |            |            | 4037.04        |           |           |
| Item  | Operación  | Descripcion de Actividades  | Distancia                               | Tiempo         | Símbolos de Actividad |            |            |            | ¿Genera valor? |           |           |
|   |  |   | (metros)                                | (minutos)      | ○                     | ➔          | ▭          | ▽          | SI             | NO        |           |
| 1   | Oficina Técnica  | recepcion de planos Isometricos para fabricacion (patio a oficina construccion) | 0                                       | 30             |                       |            |            | ①          | ⊙              |           |           |
| 2   |  | revison de planos (revison de grado de complejidad)                             | 0                                       | 35             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 3   |  | distribucion de planos a zonas de trabajo                                       | 40                                      | 30             |                       |            | ①          |            | ⊙              |           |           |
| 4   |  | distribucion de planos a operarios  | 70                                      | 30             |                       |            | ①          |            | ⊙              |           |           |
| 5   | Corte de tuberias  | desplazamiento a almacen de herramientas (operarios)                            | 60                                      | 50             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 6   |  | espera de despacho de herramientas  | 0                                       | 70             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 7   |  | desplazamiento a almacen de consumibles (discos, soldaduras, gases, epp, etc)   | 30                                      | 60             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 8   |  | espera de despacho de consumibles   | 0                                       | 90             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 9   |  | desplazamiento a almacen de materiales accesorios-tuberias                      | 50                                      | 40             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 10  |  | espera de despacho de materiales  | 0                                       | 35             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 11  |  | desplazamiento a area de trabajo (taller)                                       | 100                                     | 55             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 12  |  | trazado de tuberias (medicion de longitud)                                      | 0                                       | 900            |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 13  |  | corte de tuberias   | 0                                       | 674.04         |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 14  |  | armado de tuberias  | desplazamiento de tuberias a habilitado | 10             | 36                    |            |            |            | ①              |           | ⊙         |
| 15  | habilitado (preparacion de juntas de tuberias)           |   | 0                                       | 540            |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 16  | limpieza de juntas de accesorios                         |   | 0                                       | 120            |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 17  | PRE - armado de tuberias y accesorios                    |   | 0                                       | 300            |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 18  | revison de cotas (dimensiones) en isometricos            |   | 0                                       | 42             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 19  | desplazamiento de tuberias a armado                      |   | 10                                      | 30             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 20  | apuntalado de tuberias (armado)                          |   | 0                                       | 320            |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 21  | desplazamiento de tuberias a soldeo (etapa de soldadura) |   | 10                                      | 25             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 22  | soldeo de tuberias                                       | tratamiento termico (precalentamiento)  | 0                                       | 30             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 23  |  | inspeccion de temperatura de junta  | 0                                       | 25             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 24  |  | soldeo de tuberias  | 0                                       | 320            |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 25  |  | inspeccion de dureza de junta   | 0                                       | 30             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 26  |  | desplazamiento a area de soldeo inspector                                       | 50                                      | 20             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 27  |  | Control de calidad (sub Contrata) de uniones soldadas                           | 0                                       | 20             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 28  |  | desplazamiento a area de soldeo inspector                                       | 50                                      | 20             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 29  |  | Control de calidad (por parte del cliente) de uniones soldadas LIBERACION       | 0                                       | 20             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| 30  |  | traslado a frente de trabajo donde se montara                                   | 70                                      | 20             |                       |            | ①          |            |                | ⊙         |           |
| 31  |  | colocacion de tuberias en acopio  | 0                                       | 20             |                       |            |            | ①          |                | ⊙         |           |
| <b>TOTAL</b>  |  |   | <b>550</b>                              | <b>4037.04</b> | <b>3234.04</b>        | <b>416</b> | <b>195</b> | <b>172</b> | <b>20</b>      | <b>16</b> | <b>15</b> |

Figura 26. Diagrama de actividades de proceso en etapa de Pre-Test. Fuente: elab propia.

Los datos del diagrama de actividades descritos en la figura 26 se recopilan en la tabla 15 donde se separan las actividades que generan valor y las que no.

**Tabla 15.** Segregación de actividades que no generan valor.

| Actividad/Tarea          | símbolo   | Total, actividades | No Agregan Valor |
|--------------------------|---|--------------------|------------------|
| TRANSPORTE               |  | 12                 | X                |
| PAUSA                    |  | 3                  | X                |
| INSPECCION               |  | 6                  |                  |
| ALMACEN                  |  | 1                  |                  |
| OPERACIÓN                |  | 9                  |                  |
| <b>TOTAL ACTIVIDADES</b> |   | 31                 | 15               |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 15 se muestra el resumen de actividades teniendo en cuenta lo verificado en campo en etapa de Pre-test podemos encontrar un indicador que nos muestra que actividades agregan valor:

$$AAV = \left( \frac{TT - TNV}{TT} \right) \times 100\%$$

AAV = actividades que dan valor

TT = tareas totales (actividades totales)

TNV = tareas que no agregan valor

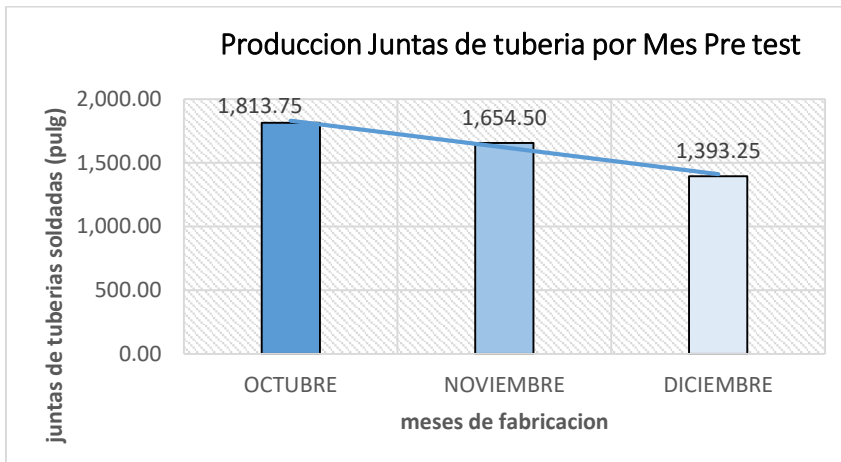
$$AAV = \left( \frac{31 - 15}{31} \right) \times 100 \%$$

$$AAV = 51.61 \%$$

El indicador es claro solo el 51.61% de las actividades generan valor, como contraparte 48.39 % son actividades que no generan valor y en muchos casos son redundantes por lo cual se mejoró el proceso para bajar el porcentaje de ese indicador.

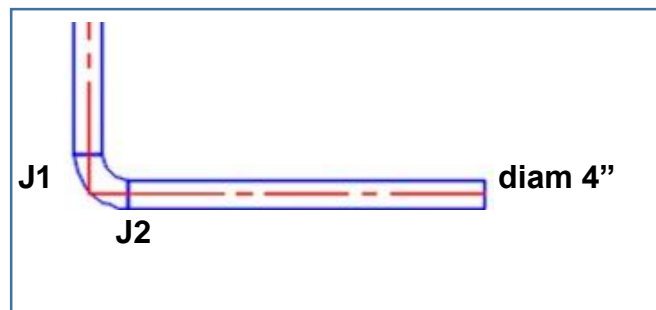
### **Recopilación de datos de variables dependientes Pre – Test**

En figura 27, se muestra la producción (fabricación de tuberías) con una tendencia a la disminución desde el mes de Octubre 2021, también se evidencia una normalización de la baja producción en los meses de: Octubre, noviembre y diciembre, estos tres meses son los del Pre-test (toma de datos).



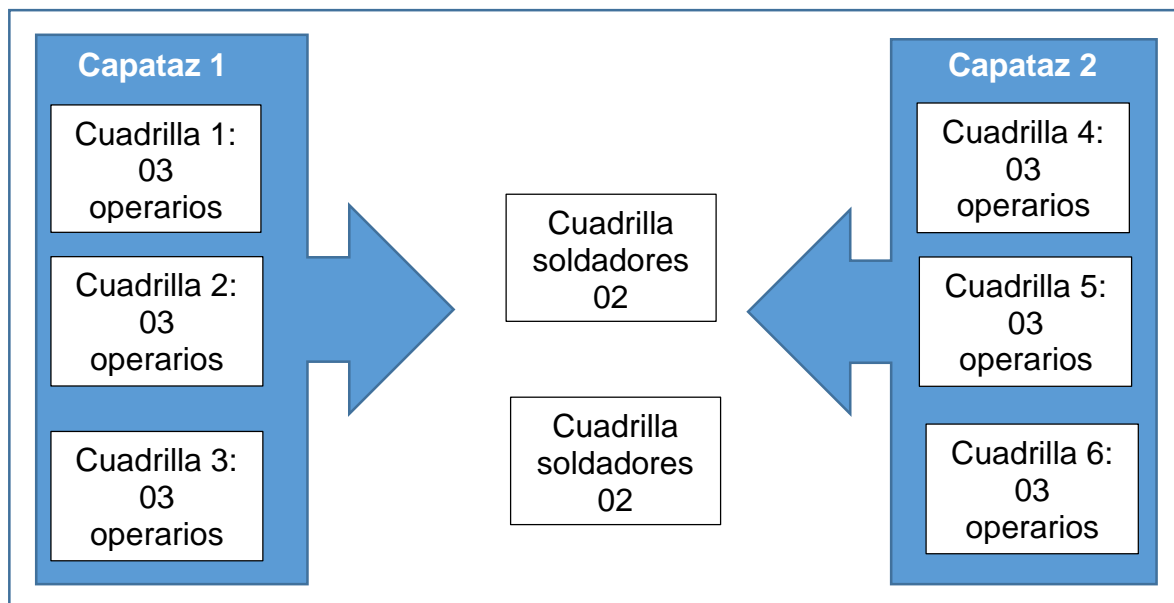
**Figura 27.** Producción de tuberías en 2021, muestra los meses de pre-test fuente: elab propia

Cabe mencionar que la población del estudio es la cantidad de tubería fabricada en un lapso de tres meses, la unidad de medida es la junta de tuberías que es la unión soldada de las mismas, por ejemplo en la figura 28 se muestra parte de un plano isométrico donde la tubería tiene: 01 codo a 90° y dos segmentos de tubos. Todos son de diámetro 4", para unir las tres piezas se necesitan soldar las juntas J1 y J2, por lo que se cuantifican 02 juntas de 4" cada uno.



**Figura 28.** Juntas de tuberías a soldar. Fuente: elab propia

Para fabricar las tuberías se requieren 60 personas (mano de obra directa) distribuidas en cuadrillas y a su vez estas se componen de:



**Figura 29.** Distribución de mano de obra directa en fabricación de tubería. Fuente: elab propia.

Se muestra en la tabla 16, el cálculo de horas hombre de mano de obra directa por día de trabajo a máxima capacidad se concluye que cada día se consumen 384 horas hombre, en un horario de 8 horas por día, lunes a sábado de 7:00am a 16:00pm

**Tabla 16.** Horas hombre diarias de la mano de obra directa (M.O.D).

| Cálculo de horas hombre M.O.D diario |          |              |               |              |
|--------------------------------------|----------|--------------|---------------|--------------|
| Ítem                                 | Personal | Qty personal | Horas diarias | Horas hombre |
| 1                                    | Operario | 18           | 8             | 144          |
| 2                                    | Soldador | 4            | 8             | 32           |
| 3                                    | ayudante | 36           | 8             | 288          |
|                                      | Total    | 58           |               | <b>464</b>   |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 17 se cuantifica el costo monetario en un día (costo hora Hombre) de trabajo de personal directo, para conocer el impacto de la mano de obra en la fabricación de tuberías.



**Tabla 17. Costos de personal mano de obra directa por día.**

| Costo de Horas Hombre por día (S/.) mano de obra directa |          |                    |              |               |                   |
|--|----------|--------------------|--------------|---------------|-------------------|
| Ítem   | Personal | Costo por hora S/. | Qty Personal | Horas diarias | Costo por día S/. |
| 1  | Capataz  | 30                 | 2            | 8             | 480.00            |
| 2  | Operario | 18                 | 18           | 8             | 2,592.00          |
| 3  | Soldador | 25                 | 4            | 8             | 800.00            |
| 4  | ayudante | 12                 | 36           | 8             | 3,456.00          |
| Total costo por día mano de obra directa                 |          |                    |              |               | 7,328.00          |

Fuente: elaboración propia

### Obtención de la Eficiencia y Eficacia Pre-Test

En tabla 18 se muestra la producción contractual concertada para fabricación de tuberías en proyecto PMRT.

**Tabla 18. Producción mensual de tubería.**

| Partida Contractual         | Und de medida | Cantidad Contractual mensual |
|-----------------------------|---------------|------------------------------|
| Soldeo de juntas de tubería | pulg          | 2,400                        |

Fuente: elaboración propia

La producción mensual concertada no es un valor arbitrario, son datos de fabricaciones en otras unidades del proyecto, son datos del cliente con otras subcontratistas, este valor se sustenta en la producción de personal de mano de obra directa. En tabla 19 se presenta las ratios de fabricación de cada cuadrilla

**Tabla 19. Cuotas de producción por cuadrilla (contractual)**

| Cuota de Producción de M.O.D mensual     |             |                              |                          |                          |
|--|-------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ítem                                     | Personal    | Qty tuberías armadas por día | Tuberías armadas semanal | Tuberías armadas mensual |
| 1  | Cuadrilla 1 | 17                           | 102                      | 408                      |
| 2  | Cuadrilla 2 | 17                           | 102                      | 408                      |
| 3  | Cuadrilla 3 | 17                           | 102                      | 408                      |
| 4  | Cuadrilla 4 | 17                           | 102                      | 408                      |
| 5  | Cuadrilla 5 | 17                           | 102                      | 408                      |
| 6  | Cuadrilla 6 | 17                           | 102                      | 408                      |
| Total, tuberías (juntas armadas mensual) |             |                              |                          | 2,448                    |

Fuente: elaboración propia

Las cuadrillas deben tener una producción por encima de los soldadores como

reserva por si se presenta alguna anomalía en etapa de armado y habilitado no repercute en la producción, en la tabla 20 se muestra la producción contractual que deben tener los soldadores en el proyecto.

**Tabla 20.** *Producción contractual mensual por soldador.*

| <b>Producción mensual por soldador (Contractual)</b> |                          |                         |                           |                           |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Ítem</b>  | <b>Personal (código)</b> | <b>Pulgadas diarias</b> | <b>Pulgadas semanales</b> | <b>Pulgadas mensuales</b> |
| 1  | Soldador 1 (WM01)        | 25                      | 150                       | 600                       |
| 2  | Soldador 2 (WM02)        | 25                      | 150                       | 600                       |
| 3  | Soldador 3 (WM03)        | 25                      | 150                       | 600                       |
| 4  | Soldador 4 (WM04)        | 25                      | 150                       | 600                       |
| <b>Total</b>   |                          |                         |                           | <b>2,400.00</b>           |

Fuente: elaboración propia






Obtención de la Eficiencia Pre-Test

$$Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ util}{Tiem\ total} \right) \times 100\%$$

Usamos los datos del diagrama de actividades DAP que se muestran en la figura 26 donde se evidencia las actividades en una jornada de trabajo de 08 horas de una cuadrilla, también se agregan los tiempos no productivos: Horas de llegada y salida del personal, charlas de coordinación y charlas de seguridad. Para ello se muestra la tabla 21 que consolida las actividades realizadas.

Nota: las charlas de seguridad restan tiempo efectivo, pero son parte de la reglamentación por concientizar los peligros y riesgos de la actividad.

**Tabla 21.** *Tiempo por actividades en minutos.*

| Actividades  | Minutos         |
|--|-----------------|
| Transporte  | 416             |
| Pausa       | 195             |
| Inspección  | 172             |
| Almacén     | 20              |
| Operación   | 3,234.04        |
| Horas de llegada y salida de personal  | 360             |
| charlas de seguridad 5'  | 108             |
| charla de coordinación de cuadrillas   | 135             |
| <b>Total de minutos por cuadrilla</b>  | <b>4,640.04</b> |

Fuente: elaboración propia

Convertimos los minutos por cuadrilla a horas para lo cual hacemos la conversión siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Hora} &= \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 4,640.04 \text{ minutos} \\
 \text{Hora por cuadrilla} &= 77.33 \text{ h}
 \end{aligned}$$

La ecuación de la eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = \left( \frac{\text{Tiem util (horas)}}{\text{Tiem total (horas)}} \right) \times 100\%$$

La modificamos por:

$$\text{Eficiencia Cuadrilla} = \left( \frac{\sum \text{Tiempo util activ que generan valor}}{\text{Tiempo total}} \right) \times 100\%$$

Como las operaciones son actividades que generan valor, extraemos ese dato de la tabla 21 y la convertimos a horas para hacer el cálculo:

$$\text{Hora} = \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 3,234.04 \text{ minutos}$$

$$\text{Hora por cuadrilla que generan valor} = 53.90 \text{ h}$$

$$\text{Eficiencia} = \left( \frac{53.90 \text{ horas}}{77.33 \text{ horas}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia Pre – test} = 69.70 \%$$

La eficiencia obtenida corresponde a las horas de una cuadrilla en un día de labores, a continuación, se muestra la tabla 22 donde se miden los datos de la eficiencia por cuadrillas en este caso se muestra el mes de octubre (la tabla completa del pre-test se muestra en el capítulo 4).

**Tabla 22.** Eficiencias de cuadrillas en mes de octubre 2021 – pre test.

| Medición de la eficiencia Pre test por cuadrillas en función a meses, semanas y cuadrillas |          |          |             |             |             |             |             |             |                 |                 |            |
|--|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|------------|
| mes  | Semana   | Fecha    | Cuadrilla 1 | Cuadrilla 2 | Cuadrilla 3 | Cuadrilla 4 | Cuadrilla 5 | Cuadrilla 6 | Horas Efectivas | Horas Nominales | Eficiencia |
| Octubre  | Semana 1 | 1/10/21  | 54          | 54.4        | 55.5        | 53.3        | 53          | 54.8        | 325             | 464             | 70.04%     |
| Octubre  | Semana 1 | 2/10/21  | 53.5        | 53.1        | 54.4        | 53.3        | 52          | 53.8        | 320.1           | 464             | 68.99%     |
| Octubre  | Semana 1 | 3/10/21  | 53.4        | 53.2        | 54          | 52.4        | 52.5        | 53.5        | 319             | 464             | 68.75%     |
| Octubre  | Semana 1 | 4/10/21  | 51.8        | 52.4        | 54.5        | 51.3        | 50          | 52.3        | 312.3           | 464             | 67.31%     |
| Octubre  | Semana 1 | 5/10/21  | 53.3        | 53.9        | 55          | 51          | 51.5        | 52          | 316.7           | 464             | 68.25%     |
| Octubre  | Semana 1 | 6/10/21  | 51          | 52.4        | 53.1        | 51.8        | 51          | 53.5        | 312.8           | 464             | 67.41%     |
| Octubre  | Semana 1 | 7/10/21  | 53.5        | 52          | 54          | 53          | 52          | 54.3        | 318.8           | 464             | 68.71%     |
| Octubre  | Semana 1 | 8/10/21  | 53          | 55.4        | 55.5        | 52.8        | 53          | 53.8        | 323.5           | 464             | 69.72%     |
| Octubre  | Semana 2 | 10/10/21 | 52.5        | 51.9        | 54          | 53.3        | 51.8        | 52.3        | 315.8           | 464             | 68.06%     |
| Octubre  | Semana 2 | 11/10/21 | 52.5        | 53.4        | 54          | 52.3        | 52          | 53.8        | 318             | 464             | 68.53%     |
| Octubre  | Semana 2 | 12/10/21 | 50          | 52.9        | 54.5        | 53          | 52          | 52.5        | 314.9           | 464             | 67.87%     |
| Octubre  | Semana 2 | 13/10/21 | 52.5        | 53.9        | 53          | 53.3        | 51          | 53.5        | 317.2           | 464             | 68.36%     |

Fuente: elaboración propia.

|         |          |          |      |      |      |      |      |      |       |     |        |
|---------|----------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|--------|
| Octubre | Semana 2 | 14/10/21 | 53   | 52.9 | 52.5 | 52.5 | 52.5 | 52   | 315.4 | 464 | 67.97% |
| Octubre | Semana 2 | 15/10/21 | 52.5 | 51.4 | 52   | 51.8 | 51.5 | 53   | 312.2 | 464 | 67.28% |
| Octubre | Semana 3 | 17/10/21 | 51.5 | 52.3 | 52   | 52.5 | 51   | 51.3 | 310.6 | 464 | 66.94% |
| Octubre | Semana 3 | 18/10/21 | 53   | 54.4 | 50.9 | 52.3 | 50.5 | 54.3 | 315.4 | 464 | 67.97% |
| Octubre | Semana 3 | 19/10/21 | 52   | 53.5 | 53   | 52.5 | 50.5 | 52.3 | 313.8 | 464 | 67.63% |
| Octubre | Semana 3 | 20/10/21 | 52   | 53.8 | 51.5 | 52.8 | 52   | 54.3 | 316.4 | 464 | 68.19% |
| Octubre | Semana 3 | 21/10/21 | 55   | 54.1 | 53   | 53   | 52   | 51.8 | 318.9 | 464 | 68.73% |
| Octubre | Semana 3 | 22/10/21 | 51   | 53.8 | 52   | 51.8 | 51.5 | 52.8 | 312.9 | 464 | 67.44% |
| Octubre | Semana 4 | 24/10/21 | 52.5 | 51.9 | 52   | 51.3 | 53.8 | 51.8 | 313.3 | 464 | 67.52% |
| Octubre | Semana 4 | 25/10/21 | 51   | 54.5 | 53.5 | 51.5 | 52   | 54.8 | 317.3 | 464 | 68.38% |

| Semana               | Acumulado Horas Efectivas | Acumulado Horas Nominales | Promedio de Eficiencia |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Semana 1             | 2548.2                    | 3712                      | 68.65%                 |
| Semana 2             | 1893.5                    | 2784                      | 68.01%                 |
| Semana 3             | 1888                      | 2784                      | 67.82%                 |
| Semana 4             | 1894.4                    | 2784                      | 68.05%                 |
| Semana 5             | 1862                      | 2784                      | 66.88%                 |
| Semana 6             | 1884.9                    | 2784                      | 67.70%                 |
| Semana 7             | 1879                      | 2784                      | 67.49%                 |
| Semana 8             | 1873.4                    | 2784                      | 67.29%                 |
| Semana 9             | 1897.7                    | 2784                      | 68.16%                 |
| Semana 10            | 1867.8                    | 2784                      | 67.09%                 |
| Semana 11            | 1854                      | 2784                      | 66.59%                 |
| Semana 12            | 1680.5                    | 2784                      | 60.36%                 |
| Semana 13            | 1669.4                    | 2784                      | 59.96%                 |
| <b>Total general</b> | <b>24692.8</b>            | <b>37120</b>              | <b>66.52%</b>          |

A continuación en figura 30 se muestra grafico comparativo por semana para poder apreciar la tendencia de la eficiencia.

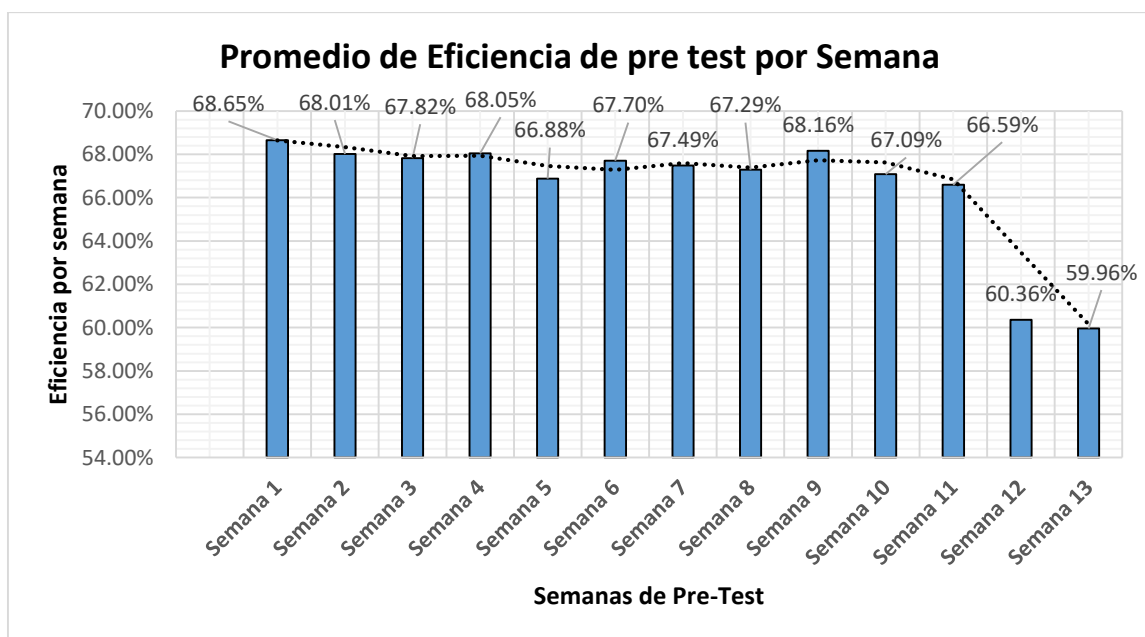


Figura 30. Tendencia de eficiencia en Pre-Test.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 23.** Consolidado la data de la eficiencia en etapa Pre test.

| <b>Dia pre test</b> | <b>Mes</b> | <b>Fecha</b> | <b>Eficiencia</b> | <b>Dia pre test</b> | <b>Mes</b> | <b>Fecha</b> | <b>Eficiencia</b> |
|---------------------|------------|--------------|-------------------|---------------------|------------|--------------|-------------------|
| Dia 1               | Octubre    | 1/10/2021    | 70.04%            | Dia 40              | Noviembre  | 16/11/2021   | 68.58%            |
| Dia 2               | Octubre    | 2/10/2021    | 68.99%            | Dia 41              | Noviembre  | 17/11/2021   | 67.07%            |
| Dia 3               | Octubre    | 4/10/2021    | 68.75%            | Dia 42              | Noviembre  | 18/11/2021   | 68.38%            |
| Dia 4               | Octubre    | 5/10/2021    | 67.31%            | Dia 43              | Noviembre  | 19/11/2021   | 67.59%            |
| Dia 5               | Octubre    | 6/10/2021    | 68.25%            | Dia 44              | Noviembre  | 20/11/2021   | 67.48%            |
| Dia 6               | Octubre    | 7/10/2021    | 67.41%            | Dia 45              | Noviembre  | 22/11/2021   | 65.84%            |
| Dia 7               | Octubre    | 8/10/2021    | 68.71%            | Dia 46              | Noviembre  | 23/11/2021   | 68.79%            |
| Dia 8               | Octubre    | 9/10/2021    | 69.72%            | Dia 47              | Noviembre  | 24/11/2021   | 66.98%            |
| Dia 9               | Octubre    | 11/10/2021   | 68.06%            | Dia 48              | Noviembre  | 25/11/2021   | 67.61%            |
| Dia 10              | Octubre    | 12/10/2021   | 68.53%            | Dia 49              | Noviembre  | 26/11/2021   | 67.22%            |
| Dia 11              | Octubre    | 13/10/2021   | 67.87%            | Dia 50              | Noviembre  | 27/11/2021   | 67.31%            |
| Dia 12              | Octubre    | 14/10/2021   | 68.36%            | Dia 51              | Noviembre  | 29/11/2021   | 67.93%            |
| Dia 13              | Octubre    | 15/10/2021   | 67.97%            | Dia 52              | Noviembre  | 30/11/2021   | 68.45%            |
| Dia 14              | Octubre    | 16/10/2021   | 67.28%            | Dia 53              | Diciembre  | 1/12/2021    | 68.17%            |
| Dia 15              | Octubre    | 18/10/2021   | 66.94%            | Dia 54              | Diciembre  | 2/12/2021    | 67.61%            |
| Dia 16              | Octubre    | 19/10/2021   | 67.97%            | Dia 55              | Diciembre  | 3/12/2021    | 68.64%            |
| Dia 17              | Octubre    | 20/10/2021   | 67.63%            | Dia 56              | Diciembre  | 4/12/2021    | 68.19%            |
| Dia 18              | Octubre    | 21/10/2021   | 68.19%            | Dia 57              | Diciembre  | 6/12/2021    | 66.90%            |
| Dia 19              | Octubre    | 22/10/2021   | 68.73%            | Dia 58              | Diciembre  | 7/12/2021    | 66.77%            |
| Dia 20              | Octubre    | 23/10/2021   | 67.44%            | Dia 59              | Diciembre  | 8/12/2021    | 66.92%            |
| Dia 21              | Octubre    | 25/10/2021   | 67.52%            | Dia 60              | Diciembre  | 9/12/2021    | 68.00%            |
| Dia 22              | Octubre    | 26/10/2021   | 68.38%            | Dia 61              | Diciembre  | 10/12/2021   | 66.90%            |
| Dia 23              | Octubre    | 27/10/2021   | 68.90%            | Dia 62              | Diciembre  | 11/12/2021   | 67.07%            |
| Dia 24              | Octubre    | 28/10/2021   | 67.89%            | Dia 63              | Diciembre  | 13/12/2021   | 66.40%            |
| Dia 25              | Octubre    | 29/10/2021   | 68.23%            | Dia 64              | Diciembre  | 14/12/2021   | 67.07%            |
| Dia 26              | Octubre    | 30/10/2021   | 67.35%            | Dia 65              | Diciembre  | 15/12/2021   | 66.85%            |
| Dia 27              | Noviembre  | 1/11/2021    | 65.95%            | Dia 66              | Diciembre  | 16/12/2021   | 65.43%            |
| Dia 28              | Noviembre  | 2/11/2021    | 67.67%            | Dia 67              | Diciembre  | 17/12/2021   | 67.91%            |
| Dia 29              | Noviembre  | 3/11/2021    | 66.40%            | Dia 68              | Diciembre  | 18/12/2021   | 65.91%            |
| Dia 30              | Noviembre  | 4/11/2021    | 67.52%            | Dia 69              | Diciembre  | 20/12/2021   | 63.84%            |
| Dia 31              | Noviembre  | 5/11/2021    | 66.94%            | Dia 70              | Diciembre  | 21/12/2021   | 65.09%            |
| Dia 32              | Noviembre  | 6/11/2021    | 66.81%            | Dia 71              | Diciembre  | 22/12/2021   | 64.87%            |
| Dia 33              | Noviembre  | 8/11/2021    | 67.82%            | Dia 72              | Diciembre  | 23/12/2021   | 65.09%            |
| Dia 34              | Noviembre  | 9/11/2021    | 67.93%            | Dia 73              | Diciembre  | 24/12/2021   | 63.73%            |
| Dia 35              | Noviembre  | 10/11/2021   | 66.66%            | Dia 74              | Diciembre  | 27/12/2021   | 65.47%            |
| Dia 36              | Noviembre  | 11/11/2021   | 68.41%            | Dia 75              | Diciembre  | 28/12/2021   | 67.11%            |
| Dia 37              | Noviembre  | 12/11/2021   | 67.44%            | Dia 76              | Diciembre  | 29/12/2021   | 66.16%            |
| Dia 38              | Noviembre  | 13/11/2021   | 67.97%            | Dia 77              | Diciembre  | 30/12/2021   | 67.05%            |
| Dia 39              | Noviembre  | 15/11/2021   | 65.86%            | Dia 78              | Diciembre  | 31/12/2021   | 55.73%            |

Fuente: elaboración propia



En tabla 23 se consolida diariamente la eficiencia de los tres meses de Pre Test  
 En promedio la eficiencia en el pre-test es 67.23%.

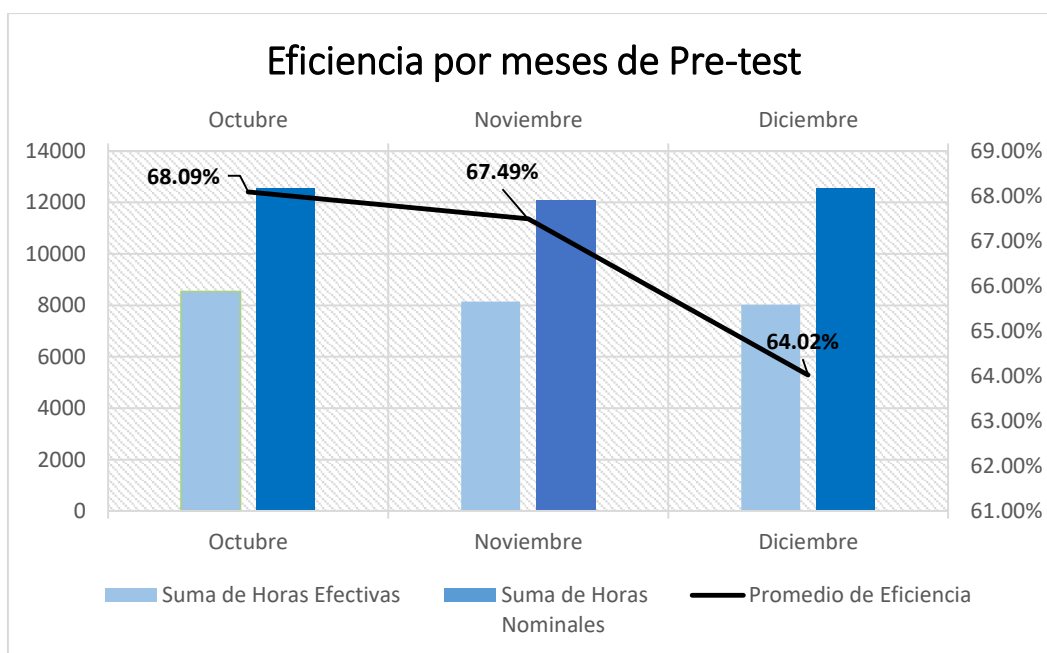
En la tabla 24 se muestra el resumen con la eficiencia mensual en el pre-test y el promedio respectivo.

**Tabla 24.** Eficiencia por meses de pre-test.

| Meses de Pre-test    | Suma de Horas Efectivas | Suma de Horas Nominales | Promedio de Eficiencia |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Octubre              | 8,530.1                 | 12,528                  | 68.17%                 |
| Noviembre            | 8,142.4                 | 12,064                  | 67.41%                 |
| Diciembre            | 8,020.3                 | 12,528                  | 66.11%                 |
| <b>Total general</b> |                         |                         | <b>67.23 %</b>         |

Fuente: elaboración propia

En la figura 31 se muestra gráficamente la tendencia de la eficiencia por los tres meses del pre-test, la caída de eficiencia en el mes de diciembre se sustenta en la particularidad de ese periodo ya que no se laboró en los días festivos de fin de año, y los días de la víspera (24 y 31 de diciembre) se laboró a media jornada.



**Figura 31.** Eficiencia por meses de pre-test.

Fuente: elaboración propia

Como conclusión tenemos una eficiencia promedio en pre test de 66.52 %  
Para obtener el indicador del tiempo ocioso hacemos la resta con el tiempo nominal mediante la formula siguiente:

$$\text{tiempo nominal \%} = \text{tiempo ocioso \%} + \text{eficiencia \%}$$

$$100 \% = \text{tiempo ocioso \%} + 67.23 \%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 100 \% - 67.23\%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 32.77 \%$$

Se muestra que 33.48 % del tiempo Nominal no se emplea en actividades que generan valor es decir un tercio del tiempo disponible se pierde en actividades que no generan valor.

Obtención de la Eficacia

Por definición la eficacia

$$\text{Eficacia} = \left( \frac{F_{\text{fec tub}}}{F_{\text{plan tub}}} \right) \times 100\%$$

Fefec tub = Fabricación efectiva de juntas de tubería

Fplan tub = Fabricación planeada de juntas de tubería

Para tener el estatus de tubería terminada, se culmina con el proceso de soldadura por lo tanto se miden las juntas producidas y las juntas a soldar planificadas para obtener la eficacia tomamos la cantidad de juntas de tuberías fabricadas diariamente durante los tres meses del pre-test, se muestran a continuación en la tabla 25.

**Tabla 25. Eficiencia diaria en meses de pre-test**

| ítem | Día de pre test | Mes       | Fecha      | Juntas Tuberías Diarias | Juntas Nominales | Eficacia |
|------|-----------------|-----------|------------|-------------------------|------------------|----------|
| 1    | Día 1           | Octubre   | 1/10/2021  | 65.75                   | 91.14            | 72.14%   |
| 2    | Día 2           | Octubre   | 2/10/2021  | 64.5                    | 91.14            | 70.77%   |
| 3    | Día 3           | Octubre   | 4/10/2021  | 64.25                   | 91.14            | 70.50%   |
| 4    | Día 4           | Octubre   | 5/10/2021  | 67.25                   | 91.14            | 73.79%   |
| 5    | Día 5           | Octubre   | 6/10/2021  | 75                      | 91.14            | 82.29%   |
| 6    | Día 6           | Octubre   | 7/10/2021  | 75                      | 91.14            | 82.29%   |
| 7    | Día 7           | Octubre   | 8/10/2021  | 69.5                    | 91.14            | 76.26%   |
| 8    | Día 8           | Octubre   | 9/10/2021  | 72                      | 91.14            | 79.00%   |
| 9    | Día 9           | Octubre   | 11/10/2021 | 65.75                   | 91.14            | 72.14%   |
| 10   | Día 10          | Octubre   | 12/10/2021 | 71.25                   | 91.14            | 78.18%   |
| 11   | Día 11          | Octubre   | 13/10/2021 | 67.5                    | 91.14            | 74.06%   |
| 12   | Día 12          | Octubre   | 14/10/2021 | 62                      | 91.14            | 68.03%   |
| 13   | Día 13          | Octubre   | 15/10/2021 | 71.5                    | 91.14            | 78.45%   |
| 14   | Día 14          | Octubre   | 16/10/2021 | 73.5                    | 91.14            | 80.65%   |
| 15   | Día 15          | Octubre   | 18/10/2021 | 71                      | 91.14            | 77.90%   |
| 16   | Día 16          | Octubre   | 19/10/2021 | 70                      | 91.14            | 76.80%   |
| 17   | Día 17          | Octubre   | 20/10/2021 | 70.25                   | 91.14            | 77.08%   |
| 18   | Día 18          | Octubre   | 21/10/2021 | 71.25                   | 91.14            | 78.18%   |
| 19   | Día 19          | Octubre   | 22/10/2021 | 74.25                   | 91.14            | 81.47%   |
| 20   | Día 20          | Octubre   | 23/10/2021 | 62                      | 91.14            | 68.03%   |
| 21   | Día 21          | Octubre   | 25/10/2021 | 64                      | 91.14            | 70.22%   |
| 22   | Día 22          | Octubre   | 26/10/2021 | 69.75                   | 91.14            | 76.53%   |
| 23   | Día 23          | Octubre   | 27/10/2021 | 74.25                   | 91.14            | 81.47%   |
| 24   | Día 24          | Octubre   | 28/10/2021 | 75.5                    | 91.14            | 82.84%   |
| 25   | Día 25          | Octubre   | 29/10/2021 | 75.5                    | 91.14            | 82.84%   |
| 26   | Día 26          | Octubre   | 30/10/2021 | 71.25                   | 91.14            | 78.18%   |
| 27   | Día 27          | Noviembre | 1/11/2021  | 46                      | 91.14            | 50.47%   |
| 28   | Día 28          | Noviembre | 2/11/2021  | 53.75                   | 91.14            | 58.98%   |
| 29   | Día 29          | Noviembre | 3/11/2021  | 69.5                    | 91.14            | 76.26%   |
| 30   | Día 30          | Noviembre | 4/11/2021  | 62                      | 91.14            | 68.03%   |
| 31   | Día 31          | Noviembre | 5/11/2021  | 42.75                   | 91.14            | 46.91%   |
| 32   | Día 32          | Noviembre | 6/11/2021  | 63.25                   | 91.14            | 69.40%   |
| 33   | Día 33          | Noviembre | 8/11/2021  | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 34   | Día 34          | Noviembre | 9/11/2021  | 66.25                   | 91.14            | 72.69%   |
| 35   | Día 35          | Noviembre | 10/11/2021 | 64.5                    | 91.14            | 70.77%   |
| 36   | Día 36          | Noviembre | 11/11/2021 | 73.5                    | 91.14            | 80.65%   |
| 37   | Día 37          | Noviembre | 12/11/2021 | 76                      | 91.14            | 83.39%   |
| 38   | Día 38          | Noviembre | 13/11/2021 | 60.75                   | 91.14            | 66.66%   |
| 39   | Día 39          | Noviembre | 15/11/2021 | 70.5                    | 91.14            | 77.35%   |
| 40   | Día 40          | Noviembre | 16/11/2021 | 64.75                   | 91.14            | 71.04%   |

Fuente: elaboración propia

| ítem | Día de pre test | Mes       | Fecha      | Juntas Tuberías Diarias | Juntas Nominales | Eficacia |
|------|-----------------|-----------|------------|-------------------------|------------------|----------|
| 41   | Día 41          | Noviembre | 17/11/2021 | 67.25                   | 91.14            | 73.79%   |
| 42   | Día 42          | Noviembre | 18/11/2021 | 61.25                   | 91.14            | 67.20%   |
| 43   | Día 43          | Noviembre | 19/11/2021 | 64.25                   | 91.14            | 70.50%   |
| 44   | Día 44          | Noviembre | 20/11/2021 | 68.5                    | 91.14            | 75.16%   |
| 45   | Día 45          | Noviembre | 22/11/2021 | 71.75                   | 91.14            | 78.73%   |
| 46   | Día 46          | Noviembre | 23/11/2021 | 67                      | 91.14            | 73.51%   |
| 47   | Día 47          | Noviembre | 24/11/2021 | 74.75                   | 91.14            | 82.02%   |
| 48   | Día 48          | Noviembre | 25/11/2021 | 61.75                   | 91.14            | 67.75%   |
| 49   | Día 49          | Noviembre | 26/11/2021 | 30.75                   | 91.14            | 33.74%   |
| 50   | Día 50          | Noviembre | 27/11/2021 | 69.5                    | 91.14            | 76.26%   |
| 51   | Día 51          | Noviembre | 29/11/2021 | 67.5                    | 91.14            | 74.06%   |
| 52   | Día 52          | Noviembre | 30/11/2021 | 60.5                    | 91.14            | 66.38%   |
| 53   | Día 53          | Diciembre | 1/12/2021  | 78.75                   | 91.14            | 86.41%   |
| 54   | Día 54          | Diciembre | 2/12/2021  | 56.25                   | 91.14            | 61.72%   |
| 55   | Día 55          | Diciembre | 3/12/2021  | 69.75                   | 91.14            | 76.53%   |
| 56   | Día 56          | Diciembre | 4/12/2021  | 42.75                   | 91.14            | 46.91%   |
| 57   | Día 57          | Diciembre | 6/12/2021  | 42.5                    | 91.14            | 46.63%   |
| 58   | Día 58          | Diciembre | 7/12/2021  | 41.25                   | 91.14            | 45.26%   |
| 59   | Día 59          | Diciembre | 8/12/2021  | 39.25                   | 91.14            | 43.07%   |
| 60   | Día 60          | Diciembre | 9/12/2021  | 39.25                   | 91.14            | 43.07%   |
| 61   | Día 61          | Diciembre | 10/12/2021 | 57.25                   | 91.14            | 62.82%   |
| 62   | Día 62          | Diciembre | 11/12/2021 | 41.75                   | 91.14            | 45.81%   |
| 63   | Día 63          | Diciembre | 13/12/2021 | 43                      | 91.14            | 47.18%   |
| 64   | Día 64          | Diciembre | 14/12/2021 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 65   | Día 65          | Diciembre | 15/12/2021 | 60.75                   | 91.14            | 66.66%   |
| 66   | Día 66          | Diciembre | 16/12/2021 | 57.5                    | 91.14            | 63.09%   |
| 67   | Día 67          | Diciembre | 17/12/2021 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 68   | Día 68          | Diciembre | 18/12/2021 | 77.5                    | 91.14            | 85.03%   |
| 69   | Día 69          | Diciembre | 20/12/2021 | 46.25                   | 91.14            | 50.75%   |
| 70   | Día 70          | Diciembre | 21/12/2021 | 48.75                   | 91.14            | 53.49%   |
| 71   | Día 71          | Diciembre | 22/12/2021 | 49                      | 91.14            | 53.76%   |
| 72   | Día 72          | Diciembre | 23/12/2021 | 47.5                    | 91.14            | 52.12%   |
| 73   | Día 73          | Diciembre | 24/12/2021 | 26                      | 91.14            | 28.53%   |
| 74   | Día 74          | Diciembre | 27/12/2021 | 55                      | 91.14            | 60.35%   |
| 75   | Día 75          | Diciembre | 28/12/2021 | 67.25                   | 91.14            | 73.79%   |
| 76   | Día 76          | Diciembre | 29/12/2021 | 72                      | 91.14            | 79.00%   |
| 77   | Día 77          | Diciembre | 30/12/2021 | 56                      | 91.14            | 61.44%   |
| 78   | Día 78          | Diciembre | 31/12/2021 | 25.5                    | 91.14            | 27.98%   |

**Tabla 25.** Eficiencia diaria en meses de pre-test... continuación

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra en figura 32 el desempeño histórico diario de fabricación de tuberías en el mes de pre test: Octubre, Noviembre, Diciembre todos ellos en el año 2021.

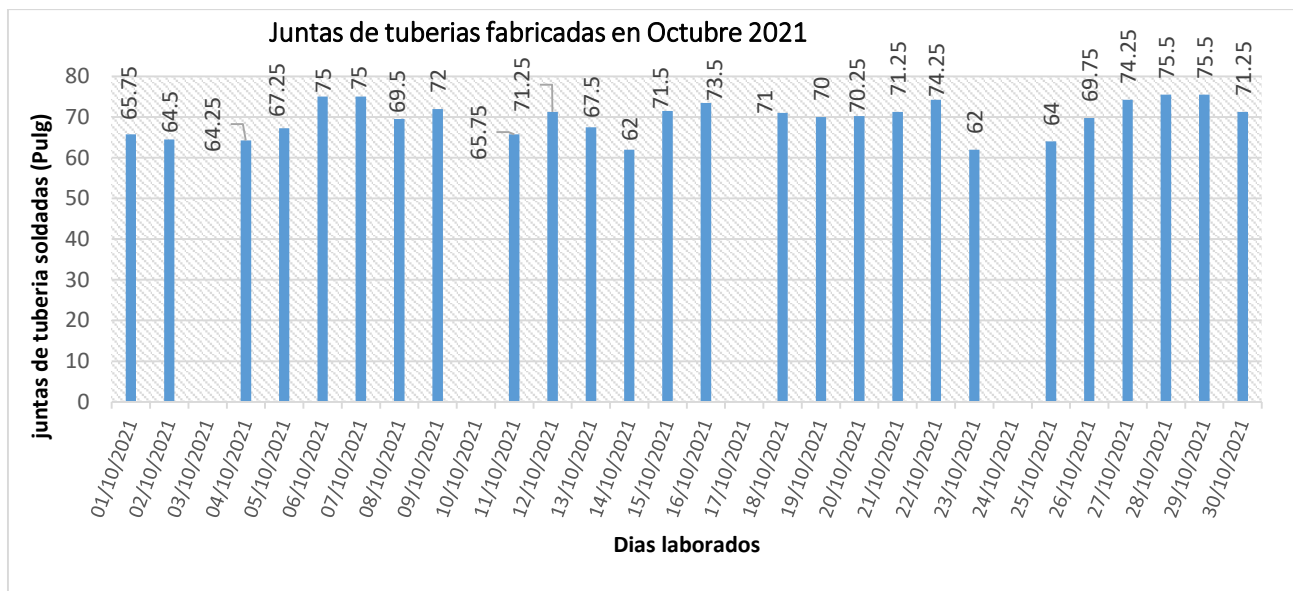


Figura 32. Fabricación diaria pulgadas de tuberías en octubre 2021 (pre-test) fuente: elab propia.

Como se muestra en la figura 32, la fabricación en el mes de octubre esta casi normalizada y oscila entre 62 y 75.5 pulgadas.

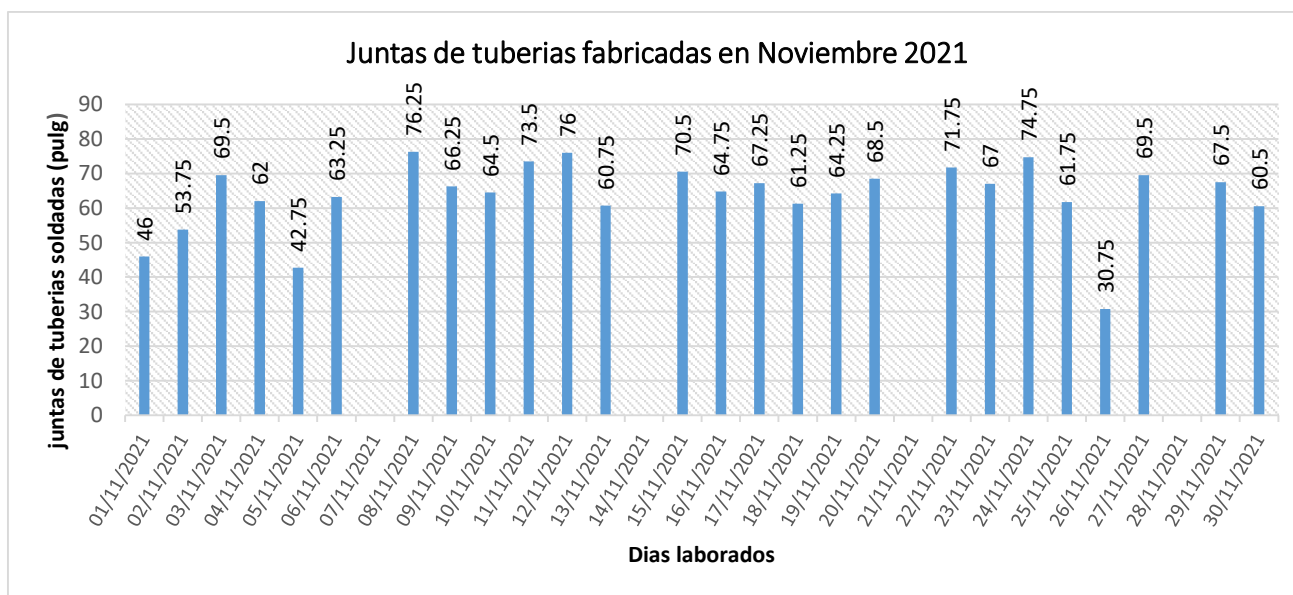


Figura 33. fabricación diaria pulgadas tuberías en noviembre 2021 (pre-test) fuente: elab propia.

Como se muestra en la figura 33, la fabricación de juntas de tuberías tiene caídas de producción el punto más bajo es 30.75 pulgadas y el más alto es 76.25 pulgadas.

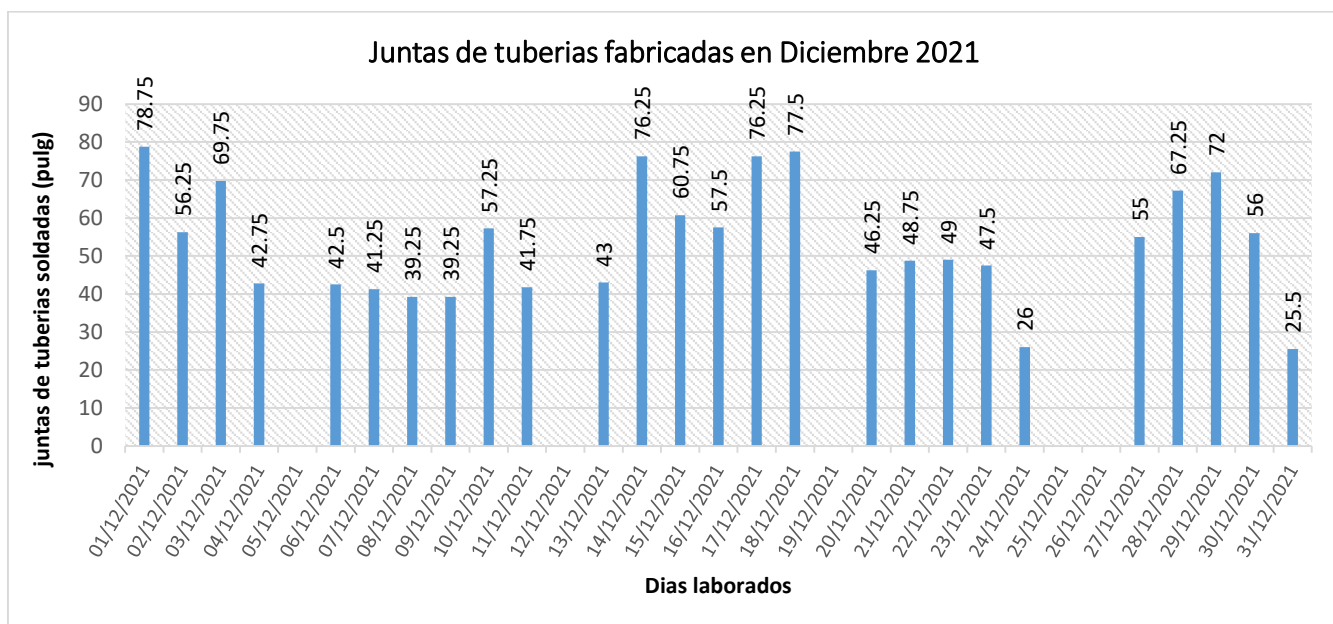


Figura 34. Fabricación diaria pulgadas tuberías diciembre 2021 (pre-test) fuente: elab propia.

En la figura 34, se ve una mayor oscilación en la cantidad de juntas de tuberías soldadas teniendo una producción mínima de 25.50 pulgadas y una máxima de 78.75 pulgadas este mes tiene la particularidad de tener las fiestas de fin de año y el clima laboral se ve influenciado por ello.

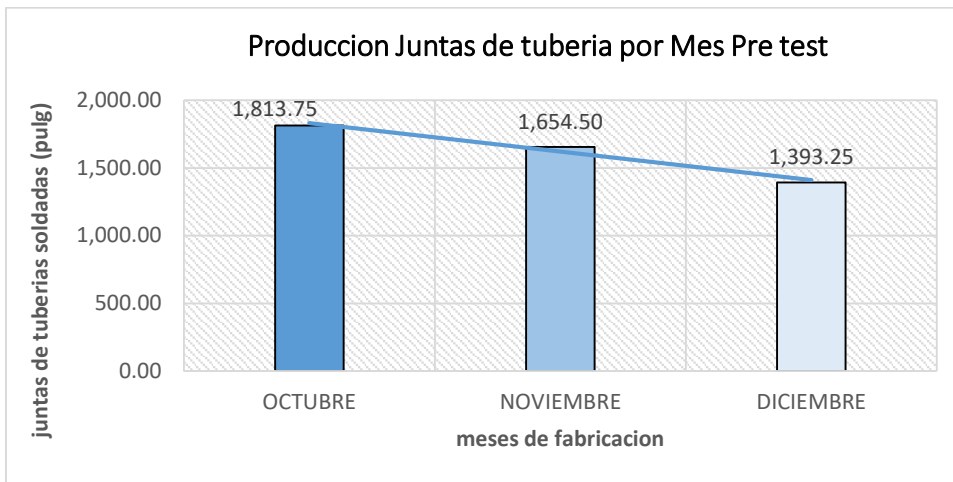
Después de conocer la producción diaria de juntas de tuberías en los meses de pre-test procedemos a consolidar los datos mensuales, en la tabla 26 se muestra la cantidad de juntas de tuberías soldadas:

Tabla 26. Producción mensual de tuberías pre test

| Mes de Pre-test      | Producción Juntas de tuberías por Mes |
|----------------------|---------------------------------------|
| OCTUBRE              | 1,813.75                              |
| NOVIEMBRE            | 1,654.5                               |
| DICIEMBRE            | 1,393.25                              |
| <b>Total general</b> | <b>4,861.5</b>                        |

Fuente: elaboración propia

Al ver la tabla 26, se evidencia una tendencia hacia la disminución de la producción de juntas de tuberías ese decrecimiento se muestra en el mes de diciembre, en la figura 35 se muestra de forma gráfica la disminución y la línea de tendencia.



**Figura 35.** Producción de meses de pre-test fuente: elaboración propia.

Procedemos a calcular la eficiencia en cada mes del pre test para lo cual se muestra la fórmula general:

$$Eficacia = \left( \frac{F_{efec\ tub}}{F_{plan\ tub}} \right) \times 100\%$$

$$Eficacia\ Octubre = \left( \frac{1,813.75\ pulg}{2,369.64\ pulg} \right) \times 100\%$$

$$Eficacia\ Octubre = 76.54\ \%$$

$$Eficacia\ Noviembre = \left( \frac{1,654.50\ pulg}{2,369.64\ pulg} \right) \times 100\%$$

$$Eficacia\ Noviembre = 69.82\ \%$$

$$Eficacia\ Diciembre = \left( \frac{1,393.25\ pulg}{2,369.64\ pulg} \right) \times 100\%$$

$$Eficacia\ Diciembre = 58.80\ \%$$

$$Eficacia\ Promedio = \frac{\sum\ eficacias\ mensuales}{"n"\ eficacias}$$

$$Eficacia\ Promedio = \frac{Efic(oct) + Efic(nov) + Efic(dic)}{3}$$

$$Eficacia\ Promedio = \frac{76.54\ \% + 69.82\ \% + 58.80\ \%}{3}$$

$$Eficacia\ Promedio = 68.39\ \%$$

**Tabla 27.** Eficacia mensual y promedio en pre test.

| Mes de fabricación | Eficacia |
|--------------------|----------|
| Octubre            | 76.54 %  |
| Noviembre          | 69.82 %  |
| Diciembre          | 58.80%   |
| Eficacia promedio  | 68.39 %  |

Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la tabla 27 la eficacia promedio está en el rango de 67.52% por lo cual se debe mejorar el proceso de fabricación de tuberías para incrementar la productividad.

#### Obtención de la Productividad

La productividad se define como el producto de la eficiencia y la eficacia:

$$Productividad = eficiencia \times eficacia$$

Dichos parámetros ya fueron calculados anteriormente por ser variables dependientes, solo queda en este caso desarrollar la ecuación correspondiente para ello mostramos los indicadores obtenidos anteriormente y se muestra en tablas 24 y 27



Por lo tanto, en la tabla 28 se muestra la productividad diaria en los tres meses de pre test así como la productividad promedio antes de la propuesta de mejora.

**Tabla 28.** *Productividad diaria en el pre-test.*

Fuente elaboración propia

**Tabla 28.** *Obtención de la productividad mensual y promedio en el pre-test.*

| Meses de Pre-test             | eficiencia | Eficacia | $Prod = (efic \times efica) \times 100\%$ |
|-------------------------------|------------|----------|---|
| Octubre                       | 0.68       | 0.75     | 51 %                                      |
| Noviembre                     | 0.67       | 0.69     | 46.23 %                                   |
| Diciembre                     | 0.64       | 0.58     | 37.12 %                                   |
| <b>Total general promedio</b> | 0.67       | 0.68     | 46.5 %                                    |

Fuente: elaboración propia

La Productividad promedio en el Pre Test es 46.50 % valor muy bajo que debe ser incrementada para hacer rentable la actividad en el proyecto.

Propuesta de mejora

Debido a la baja productividad en el proceso de fabricación de tuberías se le propone a la dirección del proyecto la Aplicación del Ciclo PHVA para Incrementarla, la propuesta es respuesta a las causas principales de la baja productividad las cuales se muestran en la tabla 29, las mencionadas fallas fueron analizadas con anterioridad en el capítulo I en el diagrama causa-efecto:

**Tabla 29.** *Causas principales de baja productividad.*

| ITEM | Causas que originan baja productividad           | Frecuencia Relativa unitaria | Prioridad | Criticidad |
|------|--|------------------------------|-----------|------------|
| 1    | Tiempos muertos (exceso de esperas y transporte) | 13.71%                       | 1         | Alto       |
| 2    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo   | 12.50%                       | 1         | Alto       |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad          | 12.10%                       | 1         | Alto       |
| 4    | Reprocesos Por no conformidades                  | 11.29%                       | 1         | Alto       |

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestra tabla 30 con el resumen de la propuesta de Mejora a implementar indicando las técnicas de mejora continua empleadas:

| Dia pre test | Mes       | Fecha      | Productividad | Dia pre test | Mes       | Fecha      | Productividad |
|--------------|-----------|------------|---------------|--------------|-----------|------------|---------------|
| Dia 1        | Octubre   | 1/10/2021  | 50.53%        | Dia 40       | Noviembre | 16/11/2021 | 48.72%        |
| Dia 2        | Octubre   | 2/10/2021  | 48.82%        | Dia 41       | Noviembre | 17/11/2021 | 49.49%        |
| Dia 3        | Octubre   | 4/10/2021  | 48.47%        | Dia 42       | Noviembre | 18/11/2021 | 45.96%        |
| Dia 4        | Octubre   | 5/10/2021  | 49.66%        | Dia 43       | Noviembre | 19/11/2021 | 47.65%        |
| Dia 5        | Octubre   | 6/10/2021  | 56.17%        | Dia 44       | Noviembre | 20/11/2021 | 50.72%        |
| Dia 6        | Octubre   | 7/10/2021  | 55.48%        | Dia 45       | Noviembre | 22/11/2021 | 51.83%        |
| Dia 7        | Octubre   | 8/10/2021  | 52.39%        | Dia 46       | Noviembre | 23/11/2021 | 50.57%        |
| Dia 8        | Octubre   | 9/10/2021  | 55.08%        | Dia 47       | Noviembre | 24/11/2021 | 54.94%        |
| Dia 9        | Octubre   | 11/10/2021 | 49.10%        | Dia 48       | Noviembre | 25/11/2021 | 45.81%        |
| Dia 10       | Octubre   | 12/10/2021 | 53.58%        | Dia 49       | Noviembre | 26/11/2021 | 22.68%        |
| Dia 11       | Octubre   | 13/10/2021 | 50.26%        | Dia 50       | Noviembre | 27/11/2021 | 51.33%        |
| Dia 12       | Octubre   | 14/10/2021 | 46.50%        | Dia 51       | Noviembre | 29/11/2021 | 50.31%        |
| Dia 13       | Octubre   | 15/10/2021 | 53.33%        | Dia 52       | Noviembre | 30/11/2021 | 45.44%        |
| Dia 14       | Octubre   | 16/10/2021 | 54.26%        | Dia 53       | Diciembre | 1/12/2021  | 58.90%        |
| Dia 15       | Octubre   | 18/10/2021 | 52.15%        | Dia 54       | Diciembre | 2/12/2021  | 41.73%        |
| Dia 16       | Octubre   | 19/10/2021 | 52.21%        | Dia 55       | Diciembre | 3/12/2021  | 52.53%        |
| Dia 17       | Octubre   | 20/10/2021 | 52.13%        | Dia 56       | Diciembre | 4/12/2021  | 31.98%        |
| Dia 18       | Octubre   | 21/10/2021 | 53.31%        | Dia 57       | Diciembre | 6/12/2021  | 31.19%        |
| Dia 19       | Octubre   | 22/10/2021 | 55.99%        | Dia 58       | Diciembre | 7/12/2021  | 30.22%        |
| Dia 20       | Octubre   | 23/10/2021 | 45.87%        | Dia 59       | Diciembre | 8/12/2021  | 28.82%        |
| Dia 21       | Octubre   | 25/10/2021 | 47.41%        | Dia 60       | Diciembre | 9/12/2021  | 29.28%        |
| Dia 22       | Octubre   | 26/10/2021 | 52.33%        | Dia 61       | Diciembre | 10/12/2021 | 42.02%        |
| Dia 23       | Octubre   | 27/10/2021 | 56.13%        | Dia 62       | Diciembre | 11/12/2021 | 30.72%        |
| Dia 24       | Octubre   | 28/10/2021 | 56.24%        | Dia 63       | Diciembre | 13/12/2021 | 31.33%        |
| Dia 25       | Octubre   | 29/10/2021 | 56.52%        | Dia 64       | Diciembre | 14/12/2021 | 56.11%        |
| Dia 26       | Octubre   | 30/10/2021 | 52.65%        | Dia 65       | Diciembre | 15/12/2021 | 44.56%        |
| Dia 27       | Noviembre | 1/11/2021  | 33.29%        | Dia 66       | Diciembre | 16/12/2021 | 41.28%        |
| Dia 28       | Noviembre | 2/11/2021  | 39.91%        | Dia 67       | Diciembre | 17/12/2021 | 56.81%        |
| Dia 29       | Noviembre | 3/11/2021  | 50.63%        | Dia 68       | Diciembre | 18/12/2021 | 56.04%        |
| Dia 30       | Noviembre | 4/11/2021  | 45.93%        | Dia 69       | Diciembre | 20/12/2021 | 32.39%        |
| Dia 31       | Noviembre | 5/11/2021  | 31.40%        | Dia 70       | Diciembre | 21/12/2021 | 34.81%        |
| Dia 32       | Noviembre | 6/11/2021  | 46.37%        | Dia 71       | Diciembre | 22/12/2021 | 34.88%        |
| Dia 33       | Noviembre | 8/11/2021  | 56.74%        | Dia 72       | Diciembre | 23/12/2021 | 33.92%        |
| Dia 34       | Noviembre | 9/11/2021  | 49.38%        | Dia 73       | Diciembre | 24/12/2021 | 18.18%        |
| Dia 35       | Noviembre | 10/11/2021 | 47.18%        | Dia 74       | Diciembre | 27/12/2021 | 39.51%        |
| Dia 36       | Noviembre | 11/11/2021 | 55.17%        | Dia 75       | Diciembre | 28/12/2021 | 49.52%        |
| Dia 37       | Noviembre | 12/11/2021 | 56.23%        | Dia 76       | Diciembre | 29/12/2021 | 52.27%        |
| Dia 38       | Noviembre | 13/11/2021 | 45.31%        | Dia 77       | Diciembre | 30/12/2021 | 41.20%        |
| Dia 39       | Noviembre | 15/11/2021 | 50.95%        | Dia 78       | Diciembre | 31/12/2021 | 15.59%        |

**Tabla 30.** Plan de propuestas de mejora en función a ciclo PHVA

| <b>Etapa de implementación</b> | <b>Sub Etapa</b>   | <b>descripción</b>   | <b>Técnicas Usadas</b>   |
|--------------------------------|--|--|--|
| PLANIFICAR                     | Definición del problema, análisis del mismo, buscar causas principales | Baja productividad en fabricación de tuberías  | * Diagrama 80/20<br>* Diagrama Ishikawa  |
|                                | Definición y segregación de las causas más relevantes                  | ponderación de causas raíz de mayor impacto en el proceso  | * Análisis de Correlación<br>* Estratificación   |
|                                | Buscar medidas correctivas de causas principales                       | Planificar e implementar las mejoras   | *Lluvia de ideas<br>*Plan de Implementación<br>* ¿Que? ¿Como?<br>¿Cuándo?<br>¿Cuánto?      |
| HACER                          | Poner en práctica las medidas correctivas                              | ejecutar el plan en orden metodológico   | seguimiento de plan elaborado  |
| VERIFICAR                      | Revisar resultados obtenidos   | levantamiento de valores de Post test  | instrumentos de medición   |
| ACTUAR                         | Prevenir repetición de problemas                                       | comparar resultados obtenidos con el Pre test  | Supervisión, inspección  |
|                                | Estandarización, mantenimiento de la mejora.                           | establecer nuevos parámetros de producción (nuevos Ratios), se empieza otra vez ciclo de mejora continua | Revisión y documentación de las mejoras, y planear nueva etapa de ciclo de mejora continua |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 31 se muestran las propuestas de mejora o soluciones para cada causa principal, las propuestas fueron concertadas por una lluvia de ideas entre la jefatura de construcción, supervisores, capataces y el investigador. Donde se tomó en cuenta las principales propuestas, se evidenció que varias propuestas tenían impacto en dos o más causas de problemas:

**Tabla 31.** Propuestas de mejora en función a causas principales

| Item | Causas que originan baja productividad                  | Descripción de la causa   | Propuestas de Mejora  |
|------|---|---|---|
| 1    | Tiempos muertos (excesivo tiempo de espera y traslados) | Personal se traslada repetidamente a pedir materiales, herramientas, tiempo perdido en traslado a SSHH (ubicados sin criterios de distribución de planta) | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Reorganización de funciones dentro de cada cuadrilla.</li> <li>* Charlas de concientización sobre la eficiencia y optimización del tiempo.</li> <li>* Coordinación con áreas auxiliares para atención rápida, generar procedimientos</li> <li>* Reubicación de SSHH, Almacenes.</li> </ul> |
| 2    | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo          | Gran Porcentaje de personal M.O.D captado sin los filtros apropiados (conocimiento técnico insuficiente)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacitaciones a personal Mano de obra directa</li> <li>* Evaluaciones al personal de Obra (examen)</li> <li>* Campaña de Recategorización de personal Mano de obra directa</li> <li>* Prueba de ingreso para personal "hombre nuevo"</li> </ul>   |
| 3    | Método de trabajo no acordes a realidad                 | Se fijan metas de producción sin evaluar, se paralizan trabajos para hacer otros y el anterior se queda a medias  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Coordinación con áreas auxiliares para trabajar en concordancia con las metas del proyecto.</li> <li>* reuniones con Jefatura de construcción para definir prioridades (que construir primero)</li> </ul>  |
| 4    | Reprocesos Por no conformidades                         | Se fabrican las tuberías y al final del proceso pasa por control de calidad y son rechazados por no cumplir parámetros.                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Aplicación correcta de documentos de inspección.</li> <li>* Control de calidad por etapas.</li> <li>* Asignación de supervisor de Oficina técnica para resolver dudas en tiempo real.</li> </ul>   |

Fuente: elaboración propia.

Como se mostró en la tabla 31 tenemos las propuestas de mejora, resultado de la lluvia de ideas por lo tanto tenemos el “qué hacer” por consiguiente nos falta definir el “cómo hacer” que son las actividades, pasos y programas que convierten las propuestas de mejora en realidades medibles y mejorables en el tiempo.

En la tabla 32 mostrada en la página siguiente se muestran las actividades a realizar en función a las propuestas de mejora, en varios casos la actividad se ejecuta para más de una propuesta de mejora, razón por la cual se comprueba la interrelación o correlación entre las causas de problemas y las propuestas de mejora.

**Tabla 32. actividades de propuestas de mejora en función a causas que originan baja productividad.**

| Ítem                              | Causas que originan baja productividad                  | Propuestas de Mejora   | Numero Actividad   | Actividad / Acción de mejora Realizada   |
|-----------------------------------|---|--|--|--|
| 1                                 | Tiempos muertos (excesivo tiempo de espera y traslados) | * Reorganización de funciones dentro de cada cuadrilla.                                      | A1   | Diagrama de flujo de fabricación de juntas de tubería (optimizando tiempos), instructivos  |
|                                   |   | * Charlas de concientización sobre la eficiencia y optimización del tiempo                   | A1   | Diagrama de flujo de fabricación de juntas de tubería (optimizando tiempos), instructivos  |
|                                   |   | * Coordinación con áreas auxiliares (almacenes) para atención rápida, generar procedimientos | A2   | Reestructuración del Departamento de Materiales (con mismo personal), se le renombra como Dpto de Materiales e Ingeniería  |
|                                   |   |  | A3   | Implementación de Tickets de despacho (materiales y Consumibles), trazabilidad, control de materiales.   |
|                                   |   | A4   | Generación de documentos instructivos, procedimientos de gestión de materiales de construcción |  |
| * Reubicación de SSHH, Almacenes. | A5  | Estudio de cantidad de SSHH portátiles y su ubicación estratégica                            |  |  |
| 2                                 | No cumplen con el perfil del puesto de trabajo          | * Capacitaciones a personal Mano de obra directa (hombre nuevo y personal actual)            | A6   | Curso Teórico Practico sobre tubería Industrial (1 hora por día) hombre nuevo<br>* en el caso del personal actual solo se hará por única vez ya que la mejora propuesta eliminará los fallos anteriores en el proceso de captación |
|                                   |   | * Evaluaciones al personal de Obra (examen)  | A7   | Examen sobre conocimientos técnicos  |
|                                   |   | * Campaña de Recategorización de personal mano de obra directa                               | A8   | Oficiales, Operarios podrán rendir examen para ser asendidos a:<br>Oficial a Operario<br>Operario a Capataz  |
|                                   |   | * Prueba de ingreso en etapa de captación de personal postulante (operarios y ayudantes)     | A9   | Examen sobre conocimientos técnicos  |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 32.** actividades de propuestas de mejora en función a causas que originan baja productividad..... continuación.

| Actividades de Propuestas de Mejora.....continua de tabla anterior |   |   |                  |  |
|--|---|---|------------------|--|
| Ítem   | Causas que originan baja productividad  | Propuestas de Mejora  | Numero Actividad | Actividad / Acción de mejora Realizada   |
| 3  | Método de trabajo no acordes a realidad | * Coordinación con áreas auxiliares para trabajar en concordancia con las metas del proyecto.                         | A10              | Reunión en fechas establecidas con jefatura de construcción para la procura de los materiales que se necesite o solicitarlos a cliente en caso corresponda con la anterioridad debida  |
|  |   | * reuniones con Jefatura de construcción para definir prioridades (que construir primero), definir frentes de trabajo | A11              | Reunión en fechas establecidas con jefatura de construcción, Dpto de Materiales de materiales e Ingeniería, Planeamiento, Dpto de Calidad.   |
| 4  | Reprocesos por No conformidades         | * Capacitaciones a personal Mano de obra directa (hombre nuevo y personal actual)                                     | A6               | Curso Teórico Practico sobre tubería Industrial (1 hora por día) hombre nuevo<br>* en el caso del personal actual solo se hará por única vez ya que la mejora propuesta eliminará los fallos anteriores en el proceso de captación |
|  |   | * Control de calidad por etapas.  | A12              | Implementación de formato de control de calidad en cada etapa de proceso constructivo (con ello se garantiza trazabilidad)   |
|  |   | * Asignación de supervisor de Oficina técnica para resolver dudas en tiempo real.                                     | A2               | Reestructuración del Departamento de Materiales (con mismo personal), se le renombra como Dpto de Materiales e Ingeniería  |

Fuente: elaboración propia.

## Determinación de objetivos y metas

En reunión con la Dirección de Proyecto se le mostró los resultados de las variables dependientes del Pre-Test:

|                    |                 |                       |
|--------------------|-----------------|-----------------------|
| Eficiencia: 66.52% | Eficacia 67.52% | Productividad: 46.50% |
|--------------------|-----------------|-----------------------|

Con esos valores se nota la necesidad de implementar la mejora para incrementar la productividad, pero debemos establecer metas coherentes con el desempeño de la implantación de la mejora, en la tabla 33 se muestran los objetivos y metas:

**Tabla 33.** Definición de metas y objetivos del estudio de implementación.

| Objetivos   |   | Metas   |
|---|---|---|
| General   | Específico  |   |
| Incrementar gradualmente la productividad de Fabricación de tuberías y lograr un 15% más, en referencia al indicador del pre-test | Incrementar la <b>eficiencia</b> y llegar al 78% en promedio en el Post-Test. | Reducir el tiempo de fabricación de juntas de tubería en un 20% |
|   | Incrementar la <b>eficacia</b> y llegar al 77% en promedio. en el Post-Test.  | Incrementar en 15% la cantidad de juntas de tubería fabricadas  |

Fuente: elaboración propia.

Los valores de la tabla 21 fueron concertados con la jefatura de construcción, las cifras son coherentes ya que el principio de la nueva metodología se basa en la mejora continua, cuyo objetivo es que el nuevo proceso termina un ciclo, estandariza las mejoras y empieza otra vez de forma continua.

### Cronograma de Implementación de la mejora

El cronograma se implantó ponderando las actividades de más relevancia para su pronta implantación, en la figura 36 se muestra el cronograma de actividades en la etapa PLANIFICAR donde se muestran fechas de reuniones previas a la implantación de la mejora.

En las figuras 37 y 38 se muestran el cronograma de la etapa HACER separados por meses (enero y febrero).



| Cronograma Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para incrementar la productividad en proyecto Refinería de T |   |  |                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--|---|--|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| IMPLEMENTACION   |   |  |                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| N°   | ACTIVIDAD DE MEJORA   | DESCRIPCION DE ACTIVIDAD   | ENERO 2022              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|  |   |  | 10                      | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 1  | reunión con Dpto de Construcción                                | se muestran resultados de Pre-Test                                     | ■                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Definición de metas y objetivos                                 | se fijan metas de productividad  | ■                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|  | <b>PLANIFICAR (Reuniones informativas)</b>                      |  | <b>ETAPA PLANIFICAR</b> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | Implementar diagrama de flujo                                   | diagrama de fabricación de tuberías para reducir tiempos muertos       |                         | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  | Implementar Perfil de puesto de trabajo y organigrama           | actividades para nuevo dpto de Materiales e ingeniería                 |                         | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  | Implementar vales de salida de almacén / registro base de datos | para controlar trazabilidad  |                         |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | Implementar procedimiento de gestión de almacenes               | gestión de almacén de materiales                                       |                         |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | reubicación estrategia de SSHH                                  | nuevos accesos a SSHH  |                         |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | curso Audiovisual (tiene cronograma específico)                 | capacitación a personal de obra  |                         |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9  | Evaluación técnica de personal                                  | examen referente a capacitación  |                         |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10   | Exámenes de Ascenso   | exámenes para Operarios y ayudantes                                    |                         |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11   | Reuniones semanales de dpto Construcción                        | reuniones con dptos. auxiliares de obra para alinearse a los objetivos |                         |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12   | Reuniones semanales de seguimiento de producción                | reuniones con jefaturas para informar, coordinar, etc                  |                         |    |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13   | Implementación de control de calidad en capa etapa del proceso  | inspectores dan conformidad de una óptima fabricación                  |                         |    |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14   | curso audiovisual "hombre nuevo"                                | Conocimiento técnico para personal nuevo                               |                         |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15   | Comité de Mejora continua (cronograma específico)               | Auditorías internas de seguimiento.                                    |                         |    |    |    |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Figura 36. Cronograma de planificación (muestran fechas de reuniones de coordinación para ejecutar implantación de mejoras. Fuente elab propia

| Cronograma Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para incrementar la productividad en proyecto Refinería de Talara |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| IMPLEMENTACION  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ACTIVIDAD DE MEJORA   | DESCRIPCION DE ACTIVIDAD  | ENERO 2022  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   |   | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|   |   | ETAPA HACER   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1   | Implementar diagrama de flujo                                   | elaboración de diagrama y reunión de implantación     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | Implementar Perfil de puesto de trabajo y organigrama           | Implementación Inicio de actividades                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | Implementar vales de salida de almacén / registro base de datos | Capacitación, implantación                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4   | Implementar procedimiento de gestión de almacenes               | Capacitación, implantación                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5   | reubicación estrategia de SSHH                                  | Nueva ubicación, difusión de mejora                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6   | curso Audiovisual (tiene cronograma específico)                 | capacitación a personal de obra                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7   | Evaluación técnica de personal                                  | examen referente a capacitación                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8   | Exámenes de Ascenso   | exámenes para Operarios y ayudantes                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9   | Reuniones semanales de dpto Construcción                        | Implementación de formato y cronograma                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10  | Reuniones semanales de seguimiento de producción                | Implementación de formato y cronograma                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11  | Implementación de control de calidad en capa etapa del proceso  | inspectores dan conformidad de una óptima fabricación |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12  | curso audiovisual "hombre nuevo"                                | Conocimiento técnico para personal nuevo              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**Figura 37.** Cronograma de Actividades realizadas en proceso de implantación en el mes de enero 2022. Fuente: elaboración propia.

**Figura 38.** Cronograma de Actividades realizadas en proceso de implantación en el mes de febrero 2022. Fuente: elaboración propia.

| Cronograma Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para incrementar la productividad en proyecto Refinería de Talara |  |  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
|---|--|--|--------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|---------------|----|
| IMPLEMENTACION  |  |  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| N°  | ACTIVIDAD DE MEJORA  | DESCRIPCION DE ACTIVIDAD   | FEBRERO 2022 |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
|   |  |  | 02           | 03 | 04 | 05         | 07 | 08 | 09         | 10 | 11 | 12         | 14 | 15 | 16         | 17 | 18 | 19         | 21 | 22 | 23         | 24 | 25 | 26            | 28 |
| ETAPA HACER   |  |  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 8   | curso Audiovisual (tiene cronograma específico)                | desarrollo de curso de capacitación según cronograma y temas     |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 9   | Evaluación técnica de personal                                 | examen referente a capacitación                                  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 10  | exámenes de Ascenso  | Implementación y difusión  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 11  | Implementación de control de calidad en capa etapa del proceso | Implementación y difusión  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 12  | curso audiovisual "hombre nuevo"                               | Preparación de material audiovisual                              |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| 13  | Comité de Mejora continua (cronograma específico)              | constitución de comité y cronograma de auditorías de seguimiento |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
| ETAPA VERIFICAR – ETAPA ACTUAR  |  |  |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
|   | <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>DESCRIPCION DE ACTIVIDAD</b>                                  | 15-06-2022   |    |    | 30-06-2022 |    |    | 15-07-2022 |    |    | 30-07-2022 |    |    | 15-08-2022 |    |    | 30-08-2022 |    |    | 15-09-2022 |    |    | SIGUEN FECHAS |    |
|   | Auditoría interna  | Seguimiento de cumplimiento de actividades                       |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
|   | Reunión con departamentos                                      | forme de hallazgos   |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |
|   | Toma de decisiones   | Actividades de mejora o correctivas                              |              |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |            |    |    |               |    |

## Implementación de la mejora

Para poder implementar las actividades de mejora se necesitó elaborar documentos tales como: diagramas de flujo, formato, exámenes, capacitaciones, etc. Algunos de los documentos necesarios llevan código para su correcto archivamiento y controlar la trazabilidad, a continuación en la tabla 34 se muestra

La matriz de documentos y actividades necesarios para la implementación de la mejora en el proceso de fabricación

**Tabla 34. matriz de documentos y actividades necesarios para Implementación de mejora.**

| Matriz de documentos y actividades necesarios para Implementación de Mejora |  |   |  |  |                      |
|---|--|---|--|--|----------------------|
| Causas que originan baja productividad                                      | Propuestas de Mejora   | Numero  | Actividad / Acción de mejora Realizada   | Nombre de Documento                                      | Código de Documento  |
|   |  | Actividad   |  |  |                      |
| Tiempos muertos (excesivo tiempo de espera y traslados)                     | * Reorganización de funciones dentro de cada cuadrilla.                                      | A1  | Diagrama de flujo de fabricación de juntas de tubería (optimizando tiempos), instructivos  | Diagrama de flujo de fabricación de Tuberías             | No Aplica            |
|   | * Charlas de concientización sobre la eficiencia y optimización del tiempo                   | A1  | Diagrama de flujo de fabricación de juntas de tubería (optimizando tiempos), instructivos  |  |                      |
|   | * Coordinación con áreas auxiliares (almacenes) para atención rápida, generar procedimientos | A2  | Reestructuración del Departamento de Materiales (con mismo personal), se le renombra como Dpto de Materiales e Ingeniería  | Perfil de puesto de trabajo Organigrama del departamento | No Aplica            |
|   |  | A3  | Implementación de Tickets de despacho (materiales y Consumibles), trazabilidad, control de materiales.   | Vale de salida de almacén                                | F-LOG-001            |
|   |  | A4  | Generación de documentos instructivos, procedimientos de gestión de materiales de construcción   | Consolidado de entradas y salidas (base de datos)        | F-LOG-002            |
|   | A5   | Estudio de cantidad de SSHH portátiles y su ubicación estratégica | Procedimiento de recepción Protección manipulación y almacenamiento de materiales  | MST-02-402   |                      |
| * Reubicación de SSHH, Almacenes.   | A5   | Estudio de cantidad de SSHH portátiles y su ubicación estratégica | Mapa de ubicación de los SSHH  | No Aplica  |                      |
| No cumplen con el perfil del puesto de trabajo                              | * Capacitaciones a personal Mano de obra directa (hombre nuevo y personal actual)            | A6  | Curso Teórico Practico sobre tubería Industrial hombre nuevo (en el caso del personal actual solo se hará por única vez ya que la mejora propuesta eliminará los fallos anteriores en el proceso de captación) | Cronograma del curso                                     | No Aplica            |
|   |  |   | Curso Audiovisual Teórico Practico   | No Aplica  |                      |
|   | * Evaluaciones al personal de Obra (examen)  | A7  | Examen sobre conocimientos técnicos  | Examen del curso teórico práctico                        | F-LOG-002 Revisión 0 |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 34. Matriz de documentos y actividades necesarios para Implementación de mejora..... continuación de página anterior.**

| Causas que originan baja productividad         | Propuestas de Mejora  | Numero    | Actividad / Acción de mejora Realizada   | Nombre de Documento   | Código de Documento    |
|--|---|-----------|--|---|------------------------|
|  |   | Actividad |  |   |                        |
| No cumplen con el perfil del puesto de trabajo | * Campaña de Recategorización de personal mano de obra directa  | A8        | Oficiales y operarios podrán rendir examen para ser asendidos:<br>Oficial a Operario<br>Operario a Capataz   | Examen Promoción Oficiales                                  | F-LOG-003              |
|  |   |           |  | Examen Promoción Operarios                                  | F-LOG-004              |
|  | * Prueba de ingreso en etapa de captación de personal postulante (operarios y ayudantes)                              | A9        | Examen sobre conocimientos técnicos  | Exámenes de conocimientos técnicos Básicos                  | F-LOG-005<br>F-LOG-006 |
| Método de trabajo no acordes a realidad        | * Coordinación con áreas auxiliares para trabajar en concordancia con las metas del proyecto.                         | A10       | Reunión en fechas establecidas entre jefatura de construcción, supervisores de campo y capataces para la procura de los materiales que se necesite o solicitarlos a cliente en caso corresponda con la anterioridad debida         | Reunión Semanal de construcción                             | MIN-NST-02-002         |
|  | * reuniones con Jefatura de construcción para definir prioridades (que construir primero), definir frentes de trabajo | A11       | Reunión en fechas establecidas entre jefatura de construcción, Dpto de Materiales de materiales e Ingeniería, Planeamiento, Dpto de Calidad.   | Reuniones Semanales de seguimiento de producción            | MIN-NST-02-001         |
| Reprocesos por No conformidades                | * Capacitaciones a personal Mano de obra directa (hombre nuevo y personal actual)                                     | A6        | Curso Teórico Practico sobre tubería Industrial (1 hora por día) hombre nuevo<br>* en el caso del personal actual solo se hará por única vez ya que la mejora propuesta eliminará los fallos anteriores en el proceso de captación | Cronograma del curso  | No Aplica              |
|  | * Control de calidad por etapas.  | A12       | Implementación de formato de control de calidad en cada etapa de proceso constructivo (con ello se garantiza trazabilidad)   | Informe de inspección de juntas de tubería                  | CON-PIP-11             |
|  | * Asignación de supervisor de Oficina técnica para resolver dudas en tiempo real.                                     | A2        | Reestructuración del Departamento de Materiales (con mismo personal), se le renombra como Dpto de Materiales e Ingeniería  | Perfil de puesto de trabajo<br>Organigrama del departamento | No Aplica              |
|  | Comité de mejora continua   | A13       | Se creó comité para realizar auditorías internas según cronograma establecido para evaluar el desempeño de la mejora implantada  | Cronograma y plan de auditoria                              | No Aplica              |

Fuente: elaboración propia.

## Desarrollo de la Implementación de la mejora

En la tabla 34 se detallaron los documentos y formatos que se necesitaron para la implantación de la mejora, a continuación se muestran y detallan cada uno de los documentos mencionados.

### Diagrama de flujo de fabricación de Tuberías

Este documento muestra los pasos para la fabricación, seguir este diagrama garantiza la eliminación del tiempo muerto de espera de despachos y tiempo que demora la persona en desplazarse de su puesto de trabajo a almacén, también elimina las no conformidades y reprocesos ya que se incluye en la inspección entre etapas.

Se coordinó con el personal de obra que cada cuadrilla debe tener un operario encargado de solicitar materiales al almacén en el horario desde 13:00 a 17:00 horas, para que los almaceneros preparen el material y lo despachen al día siguiente con esa directiva se evita que cualquiera vaya al almacén y pierda el tiempo en desplazarse y pedir materiales de planos que no está en programación ni son prioridades.



**Figura 39.** Reunión de coordinación con personal de obra fuente: elaboración propia.

En la figura 40 mostrada en la siguiente página se evidencia el diagrama de flujo de la mejora con los cuatro departamentos involucrados de forma directa en la fabricación de tuberías, estos son: Oficina técnica, Construcción, Departamento de Materiales y Control de Calidad, la interrelación entre ellos da como producto una tubería terminada.

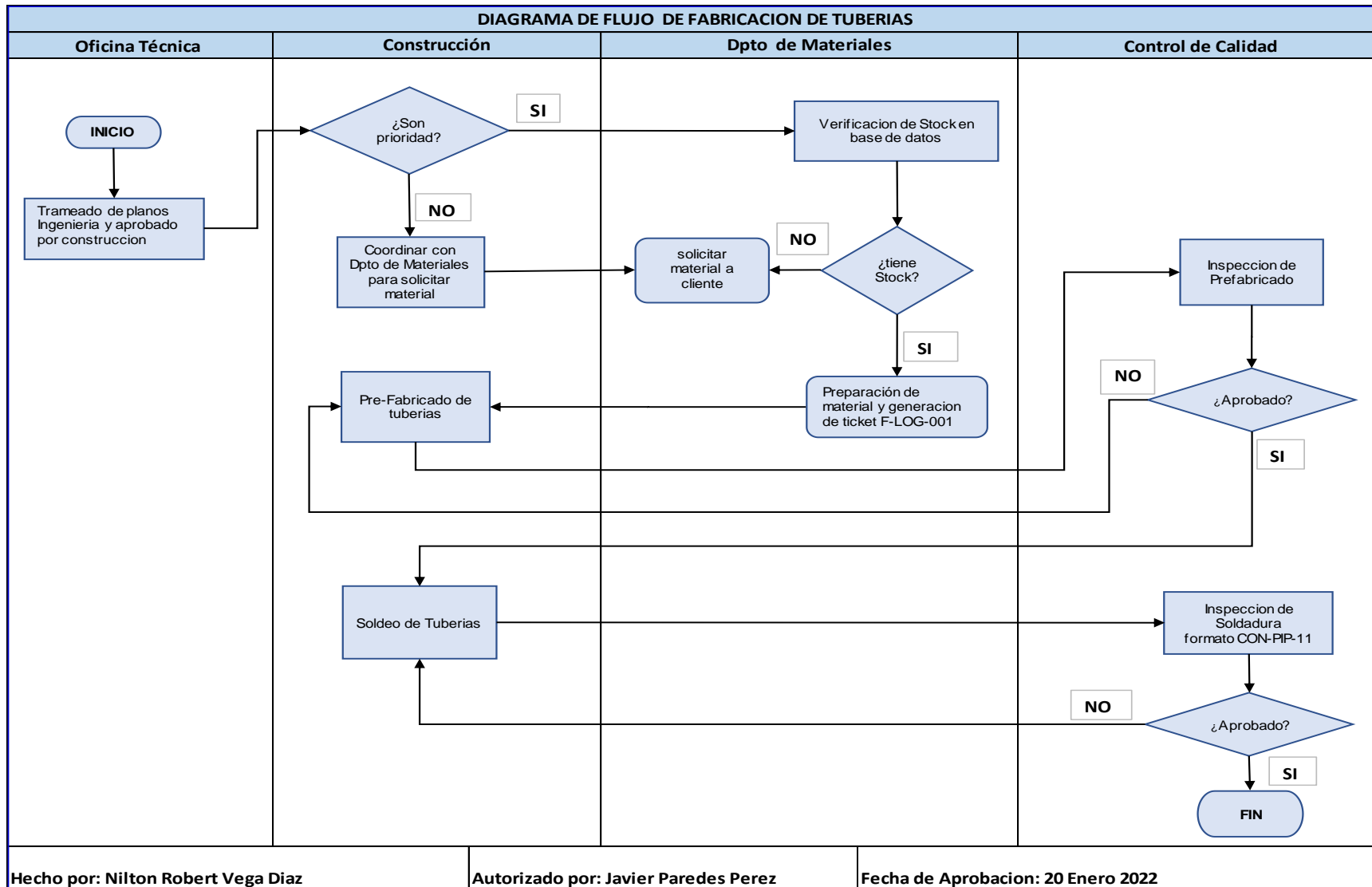


Figura 40. Diagrama de flujo para minimizar tiempos muertos. Fuente elaboración propia.



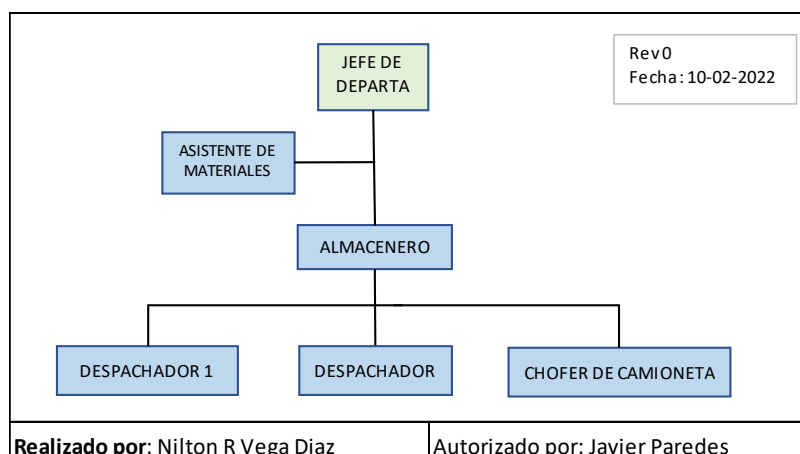
## Perfil de puesto de trabajo Organigrama del departamento

Esta implementación es consecuencia de la reestructuración del departamento de materiales que en adelante se renombró “Departamento de Materiales e Ingeniería, cuya función principal es coordinar con el Dpto de Construcción, sobre:

abastecimiento de materiales para fabricación, seguimiento de los pedidos de material al cliente, aprobación de modificaciones de planos en obra para solicitar material adicional (la modificación se concerta con el cliente), reunirse con construcción para definir los frentes de trabajo y prioridades de construcción, absolver consultas técnicas de operarios y capataces.

coordina con logística el aprovisionamiento de consumibles, da visto bueno sobre especificaciones técnicas de productor a solicitar, etc. coordina con departamento de calidad sobre trazabilidad de materiales, tipo de materiales, transferencias, ya que los materiales son proporcionados por el cliente y están codificados por tipo y código. Un parámetro importante es la colada cada material tiene una, y es respaldada por un certificado de calidad es función del Dpto de Materiales llevar la trazabilidad por ser requisito.

A continuación se muestra en figura 41 el organigrama del nuevo departamento:



**Figura 41.** Organigrama del nuevo Departamento de Materiales e Ingeniería. Fuente elab propia

A continuación en figura 42 se muestra el perfil del jefe del nuevo departamento de materiales e ingeniería que será el enlace entre los demás departamentos de obra, con ello se resolverán problemas operativos que ralentizan la dinámica del proceso constructivo.

| <b>PERFIL DE PUESTO DE TRABAJO</b>  |  |                          |
|---|--|--------------------------|
| <b>Puesto</b>   | <b>Área</b>  | <b>Fecha</b>             |
| Jefe de Departamento de Materiales e Ingeniería   | Departamento de Materiales   | 20/01/2022               |
| <b>Perfil del Puesto</b>  |  |                          |
| <b>Funciones:</b>   |  |                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Gestionar el aprovisionamiento de materiales para construir tuberías</li> <li>* Gestionar la trazabilidad de los materiales, tuberías y fitting</li> <li>* Coordinar con el Cliente los pedidos y despachos y recepciones de materiales a obra</li> <li>* Coordinar con el departamento de Construcción la planificación de prioridades a construir</li> <li>* Autorizar las modificaciones en los planos de fabricación de tubería y solicitar el material adicional previa coordinación con el cliente.</li> <li>* Absolver consultas técnicas de parte de personal operativo acorde a especificaciones dadas por el cliente.</li> </ul> |  |                          |
| <b>Requisitos del puesto</b>  |  |                          |
| <b>Grado de Estudios:</b><br>Ing Mecánico o Ing Industrial  | <b>Experiencia:</b><br>- 5 años en proyectos de construcción   |                          |
| <b>Formación (Conocimientos específicos para el puesto):</b><br><br>Manejo de Conflictos<br>Negociación con Sindicatos<br>Conocimientos de seguridad Industrial<br>Conocimientos de tubería industrial Piping<br>Técnicas de Comunicación<br>Excel a Nivel Intermedio<br>Ingles Intermedio  | <b>Habilidades:</b><br><br>Don de Mando<br>Capacidad para organizar<br>Dinámico<br>Habilidad de persuasión<br>Trato Cordial<br>Responsable<br>Habilidad en negociación<br>Facilidad de palabra |                          |
| <b>Realizado por:</b> Nilton R Vega<br>Díaz   | <b>Autorizado por:</b> Javier<br>Paredes   | <b>Fecha:</b> 20-01-2022 |

**Figura 42.** Perfil del Puesto de jefe de Dpto de Materiales e Ingeniería. Fuente elaboración propia

Vale de Salida de Almacén (F-LOG-001)

Este documento se implementó para asegurar la trazabilidad de la salida de materiales con ello se asegura que: se sepa al detalle que materiales salieron de almacén, a que planos fueron asignados, quién lo sacó, la cantidad retirada de almacén y la fecha en que salió el material, en la figura 43 se muestra un vale de salida con los datos necesarios para la gestión de materiales.

|                        |  | <b>Vale de Salida de Almacén N° 00001</b> |     |          |                  |                       | <b>Código F-LOG-001<br/>Versión 001</b> |  |
|------------------------|--|---|-----|----------|------------------|-----------------------|---|--|
| <b>Proyecto:</b>       |  |   |     |          | <b>Destino:</b>  |                       | <b>Fecha:</b>                           |  |
| <b>Solicitado:</b>     |  |   |     |          | <b>Servicio:</b> |                       |   |  |
| <b>Almacén:</b>        |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| Ítem                   | Código<br>(para llenar por<br>almacén) | Descripción                               | Und | Cantidad | Frente           | diámetro<br>Ø         | Observaciones                           |  |
| 1                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 2                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 3                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 4                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 5                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 6                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 7                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 8                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 9                      |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| 10                     |  |   |     |          |                  |                       |   |  |
| <b>Autorizado por:</b> |  | <b>Recibido por:</b>                      |     |          |                  | <b>Entregado por:</b> |   |  |
|                        |  |   |     |          |                  |                       |   |  |

Figura 43. Vale de salida de almacén para control de materiales. Fuente: elaboración propia.

Consolidado de entradas y salidas, base de datos (F-LOG-002)

Todos los materiales que salen de almacén lo hacen con su respectivo vale de salida, la información se consolida en una base de datos con código F-LOG-002 en ella se coloca la información sobre código del elemento, plano isométrico en que será usado, cantidad, numero de pedido, colada del elemento, entro otros datos importantes para otros departamentos, por ejemplo para Control de Calidad y construcción es importante la colada del material para generar su dossier de Calidad. En la tabla 35 se muestra el consolidado de entradas y salidas.

**Tabla 35. Base de datos de entradas y salidas de material**

| CONSOLIDADO DE INGRESOS Y SALIDAS DE MATERIALES |                  |             |  |           |          |      |            |               |                          |                  |                |
|---|------------------|-------------|--|-----------|----------|------|------------|---------------|--------------------------|------------------|----------------|
| ITEM  | ISOMETRICO       | IDENT COD E | DESCRIPCION  | COLADA    | Diam1 IN | CANT | Nº PEDIDO  | FECHA INGRESO | GUIA DE REMISION INGRESO | CANTIDAD INGRESO | ESTATUS        |
| 15691   | RG1-HS-00301-23  | 49243       | Cap. A105 THF 3000 - B16.11 - - - - -                | SCLA      | .75      | 1    | PEDIDO 282 | 14/02/2022    | V 001-09189              | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15692   | RG1-HS-00301-24  | 49243       | Cap. A105 THF 3000 - B16.11 - - - - -                | SCLA      | .75      | 1    | PEDIDO 282 | 14/02/2022    | V 001-09189              | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15741   | FCC-P-11701-02   | 1579314     | Cap A105 THF 6000 - B16.11 - Max C.E. - NACE -       | 18-106138 | .75      | 1    | PEDIDO 284 | 14/02/2022    | 005-055727               | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15957   | FCC-LS-21102-01  | 2559153     | Spectacle Blind A182-F5 FF 300 - B16.48 - - - - -    | J150429-7 | 3        | 1    | PEDIDO 292 | 14/02/2022    | 005-056171               | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15992   | FCC-P-21202-01   | 2547437     | Hexagonal Head Plug A182-F5 THM - - B16.11 - - - - - | CUCX      | .75      | 1    | pedido 294 | 14/02/2022    | 005-056585               | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15996   | FCC-P-21205-12   | 2549874     | Hexagonal Head Plug A182-F5 THM - - B16.11 - - - - - | RN89      | 1        | 1    | pedido 294 | 14/02/2022    | 005-056248               | 1                | ATENCION TOTAL |
| 15997   | FCC-P-21205-12   | 1526142     | Cap. A182-F5 THF 3000 - B16.11 - - - - -             | RXFR      | .75      | 1    | pedido 294 | 14/02/2022    | 005-056584               | 1                | ATENCION TOTAL |
| 16006   | FCC-HDO-20902-21 | 1526142     | cap. A182-F5 THF 3000 - B16.11 - - - - -             | RXFR      | .75      | 1    | pedido 294 | 14/02/2022    | 005-056584               | 1                | ATENCION TOTAL |

|               |                      |             |  |             |     |   |                |                |                |   |                    |
|---------------|----------------------|-------------|--|-------------|-----|---|----------------|----------------|----------------|---|--------------------|
| 16<br>00<br>7 | FCC-HDO-<br>20901-21 | 1526<br>142 | Cap. A182-F5 THF 3000 - B16.11 - - - - -                             | 24974<br>6  | .75 | 1 | pedido<br>294  | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056585 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>00<br>8 | FCC-HDO-<br>80201-21 | 1526<br>143 | Cap. A182-F5 THF 3000 - B16.11 - - - - -                             | CUDA        | 1   | 1 | pedido<br>294  | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056585 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>01<br>1 | FCC-HDO-<br>80202-02 | 2549<br>874 | Hexagonal Head Plug A182-F5 THM - -<br>B16.11 - - - - -              | 7UAR        | 1   | 2 | pedido<br>294  | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056585 | 2 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>01<br>3 | FCC-P-<br>21205-51   | 1526<br>142 | Cap. A182-F5 THF 3000 - B16.11 - - - - -                             | FXFR        | .75 | 1 | pedido<br>294  | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056248 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>01<br>7 | FCC-LS-<br>13201-01  | 2536<br>017 | Spectacle Blind A515-70 FF 300 - B16.48<br>Max C.E. - NACE -         | 89600<br>0  | 2   | 1 | pedido<br>294  | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056248 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>02<br>5 | FCC-NI-<br>12016-01  | 1134<br>959 | Equal Tee 90 Deg. A105 SW 6000 - B16.11<br>- - - - -                 | ZNCS        | 1.5 | 1 | PEDID<br>O 296 | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>02<br>6 | FCC-NI-<br>12016-01  | 2526<br>96  | Eccentric Swage A234-WPB PE - Made<br>from Seamless Pipe MSS-SP-95 - | 70184       | 1.5 | 1 | PEDID<br>O 296 | 15/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>02<br>7 | FCC-NI-<br>12016-01  | 4030<br>17  | 90 Elbow A105 SW 6000 - B16.11 - - - - -                             | STXN        | .75 | 1 | PEDID<br>O 296 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>02<br>8 | FCC-NI-<br>12016-01  | 1082<br>559 | Nipple A106-B PE - 100 mm B36.10 - - - - -<br>.75IN. S-160           | ZUNN        | .75 | 1 | PEDID<br>O 296 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>02<br>9 | FCC-NI-<br>12016-01  | 2308<br>638 | Gate V. Fem. Ends A105 SW / THF 800<br>Handwheel Manufacturer        | YBC-<br>YBC | .75 | 1 | PEDID<br>O 296 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>03<br>0 | FCC-NI-<br>12016-01  | 1211<br>558 | Hexagonal Head Plug A105 THM - - B16.11<br>- - - - -                 | GALA        | .75 | 1 | PEDID<br>O 296 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056370 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |

Fuente: elaboración propia

|               |                             |             |  |                |     |   |                |                |                |   |                    |
|---------------|-----------------------------|-------------|--|----------------|-----|---|----------------|----------------|----------------|---|--------------------|
| 16<br>08<br>6 | FCC-PG-<br>13201-21         | 9081<br>2   | Spectacle Blind A515-70 FF 150 - B16.48 -<br>-----           | 81095<br>8     | 3   | 1 | PEDID<br>O 298 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056686 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>09<br>1 | FCC-NG-<br>10605-01         | 4924<br>4   | Cap. A105 THF 3000 - B16.11 -----                            | 01410-<br>0463 | 1   | 1 | PEDID<br>O 298 | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056686 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>23<br>6 | FCC-P-<br>21306-01          | 2308<br>638 | Gate V. Fem. Ends A105 SW / THF 800<br>Handwheel Manufacture | SMAF-<br>E-AT  | .75 | 1 | pedido<br>299  | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>23<br>7 | FCC-HS-<br>12701-01-<br>100 | 4312<br>36  | Equal Tee 90 Deg. A105 SW 3000 - B16.11<br>-----             | JXUX           | .75 | 1 | pedido<br>299  | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>23<br>8 | FCC-HS-<br>12701-01-<br>100 | 2253<br>99  | Full Coupling A105 SW 3000 - B16.11 -----<br>-               | ZAXC           | .75 | 1 | pedido<br>299  | 16/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>24<br>2 | FCC-HS-<br>12968-02-<br>100 | 2414<br>329 | Sockolet SA105 SW 3000 - MSS-SP-97 ---<br>--                 | SP97           | 8   | 1 | pedido<br>299  | 17/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>24<br>4 | FCC-HS-<br>12968-02-<br>100 | 2503<br>693 | Socketweld Flange SA105 RF 600 - B16.5 -<br>---              | B41A4          | .75 | 2 | pedido<br>299  | 17/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 2 | ATENCIO<br>N TOTAL |
| 16<br>24<br>9 | FCC-HS-<br>12968-02-<br>100 | 2580<br>441 | Nipple SA106-B TOE - 100 mm B36.10 ---<br>--                 | JDFR           | .75 | 1 | pedido<br>299  | 17/02/<br>2022 | 005-<br>056496 | 1 | ATENCIO<br>N TOTAL |

Recepción Protección manipulación almacenamiento de materiales  
 Se implementó este procedimiento para estandarizar la gestión de almacenes con ello se estandariza la solicitud, recepción, transporte almacenamiento, preservación y despacho de los materiales al usuario final, que en este caso es departamento de construcción que es el encargado de la fabricación de las tuberías. El procedimiento tiene el código **MST-02-402**, en la figura 44 se muestra la portada del procedimiento implementado, el procedimiento completo se muestra en anexos.

|   |   |   |                         |
|---|---|---|-------------------------|
| MONTAJE ELECTROMECHANICO UNIDAD FCC<br>MODERNIZACION DE REFINERIA DE TALARA<br>PETROPERU (PERU)<br><b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCION, PROTECCION, MANIPULACION Y<br/>         ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b>  |   |   |                         |
| MST-02-402  | Revisión 01   | Fecha 20-20-2022  | Página 1 de 17          |
| <b>PROYECTO: MODERNIZACION DE LA<br/>         REFINERIA DE TALARA</b><br><br><b>"MONTAJE ELECTROMECHANICO UNIDAD DE<br/>         PROCESO FCC"</b><br><br><b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCION, PROTECCION MANIPULACION<br/>         Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b> |   |   |                         |
| <b>Elaborado por:</b>   | <b>Revisado por:</b>  | <b>Aprobado por:</b>  | <b>Fecha de Emisión</b> |
| Nilton Vega Diaz  | Eduardo Flores  | Peter Tello   | 20/02/2022              |
| Supervisor de Materiales  | Jefe de Calidad   | Jefe de Oficina Técnica   |                         |
| <br>MST<br>CONSORCIO<br>S.A.S. - EXPLOITACION  | <br>MST<br>Eduardo Flores López<br>QA/QC | <br>MST<br>Peter Tello Laupa<br>JEFE DE OFICINA TECNICA |                         |

**Figura 44.** Procedimiento de recepción de materiales. Fuente: elab propia

### Mapa de ubicación de los SSHH

En el estudio del pre-test se evidenció el tiempo de traslado de personal hacia los servicios higiénicos, en este caso se mencionan dos factores a tener en cuenta:

La cantidad mínima de SSHH en función a la cantidad de personal indicado en la norma G.050 “*seguridad durante la construcción*”, y la distancia entre la zona de trabajo y la ubicación de los SSHH portátiles, a continuación en la tabla 36 se muestra los requerimientos de la norma:

**Tabla 36. Requerimientos mínimos de SSHH**

| Cantidad trabajadores   | Inodoro | Lavatorio | Duchas | Urinaríos |
|---|---------|-----------|--------|-----------|
| 1 a 9   | 1       | 2         | 1      | 1         |
| 10 a 24   | 2       | 4         | 2      | 1         |
| 24 a 49   | 3       | 5         | 3      | 2         |
| 50 a 100  | 5       | 10        | 6      | 4         |
| En Obras de más de 100 trabajadores, se instalará un inodoro adicional cada 30 personas |         |           |        |           |

Fuente: norma NTP G. 050

En la tabla 37 se muestra la cantidad de personal en obra

**Tabla 37. Cantidad de Personal en Obra**

| Cantidad de Personal Total en Obra FCC |                      |
|--|----------------------|
| Descripción                            | Cantidad de Personas |
| Personal mano de obra directa          | 58 personas          |
| Personal indirecto                     | 12 personas          |
| Total personal en obra                 | 70 personas          |

Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la tabla 37 tenemos 70 personas en obra, se cumple la normativa vigente pero los SSHH portátiles no están bien distribuidos para lo cual se realizó un estudio de concentración en función a los frentes de trabajo. en la figura 45 se evidenció que la ubicación de los SSHH están muy lejos de las zonas de trabajo, ello genera pérdida de tiempo en traslado.





La figura 45 muestra en líneas azules las rutas de tránsito el desplazamiento que debe dar el personal, por ejemplo el personal de la cuadrilla 2 se desplaza aprox 200 metros hasta ir a los SSHH que están en el extremo de la unidad, se procedió de manera discreta a tomar el tiempo para ello se usó un cronometro de la marca CASIO modelo W-219H, la información recolectada se muestra en la tabla 38:

**Tabla 38.** *Tiempos promedios de desplazamiento a SSHH de cuadrilla 02*

| Personal                                     | Tiempo desplazamiento Ida (minutos) | Tiempo desplazamiento Retorno (minutos) | Tiempo Total (minutos) |
|--|-------------------------------------|---|------------------------|
| Operario 1                                   | 8                                   | 6                                       | 14                     |
| Operario 2                                   | 8                                   | 7                                       | 15                     |
| Operario 3                                   | 6                                   | 7                                       | 13                     |
| Oficial 1                                    | 6                                   | 7                                       | 13                     |
| Oficial 2                                    | 7                                   | 6                                       | 13                     |
| Oficial 3                                    | 7                                   | 6                                       | 13                     |
| Oficial 4                                    | 6                                   | 8                                       | 14                     |
| Oficial 5                                    | 7                                   | 6                                       | 13                     |
| Oficial 6                                    | 7                                   | 7                                       | 14                     |
| Total tiempo de desplazamiento por cuadrilla |                                     |   | 122                    |

Fuente: elaboración propia

Como se ve en tabla 38, una cuadrilla consume 122 minutos (aprox 2 horas) en desplazarse a los SSHH, se propuso a la jefatura la reubicación de los SSHH e incrementar en una unidad los mismo, es decir de cinco baños portátiles se incrementó a seis, con ello el personal demora menos en trasladarse a los servicios y aumenta la disponibilidad de SSHH. En figura 46 se muestra la nueva ubicación de los SSHH, y nuevo recorrido, con ello se disminuyen los tiempos del personal y se dispone de más tiempo para hacer labores que generan valor. Con respecto al nuevo recorrido se mostraron a la supervisión los datos y el plano del pre-test para que autorice el nuevo portón de ingreso a la unidad en construcción .

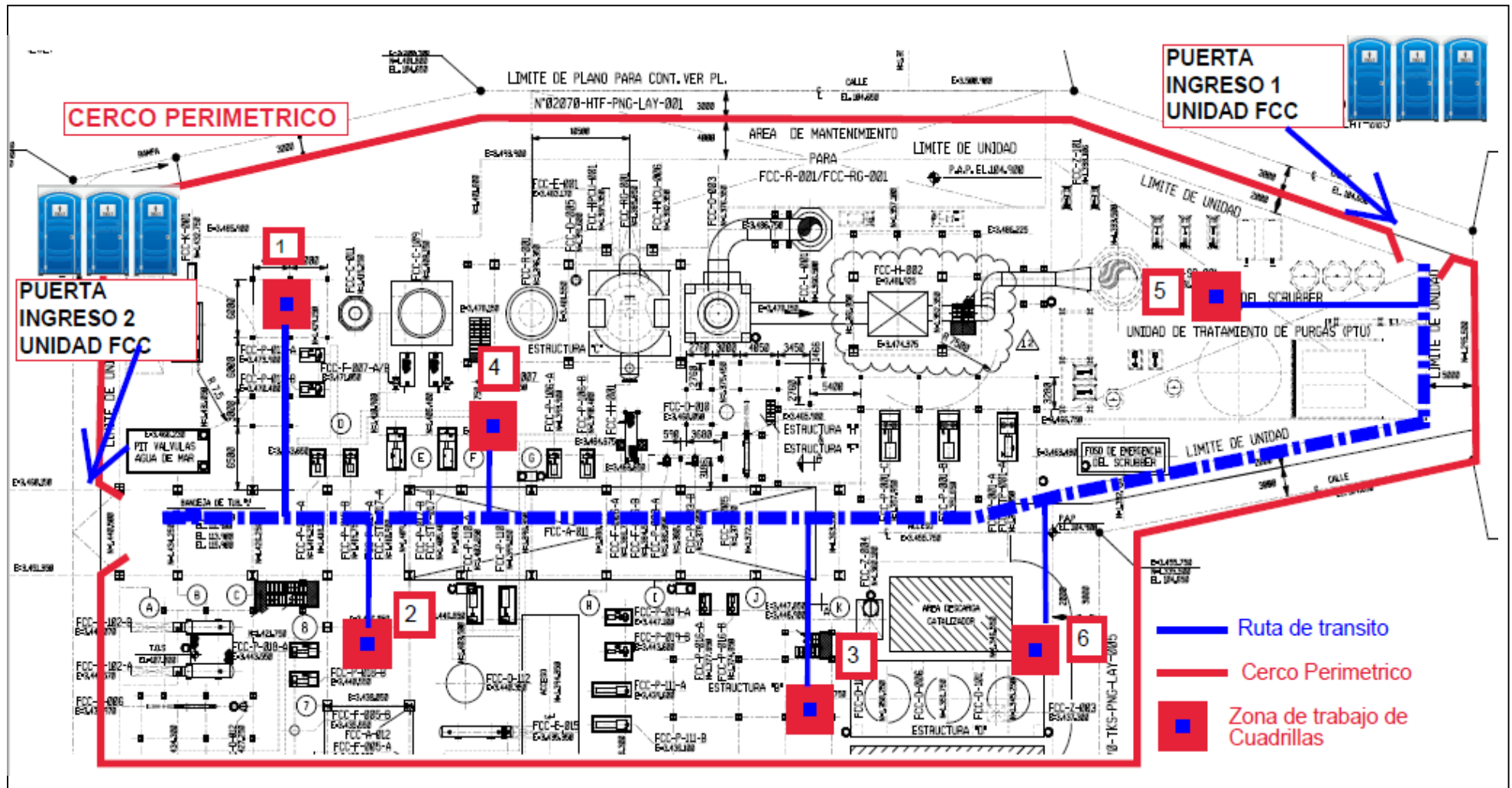


Figura 46. Nueva ubicación de SSHH en unidad FCC.

Fuente: elaboración propia



Se aprovecho la reunión semanal de Personal de Obra para informar sobre la nueva disposición de los SSHH que estuvo a cargo de la supervisión de SSOMA, los servicios higiénicos se sitúan en ambos accesos a la unidad FCC y se dispone de tres SSHH en cada acceso.



**Figura 47.** Charla informativa de nueva ubicación de servicios Higiénicos. Fuente: elab propia

#### Curso Audio Visual de capacitación en tubería Industrial

El curso de fundamentos de tubería industrial tienen el propósito de uniformizar el conocimiento del personal de Obra ya que en un principio muchos operarios y ayudantes ingresaron a obra sin un debido filtro en el área de RRHH por la premura de reiniciar operaciones después de superar la cuarentena por el Covid-19. Los altos estándares de construcción del proyecto implican Mano de Obra calificada y muchos operarios deben alinearse a la forma de trabajar acorde a especificaciones técnicas vigentes en el proyecto.

El curso se dictó por única vez para personal de obra, ya que el personal nuevo llevará el curso como parte de la inducción hombre nuevo, con ello el personal desde el primer día en obra esta alineado con los parámetros del proyecto. En la figura 48 se muestran algunas diapositivas del curso de capacitación, el curso completo se adjunta en los anexos de la investigación anexos.



Figura 48. Curso de capacitación en tubería industrial. Fuente: elaboración propia.

Se indicó al personal de obra en una reunión, la necesidad de la capacitación para incrementar la productividad en el proyecto, se programó la capacitación de acuerdo con el cronograma establecido que se muestra en la figura 49. Donde se muestran las fechas y temas de capacitación.

| N° | TEMAS PARA DESARROLLAR                  | CRONOGRAMA DE CURSO TEORICO PRACTICO SOBRE TUBERIA INDUSTRIAL |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
|----|---|---|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|--------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|    |   | ENERO 2022  |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         | FEBRERO 2022 |        |         |        |        |        |        |        |         |
|    |   | L<br>17   | M<br>18 | MI<br>19 | J<br>20 | V<br>21 | S<br>22 | L<br>24 | M<br>25 | MI<br>26 | J<br>27 | V<br>28 | S<br>29 | L<br>31      | M<br>1 | MI<br>2 | J<br>3 | V<br>4 | S<br>5 | L<br>7 | M<br>8 | MI<br>9 |
| 1  | <b>Sesión 1 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 2  | Características Generales               |   | X       |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 3  | tuberías Accesorios y tuberías          |   | X       |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 4  | Simbología de tuberías                  |   | X       |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 5  | <b>Sesión 2 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 6  | Tipos de Juntas en tuberías             |   |         |          | X       |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 7  | Símbolos Definiciones                   |   |         |          | X       |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 8  | <b>Sesión 3 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 9  | Tipos de Materiales de tuberías         |   |         |          |         |         | X       |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 10 | Tipos de materiales de válvulas         |   |         |          |         |         | X       |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 11 | Usos en tubería                         |   |         |          |         |         | X       |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 12 | <b>Sesión 4 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 13 | Representación de Tuberías              |   |         |          |         |         |         | X       |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 14 | Interpretación de planos Isométricos    |   |         |          |         |         |         | X       |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 15 | <b>Sesión 5 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 16 | Suportación de Sistemas de Tubería      |   |         |          |         |         |         |         |         | X        |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 17 | Soportes primarios                      |   |         |          |         |         |         |         |         | X        |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 18 | <b>Sesión 6 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 19 | Soportes secundarios                    |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         | X       |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 20 | Soportes de carga variable              |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         | X       |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 21 | <b>Sesión 7 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 22 | clase practica 1                        |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              | X      |         |        |        |        |        |        |         |
| 23 | <b>Sesión 8 (05:00 pm - 07:30 pm)</b>   |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        |         |
| 24 | clase practica 2                        |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         | X      |        |        |        |        |         |
| 25 | <b>Evaluación (05:00 pm - 07:30 pm)</b> |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        | X      |        |        |         |
| 26 | <b>Evaluación (05:00 pm - 07:30 pm)</b> |   |         |          |         |         |         |         |         |          |         |         |         |              |        |         |        |        |        |        |        | X       |

Figura 49. cronograma de cursos de capacitaciones.

Fuente: elaboración propia

Evaluación de asistentes al curso teórico Practico

El personal de obra que asistió al curso rindió una evaluación para conocer su nivel técnico en la figura 50 se muestra la prueba.


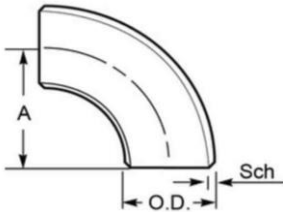
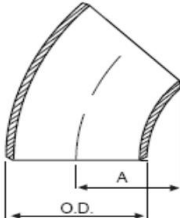
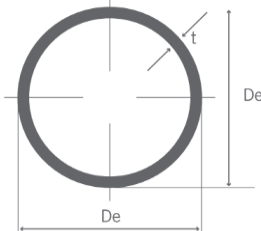
|   |                       |   |   |                        |  |
|---|-----------------------|---|---|------------------------|--|
|    |                       | <b>PRUEBA DE CONOCIMIENTO EN TUBERIA INDUSTRIAL</b> |   | <b>F-LOG-002 rev 0</b> |  |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>   |                       |   |   | <b>RESULTADO:</b>      |  |
| <b>CARGO:</b>   |                       |   |   |                        |  |
| <b>1.- Instrucciones: Debe leer detenidamente y responder lo correcto:</b>          |                       |   |   |                        |  |
| <b>PREGUNTAS TEORICAS:</b>  |                       |   |   |                        |  |
| <b>1.- INDIQUE USTED LOS AVANCES DE LOS SIGUIENTES ACCESORIOS:</b>                  |                       |   |   |                        |  |
|    | <b>CODO 90 GRADOS</b> |   |  | <b>CODO 45 GRADOS</b>  |  |
|   | 2"                    |   |   | 1"                     |  |
|   | 4"                    |   |   | 2"                     |  |
|   | 6"                    |   |   | 4"                     |  |
|   | 10"                   |   |   | 3/4"                   |  |
|   | 16"                   |   |   | 12"                    |  |
|   | 3/4"                  |   |   | 14"                    |  |
|   | 1 1/2"                |   |   | 1 1/2"                 |  |
| <b>2.- INDIQUE USTED LOS DIAMETROS EXTERIORES DE LAS SIGUIENTES TUBERIAS:</b>       |                       |   |   |                        |  |
|  | <b>D. NOMINAL</b>     |   | <b>D. NOMINAL</b>   |                        |  |
|   | 3/4"                  |   | 8"  |                        |  |
|   | 1"                    |   | 10"   |                        |  |
|   | 1 1/2"                |   | 12"   |                        |  |
|   | 2"                    |   | 14"   |                        |  |
|   | 4"                    |   | 20"   |                        |  |
|   | 6"                    |   | 24"   |                        |  |
|   |                       |   | 34"   |                        |  |
| <b>3.- GRAFIQUE USTED LOS TIPOS DE JUNTA SOLICITADOS:</b>                           |                       |   |   |                        |  |
| <b>JUNTA BW:</b>  |                       | <b>JUNTA SW:</b>                                    |   | <b>JUNTA TH:</b>       |  |

Figura 50. Prueba de conocimientos en tubería industrial.

Fuente: elaboración propia

Evaluación de promoción de Oficiales (ayudantes) F-LOG-003

Este examen está diseñado para aprovechar el conocimiento adquirido por los oficiales en obra y les da la oportunidad de ascender e incrementar su prestación económica, Con ello mejora el clima laboral ya que los oficiales se motivan a aprender e incrementar sus ingresos, también le conviene a la empresa ya que no perderá el tiempo enviando convocatorias de operarios, ver figura 51


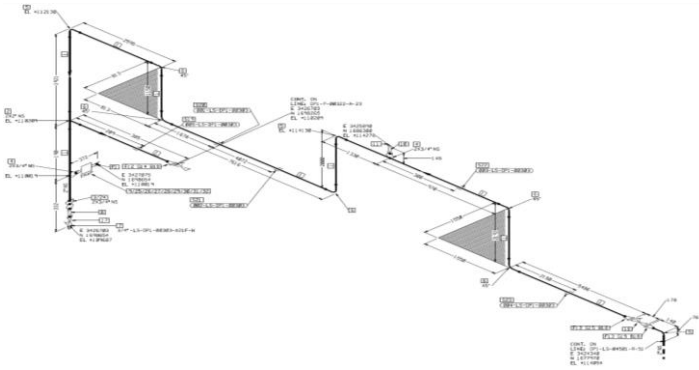
























|                                 |  | PRUEBA DE CONOCIMIENTO EN TUBERIA INDUSTRIAL F-LOG-003  |  |
|--|--|---|--|
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>  |  | <b>RESULTADO:</b>   |  |
| <b>CARGO:</b>  |  |   |  |
| <b>1.- Instrucciones: Debe leer detenidamente y responder lo correcto:</b>                                       |  |   |  |
| <b>PREGUNTAS TEORICAS:</b>   |  |   |  |
| <b>1.- CALCULE LAS LONGITUDES DE TUBERIAS A CORTAR PARA PRE-FABRICAR EL SIGUIENTE ISOMETRICO</b>                 |  |   |  |
|                                |  |   | <b>RESPUESTAS:</b>   |
| <b>INDICAR LA FUNCION DE CADA VALVULA:</b>   |  |   |  |
| <br>Valvula de angulo         | <br>Valvula Check     | <br>Valvula con control manual | <br>Valvula de bola                             |
| <br>Valvula mariposa o damper | <br>Valvula compuerta | <br>Valvula de diafragma       | <br>Valvula actuada por cilindro (doble acción) |
|                               |                       |                                |   |
|                               |                       |                                |   |
|                               |                       |                                |   |
|                               |                       |                                |   |
| <b>INDICAR EL TIPO DE UNION Y EL TIPO DE FITTING DE CADA IMAGEN:</b>   |  |   |  |

Figura 51. Evaluación de promoción de Ayudantes (Oficiales) fuente: elaboración propia



Evaluación de promoción de Operarios F-LOG-004  
 Este examen análogamente a la evaluación de oficiales busca aprovechar el conocimiento adquirido por los operarios de obra, para ser ascendidos a capataces ello incluye su respectivo incremento salarial, con ello se motiva al personal a aprender y mejorar y la empresa se beneficia reduciendo sus convocatorias por nuevos operarios, en la figura 52 se muestra la evaluación


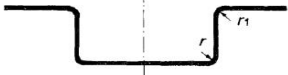
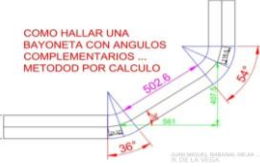
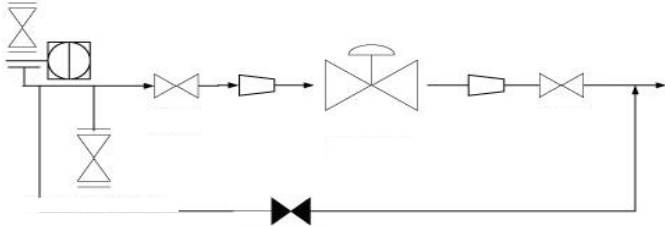
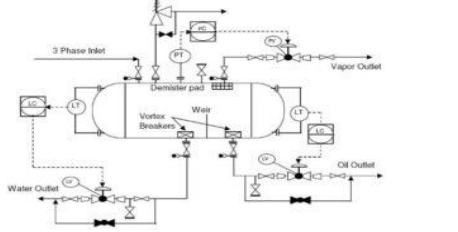

|            |                | <b>PRUEBA DE CONOCIMIENTO EN TUBERIA INDUSTRIAL F-LOG-004</b>  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|---|----------------|--|---|------------------|-------------|-----------------------------------|---|---|--|---|--|---|---|---|--|---|--|---|---|---|--|----|--|
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>   |                | <b>RESULTADO:</b>  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>CARGO:</b>   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>1.- Instrucciones: Debe leer detenidamente y responder lo correcto:</b>                  |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>PREGUNTAS TEORICAS:</b>  |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>1.- INDIQUE USTED LOS AVANCES DE LOS SIGUIENTES ACCESORIOS:</b>                          |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|           | <b>FITTING</b> |  |  <p>COMO HALLAR UNA BAYONETA CON ANGULOS COMPLEMENTARIOS... METODODO POR CALCULO</p> |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 2", BRIDA      |  |   | <b>BAYONETAS</b> |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 4" CODO 45°    |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 6"/4" RED CON  |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 10" CODO 90°   |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 16" CODO 30°   |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   | 3/4" EQU TEE   |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 1 1/2" EQU TEE  |                | 1", distancia 500 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 2", distancia 800 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 4", distancia 750 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 3/4", distancia 300 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 12", distancia 9000 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 14", distancia 7000 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|   |                | 16", distancia 1000 mm   |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>2.- INDIQUE LOS TIPOS DE VALVULAS Y FITTING EN EL DIAGRAMA</b>                           |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|          |                | <table border="1"> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td></tr> </table>                       |   | 1                |             | 2                                 |   | 3 |  | 4 |  | 5 |   | 6 |  | 7 |  | 8 |   | 9 |  | 10 |  |
| 1   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 2   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 3   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 4   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 5   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 6   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 7   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 8   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 9   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 10  |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>3.- INDIQUE UD QUE TIPO DE VALVULAS DE Y LA FUNCION QUE CUMPLE</b>                       |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|          |                | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>descripcion</th> <th>función que cumple en el circuito</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |   | Item             | descripcion | función que cumple en el circuito | 1 |   |  | 2 |  |   | 3 |   |  | 4 |  |   | 5 |   |  |    |  |
| Item  | descripcion    | función que cumple en el circuito  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 1   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 2   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 3   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 4   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 5   |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| <b>4.- DEACUERDO A LA SIMBOLOGIA INDIQUE UD QUE TIPO DE JUNTA SE MUESTRA EN LAS FIGURAS</b> |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
|         |                |  |   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |
| 1.-   | 2.-            | 3.-  | 4.-   |                  |             |                                   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |   |  |    |  |

Figura 52. Examen de promoción de operarios.

Fuente: elaboración propia

## Reuniones Semanales Coordinación con áreas auxiliares

Son reunión en fechas establecidas entre jefatura de construcción, supervisores de campo, capataces, dpto de Materiales, logística, para la procura de los materiales que se necesite, así como solicitar y/o informar sobre stock de consumibles (gases, soldaduras, discos de corte, EPP, etc) necesarios para el óptimo desempeño del personal en el proyecto, se inculca el pensamiento 3M “**para avanzar en el proyecto necesitamos Men, Materials, Machines**” con esos criterios los supervisores y mandos medios expanden su panorama hacia una supervisión eficaz procurando tener lo necesario para construir lo indicado. También se informan los retrasos en la producción debido a restricciones.

En la figura 53 se muestra el acta de reunión semanal este documento es importante para hacer seguimiento a los compromisos indicados por las diferentes áreas asistentes, en cada reunión se redacta una nueva acta con los nuevos compromisos y se cierran los pendientes. El código del acta es MIN-NST-02-002.

|   |  |
|---|--|
| <b>MOTIVO DE LA REUNION: REUNION SEMANAL DE COORDINACION CON AREAS AUXILARES PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD</b><br><b>CLIENTE: TECNICAS REUNIDAS</b><br><b>UNIDAD OPERATIVA: UNIDAD FCC</b><br><b>PROYECTO: PROYECTO DE MODERNIZACION REFINERIA TALARA</b> | <b>MIN-NST-02-002 rev 0</b><br><br><b>REUNION N°: 001-2022</b>   |
| DISTRIBUCION: Según lista de participantes  | FECHA: 13 de enero de 2022<br>HORA INICIO: 14:00 hrs.<br>HORA FIN: 15:00 hrs.<br>UBICACIÓN: Oficina de Obra en unidad FCC<br>PREPARADO POR: Nilton R Vega Díaz |

| <b>Participantes de la Reunión</b> |  |                                  |  |
|------------------------------------|--|----------------------------------|--|
| <b>Nombre</b>                      | <b>Departamento</b>  | <b>Cargo</b>                     | <b>Firma</b>   |
| Javier Paredes Pérez               | Construcción   | Jefe de Obra                     | Asistió  |
| Nilton Vega Díaz                   | Materiales e Ingeniería  | Jefe de Materiales e Ingeniería  | Asistió  |
| Sergio Vásquez                     | Materiales e Ingeniería  | Almacenero Piping y tubería      | Asistió  |
| Alexis Talledo                     | Logística  | Mtto Electricista                | Asistió  |
| Victor Arcelles                    | Construcción   | Capataz Tubería                  | Asistió  |
| Juan Boy                           | Construcción   | Capataz Tubería                  | Asistió  |
| Carlos Ubillos                     | Logística  | Almacenero de consumibles        | Asistió  |
|                                    |  |                                  |  |
| <b>Ítem</b>                        | <b>TEMAS TRATADOS</b>  |                                  |  |
|                                    |  |                                  |  |
| <b>1.0</b>                         | <b>AVANCE DE PROYECTO – APROVISIONAMIENTO DE CONSUMIBLES</b>   | <b>Responsable</b>               | <b>Acción</b>  |
| 1.1                                | - Materiales informa que tiene el 35% de materiales para construir Área A02 prioridad 2 del cliente (solicitará a cliente TRT vía e-mail el suministro de paquetes completos para iniciar operaciones en área a construir.<br><br>- Logística informa que tiene stock de consumibles para una semana y necesita que llegue más tardar en 03 días gas argón | Nilton Vega<br><br><br>Susy Grau | Seguimiento Y dar fecha de llegada<br><br><br>dar fecha de llegada |
| <b>2.0</b>                         | <b>CIERRE DEL PROYECTO</b>   |                                  |  |
| 2.1                                | Construcción indica que debe ingresar 20 operarios para llegar a la fecha indicada.  | Javier Paredes                   | coordinar con RRHH la captación de nuevo personal                  |
| <b>3.0</b>                         | <b>PROXIMAS REUNIONES</b>  |                                  |  |
| 3.1                                | 20-01-2022, participantes deben traer acta de reunión, personal de construcción debe traer información de: que Zonas están atacando, que personal tienen y evaluación interna de cada cuadrilla.   | Capataces de construcción        | Coordinar con jefatura de construcción                             |

**Figura 53.** Acta de Reunión semanal de construcción.

Fuente: elaboración propia.

Reuniones Semanales de seguimiento de Producción  
 Son reuniones semanales entre jefaturas de departamentos involucrados directa e indirectamente en la construcción y la dirección del proyecto, para mostrar el estatus del proyecto (indicadores de avance de obra), y coordinar acciones para el óptimo desarrollo de los objetivos, y/o acciones correctivas si fuera el caso, en la figura 54 se muestra un acta de reunión, El código del acta es MIN-NST-02-001.

|   |  |
|---|--|
| <b>MOTIVO DE LA REUNION: REUNION SEMANAL DE SEGUIMIENTO DE PRODUCCION</b> | <b>MIN-NST-02-001 rev 0</b>  |
| <b>CLIENTE: TECNICAS REUNIDAS</b>   | <b>REUNION N°: 001-2022</b>  |
| <b>UNIDAD OPERATIVA: UNIDAD FCC</b>                                       |  |
| <b>PROYECTO: PROYECTO DE MODERNIZACION REFINERIA TALARA</b>               |  |
| <b>DISTRIBUCION: Según lista de participantes</b>                         | FECHA: 18 de enero de 2022<br>HORA INICIO: 14:00 hrs.<br>HORA FIN: 15:00 hrs.<br>UBICACIÓN: Oficina de Obra en unidad FCC<br>PREPARADO POR: Nilton R Vega Díaz |

| Participantes de la Reunión |   |                                 |                                 |
|-----------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Nombre                      | Departamento  | Cargo                           | Firma                           |
| Javier Paredes Pérez        | Construcción  | Jefe de Obra                    | Asistió                         |
| Nilton Vega Diaz            | Materiales e Ingeniería   | Jefe de Materiales e Ingeniería | Asistió                         |
| Peter Tello                 | Oficina Técnica   | Jefe de Oficina Técnica         | Asistió                         |
| Gerson Reto                 | Planeamiento  | Jefe de Planeamiento            | Asistió                         |
| Eduardo Flores              | Control de calidad  | Jefe de área de calidad         | Asistió                         |
| Mariano Ruiz                | SSOMA   | Jefe de SSOMA                   | Asistió                         |
| Edgar Gaona                 | Construcción  | Residente de Obra               | Asistió                         |
|                             |   |                                 |                                 |
| Ítem                        | TEMAS TRATADOS  |                                 |                                 |
| 1.0                         | AVANCE DE PROYECTO  |                                 | Responsable                     |
| 1.1                         | - Construcción informa que en reunión con cliente se definieron los frentes de trabajo, y prioridades . |                                 | Javier Paredes                  |
|                             | - Oficina Técnica debe emitir planos trameados de las prioridades                                       |                                 | Peter Tello                     |
|                             | - Materiales solicitará material para iniciar construcción  |                                 | Nilton Vega                     |
|                             |   |                                 | Informativo                     |
|                             |   |                                 | Dará estatus en próxima reunión |
|                             |   |                                 | Dará estatus en próxima reunión |
| 2.0                         | CIERRE DEL PROYECTO   |                                 | Acción                          |
| 2.1                         | Construcción estructurará el nuevo frente de trabajo con asignación de cuadrillas de trabajadores.      |                                 | Javier Paredes                  |
|                             |   |                                 | -                               |
| 3.0                         | PROXIMAS REUNIONES  |                                 |                                 |
| 3.1                         | Los participantes traerán sus actas para cerrar compromisos   |                                 | Los participantes               |
|                             |   |                                 | -                               |

Figura 54. Acta de Reunión semanal de seguimiento de Producción. Fuente: elab propia

### Informe de inspección de juntas de tubería (CON-PIP-11)

Se Implementó este formato de control de calidad para dar por terminada la fabricación de tuberías, con este documento las tuberías pasan a la etapa de montaje, los datos vertidos en el informe contienen información importante para la trazabilidad, la figura 55 muestra el formato CON-PIP-11 debidamente llenado se describen algunos nombres indicados en él:

Numero indica el plano isométrico de fabricación, Rev indica la revisión actualizada del plano, junta describe el número de junta asignado, tipo se refiere al tipo de junta, diam se refiere al diámetro de junta soldada, sch se refiere al espesor de pared de la tubería a soldar. En columna soldador indica el código del soldador que hizo la junta de raíz y acabado, la columna inspección visual de soldaduras indica el estado de los biseles, la preparación de junta y que inspector lo revisó y según sea el caso lo aprobó o no, la columna colada indica el código de fabricación de los materiales soldados, esta data es muy importante para la trazabilidad.

| INFORME DE INSPECCIÓN VISUAL DE JUNTAS DE TUBERIA |      |       |                      |                                 |      |          |                               |                                 |                      | No: 02070-CON-PIP-12<br>Rev: 0<br>Fecha: 10-01-2022<br>Pagina 1 de 1 |              |              |
|---|------|-------|----------------------|---------------------------------|------|----------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|--------------|--------------|
| PROYECTO Nro.: 02070                              |      |       |                      |                                 |      |          | INFORME Nro.: VT-001          |                                 |                      |  |              |              |
| EMPLEADOR: PETROPERÚ                              |      |       |                      | SUBCONTRATISTA: MOST INDUSTRIAL |      |          |                               |                                 |                      |  |              |              |
| SISTEMA/SUBSISTEMA:                               |      |       |                      |                                 |      |          | SUBCONTRATO Nro.: 02070-42140 |                                 |                      |  |              |              |
| DESCRIPCIÓN:                                      |      |       |                      |                                 |      |          | CÓDIGO DE BARRAS:             |                                 |                      |  |              |              |
| ISOMETRICO / PLANO                                |      | JUNTA |                      |                                 |      | SOLDADOR |                               | INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURAS |                      |  | COLADAS      |              |
| NÚMERO  | REV. | JUNTA | TIPO                 | DIÁM.                           | SCH  | RAÍZ     | RELLENO                       | PREPARACIÓN DE BISELES          | PREPARACIÓN DE JUNTA | INSPECCIÓN SOLDADURA   | METAL BASE 1 | METAL BASE 2 |
| 02070-HTF-PNG-ISO-FW-01139-13                     | 0    | T12M  | SW                   | 0.75                            | 3.91 | WM-001   | WM-001                        | OK                              | OK                   | J. ZAPATA  | JLNL         | YUCC         |
| 02070-HTF-PNG-ISO-FW-01139-13                     | 0    | T13   | SW                   | 0.75                            | 3.91 | WM-001   | WM-001                        | OK                              | OK                   | J. ZAPATA  | JLNL         | YUCC         |
| 02070-HTF-PNG-ISO-FW-01139-13                     | 0    | T14   | SW                   | 0.75                            | 3.91 | WM-001   | WM-001                        | OK                              | OK                   | J. ZAPATA  | JLNL         | YUCC         |
| 02070-HTF-PNG-ISO-FW-01139-13                     | 0    | T16M  | SW                   | 0.75                            | 3.91 | WM-001   | WM-001                        | OK                              | OK                   | J. ZAPATA  | JLNL         | YUCC         |
| 02070-HTF-PNG-ISO-FW-01140-13                     | 0    | T14M  | SW                   | 0.75                            | 3.91 | WM-001   | WM-001                        | OK                              | OK                   | J. ZAPATA  | JLNL         | YUCC         |
| RESPONSABLE DE CONSTRUCCION                       |      |       | INSPECTOR DE CALIDAD |                                 |      |          |                               |                                 | OBSERVACIONES        |  |              |              |
| NOMBRE:   |      |       | NOMBRE:              |                                 |      |          |                               |                                 |                      |  |              |              |
| FECHA:  |      |       | FECHA:               |                                 |      |          |                               |                                 |                      |  |              |              |
| FIRMA:  |      |       | FIRMA:               |                                 |      |          |                               |                                 |                      |  |              |              |

Figura 55. Formato CON-PIP-12 de control de calidad.

Fuente: la empresa.

Resultados del Post-Test

Resultados de Variable Eficacia

En la tabla 39 se muestran los resultados de la eficacia de los tres meses del Post-Test.

**Tabla 39.** *Fabricación de Juntas de tubería Post-Test (Marzo, Abril)*

| ítem | Día de pre test | Mes   | Fecha     | Juntas Tuberías Diarias | Juntas Nominales | Eficacia |
|------|-----------------|-------|-----------|-------------------------|------------------|----------|
| 1    | Día 1           | Marzo | 1/3/2022  | 78.75                   | 91.14            | 86.41%   |
| 2    | Día 2           | Marzo | 2/3/2022  | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 3    | Día 3           | Marzo | 3/3/2022  | 77.25                   | 91.14            | 84.76%   |
| 4    | Día 4           | Marzo | 4/3/2022  | 79                      | 91.14            | 86.68%   |
| 5    | Día 5           | Marzo | 5/3/2022  | 75.5                    | 91.14            | 82.84%   |
| 6    | Día 6           | Marzo | 7/3/2022  | 79.5                    | 91.14            | 87.23%   |
| 7    | Día 7           | Marzo | 8/3/2022  | 77.25                   | 91.14            | 84.76%   |
| 8    | Día 8           | Marzo | 9/3/2022  | 76                      | 91.14            | 83.39%   |
| 9    | Día 9           | Marzo | 10/3/2022 | 78.5                    | 91.14            | 86.13%   |
| 10   | Día 10          | Marzo | 11/3/2022 | 77.5                    | 91.14            | 85.03%   |
| 11   | Día 11          | Marzo | 12/3/2022 | 74.5                    | 91.14            | 81.74%   |
| 12   | Día 12          | Marzo | 14/3/2022 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 13   | Día 13          | Marzo | 15/3/2022 | 78.25                   | 91.14            | 85.86%   |
| 14   | Día 14          | Marzo | 16/3/2022 | 77.75                   | 91.14            | 85.31%   |
| 15   | Día 15          | Marzo | 17/3/2022 | 74                      | 91.14            | 81.19%   |
| 16   | Día 16          | Marzo | 18/3/2022 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 17   | Día 17          | Marzo | 19/3/2022 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 18   | Día 18          | Marzo | 21/3/2022 | 75.75                   | 91.14            | 83.11%   |
| 19   | Día 19          | Marzo | 22/3/2022 | 75.75                   | 91.14            | 83.11%   |
| 20   | Día 20          | Marzo | 23/3/2022 | 78                      | 91.14            | 85.58%   |
| 21   | Día 21          | Marzo | 24/3/2022 | 75.75                   | 91.14            | 83.11%   |
| 22   | Día 22          | Marzo | 25/3/2022 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 23   | Día 23          | Marzo | 26/3/2022 | 73.75                   | 91.14            | 80.92%   |
| 24   | Día 24          | Marzo | 28/3/2022 | 76.25                   | 91.14            | 83.66%   |
| 25   | Día 25          | Marzo | 29/3/2022 | 79                      | 91.14            | 86.68%   |
| 26   | Día 26          | Marzo | 30/3/2022 | 77.75                   | 91.14            | 85.31%   |
| 27   | Día 27          | Marzo | 31/3/2022 | 73.25                   | 91.14            | 80.37%   |
| 28   | Día 28          | Abril | 1/4/2022  | 86.75                   | 91.14            | 95.18%   |
| 29   | Día 29          | Abril | 2/4/2022  | 88.5                    | 91.14            | 97.10%   |
| 30   | Día 30          | Abril | 4/4/2022  | 89.5                    | 91.14            | 98.20%   |
| 31   | Día 31          | Abril | 5/4/2022  | 86.25                   | 91.14            | 94.63%   |
| 32   | Día 32          | Abril | 6/4/2022  | 85.25                   | 91.14            | 93.54%   |
| 33   | Día 33          | Abril | 7/4/2022  | 84.25                   | 91.14            | 92.44%   |
| 34   | Día 34          | Abril | 8/4/2022  | 87.5                    | 91.14            | 96.01%   |
| 35   | Día 35          | Abril | 9/4/2022  | 88.25                   | 91.14            | 96.83%   |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 39.** *Fabricación de Juntas de tubería Post-Test (Abril, Mayo)...continuación*

| ítem | Día de pre test | Mes   | Fecha     | Juntas Tuberías Diarias | Juntas Nominales | Eficacia |
|------|-----------------|-------|-----------|-------------------------|------------------|----------|
| 36   | Día 36          | Abril | 11/4/2022 | 83.25                   | 91.14            | 91.34%   |
| 37   | Día 37          | Abril | 12/4/2022 | 85.25                   | 91.14            | 93.54%   |
| 38   | Día 38          | Abril | 13/4/2022 | 87.25                   | 91.14            | 95.73%   |
| 39   | Día 39          | Abril | 14/4/2022 | 84.75                   | 91.14            | 92.99%   |
| 40   | Día 40          | Abril | 15/4/2022 | 84                      | 91.14            | 92.17%   |
| 41   | Día 41          | Abril | 16/4/2022 | 86.75                   | 91.14            | 95.18%   |
| 42   | Día 42          | Abril | 18/4/2022 | 86.25                   | 91.14            | 94.63%   |
| 43   | Día 43          | Abril | 19/4/2022 | 84                      | 91.14            | 92.17%   |
| 44   | Día 44          | Abril | 20/4/2022 | 86.25                   | 91.14            | 94.63%   |
| 45   | Día 45          | Abril | 21/4/2022 | 84                      | 91.14            | 92.17%   |
| 46   | Día 46          | Abril | 22/4/2022 | 88                      | 91.14            | 96.55%   |
| 47   | Día 47          | Abril | 23/4/2022 | 90                      | 91.14            | 98.75%   |
| 48   | Día 48          | Abril | 25/4/2022 | 88                      | 91.14            | 96.55%   |
| 49   | Día 49          | Abril | 26/4/2022 | 83                      | 91.14            | 91.07%   |
| 50   | Día 50          | Abril | 27/4/2022 | 84.75                   | 91.14            | 92.99%   |
| 51   | Día 51          | Abril | 28/4/2022 | 84.5                    | 91.14            | 92.71%   |
| 52   | Día 52          | Abril | 29/4/2022 | 86.75                   | 91.14            | 95.18%   |
| 53   | Día 53          | Abril | 30/4/2022 | 88.75                   | 91.14            | 97.38%   |
| 54   | Día 54          | Mayo  | 2/5/2022  | 88.5                    | 91.14            | 97.10%   |
| 55   | Día 55          | Mayo  | 3/5/2022  | 89                      | 91.14            | 97.65%   |
| 56   | Día 56          | Mayo  | 4/5/2022  | 89                      | 91.14            | 97.65%   |
| 57   | Día 57          | Mayo  | 5/5/2022  | 90.75                   | 91.14            | 99.57%   |
| 58   | Día 58          | Mayo  | 6/5/2022  | 91                      | 91.14            | 99.85%   |
| 59   | Día 59          | Mayo  | 7/5/2022  | 90.5                    | 91.14            | 99.30%   |
| 60   | Día 60          | Mayo  | 9/5/2022  | 87.75                   | 91.14            | 96.28%   |
| 61   | Día 61          | Mayo  | 10/5/2022 | 90                      | 91.14            | 98.75%   |
| 62   | Día 62          | Mayo  | 11/5/2022 | 89.75                   | 91.14            | 98.47%   |
| 63   | Día 63          | Mayo  | 12/5/2022 | 89                      | 91.14            | 97.65%   |
| 64   | Día 64          | Mayo  | 13/5/2022 | 89.25                   | 91.14            | 97.93%   |
| 65   | Día 65          | Mayo  | 14/5/2022 | 89.75                   | 91.14            | 98.47%   |
| 66   | Día 66          | Mayo  | 16/5/2022 | 85.5                    | 91.14            | 93.81%   |
| 67   | Día 67          | Mayo  | 17/5/2022 | 86.5                    | 91.14            | 94.91%   |
| 68   | Día 68          | Mayo  | 18/5/2022 | 88.5                    | 91.14            | 97.10%   |
| 69   | Día 69          | Mayo  | 19/5/2022 | 88.5                    | 91.14            | 97.10%   |
| 70   | Día 70          | Mayo  | 20/5/2022 | 88.25                   | 91.14            | 96.83%   |
| 71   | Día 71          | Mayo  | 21/5/2022 | 92.5                    | 91.14            | 101.49%  |
| 72   | Día 72          | Mayo  | 23/5/2022 | 90.25                   | 91.14            | 99.02%   |
| 73   | Día 73          | Mayo  | 24/5/2022 | 89                      | 91.14            | 97.65%   |
| 74   | Día 74          | Mayo  | 25/5/2022 | 89.25                   | 91.14            | 97.93%   |
| 75   | Día 75          | Mayo  | 26/5/2022 | 92.25                   | 91.14            | 101.22%  |
| 76   | Día 76          | Mayo  | 27/5/2022 | 88.25                   | 91.14            | 96.83%   |
| 77   | Día 77          | Mayo  | 28/5/2022 | 89.25                   | 91.14            | 97.93%   |
| 78   | Día 78          | Mayo  | 30/5/2022 | 89.25                   | 91.14            | 97.93%   |

Fuente: elaboración propia



Como se ve en tabla 39 hay un incremento sostenido de la producción en los meses de Post-Test, a continuación en figura 56 se muestra el desempeño diario de la eficacia en el mes de Marzo con una producción máxima de 79.5 pulgadas el día 07-03-2022 y una producción mínima de 73.25 pulgadas el día 31-03-2022 con un promedio de 76.68 pulgadas en ese mes.

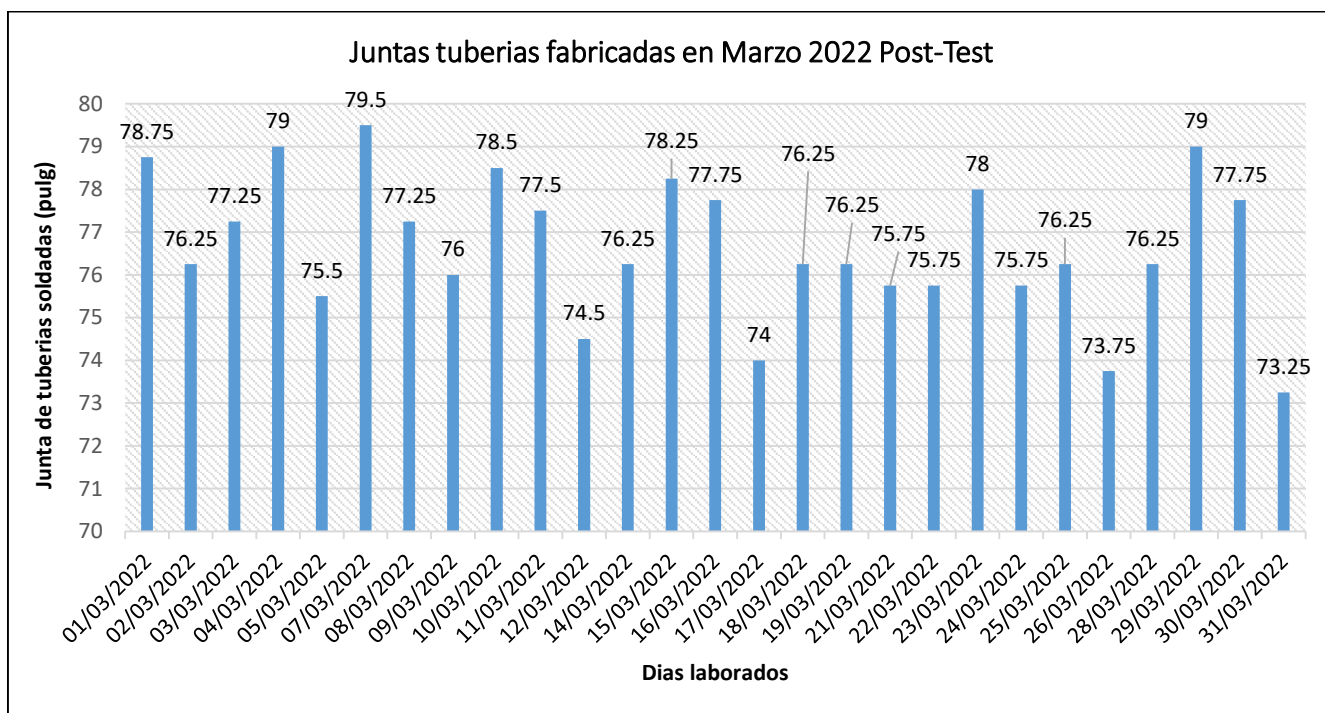
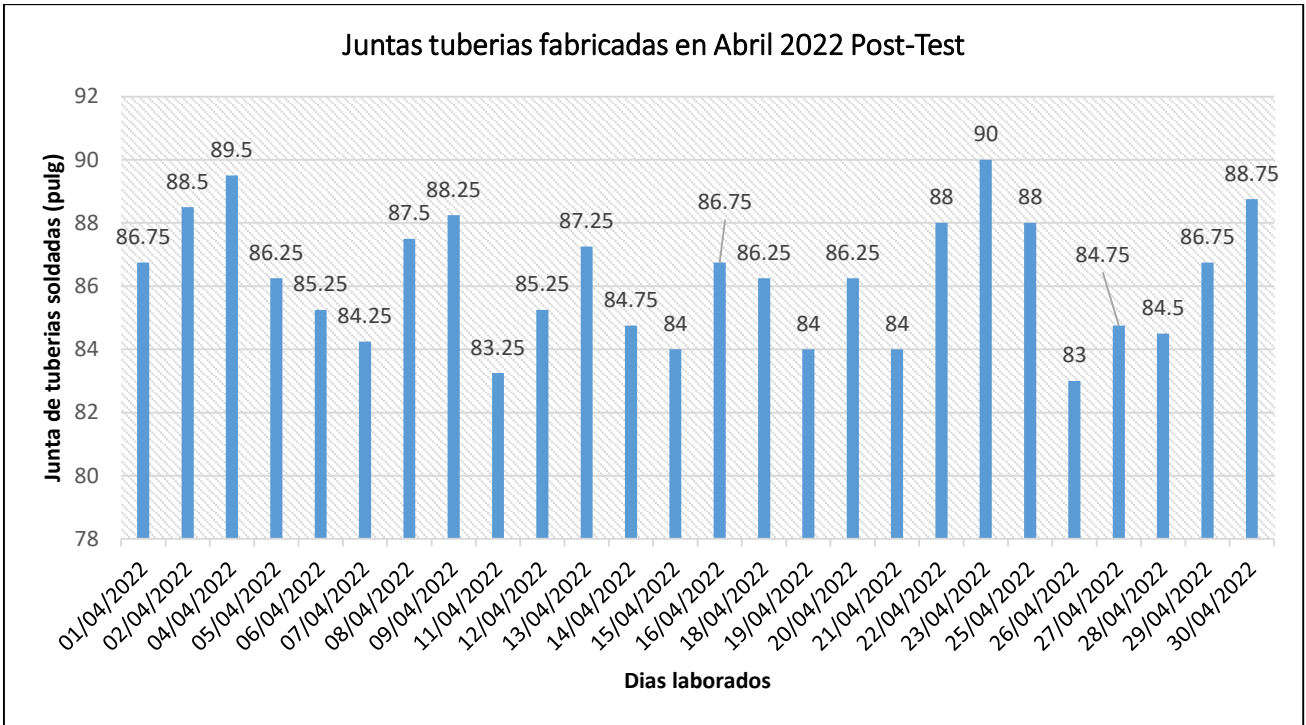


Figura 56. producción diaria en mes de marzo (Post-test)

fuelle: elaboración propia.

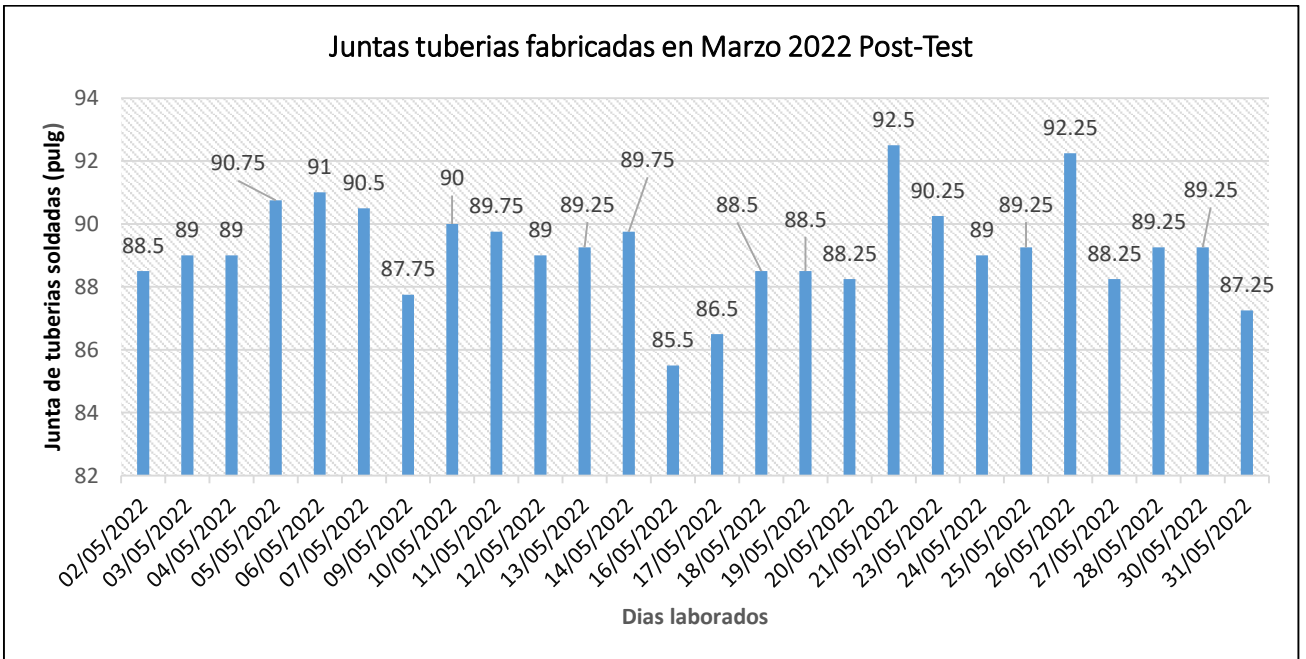
En la figura 57 se muestra la producción diaria del mes de abril, se evidencia un incremento en referencia al mes anterior, teniendo una producción mínima de 83 pulgadas sucedida el día 26-04-2022 y una producción máxima de 90 pulgadas el día 23-04-2022, con un promedio de 86.22 pulgadas en ese periodo.



**Figura 57.** producción diaria en mes de abril (Post-test)

*fuelle: elaboración propia*

En la figura 58 se refleja la producción diaria de mayo, se ve un incremento en referencia al mes anterior, teniendo una producción mínima de 85.5 pulgadas el día 16-04-2022 y una producción máxima de 9 pulgadas el día 22-05-2022, con un promedio de 89.18 pulgadas en el mes.



**Figura 58.** Producción diaria en mes de mayo (Post-Test)

*fuelle: elaboración propia*

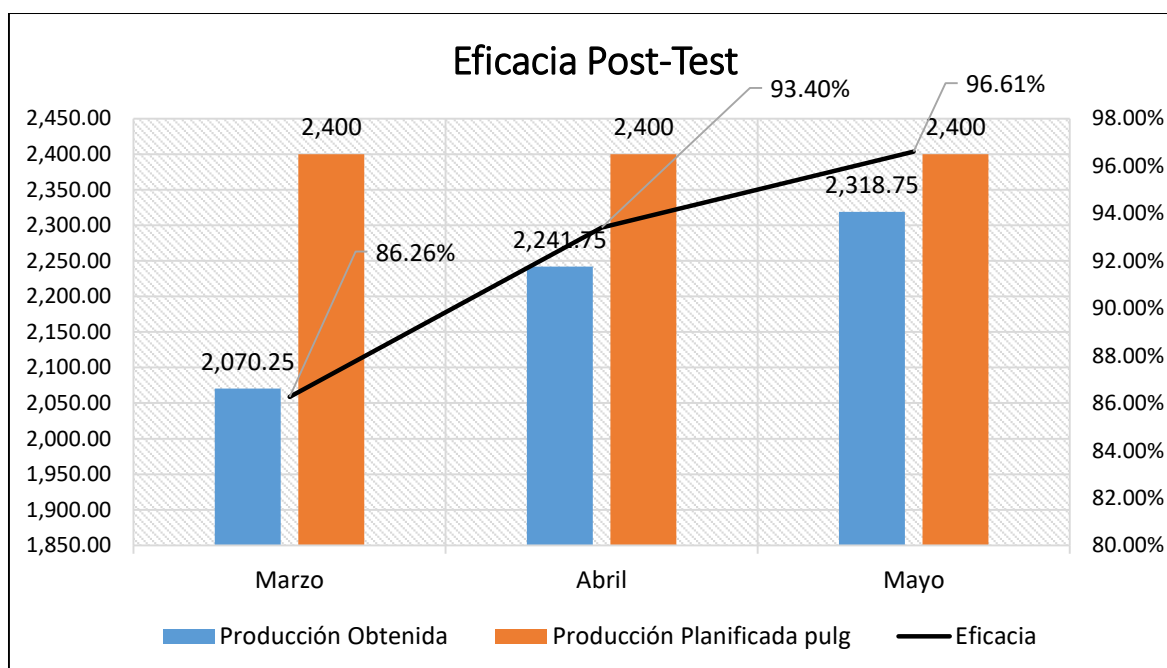
Consolidando la información obtenida se muestra la tabla 28 con la eficacia en los tres meses del Post Test:

**Tabla 40. Eficacia en meses de Post-Test**

| Ítem                               | Mes Post Test | Producción Obtenida | producción Planificada pulg | $Eficacia = \left( \frac{F_{efec\ tub}}{F_{plan\ tub}} \right) \times 100\%$ |
|------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|--|
| 1                                  | Marzo         | 2,070.25            | 2,400                       | 86.26 %  |
| 2                                  | Abril         | 2,241.75            | 2,400                       | 93.40 %  |
| 3                                  | Mayo          | 2,318.75            | 2,400                       | 96.61 %  |
| <b>Eficacia promedio Post Test</b> |               |                     |                             | <b>92.09 %</b>   |

Fuente: elaboración propia

En Tabla 40 se muestra que la eficacia tiene una tendencia ascendente durante los meses del Post-test debido a la implementación de la mejora del proceso, la eficacia promedio del Post-test es 92.09 %, en la figura 59 se muestra de forma gráfica la pendiente ascendente de la eficacia y el incremento de la producción, con ello tenemos resultado de una de las dimensiones de la variable dependiente.



**Figura 59. Tendencia de la eficacia en los meses de Post-Test.** Fuente elaboración propia

## Resultados de Variable Eficiencia

Después de implementar las mejoras en el proceso, reduciendo tiempos de espera, reducción de traslados, etc se muestra en figura 60 el diagrama de Actividades de una cuadrilla (DAP) donde se toman los tiempos en un día:

| DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE FABRICACION DE TUBERIAS PRE-TEST |   |   |   |                   |                       |                     |             |          |     |                |    |   |
|---|---|---|---|-------------------|-----------------------|---------------------|-------------|----------|-----|----------------|----|---|
| Montaje Electromecánico FCC                                 |   |   | Fecha de Post-Test                      |                   | 8/03/21               |                     | Actividades |          | QTY |                |    |   |
| Especialidad:   | PIPING (TUBERIA)                                      |   |   |                   |                       | OPERACIÓN           |             | 9        |     |                |    |   |
| Proyecto:   | PMRT  |   |   |                   |                       | TRANSPORTE          |             | 12       |     |                |    |   |
| Elaborado por:  | Nilton R Vega Diaz                                    |   |   |                   |                       | PAUSA               |             | 3        |     |                |    |   |
| Unid Operativa  | UNIDAD FCC  |   |   |                   |                       | INSPECCION          |             | 6        |     |                |    |   |
| Operario:   | cuadrilla 1   |   |   |                   |                       | ALMACEN             |             | 1        |     |                |    |   |
| Actividad Inicial:  | recepción de planos                                   |   | Actividad Final                         | tubería en acopio |                       | DISTANCIA TOTAL (m) |             | 550      |     |                |    |   |
|   |   |   |   |                   |                       | TIEMPO TOTAL (min)  |             | 4,037.04 |     |                |    |   |
| ítem  | operación   | descripción de Actividades  | Distancia                               | Tiempo            | símbolos de Actividad |                     |             |          |     | ¿Genera valor? |    |   |
|   |   |   | (metros)                                | (minutos)         | ○                     | ⇒                   | D           | □        | ▽   | SI             | NO |   |
| 1   | SSOMA   | charla de 5 minutos / coordinación de obra / tiempo llegada y salida          | 5                                       | 252               |                       |                     | ①           |          |     |                |    |   |
| 2   | Oficina Técnica                                       | recepción de planos para fabricación (patio a oficina construcción)           | 0                                       | 10                |                       |                     |             | ①        |     | ⊙              |    |   |
| 3   |   | revisión de planos (grado de complejidad)                                     | 0                                       | 20                |                       |                     |             | ①        |     |                | ⊙  |   |
| 4   |   | distribución de planos a zonas de trabajo                                     | 40                                      | 10                |                       |                     | ①           |          |     | ⊙              |    |   |
| 5   |   | distribución de planos a operarios  | 70                                      | 10                |                       |                     | ①           |          |     | ⊙              |    |   |
| 6   | Corte de tuberías                                     | desplazamiento a almacén de herramientas (operarios)                          | 60                                      | 20                |                       |                     | ①           |          |     |                |    | ⊙ |
| 7   |   | espera de despacho de herramientas  | 0                                       | 20                |                       |                     |             | ①        |     |                |    | ⊙ |
| 8   |   | desplazamiento a almacén de consumibles (discos, soldaduras, gases, epp, etc) | 30                                      | 30                |                       |                     | ①           |          |     |                |    | ⊙ |
| 9   |   | espera de despacho de consumibles   | 0                                       | 10                |                       |                     |             | ①        |     |                |    | ⊙ |
| 10  |   | desplazamiento a almacén de materiales accesorios-tuberías                    | 50                                      | 20                |                       |                     | ①           |          |     |                |    | ⊙ |
| 11  |   | espera de despacho de materiales  | 0                                       | 15                |                       |                     |             | ①        |     |                |    | ⊙ |
| 12  |   | desplazamiento a área de trabajo (taller)                                     | 100                                     | 20                |                       |                     | ①           |          |     |                |    | ⊙ |
| 13  |   | trazado de tuberías (medición de longitud)                                    | 0                                       | 900               |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |
| 14  |   | corte de tuberías   | 0                                       | 774.04            |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |
| 15  |   | armado de tuberías  | desplazamiento de tuberías a habilitado | 10                | 20                    |                     |             | ①        |     |                |    |   |
| 16  | habilitado (preparación de juntas de tuberías)        |   | 0                                       | 690               |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |
| 17  | limpieza de juntas de accesorios                      |   | 0                                       | 120               |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |
| 18  | PRE - armado de tuberías y accesorios                 |   | 0                                       | 433               |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |
| 19  | revisión de cotas (dimensiones) en planos isométricos |   | 0                                       | 30                |                       |                     |             |          | ①   |                | ⊙  |   |
| 20  | desplazamiento de tuberías a armado                   |   | 10                                      | 20                |                       |                     | ①           |          |     |                |    | ⊙ |
| 21  | apuntalado de tuberías (armado)                       |   | 0                                       | 320               |                       |                     | ①           |          |     |                | ⊙  |   |

Figura 60. Diagrama de actividades en etapa Post-Test.

Fuente: elaboración propia.






Continuación de Figura 60...

|              |                    |   |            |                 |                 |            |            |            |           |           |           |
|--------------|--------------------|---|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 22           | soldeo de tuberías | desplazamiento de tuberías a soldeo (etapa de soldadura)                  | 10         | 20              |                 | ①          |            |            |           |           | ©         |
| 23           |                    | tratamiento térmico (precalentamiento)                                    | 0          | 30              | ①               |            |            |            |           | ©         |           |
| 24           |                    | inspección de temperatura de junta  | 0          | 25              |                 |            |            | ①          |           | ©         |           |
| 25           |                    | soldeo de tuberías  | 0          | 320             | ①               |            |            |            |           | ©         |           |
| 26           |                    | inspección de dureza de junta   | 0          | 30              | ①               |            |            |            |           | ©         |           |
| 27           |                    | desplazamiento a área de soldeo inspector                                 | 50         | 20              |                 | ①          |            |            |           |           | ©         |
| 28           |                    | Control de calidad (sub Contrata) de uniones soldadas                     | 0          | 20              |                 |            |            | ①          |           | ©         |           |
| 29           |                    | desplazamiento a área de soldeo inspector                                 | 50         | 20              |                 | ①          |            |            |           |           | ©         |
| 30           |                    | Control de calidad (por parte del cliente) de uniones soldadas LIBERACION | 0          | 20              |                 |            |            | ①          |           | ©         |           |
| 31           |                    | traslado a frente de trabajo donde se montará                             | 70         | 20              |                 | ①          |            |            |           |           | ©         |
| 32           |                    | colocación de tuberías en acopio  | 0          | 20              |                 |            |            |            | ①         |           | ©         |
| <b>TOTAL</b> |                    |   | <b>550</b> | <b>4,640.04</b> | <b>3,968.04</b> | <b>230</b> | <b>297</b> | <b>125</b> | <b>20</b> | <b>16</b> | <b>15</b> |

**Figura 60.** Diagrama de actividades en etapa Post-Test.... Continuación Fuente: elaboración propia.

En la tabla 41 se muestra el resumen de los tiempos de las actividades del proceso detallados en el diagrama D.A.P.

**Tabla 41.** Resumen de actividades post test

| ACTIVIDADES  | MINUTOS         |
|--|-----------------|
| Transporte  | 230             |
| Pausa       | 297             |
| Inspección  | 125             |
| Almacén     | 20              |
| Operación   | 3,968.04        |
| <b>Total Minutos Disponibles</b>   | <b>4,640.04</b> |

Fuente: elaboración propia.

El total de minutos disponibles mostrados en la tabla 41 corresponde al tiempo de una cuadrilla de trabajo a este tiempo se le resta las actividades que no generan valor y con ello se logra medir la eficiencia diaria por cuadrilla, la distribución de

funciones de la misma se muestra en la tabla 42:

**Tabla 42.** *Distribución de funciones por cuadrillas con tiempos disponibles.*

| calificación            | Cuadrilla   | Qty  | H-H<br>Nominal | Minutos                         |          |
|-------------------------|-------------|------|----------------|---------------------------------|----------|
| operario                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| operario                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| operario                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| ayudante                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| ayudante                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| ayudante                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| ayudante                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| ayudante                | Cuadrilla 1 | 1    | 8              | 480                             |          |
| Soldador<br>wm01        | cuadrilla 1 | 0.33 | 2.667          | 160.02                          |          |
| Soldador<br>wm03        | cuadrilla 1 | 0.33 | 2.667          | 160.02                          |          |
| Total Horas Disponibles |             |      | 77.334         | Total<br>Minutos<br>disponibles | 4,640.04 |

Fuente: elaboración propia

Cada cuadrilla tiene 77.334 horas disponibles, en total son seis cuadrillas que nos da:  $77.334 \text{ horas} \times 6 \text{ cuadrillas} = 464.004 \text{ horas totales por día}$ , redondeando tenemos 464 horas disponibles, a continuación en la tabla 43, 44, 45, se muestran las horas efectivas de cada cuadrilla en los tres meses del Post-test desde el día uno hasta el último día de recolección de datos, también se muestran las eficiencias totales día por día.

**Tabla 43. Eficiencia diaria por cuadrillas mes marzo Post-test.**

| Horas Efectivas por Cuadrillas Post-Test (Eficiencia) |       |          |           |             |             |             |             |             |             | Eficiencia = $\left(\frac{\text{horas efectivas}}{\text{horas nominales}}\right) \times 100\%$ |                 |            |
|---|-------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-----------------|------------|
| Dia Post test   | Mes   | Semana   | Fecha     | Cuadrilla 1 | Cuadrilla 2 | Cuadrilla 3 | Cuadrilla 4 | Cuadrilla 5 | Cuadrilla 6 | Horas efectivas por día  | Horas Nominales | Eficiencia |
| Dia 1   | Marzo | semana 1 | 1/3/2022  | 60          | 60.5        | 61          | 60          | 59.5        | 60.5        | 361.5  | 464             | 77.91%     |
| Dia 2   | Marzo | semana 1 | 2/3/2022  | 61          | 60.5        | 60.7        | 61          | 60          | 61          | 364.2  | 464             | 78.49%     |
| Dia 3   | Marzo | semana 1 | 3/3/2022  | 62.2        | 63.7        | 61.3        | 61.2        | 60.5        | 61          | 369.9  | 464             | 79.72%     |
| Dia 4   | Marzo | semana 1 | 4/3/2022  | 61.5        | 63          | 61          | 62          | 61.4        | 61.5        | 370.4  | 464             | 79.83%     |
| Dia 5   | Marzo | semana 1 | 5/3/2022  | 62          | 60          | 60.6        | 61.8        | 61.6        | 61.5        | 367.5  | 464             | 79.20%     |
| Dia 6   | Marzo | semana 2 | 7/3/2022  | 63.7        | 61          | 60.8        | 61          | 63.6        | 60          | 370.1  | 464             | 79.76%     |
| Dia 7   | Marzo | semana 2 | 8/3/2022  | 62.8        | 59.5        | 61.8        | 61          | 64.4        | 59.8        | 369.3  | 464             | 79.59%     |
| Dia 8   | Marzo | semana 2 | 9/3/2022  | 64.5        | 60.9        | 61.4        | 61.7        | 64.3        | 59.5        | 372.3  | 464             | 80.24%     |
| Dia 9   | Marzo | semana 2 | 10/3/2022 | 63.8        | 60.5        | 61.8        | 61.7        | 64.8        | 59.5        | 372.1  | 464             | 80.19%     |
| Dia 10  | Marzo | semana 2 | 11/3/2022 | 63.7        | 60.5        | 61.5        | 61.5        | 64.4        | 59.8        | 371.4  | 464             | 80.04%     |
| Dia 11  | Marzo | semana 2 | 12/3/2022 | 64.9        | 61          | 61.8        | 61          | 64.9        | 60.8        | 374.4  | 464             | 80.69%     |
| Dia 12  | Marzo | semana 3 | 14/3/2022 | 62.5        | 60.9        | 60.5        | 61          | 62.8        | 59.5        | 367.2  | 464             | 79.14%     |
| Dia 13  | Marzo | semana 3 | 15/3/2022 | 62.6        | 60.9        | 60.5        | 62.3        | 62.3        | 60.9        | 369.5  | 464             | 79.63%     |
| Dia 14  | Marzo | semana 3 | 16/3/2022 | 63.9        | 61.1        | 60.5        | 61.5        | 62.9        | 61.3        | 371.2  | 464             | 80.00%     |
| Dia 15  | Marzo | semana 3 | 17/3/2022 | 63.3        | 61.6        | 61.6        | 61.3        | 63.3        | 61          | 372.1  | 464             | 80.19%     |
| Dia 16  | Marzo | semana 3 | 18/3/2022 | 62          | 60.9        | 61.3        | 61.3        | 63          | 61.3        | 369.8  | 464             | 79.70%     |
| Dia 17  | Marzo | semana 3 | 19/3/2022 | 63          | 61.9        | 61          | 61.3        | 63.6        | 61          | 371.8  | 464             | 80.13%     |
| Dia 18  | Marzo | semana 4 | 21/3/2022 | 62          | 61          | 61          | 61.3        | 64.2        | 60.7        | 370.2  | 464             | 79.78%     |
| Dia 19  | Marzo | semana 4 | 22/3/2022 | 63.8        | 60.6        | 61.6        | 61.6        | 63.7        | 61          | 372.3  | 464             | 80.24%     |
| Dia 20  | Marzo | semana 4 | 23/3/2022 | 63          | 60.9        | 61.3        | 61.3        | 65.2        | 61.3        | 373  | 464             | 80.39%     |
| Dia 21  | Marzo | semana 4 | 24/3/2022 | 62          | 61          | 61.3        | 61.8        | 64.9        | 61.4        | 372.4  | 464             | 80.26%     |
| Dia 22  | Marzo | semana 4 | 25/3/2022 | 62.9        | 60.8        | 61.3        | 61.6        | 63.7        | 60.5        | 370.8  | 464             | 79.91%     |
| Dia 23  | Marzo | semana 4 | 26/3/2022 | 64.3        | 60.5        | 61.1        | 61.7        | 63.7        | 60.5        | 371.8  | 464             | 80.13%     |
| Dia 24  | Marzo | semana 5 | 28/3/2022 | 60.3        | 61.9        | 60          | 61.8        | 59.6        | 59.2        | 362.8  | 464             | 78.19%     |
| Dia 25  | Marzo | semana 5 | 29/3/2022 | 61.8        | 61.8        | 60          | 62.1        | 61.2        | 60.7        | 367.6  | 464             | 79.22%     |
| Dia 26  | Marzo | semana 5 | 30/3/2022 | 60.3        | 61.8        | 62.2        | 61.6        | 62.6        | 61.5        | 370  | 464             | 79.74%     |
| Dia 27  | Marzo | semana 5 | 31/3/2022 | 61.9        | 61.5        | 61.3        | 61          | 60.4        | 61.7        | 367.8  | 464             | 79.27%     |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 44.** Eficiencia diaria por cuadrillas mes abril Post-test

| Día Post test | Mes   | Semana   | Fecha     | Cuadrilla 1 | Cuadrilla 2 | Cuadrilla 3 | Cuadrilla 4 | Cuadrilla 5 | Cuadrilla 6 | Horas efectivas por día | Horas Nominales | Eficiencia |
|---------------|-------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------|
| Día 28        | Abril | semana 5 | 1/4/2022  | 65.6        | 65.6        | 64.7        | 66.8        | 60.5        | 67.2        | 390.4                   | 464             | 84.14%     |
| Día 29        | Abril | semana 5 | 2/4/2022  | 65.6        | 66          | 64.8        | 65.9        | 60          | 67.2        | 389.5                   | 464             | 83.94%     |
| Día 30        | Abril | semana 6 | 4/4/2022  | 64.9        | 65.4        | 66          | 66.4        | 60.4        | 67.5        | 390.6                   | 464             | 84.18%     |
| Día 31        | Abril | semana 6 | 5/4/2022  | 65.3        | 65.5        | 67          | 66.4        | 60.9        | 67.5        | 392.6                   | 464             | 84.61%     |
| Día 32        | Abril | semana 6 | 6/4/2022  | 65.1        | 65.6        | 66.2        | 68.4        | 66.7        | 67          | 399                     | 464             | 85.99%     |
| Día 33        | Abril | semana 6 | 7/4/2022  | 65.6        | 65          | 65.5        | 67.1        | 60.9        | 67.5        | 391.6                   | 464             | 84.40%     |
| Día 34        | Abril | semana 6 | 8/4/2022  | 65.3        | 65          | 65.7        | 65.4        | 60.9        | 67.5        | 389.8                   | 464             | 84.01%     |
| Día 35        | Abril | semana 6 | 9/4/2022  | 65.3        | 66          | 66.2        | 67.8        | 62.9        | 67.5        | 395.7                   | 464             | 85.28%     |
| Día 36        | Abril | semana 7 | 11/4/2022 | 65.7        | 65.5        | 66.4        | 67.9        | 66.3        | 67.1        | 398.9                   | 464             | 85.97%     |
| Día 37        | Abril | semana 7 | 12/4/2022 | 66.2        | 65          | 65.9        | 67.9        | 66.3        | 67.1        | 398.4                   | 464             | 85.86%     |
| Día 38        | Abril | semana 7 | 13/4/2022 | 64.7        | 66          | 66.3        | 67.9        | 66.3        | 66.6        | 397.8                   | 464             | 85.73%     |
| Día 39        | Abril | semana 7 | 14/4/2022 | 65.9        | 65.5        | 65.8        | 67.9        | 66.3        | 67.1        | 398.5                   | 464             | 85.88%     |
| Día 40        | Abril | semana 7 | 15/4/2022 | 64.4        | 65.5        | 66.3        | 67.9        | 66.3        | 67.1        | 397.5                   | 464             | 85.67%     |
| Día 41        | Abril | semana 7 | 16/4/2022 | 65.4        | 65          | 66.3        | 67.9        | 66.3        | 67.1        | 398                     | 464             | 85.78%     |
| Día 42        | Abril | semana 8 | 18/4/2022 | 64.7        | 65.5        | 65.6        | 67.9        | 67.4        | 66.4        | 397.5                   | 464             | 85.67%     |

Fuente: elaboración propia



|        |       |          |           |      |      |      |      |      |      |       |     |        |
|--------|-------|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|--------|
| Dia 43 | Abril | semana 8 | 19/4/2022 | 65   | 65   | 65.6 | 67.9 | 67.4 | 66.4 | 397.3 | 464 | 85.63% |
| Dia 44 | Abril | semana 8 | 20/4/2022 | 64.7 | 65   | 66.1 | 67.9 | 66.7 | 66.4 | 396.8 | 464 | 85.52% |
| Dia 45 | Abril | semana 8 | 21/4/2022 | 65.3 | 65   | 65.6 | 67.9 | 67.4 | 66.4 | 397.6 | 464 | 85.69% |
| Dia 46 | Abril | semana 8 | 22/4/2022 | 65.9 | 65   | 65.6 | 67.9 | 67.4 | 66.4 | 398.2 | 464 | 85.82% |
| Dia 47 | Abril | semana 8 | 23/4/2022 | 65.5 | 65.4 | 65.1 | 67.9 | 67.4 | 66.4 | 397.7 | 464 | 85.71% |
| Dia 48 | Abril | semana 9 | 25/4/2022 | 64   | 66.1 | 65.9 | 66.7 | 67.6 | 67.6 | 397.9 | 464 | 85.75% |
| Dia 49 | Abril | semana 9 | 26/4/2022 | 63.5 | 65.6 | 66.1 | 66.7 | 67.6 | 67.4 | 396.9 | 464 | 85.54% |
| Dia 50 | Abril | semana 9 | 27/4/2022 | 64.2 | 65.4 | 65.9 | 66.7 | 67.6 | 67.6 | 397.4 | 464 | 85.65% |
| Dia 51 | Abril | semana 9 | 28/4/2022 | 64.5 | 65.4 | 65.9 | 66.7 | 67.6 | 67.4 | 397.5 | 464 | 85.67% |
| Dia 52 | Abril | semana 9 | 29/4/2022 | 64   | 65.4 | 65.9 | 66.7 | 67.6 | 67.6 | 397.2 | 464 | 85.60% |
| Dia 53 | Abril | semana 9 | 30/4/2022 | 64.5 | 65.6 | 66.1 | 66.7 | 67.6 | 67.4 | 397.9 | 464 | 85.75% |

**Tabla 45** Eficiencia diaria por cuadrillas de mes Mayo Post-test.

| Dia Post test | Mes  | Semana    | Fecha     | Cuadrilla 1 | Cuadrilla 2 | Cuadrilla 3 | Cuadrilla 4 | Cuadrilla 5 | Cuadrilla 6 | Horas efectivas por día | Horas Nominales | Eficiencia |
|---------------|------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------|
| Dia 54        | Mayo | semana 10 | 2/5/2022  | 67.6        | 67.6        | 69.9        | 63          | 70          | 69.3        | 407.4                   | 464             | 87.80%     |
| Dia 55        | Mayo | semana 10 | 3/5/2022  | 69.05       | 68.6        | 69.9        | 63          | 70          | 69.3        | 409.85                  | 464             | 88.33%     |
| Dia 56        | Mayo | semana 10 | 4/5/2022  | 68.7        | 68.8        | 69.9        | 63          | 70          | 69.3        | 409.7                   | 464             | 88.30%     |
| Dia 57        | Mayo | semana 10 | 5/5/2022  | 67.9        | 68.8        | 69.9        | 63          | 70          | 69.3        | 408.9                   | 464             | 88.13%     |
| Dia 58        | Mayo | semana 10 | 6/5/2022  | 68          | 68.8        | 69.9        | 63          | 70          | 69.3        | 409                     | 464             | 88.15%     |
| Dia 59        | Mayo | semana 10 | 7/5/2022  | 68          | 68.8        | 69.9        | 63          | 70.2        | 69.3        | 409.2                   | 464             | 88.19%     |
| Dia 60        | Mayo | semana 11 | 9/5/2022  | 67.9        | 69.2        | 69.9        | 70.3        | 70          | 70.2        | 417.5                   | 464             | 89.98%     |
| Dia 61        | Mayo | semana 11 | 10/5/2022 | 69.3        | 69.2        | 69.9        | 70.3        | 70          | 70.2        | 418.9                   | 464             | 90.28%     |
| Dia 62        | Mayo | semana 11 | 11/5/2022 | 69          | 69.3        | 69.9        | 70.3        | 70          | 70.2        | 418.7                   | 464             | 90.24%     |
| Dia 63        | Mayo | semana 11 | 12/5/2022 | 68.9        | 69.2        | 69.8        | 70.3        | 70          | 70.2        | 418.4                   | 464             | 90.17%     |
| Dia 64        | Mayo | semana 11 | 13/5/2022 | 68          | 69.9        | 69.9        | 70.3        | 70          | 70.2        | 418.3                   | 464             | 90.15%     |
| Dia 65        | Mayo | semana 11 | 14/5/2022 | 68          | 69.2        | 69.8        | 70.3        | 70          | 70.2        | 417.5                   | 464             | 89.98%     |
| Dia 66        | Mayo | semana 12 | 16/5/2022 | 68          | 68.8        | 70.6        | 70.3        | 70          | 71.3        | 419                     | 464             | 90.30%     |
| Dia 67        | Mayo | semana 12 | 17/5/2022 | 68          | 69.4        | 70.6        | 70.3        | 70          | 71.3        | 419.6                   | 464             | 90.43%     |
| Dia 68        | Mayo | semana 12 | 18/5/2022 | 68          | 68.9        | 70.6        | 70.3        | 70          | 71.3        | 419.1                   | 464             | 90.32%     |
| Dia 69        | Mayo | semana 12 | 19/5/2022 | 68          | 69.4        | 70.6        | 70.4        | 70          | 71.2        | 419.6                   | 464             | 90.43%     |

|        |      |           |           |      |      |      |      |      |      |       |     |        |
|--------|------|-----------|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|--------|
| Día 70 | Mayo | semana 12 | 20/5/2022 | 68   | 69.2 | 70.6 | 70.3 | 70   | 71.3 | 419.4 | 464 | 90.39% |
| Día 71 | Mayo | semana 12 | 21/5/2022 | 68   | 68.8 | 70.6 | 70.3 | 70   | 71.3 | 419   | 464 | 90.30% |
| Día 72 | Mayo | semana 13 | 23/5/2022 | 68.2 | 69.7 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.3 | 464 | 91.23% |
| Día 73 | Mayo | semana 13 | 24/5/2022 | 68.2 | 69.7 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.3 | 464 | 91.23% |
| Día 74 | Mayo | semana 13 | 25/5/2022 | 68.2 | 69.7 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.3 | 464 | 91.23% |
| Día 75 | Mayo | semana 13 | 26/5/2022 | 68.6 | 69.8 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.8 | 464 | 91.34% |
| Día 76 | Mayo | semana 13 | 27/5/2022 | 68.8 | 69.7 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.9 | 464 | 91.36% |
| Día 77 | Mayo | semana 13 | 28/5/2022 | 68.8 | 69.7 | 70.6 | 71.9 | 71.2 | 71.7 | 423.9 | 464 | 91.36% |
| Día 78 | Mayo | semana 14 | 30/5/2022 | 68.8 | 69.7 | 70.6 | 71.8 | 71.9 | 71.4 | 424.2 | 464 | 91.42% |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 46 Consolidado eficiencia diaria por cuadrillas de mes Mayo Post-test.**

| Dia de Post test | Mes   | Fecha     | Eficiencia | Dia de Post test | Mes   | Fecha     | Eficiencia |
|------------------|-------|-----------|------------|------------------|-------|-----------|------------|
| Dia 1            | Marzo | 1/3/2022  | 77.91%     | Dia 41           | Abril | 16/4/2022 | 85.78%     |
| Dia 2            | Marzo | 2/3/2022  | 78.49%     | Dia 42           | Abril | 18/4/2022 | 85.67%     |
| Dia 3            | Marzo | 3/3/2022  | 79.72%     | Dia 43           | Abril | 19/4/2022 | 85.63%     |
| Dia 4            | Marzo | 4/3/2022  | 79.83%     | Dia 44           | Abril | 20/4/2022 | 85.52%     |
| Dia 5            | Marzo | 5/3/2022  | 79.20%     | Dia 45           | Abril | 21/4/2022 | 85.69%     |
| Dia 6            | Marzo | 7/3/2022  | 79.76%     | Dia 46           | Abril | 22/4/2022 | 85.82%     |
| Dia 7            | Marzo | 8/3/2022  | 79.59%     | Dia 47           | Abril | 23/4/2022 | 85.71%     |
| Dia 8            | Marzo | 9/3/2022  | 80.24%     | Dia 48           | Abril | 25/4/2022 | 85.75%     |
| Dia 9            | Marzo | 10/3/2022 | 80.19%     | Dia 49           | Abril | 26/4/2022 | 85.54%     |
| Dia 10           | Marzo | 11/3/2022 | 80.04%     | Dia 50           | Abril | 27/4/2022 | 85.65%     |
| Dia 11           | Marzo | 12/3/2022 | 80.69%     | Dia 51           | Abril | 28/4/2022 | 85.67%     |
| Dia 12           | Marzo | 14/3/2022 | 79.14%     | Dia 52           | Abril | 29/4/2022 | 85.60%     |
| Dia 13           | Marzo | 15/3/2022 | 79.63%     | Dia 53           | Abril | 30/4/2022 | 85.75%     |
| Dia 14           | Marzo | 16/3/2022 | 80.00%     | Dia 54           | Mayo  | 2/5/2022  | 87.84%     |
| Dia 15           | Marzo | 17/3/2022 | 80.19%     | Dia 55           | Mayo  | 3/5/2022  | 88.37%     |
| Dia 16           | Marzo | 18/3/2022 | 79.70%     | Dia 56           | Mayo  | 4/5/2022  | 88.34%     |
| Dia 17           | Marzo | 19/3/2022 | 80.13%     | Dia 57           | Mayo  | 5/5/2022  | 88.17%     |
| Dia 18           | Marzo | 21/3/2022 | 79.78%     | Dia 58           | Mayo  | 6/5/2022  | 88.19%     |
| Dia 19           | Marzo | 22/3/2022 | 80.24%     | Dia 59           | Mayo  | 7/5/2022  | 88.23%     |
| Dia 20           | Marzo | 23/3/2022 | 80.39%     | Dia 60           | Mayo  | 9/5/2022  | 89.98%     |
| Dia 21           | Marzo | 24/3/2022 | 80.26%     | Dia 61           | Mayo  | 10/5/2022 | 90.28%     |
| Dia 22           | Marzo | 25/3/2022 | 79.91%     | Dia 62           | Mayo  | 11/5/2022 | 90.24%     |
| Dia 23           | Marzo | 26/3/2022 | 80.13%     | Dia 63           | Mayo  | 12/5/2022 | 90.17%     |
| Dia 24           | Marzo | 28/3/2022 | 78.19%     | Dia 64           | Mayo  | 13/5/2022 | 90.15%     |
| Dia 25           | Marzo | 29/3/2022 | 79.22%     | Dia 65           | Mayo  | 14/5/2022 | 89.98%     |
| Dia 26           | Marzo | 30/3/2022 | 79.74%     | Dia 66           | Mayo  | 16/5/2022 | 90.30%     |
| Dia 27           | Marzo | 31/3/2022 | 79.27%     | Dia 67           | Mayo  | 17/5/2022 | 90.43%     |
| Dia 28           | Abril | 1/4/2022  | 84.14%     | Dia 68           | Mayo  | 18/5/2022 | 90.32%     |
| Dia 29           | Abril | 2/4/2022  | 83.94%     | Dia 69           | Mayo  | 19/5/2022 | 90.43%     |
| Dia 30           | Abril | 4/4/2022  | 84.18%     | Dia 70           | Mayo  | 20/5/2022 | 90.39%     |
| Dia 31           | Abril | 5/4/2022  | 84.61%     | Dia 71           | Mayo  | 21/5/2022 | 90.30%     |
| Dia 32           | Abril | 6/4/2022  | 85.99%     | Dia 72           | Mayo  | 23/5/2022 | 91.23%     |
| Dia 33           | Abril | 7/4/2022  | 84.40%     | Dia 73           | Mayo  | 24/5/2022 | 91.23%     |
| Dia 34           | Abril | 8/4/2022  | 84.01%     | Dia 74           | Mayo  | 25/5/2022 | 91.23%     |
| Dia 35           | Abril | 9/4/2022  | 85.28%     | Dia 75           | Mayo  | 26/5/2022 | 91.34%     |
| Dia 36           | Abril | 11/4/2022 | 85.97%     | Dia 76           | Mayo  | 27/5/2022 | 91.36%     |
| Dia 37           | Abril | 12/4/2022 | 85.86%     | Dia 77           | Mayo  | 28/5/2022 | 91.36%     |
| Dia 38           | Abril | 13/4/2022 | 85.73%     | Dia 78           | Mayo  | 30/5/2022 | 91.42%     |
| Dia 39           | Abril | 14/4/2022 | 85.88%     | Dia 79           | Mayo  | 31/5/2022 | 91.42%     |

Fuente: elaboración propia.

Se muestra tabla 46 con el consolidado de la eficiencia diaria en el post test.

Como se muestra en las tablas 43, 44 y 45 las eficiencias tienen un incremento sostenido en los tres meses del Post test, a continuación se muestra la figura 61 donde se ve la eficiencia diaria en el mes de Marzo, en promedio la eficiencia del mismo es: 79.68 %, se evidencia una irregularidad en la tendencia con caídas e incrementos de eficiencia.

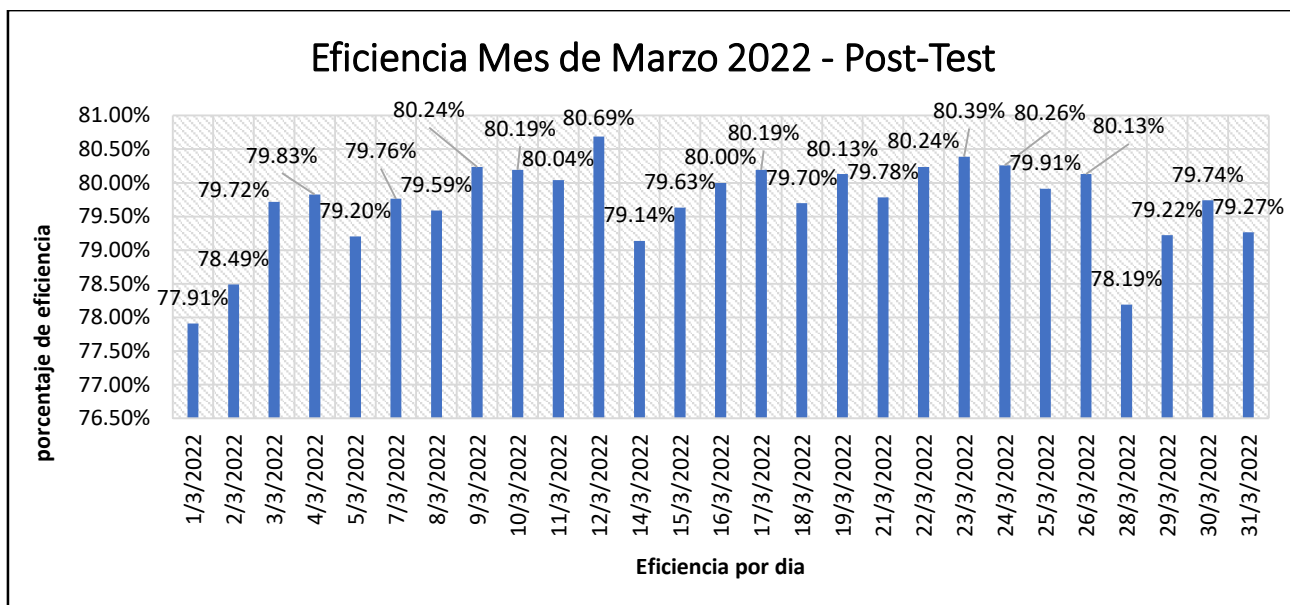


Figura 61. Eficiencia mes de marzo Post-test

fuelle: elaboración propia.

En la figura 62 se muestra la eficiencia diaria en el mes de abril (segundo mes de Post Test) se nota un incremento diario de la eficiencia, con un promedio mensual de 85.36 % y la tendencia esta casi uniformizada.

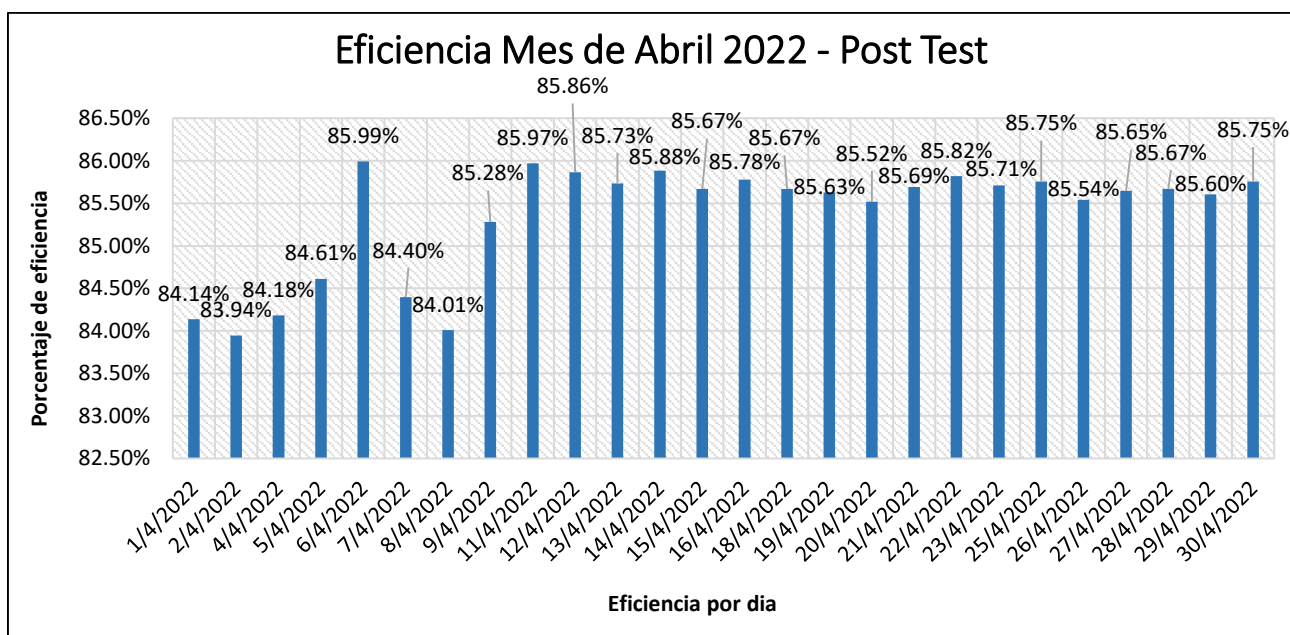


Figura 62. Eficiencia mes de Abril Post-test.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 63 se muestra la estadística de barras de la eficiencia en el mes de mayo donde se ve un incremento sostenido de la misma a partir de la primera semana, el promedio de la eficiencia mensual está en el rango del 90.10 %.

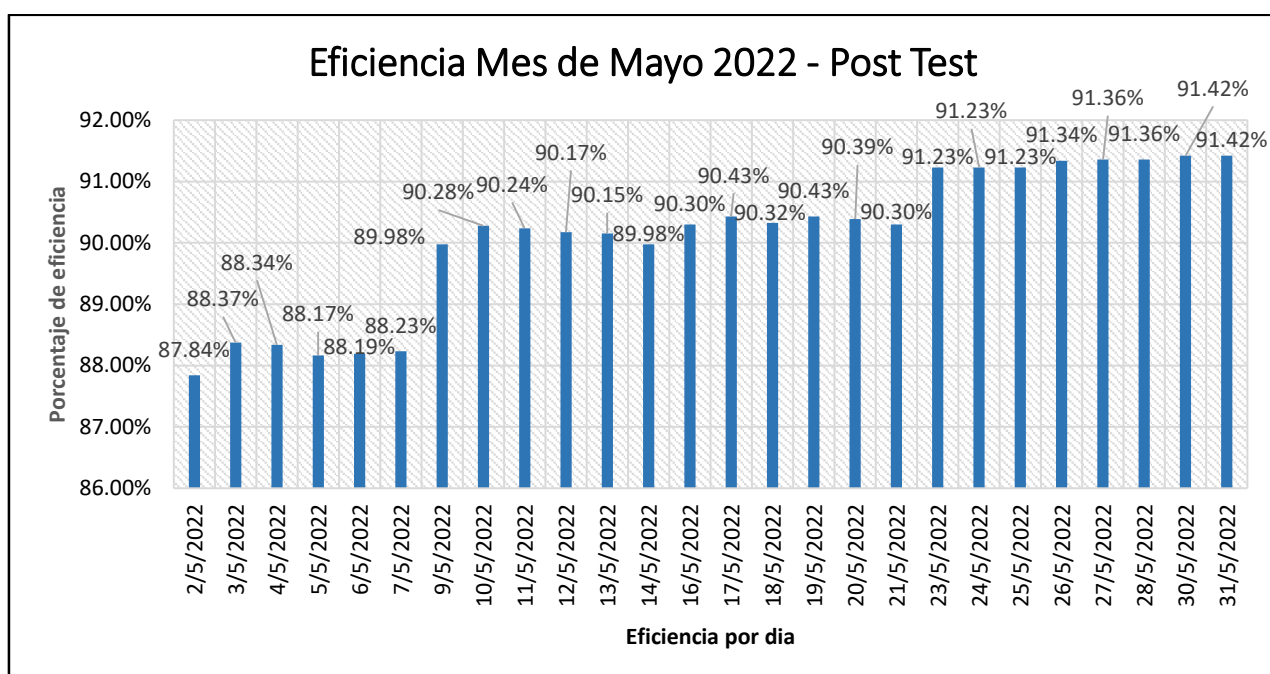


Figura 63. Eficiencia mes de Mayo Post-test.

Fuente: elaboración propia.

A continuación en la tabla 47 se muestra el resumen consolidado de las eficiencias de los tres meses del Post-Test:

Tabla 47. Resumen de eficiencia en Pre-Test.

| Ítem                         | Mes Post Test | Horas efectivas mensual | Horas Nominales mensual | $Eficiencia = \left( \frac{\text{horas efectivas}}{\text{horas nominales}} \right) \times 100\%$ |
|------------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|--|
| 1                            | Marzo         | 9,983.40                | 12,528                  | 79.69%   |
| 2                            | Abril         | 10,298.20               | 12,064                  | 85.36%   |
| 3                            | Mayo          | 10870.15                | 12,064                  | 90.10%   |
| Eficiencia Promedio Pre-test |               |                         |                         | 85.05 %  |

Fuente: elaboración propia

En tabla 47 se muestra un incremento sostenido de la eficiencia, resultado de la implementación del ciclo PHVA, a continuación se muestra la figura 64 donde se muestra visualmente la variación hacia el aumento de la eficiencia.

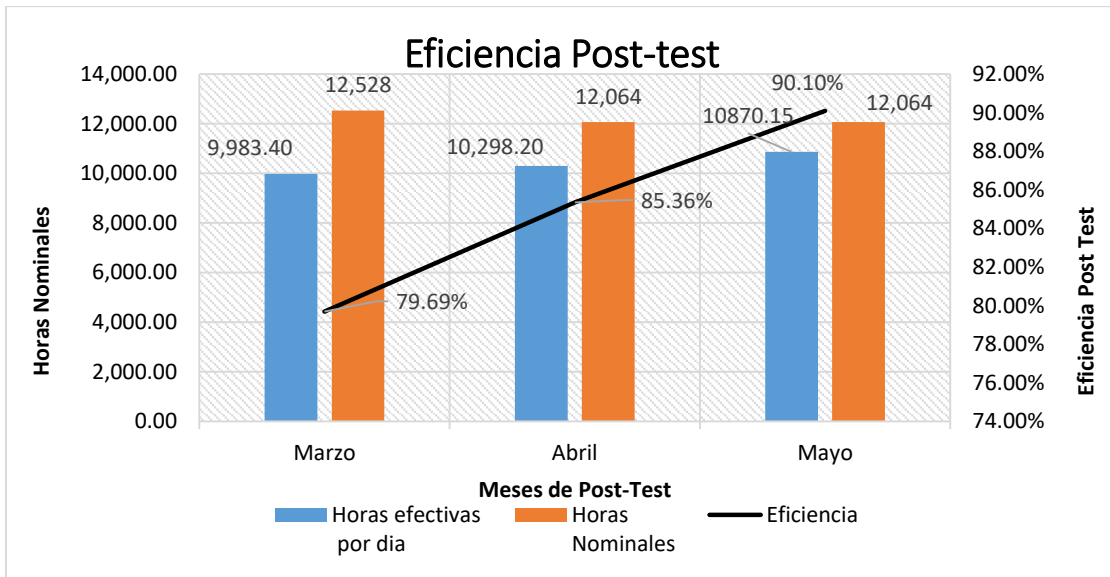


Figura 64. Eficiencia Post-Test.

Fuente: elaboración propia

al finalizar el tercer mes del Post-test se hizo un corte para la recopilación de datos la eficiencia promedio del Post-test es 85.05%, pero el proceso sigue funcionando con la metodología ya que el concepto de la misma es la mejora continua.

Resultados de Variable Dependiente: Productividad

Para Obtener la Productividad del proceso después de la implantación del ciclo PHVA se usó la siguiente formula:

$$Productividad = eficiencia \times eficacia$$

Se obtuvo la productividad operando la formula diariamente, para ello se muestra la tabla 48 donde se detalla la productividad día por día con relación a la eficiencia y la eficacia ya obtenidas anteriormente.

**Tabla 48. Productividad de Post test**

| Dia de Post test | Mes   | Fecha     | EFICIENCIA              |                 |            | EFICACIA                              |                  |          | PRODUCTIVIDAD |
|------------------|-------|-----------|-------------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|------------------|----------|---------------|
|                  |       |           | Horas efectivas por día | Horas Nominales | Eficiencia | Juntas Tuberías Diarias por cuadrilla | Juntas Nominales | Eficacia |               |
| Dia 1            | Marzo | 1/3/2022  | 361.5                   | 464             | 77.91%     | 78.75                                 | 91.14            | 86.41%   | 67.32%        |
| Dia 2            | Marzo | 2/3/2022  | 364.2                   | 464             | 78.49%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 65.67%        |
| Dia 3            | Marzo | 3/3/2022  | 369.9                   | 464             | 79.72%     | 77.25                                 | 91.14            | 84.76%   | 67.57%        |
| Dia 4            | Marzo | 4/3/2022  | 370.4                   | 464             | 79.83%     | 79                                    | 91.14            | 86.68%   | 69.19%        |
| Dia 5            | Marzo | 5/3/2022  | 367.5                   | 464             | 79.20%     | 75.5                                  | 91.14            | 82.84%   | 65.61%        |
| Dia 6            | Marzo | 7/3/2022  | 370.1                   | 464             | 79.76%     | 79.5                                  | 91.14            | 87.23%   | 69.58%        |
| Dia 7            | Marzo | 8/3/2022  | 369.3                   | 464             | 79.59%     | 77.25                                 | 91.14            | 84.76%   | 67.46%        |
| Dia 8            | Marzo | 9/3/2022  | 372.3                   | 464             | 80.24%     | 76                                    | 91.14            | 83.39%   | 66.91%        |
| Dia 9            | Marzo | 10/3/2022 | 372.1                   | 464             | 80.19%     | 78.5                                  | 91.14            | 86.13%   | 69.07%        |
| Dia 10           | Marzo | 11/3/2022 | 371.4                   | 464             | 80.04%     | 77.5                                  | 91.14            | 85.03%   | 68.06%        |
| Dia 11           | Marzo | 12/3/2022 | 374.4                   | 464             | 80.69%     | 74.5                                  | 91.14            | 81.74%   | 65.96%        |
| Dia 12           | Marzo | 14/3/2022 | 367.2                   | 464             | 79.14%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 66.21%        |
| Dia 13           | Marzo | 15/3/2022 | 369.5                   | 464             | 79.63%     | 78.25                                 | 91.14            | 85.86%   | 68.37%        |
| Dia 14           | Marzo | 16/3/2022 | 371.2                   | 464             | 80.00%     | 77.75                                 | 91.14            | 85.31%   | 68.25%        |
| Dia 15           | Marzo | 17/3/2022 | 372.1                   | 464             | 80.19%     | 74                                    | 91.14            | 81.19%   | 65.11%        |
| Dia 16           | Marzo | 18/3/2022 | 369.8                   | 464             | 79.70%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 66.68%        |
| Dia 17           | Marzo | 19/3/2022 | 371.8                   | 464             | 80.13%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 67.04%        |
| Dia 18           | Marzo | 21/3/2022 | 370.2                   | 464             | 79.78%     | 75.75                                 | 91.14            | 83.11%   | 66.31%        |
| Dia 19           | Marzo | 22/3/2022 | 372.3                   | 464             | 80.24%     | 75.75                                 | 91.14            | 83.11%   | 66.69%        |
| Dia 20           | Marzo | 23/3/2022 | 373                     | 464             | 80.39%     | 78                                    | 91.14            | 85.58%   | 68.80%        |
| Dia 21           | Marzo | 24/3/2022 | 372.4                   | 464             | 80.26%     | 75.75                                 | 91.14            | 83.11%   | 66.71%        |
| Dia 22           | Marzo | 25/3/2022 | 370.8                   | 464             | 79.91%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 66.86%        |
| Dia 23           | Marzo | 26/3/2022 | 371.8                   | 464             | 80.13%     | 73.75                                 | 91.14            | 80.92%   | 64.84%        |
| Dia 24           | Marzo | 28/3/2022 | 362.8                   | 464             | 78.19%     | 76.25                                 | 91.14            | 83.66%   | 65.42%        |
| Dia 25           | Marzo | 29/3/2022 | 367.6                   | 464             | 79.22%     | 79                                    | 91.14            | 86.68%   | 68.67%        |
| Dia 26           | Marzo | 30/3/2022 | 370                     | 464             | 79.74%     | 77.75                                 | 91.14            | 85.31%   | 68.03%        |
| Dia 27           | Marzo | 31/3/2022 | 367.8                   | 464             | 79.27%     | 73.25                                 | 91.14            | 80.37%   | 63.71%        |
| Dia 28           | Abril | 1/4/2022  | 390.4                   | 464             | 84.14%     | 86.75                                 | 91.14            | 95.18%   | 80.09%        |
| Dia 29           | Abril | 2/4/2022  | 389.5                   | 464             | 83.94%     | 88.5                                  | 91.14            | 97.10%   | 81.51%        |
| Dia 30           | Abril | 4/4/2022  | 390.6                   | 464             | 84.18%     | 89.5                                  | 91.14            | 98.20%   | 82.67%        |
| Dia 31           | Abril | 5/4/2022  | 392.6                   | 464             | 84.61%     | 86.25                                 | 91.14            | 94.63%   | 80.07%        |
| Dia 32           | Abril | 6/4/2022  | 399                     | 464             | 85.99%     | 85.25                                 | 91.14            | 93.54%   | 80.43%        |
| Dia 33           | Abril | 7/4/2022  | 391.6                   | 464             | 84.40%     | 84.25                                 | 91.14            | 92.44%   | 78.02%        |
| Dia 34           | Abril | 8/4/2022  | 389.8                   | 464             | 84.01%     | 87.5                                  | 91.14            | 96.01%   | 80.65%        |
| Dia 35           | Abril | 9/4/2022  | 395.7                   | 464             | 85.28%     | 88.25                                 | 91.14            | 96.83%   | 82.58%        |
| Dia 36           | Abril | 11/4/2022 | 398.9                   | 464             | 85.97%     | 83.25                                 | 91.14            | 91.34%   | 78.53%        |
| Dia 37           | Abril | 12/4/2022 | 398.4                   | 464             | 85.86%     | 85.25                                 | 91.14            | 93.54%   | 80.31%        |
| Dia 38           | Abril | 13/4/2022 | 397.8                   | 464             | 85.73%     | 87.25                                 | 91.14            | 95.73%   | 82.07%        |
| Dia 39           | Abril | 14/4/2022 | 398.5                   | 464             | 85.88%     | 84.75                                 | 91.14            | 92.99%   | 79.86%        |
| Dia 40           | Abril | 15/4/2022 | 397.5                   | 464             | 85.67%     | 84                                    | 91.14            | 92.17%   | 78.96%        |
| Dia 41           | Abril | 16/4/2022 | 398                     | 464             | 85.78%     | 86.75                                 | 91.14            | 95.18%   | 81.64%        |

Fuente: elaboración propia



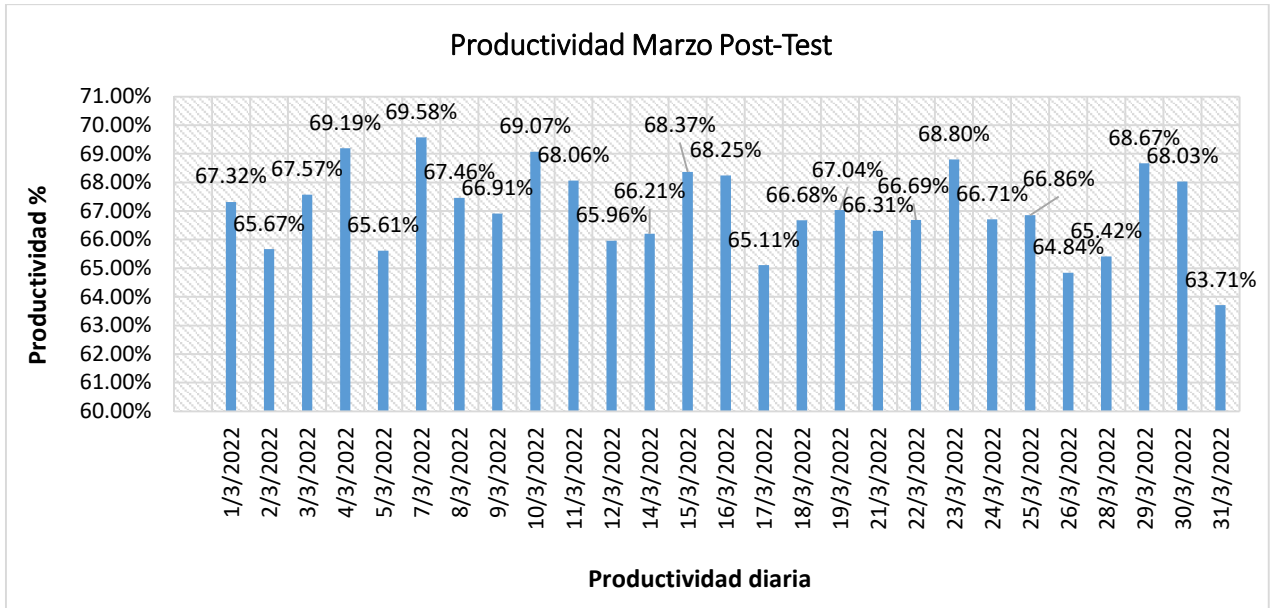
**Tabla 48. Productividad de Post test ... continuación**

| Dia de Post test | Mes   | Fecha     | EFICIENCIA              |                 |            | EFICACIA                              |                  |          | PRODUCTIVIDAD |
|------------------|-------|-----------|-------------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|------------------|----------|---------------|
|                  |       |           | Horas efectivas por día | Horas Nominales | Eficiencia | Juntas Tuberías Diarias por cuadrilla | Juntas Nominales | Eficacia |               |
| Dia 42           | Abril | 18/4/2022 | 397.5                   | 464             | 85.67%     | 86.25                                 | 91.14            | 94.63%   | 81.07%        |
| Dia 43           | Abril | 19/4/2022 | 397.3                   | 464             | 85.63%     | 84                                    | 91.14            | 92.17%   | 78.92%        |
| Dia 44           | Abril | 20/4/2022 | 396.8                   | 464             | 85.52%     | 86.25                                 | 91.14            | 94.63%   | 80.93%        |
| Dia 45           | Abril | 21/4/2022 | 397.6                   | 464             | 85.69%     | 84                                    | 91.14            | 92.17%   | 78.98%        |
| Dia 46           | Abril | 22/4/2022 | 398.2                   | 464             | 85.82%     | 88                                    | 91.14            | 96.55%   | 82.86%        |
| Dia 47           | Abril | 23/4/2022 | 397.7                   | 464             | 85.71%     | 90                                    | 91.14            | 98.75%   | 84.64%        |
| Dia 48           | Abril | 25/4/2022 | 397.9                   | 464             | 85.75%     | 88                                    | 91.14            | 96.55%   | 82.80%        |
| Dia 49           | Abril | 26/4/2022 | 396.9                   | 464             | 85.54%     | 83                                    | 91.14            | 91.07%   | 77.90%        |
| Dia 50           | Abril | 27/4/2022 | 397.4                   | 464             | 85.65%     | 84.75                                 | 91.14            | 92.99%   | 79.64%        |
| Dia 51           | Abril | 28/4/2022 | 397.5                   | 464             | 85.67%     | 84.5                                  | 91.14            | 92.71%   | 79.43%        |
| Dia 52           | Abril | 29/4/2022 | 397.2                   | 464             | 85.60%     | 86.75                                 | 91.14            | 95.18%   | 81.48%        |
| Dia 53           | Abril | 30/4/2022 | 397.9                   | 464             | 85.75%     | 88.75                                 | 91.14            | 97.38%   | 83.51%        |
| Dia 54           | Mayo  | 2/5/2022  | 407.6                   | 464             | 87.84%     | 88.5                                  | 91.14            | 97.10%   | 85.30%        |
| Dia 55           | Mayo  | 3/5/2022  | 410.05                  | 464             | 88.37%     | 89                                    | 91.14            | 97.65%   | 86.30%        |
| Dia 56           | Mayo  | 4/5/2022  | 409.9                   | 464             | 88.34%     | 89                                    | 91.14            | 97.65%   | 86.27%        |
| Dia 57           | Mayo  | 5/5/2022  | 409.1                   | 464             | 88.17%     | 90.75                                 | 91.14            | 99.57%   | 87.79%        |
| Dia 58           | Mayo  | 6/5/2022  | 409.2                   | 464             | 88.19%     | 91                                    | 91.14            | 99.85%   | 88.05%        |
| Dia 59           | Mayo  | 7/5/2022  | 409.4                   | 464             | 88.23%     | 90.5                                  | 91.14            | 99.30%   | 87.61%        |
| Dia 60           | Mayo  | 9/5/2022  | 417.5                   | 464             | 89.98%     | 87.75                                 | 91.14            | 96.28%   | 86.63%        |
| Dia 61           | Mayo  | 10/5/2022 | 418.9                   | 464             | 90.28%     | 90                                    | 91.14            | 98.75%   | 89.15%        |
| Dia 62           | Mayo  | 11/5/2022 | 418.7                   | 464             | 90.24%     | 89.75                                 | 91.14            | 98.47%   | 88.86%        |

|                                  |      |           |       |     |        |       |       |         |        |
|----------------------------------|------|-----------|-------|-----|--------|-------|-------|---------|--------|
| Día 63                           | Mayo | 12/5/2022 | 418.4 | 464 | 90.17% | 89    | 91.14 | 97.65%  | 88.06% |
| Día 64                           | Mayo | 13/5/2022 | 418.3 | 464 | 90.15% | 89.25 | 91.14 | 97.93%  | 88.28% |
| Día 65                           | Mayo | 14/5/2022 | 417.5 | 464 | 89.98% | 89.75 | 91.14 | 98.47%  | 88.61% |
| Día 66                           | Mayo | 16/5/2022 | 419   | 464 | 90.30% | 85.5  | 91.14 | 93.81%  | 84.71% |
| Día 67                           | Mayo | 17/5/2022 | 419.6 | 464 | 90.43% | 86.5  | 91.14 | 94.91%  | 85.83% |
| Día 68                           | Mayo | 18/5/2022 | 419.1 | 464 | 90.32% | 88.5  | 91.14 | 97.10%  | 87.71% |
| Día 69                           | Mayo | 19/5/2022 | 419.6 | 464 | 90.43% | 88.5  | 91.14 | 97.10%  | 87.81% |
| Día 70                           | Mayo | 20/5/2022 | 419.4 | 464 | 90.39% | 88.25 | 91.14 | 96.83%  | 87.52% |
| Día 71                           | Mayo | 21/5/2022 | 419   | 464 | 90.30% | 92.5  | 91.14 | 101.49% | 91.65% |
| Día 72                           | Mayo | 23/5/2022 | 423.3 | 464 | 91.23% | 90.25 | 91.14 | 99.02%  | 90.34% |
| Día 73                           | Mayo | 24/5/2022 | 423.3 | 464 | 91.23% | 89    | 91.14 | 97.65%  | 89.09% |
| Día 74                           | Mayo | 25/5/2022 | 423.3 | 464 | 91.23% | 89.25 | 91.14 | 97.93%  | 89.34% |
| Día 75                           | Mayo | 26/5/2022 | 423.8 | 464 | 91.34% | 92.25 | 91.14 | 101.22% | 92.45% |
| Día 76                           | Mayo | 27/5/2022 | 423.9 | 464 | 91.36% | 88.25 | 91.14 | 96.83%  | 88.46% |
| Día 77                           | Mayo | 28/5/2022 | 423.9 | 464 | 91.36% | 89.25 | 91.14 | 97.93%  | 89.46% |
| Día 78                           | Mayo | 30/5/2022 | 424.2 | 464 | 91.42% | 89.25 | 91.14 | 97.93%  | 89.53% |
| Productividad Promedio Post-Test |      |           |       |     |        |       |       |         | 78.51% |

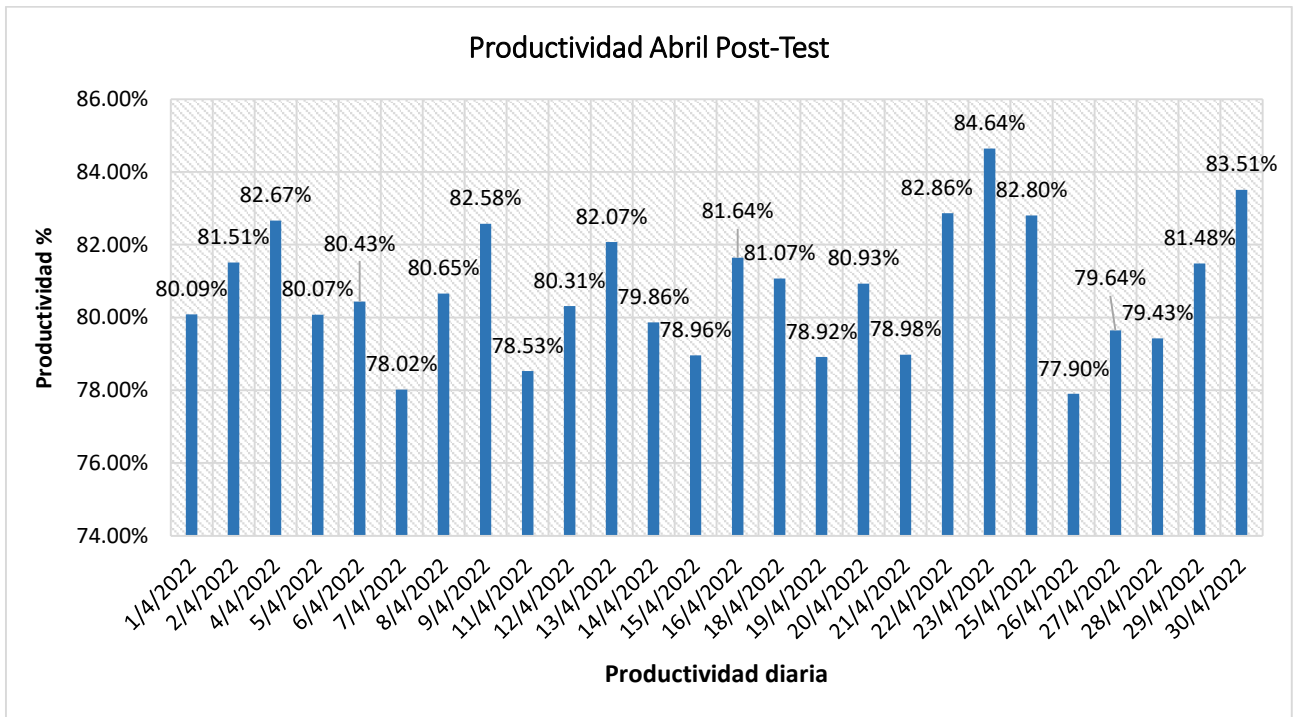
Fuente: elaboración propia.

La productividad promedio en el Post Test obtenida es 78.51 %, para ver el desempeño mensual de la productividad se muestran en las siguientes figuras:



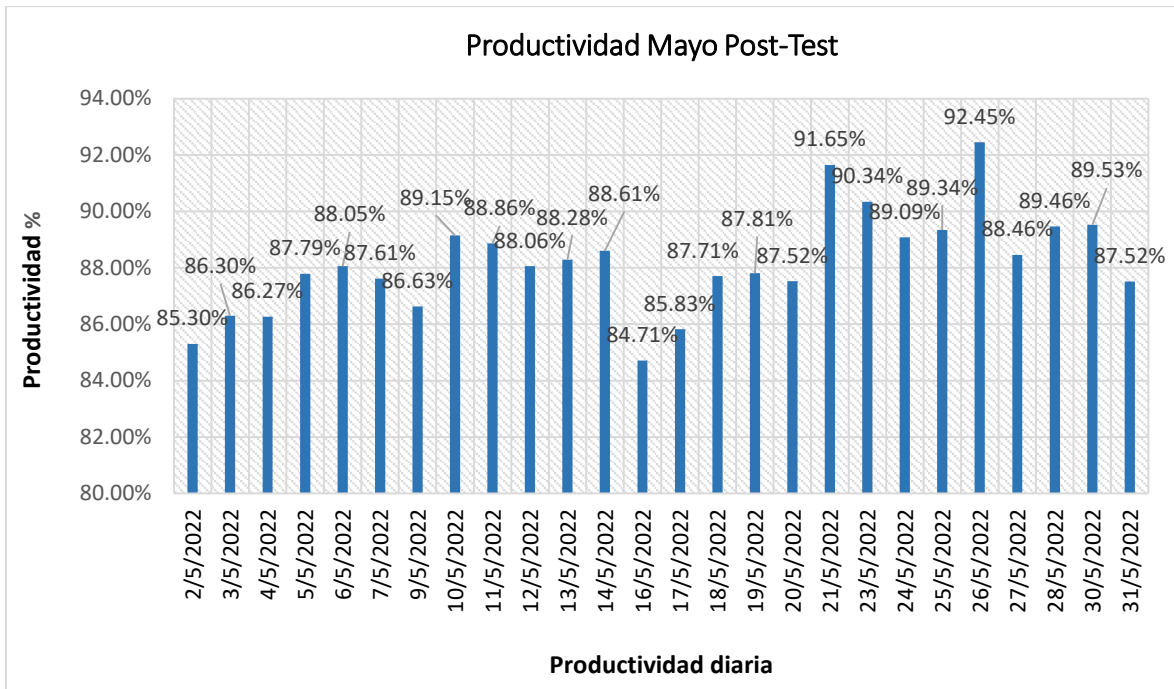
**Figura 65.** Productividad diaria en el mes de Marzo Post-test. Fuente: elaboración propia.

Como se ve en la figura 65 la productividad en el mes de marzo tiene picos de incrementos, el promedio de la Productividad en ese periodo fue: 67.04%



**Figura 66.** Productividad diaria en el mes de Abril Post-test. Fuente: elaboración propia.

Se muestra en la figura 66 la productividad en el mes de abril el rango se ha incrementado y el promedio de la Productividad mensual fue: 80.75% se ve una gran diferencia con respecto al mes anterior, diferencia de casi 13 % de incremento.



**Figura 67.** Productividad diaria en el mes de Mayo Post-test.

Fuente: elaboración propia

Se muestra en la figura 67 la productividad en el mes de Mayo en este periodo se nota un incremento del indicador, la productividad en el mes fue: 88.17 %, esta cifra es casi 8% más con referencia a la productividad del mes de abril.

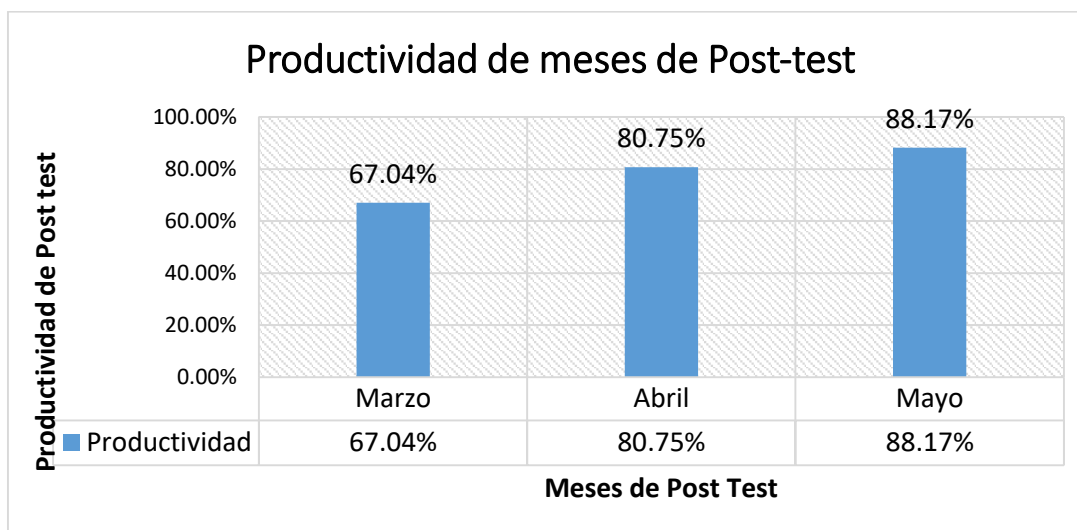
En la tabla 49 se muestra la productividad promedio por cada mes para constatar los incrementos y ver por separado el desempeño unitario por mes, ya que el promedio del Post test es 78.51 % pero los dos últimos meses del Post test tienen una productividad superior al promedio.

**Tabla 49:** Productividad promedio mensual Post-test

| ítem                   | Meses de post Test | Productividad |
|------------------------|--------------------|---------------|
| 1                      | Marzo              | 67.04 %       |
| 2                      | Abril              | 80.75 %       |
| 3                      | Mayo               | 88.17 %       |
| Productividad promedio |                    | 78.51 %       |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 68 se muestra la productividad mensual con el promedio por cada mes.



**Figura 68.** Productividad de meses de Post-test. Fuente: elaboración propia

#### Análisis económico

En este apartado se muestra el costo de la implementación de la nueva metodología del proceso así como el beneficio económico en función a la comparación de la producción entre el Pre test y el Post test.

#### Costo de la Implementación de la nueva metodología de mejora

A continuación en la tabla 50 se muestra el costo de la implementación detallado por partidas.

**Tabla 50. Costos de Implementación de metodología de mejora.**

| ítem  | Partida económica                  | Descripción                                  | Und de medida    | Cantidad | Costo unitario \$/. | Sub Total \$/.  |
|---|------------------------------------|--|------------------|----------|---------------------|-----------------|
| 1   | Materiales y útiles de oficina     | Lapiceros                                    | unidad           | 100      | 1                   | 100.00          |
| 2   | Materiales y útiles de oficina     | hojas bond                                   | millar           | 4        | 45                  | 180.00          |
| 3   | Materiales y útiles de oficina     | plumones                                     | unidad           | 30       | 1.5                 | 45.00           |
| 4   | Materiales y útiles de oficina     | otros consumibles                            | global           | 1        | 100                 | 100.00          |
| 5   | formularios                        | Imprenta de vales de salida F-LOG-001        | millar           | 5        | 30                  | 150.00          |
| 6   | Equipos                            | Laptop, alquiler                             | global           | 1        | 200                 | 200.00          |
| 7   | Equipos                            | impresora, alquiler                          | global           | 1        | 400                 | 400.00          |
| 8   | transporte de personal             | costo movilidad a capacitaciones             | und              | 80       | 6                   | 480.00          |
| 9   | costo implementación toma de datos | costo de tesista (costo trabajo de gabinete) | und              | 1        | 1,000.00            | 1,000.00        |
| 10  | curso audiovisual                  | Costo Capacitador por sesión                 | global           | 1        | 700                 | 700.00          |
| 11  | curso audiovisual                  | Costo Asistente de capacitador               | global           | 1        | 400                 | 400.00          |
| 12  | curso audiovisual                  | Alquiler de salón de capacitación            | global           | 1        | 450                 | 450.00          |
| 13  | curso audiovisual                  | Alquiler de proyector                        | global           | 1        | 250                 | 250.00          |
| 14  | curso audiovisual                  | refrigerios Coffe break                      | und              | 60       | 6                   | 360.00          |
| 15  | SSH portátiles                     | baño químico para evitar aglomeraciones      | global/mes       | 1        | 500                 | 500.00          |
| 16  | Mantenimiento de mejora            | monto para seguimiento y mejora continua     | global / 6 meses | 1        | 1,200.00            | 1,200.00        |
| <b>Total costo de Implementación + mantenimiento de mejora de proceso</b> |                                    |  |                  |          |                     | <b>6,515.00</b> |

Fuente: elaboración propia

#### Análisis de costo unitario antes de la implementación

Se muestra la estructura de costos considerando los costos variables y los costos fijos, mano de obra directa, costo indirecto, etc. Como se evalúa una misma población en pre y post test los costos son constantes y solo un incremento de producción impacta en el costo unitario, en tabla 51 se muestra el costo unitario del mes de octubre 2021 (primer mes de pre test)

**Tabla 51. Costo de Producción de Juntas de tuberías Octubre 2021 pre test**

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN  |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |
|------|---|-----------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1    | <b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>205,440.00</b> |
| 2    | OPERARIO  | 18              | 8                   | 30                      | 18                                 | 77,760.00            |                   |
| 3    | AYUDANTE  | 36              | 8                   | 30                      | 12                                 | 103,680.00           |                   |
| 4    | SOLDADOR  | 4               | 8                   | 30                      | 25                                 | 24,000.00            |                   |
| 5    | <b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>                                       |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |
| 6    | <b>MATERIALES CONSUMIBLES</b>   |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>PRECIO UNITARIO S/.</b>         | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>8,468.00</b>   |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA   |                 | 200                 | KG                      | 9                                  | 1,800.00             |                   |
| 8    | DISCOS DE CORTE   |                 | 400                 | UND                     | 4                                  | 1,600.00             |                   |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE  |                 | 200                 | UND                     | 5                                  | 1,000.00             |                   |
| 10   | EPP'S   |                 | 96                  | KIT                     | 8                                  | 768.00               |                   |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO   |                 | 200                 | GL                      | 16.5                               | 3,300.00             |                   |
| 12   | <b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>32,880.00</b>  |
| 13   | RESIDENTE DE OBRA   | 1               | 8                   | 30                      | 32                                 | 7,680.00             |                   |
| 14   | ALMACENERO (ALMACEN CONSUMIBLES)  | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 15   | ALMACENERO (ALMACEN MATERIALES)   | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 16   | PERSONAL DE MANTENIMIENTO   | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 17   | SUPERVISOR SSOMA  | 2               | 8                   | 30                      | 20                                 | 9,600.00             |                   |
| 18   | SUPERVISOR OFICINA TECNICA  | 1               | 8                   | 30                      | 20                                 | 4,800.00             |                   |
| 19   | <b>SERVICIOS</b>  |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>COSTO ALQUILER UNITARIO S/.</b> | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>4,500.00</b>   |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva  |                 | 1.00                | UND                     | 2000                               | 2,000.00             |                   |
| 21   | SSHH PORTATILES   |                 | 5                   | UND                     | 500                                | 2,500.00             |                   |
| 22   | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR DIA S/.</b>           | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>51,000.00</b>  |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA                            | 1               | GLB                 | 30                      | 1,700.00                           | 51,000.00            |                   |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>  |                 |                     |                         |                                    |                      | <b>302,288.00</b> |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA EN 30 DÍAS – Octubre 2021 primer mes de Pre test |                 |                     |                         |                                    | UND                  | 1,813.00          |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA   |                 |                     |                         |                                    | <b>S/.</b>           | <b>166.73</b>     |

Fuente: elaboración propia

El costo de producción de juntas de tuberías en el mes de Octubre es de S/. 302,288.00 Nuevos Soles, la producción de ese periodo fue 1,813 pulgadas soldadas, y como se ve en el cuadro el costo unitario es el cociente de:

$$\text{Costo Unitario Octubre 2021} = \frac{\text{costo de producción}}{\text{cantidad de producción}}$$

$$\text{Costo Unitario Octubre 2021} = 166.73 \text{ Nuevos soles}$$

A continuación se muestra la tabla 52 con los costos de producción del mes de noviembre que corresponde al segundo mes del pre test:

**Tabla 52. Costo de Producción de Juntas de tuberías Noviembre 2021 pre test**

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN   |          |              |                  |                             |               |            |                   |
|------|--|----------|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|------------|-------------------|
| 1    | MANO DE OBRA DIRECTA   | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. | 205,440.00 |                   |
| 5    | COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN   |          |              |                  |                             |               |            |                   |
| 6    | MATERIALES CONSUMIBLES   |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | PRECIO UNITARIO S/.         | SUB TOTAL S/. | 8,468.00   |                   |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA  |          | 200          | KG               | 9                           | 1,800.00      |            |                   |
| 8    | DISCOS DE CORTE  |          | 400          | UND              | 4                           | 1,600.00      |            |                   |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE   |          | 200          | UND              | 5                           | 1,000.00      |            |                   |
| 10   | EPP'S  |          | 96           | KIT              | 8                           | 768.00        |            |                   |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO  |          | 200          | GL               | 16.5                        | 3,300.00      |            |                   |
| 12   | MANO DE OBRA INDIRECTA   | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. | 32,880.00  |                   |
| 19   | SERVICIOS  |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO ALQUILER UNITARIO S/. | SUB TOTAL S/. | 4,500.00   |                   |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva   |          | 1.00         | UND              | 2000                        | 2,000.00      |            |                   |
| 21   | SSH PORTATILES   |          | 5            | UND              | 500                         | 2,500.00      |            |                   |
| 22   | GASTOS ADMINISTRATIVOS   | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR DIA S/.           | SUB TOTAL S/. | 51,000.00  |                   |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA                             | 1        | GLB          | 30               | 1,700.00                    | 51,000.00     |            |                   |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>   |          |              |                  |                             |               |            | <b>302,288.00</b> |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA EN 30 DÍAS Noviembre 2021 segundo mes de Pre test |          |              |                  |                             | UND           | 1,654.00   |                   |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA  |          |              |                  |                             | S/.           | 182.76     |                   |

Fuente: Elaboración propia

El costo de producción de juntas de tuberías en el mes de Noviembre es de S/. 182.76 Nuevos Soles, se incrementó el costo por que se redujo la producción en ese periodo de tiempo.



**Tabla 53. Costo de Producción de Juntas de tuberías Diciembre 2021 pre test**

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN  |          |              |                  |                             |               |            |                   |
|------|---|----------|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|------------|-------------------|
| 1    | MANO DE OBRA DIRECTA  | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. | 205,440.00 |                   |
| 5    | COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN  |          |              |                  |                             |               |            |                   |
| 6    | MATERIALES CONSUMIBLES  |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | PRECIO UNITARIO S/.         | SUB TOTAL S/. | 8,468.00   |                   |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA   |          | 200          | KG               | 9                           | 1,800.00      |            |                   |
| 8    | DISCOS DE CORTE   |          | 400          | UND              | 4                           | 1,600.00      |            |                   |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE  |          | 200          | UND              | 5                           | 1,000.00      |            |                   |
| 10   | EPP'S   |          | 96           | KIT              | 8                           | 768.00        |            |                   |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO   |          | 200          | GL               | 16.5                        | 3,300.00      |            |                   |
| 12   | MANO DE OBRA INDIRECTA  | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. | 32,880.00  |                   |
| 19   | SERVICIOS   |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO ALQUILER UNITARIO S/. | SUB TOTAL S/. | 4,500.00   |                   |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva  |          | 1.00         | UND              | 2000                        | 2,000.00      |            |                   |
| 21   | SSHH PORTATILES   |          | 5            | UND              | 500                         | 2,500.00      |            |                   |
| 22   | GASTOS ADMINISTRATIVOS  | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR DIA S/.           | SUB TOTAL S/. | 51,000.00  |                   |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA                            | 1        | GLB          | 30               | 1,700.00                    | 51,000.00     |            |                   |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>  |          |              |                  |                             |               |            | <b>302,288.00</b> |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA EN 30 DÍAS Diciembre 2021 tercer mes de Pre test |          |              |                  |                             | UND           | 1,393      |                   |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA   |          |              |                  |                             | S/.           | 217.00     |                   |

Fuente: Elaboración propia

En el mes de diciembre ver tabla 53 el costo de unitario sube a S/. 217.00 por junta este es el valor más alto con referencia a los dos meses anteriores del pre test, con ello se pierde competitividad y se aleja de las ratios de producción solicitados por el cliente.

En la tabla 54 se muestra el resumen de los costos unitarios en función a la producción mensual en el Pre test, donde se muestra la relación inversamente proporcional a menos producción se incrementa el costo unitario.

**Tabla 54.** Costos unitarios con relación a producción en pre test.

| Mes de Pre-test | Producción Juntas de tuberías por Mes | Costo unitario S/. |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|
| OCTUBRE         | 1,813.75                              | 166.73             |
| NOVIEMBRE       | 1,654.5                               | 182.76             |
| DICIEMBRE       | 1,393.25                              | 217.00             |

Fuente: elaboración propia

Análisis de costo unitario en el Post test

Se muestran los costos unitarios por mes obtenidos después de la implementación de la mejora del proceso:

**Tabla 55.** Costos de Producción de Juntas de tuberías marzo 2022 post test

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN                             |          |              |                  |                             |               |            |                   |  |
|------|--|----------|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|------------|-------------------|--|
| 1    | MANO DE OBRA DIRECTA                                       | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. |            |                   |  |
| 2    | OPERARIO   | 18       | 8            | 30               | 18                          | 77,760.00     | 205,440.00 |                   |  |
| 3    | AYUDANTE   | 36       | 8            | 30               | 12                          | 103,680.00    |            |                   |  |
| 4    | SOLDADOR   | 4        | 8            | 30               | 25                          | 24,000.00     |            |                   |  |
| 5    | <b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>                    |          |              |                  |                             |               |            |                   |  |
| 6    | MATERIALES CONSUMIBLES                                     |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | PRECIO UNITARIO S/.         | SUB TOTAL S/. |            |                   |  |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA  |          | 220          | KG               | 9                           | 1,980.00      | 10,790.00  |                   |  |
| 8    | DISCOS DE CORTE  |          | 450          | UND              | 4                           | 1,800.00      |            |                   |  |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE   |          | 220          | UND              | 5                           | 1,100.00      |            |                   |  |
| 10   | EPP'S  |          | 120          | KIT              | 8                           | 960.00        |            |                   |  |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO                              |          | 300          | GL               | 16.5                        | 4,950.00      |            |                   |  |
| 12   | MANO DE OBRA INDIRECTA                                     | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR HORA S/.          | SUB TOTAL S/. |            |                   |  |
| 13   | RESIDENTE DE OBRA  | 1        | 8            | 30               | 32                          | 7,680.00      | 32,880.00  |                   |  |
| 14   | ALMACENERO (ALMACEN CONSUMIBLES)                           | 1        | 8            | 30               | 15                          | 3,600.00      |            |                   |  |
| 15   | ALMACENERO (ALMACEN MATERIALES)                            | 1        | 8            | 30               | 15                          | 3,600.00      |            |                   |  |
| 16   | PERSONAL DE MANTENIMIENTO                                  | 1        | 8            | 30               | 15                          | 3,600.00      |            |                   |  |
| 17   | SUPERVISOR SSOMA   | 2        | 8            | 30               | 20                          | 9,600.00      |            |                   |  |
| 18   | SUPERVISOR OFICINA TECNICA                                 | 1        | 8            | 30               | 20                          | 4,800.00      |            |                   |  |
| 19   | SERVICIOS  |          | CANTIDAD     | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO ALQUILER UNITARIO S/. | SUB TOTAL S/. |            |                   |  |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva                                   |          | 1.00         | UND              | 2000                        | 2,000.00      | 5,000.00   |                   |  |
| 21   | SSHH PORTATILES  |          | 6            | UND              | 500                         | 3,000.00      |            |                   |  |
| 22   | GASTOS ADMINISTRATIVOS                                     | CANTIDAD | HORAS HOMBRE | DIAS             | COSTO POR DIA S/.           | SUB TOTAL S/. |            |                   |  |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA         | 1        | GLB          | 30               | 1,700.00                    | 51,000.00     | 51,000.00  |                   |  |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>                           |          |              |                  |                             |               |            | <b>305,110.00</b> |  |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA PRIMER MES DE POST TEST MARZO |          |              |                  |                             |               | UND        | 2,070.00          |  |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA                        |          |              |                  |                             |               | S/.        | 147.40            |  |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 55 se muestra el costo de producción unitario en el mes de marzo que es el primer mes de post test, el costo unitario se redujo a S/ 147.40 por cada junta. Cabe señalar que también se incrementó el uso de materiales consumibles, suceso que es razonable por que se aumentó la producción del periodo mencionado. En la tabla 56 se muestra el costo unitario de producción en el mes de abril

**Tabla 56.** costos de Producción de Juntas de tuberías abril 2022 post test.

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN   |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |
|------|--|-----------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| 1    | <b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>205,440.00</b> |
| 2    | OPERARIO   | 18              | 8                   | 30                      | 18                                 | 77,760.00            |                   |
| 3    | AYUDANTE   | 36              | 8                   | 30                      | 12                                 | 103,680.00           |                   |
| 4    | SOLDADOR   | 4               | 8                   | 30                      | 25                                 | 24,000.00            |                   |
| 5    | <b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>                                |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |
| 6    | <b>MATERIALES CONSUMIBLES</b>  |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>PRECIO UNITARIO S/.</b>         | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>10,790.00</b>  |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA  |                 | 220                 | KG                      | 9                                  | 1,980.00             |                   |
| 8    | DISCOS DE CORTE  |                 | 450                 | UND                     | 4                                  | 1,800.00             |                   |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE   |                 | 220                 | UND                     | 5                                  | 1,100.00             |                   |
| 10   | EPP'S  |                 | 120                 | KIT                     | 8                                  | 960.00               |                   |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO  |                 | 300                 | GL                      | 16.5                               | 4,950.00             |                   |
| 12   | <b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>32,880.00</b>  |
| 13   | RESIDENTE DE OBRA  | 1               | 8                   | 30                      | 32                                 | 7,680.00             |                   |
| 14   | ALMACENERO (ALMACEN CONSUMIBLES)                                       | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 15   | ALMACENERO (ALMACEN MATERIALES)  | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 16   | PERSONAL DE MANTENIMIENTO  | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |
| 17   | SUPERVISOR SSOMA   | 2               | 8                   | 30                      | 20                                 | 9,600.00             |                   |
| 18   | SUPERVISOR OFICINA TECNICA   | 1               | 8                   | 30                      | 20                                 | 4,800.00             |                   |
| 19   | <b>SERVICIOS</b>   |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>COSTO ALQUILER UNITARIO S/.</b> | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>5,000.00</b>   |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva   |                 | 1.00                | UND                     | 2000                               | 2,000.00             |                   |
| 21   | SSHH PORTATILES  |                 | 6                   | UND                     | 500                                | 3,000.00             |                   |
| 22   | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR DIA S/.</b>           | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>51,000.00</b>  |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA                     | 1               | GLB                 | 30                      | 1,700.00                           | 51,000.00            |                   |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>                                       |                 |                     |                         |                                    |                      | <b>305,110.00</b> |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA EN 30 DIAS SEGUNDO MES DE POST TEST ABRIL |                 |                     |                         |                                    |                      | UND 2,241         |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA                                    |                 |                     |                         |                                    |                      | S/ 136.15         |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 57 se muestra que el costo de producción unitario en el segundo mes de post test, el costo unitario se redujo a S/ 136.15 por cada junta.

**Tabla 57.** costos de Producción de Juntas de tuberías mayo 2022 post test

| ITEM | COSTOS DIRECTOS DE FABRICACIÓN  |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |        |
|------|---|-----------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|--------|
| 1    | <b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>205,440.00</b> |        |
| 2    | OPERARIO  | 18              | 8                   | 30                      | 18                                 | 77,760.00            |                   |        |
| 3    | AYUDANTE  | 36              | 8                   | 30                      | 12                                 | 103,680.00           |                   |        |
| 4    | SOLDADOR  | 4               | 8                   | 30                      | 25                                 | 24,000.00            |                   |        |
| 5    | <b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>                               |                 |                     |                         |                                    |                      |                   |        |
| 6    | <b>MATERIALES CONSUMIBLES</b>   |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>PRECIO UNITARIO S/.</b>         | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>10,790.00</b>  |        |
| 7    | APORTE DE SOLDADURA   |                 | 220                 | KG                      | 9                                  | 1,980.00             |                   |        |
| 8    | DISCOS DE CORTE   |                 | 450                 | UND                     | 4                                  | 1,800.00             |                   |        |
| 9    | DISCOS DE DESBASTE  |                 | 220                 | UND                     | 5                                  | 1,100.00             |                   |        |
| 10   | EPP'S   |                 | 120                 | KIT                     | 8                                  | 960.00               |                   |        |
| 11   | COMBUSTIBLE GRUPO ELECTROGENO   |                 | 300                 | GL                      | 16.5                               | 4,950.00             |                   |        |
| 12   | <b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR HORA S/.</b>          | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>32,880.00</b>  |        |
| 13   | RESIDENTE DE OBRA   | 1               | 8                   | 30                      | 32                                 | 7,680.00             |                   |        |
| 14   | ALMACENERO (ALMACEN CONSUMIBLES)                                      | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |        |
| 15   | ALMACENERO (ALMACEN MATERIALES)                                       | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |        |
| 16   | PERSONAL DE MANTENIMIENTO   | 1               | 8                   | 30                      | 15                                 | 3,600.00             |                   |        |
| 17   | SUPERVISOR SSOMA  | 2               | 8                   | 30                      | 20                                 | 9,600.00             |                   |        |
| 18   | SUPERVISOR OFICINA TECNICA  | 1               | 8                   | 30                      | 20                                 | 4,800.00             |                   |        |
| 19   | <b>SERVICIOS</b>  |                 | <b>CANTIDAD</b>     | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b> | <b>COSTO ALQUILER UNITARIO S/.</b> | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>5,000.00</b>   |        |
| 20   | GRUPO ELECTROGENO 75 Kva  |                 | 1.00                | UND                     | 2000                               | 2,000.00             |                   |        |
| 21   | SSHH PORTATILES   |                 | 6                   | UND                     | 500                                | 3,000.00             |                   |        |
| 22   | <b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>HORAS HOMBRE</b> | <b>DIAS</b>             | <b>COSTO POR DIA S/.</b>           | <b>SUB TOTAL S/.</b> | <b>51,000.00</b>  |        |
| 23   | COSTO FIJO DE PERSONAL STAFF + CONSUMIBLES OFICINA                    | 1               | GLB                 | 30                      | 1,700.00                           | 51,000.00            |                   |        |
| 24   | <b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>                                      |                 |                     |                         |                                    |                      | <b>305,110.00</b> |        |
| 25   | PRODUCCIÓN JUNTAS DE TUBERIA EN 30 DÍAS SEGUNDO MES DE POST TEST MAYO |                 |                     |                         |                                    |                      | UND               | 2,318  |
| 26   | COSTO UNITARIO DE JUNTAS DE TUBERIA                                   |                 |                     |                         |                                    |                      | S/.               | 131.15 |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 58 se muestra que el costo de producción unitario en el tercer mes de post test, el costo unitario se redujo a S/ 131.15 por cada junta, en la tabla 57 se muestra el resumen de la producción de juntas de tuberías y el respectivo costo unitario en el pre y post test.

**Tabla 58.** Costos unitarios con relación a producción en post test.

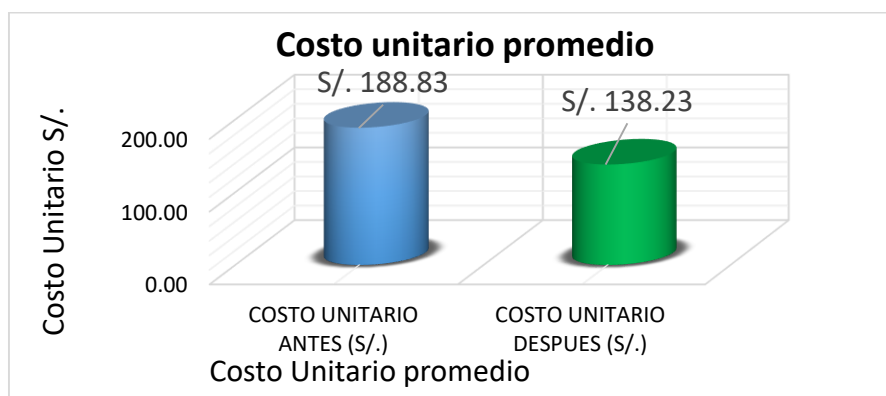
| Etapa     | Meses          | Producción Juntas de tuberías por Mes | Costo unitario S/. | Promedio costo unitario S/ |
|-----------|----------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Pre test  | Octubre 2021   | 1,813                                 | 166.73             | 188.83                     |
| Pre test  | Noviembre 2021 | 1,654                                 | 182.76             |                            |
| Pre test  | Diciembre 2021 | 1,393                                 | 217.00             |                            |
| Post test | Marzo 2022     | 2,070                                 | 147.40             | 138.23                     |
| Post test | Abril 2022     | 2,241                                 | 136.15             |                            |
| Post test | Mayo 2022      | 2,318                                 | 131.15             |                            |

Fuente: elaboración propia

Como muestra la tabla 58 la diferencia entre el costo unitario promedio en el pre y post test es:

$$\text{Costo Unit Pre test} - \text{Costo Unit Post test} = 50.60 \text{ Nuevos Soles}$$

En la figura 69 se muestra de forma gráfica la diferencia entre los costos unitarios en pre y post test.



**Figura 69:** Costo unitario promedio en pre y post test. Fuente: elaboración propia.

#### Análisis financiero VAN y TIR

En este apartado se muestran datos de toma de decisiones para aceptar o desechar la propuesta de mejora, el cálculo se basa en seis meses de proyección, la política de inversión de la empresa es del 10% por ser un proyecto de implementación de una mejora en el actual proceso. En la tabla 59 se muestran datos como producción, costo unitario, etc.

**Tabla 59.** *Producción en pre y post test.*

| DESCRIPCION                 | PRE TEST-PROMEDIO | POST TEST-PROMEDIO |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| PRODUCCION PROMEDIO MENSUAL | 1,620             | 2,209              |
| COSTO TOTAL (S/.)           | 305,904.60        | 305,350.07         |
| COSTO UNITARIO              | 188.83            | 138.23             |
| COSTO PARA 1000 UNID. (S/.) | 188,830.00        | 138,230.00         |

Fuente: elaboración propia

El costo unitario de fabricación de junta de tuberías es S/. 188.83 y S/.138.23 en el pre y post test. En la tabla 60 se muestra el flujo de caja en función a proyecciones a seis meses, en signo negativo se muestra el costo de la implementación de la mejora por ser una inversión.

**Tabla 60.** *Flujo de caja con costo de implementación.*

| PERIODOS       | C.P. Antes     | C.P. después   | Ahorro        |
|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Enero 2022     |                |                | -S/. 6,515.00 |
| Abril 2022     | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |
| Mayo 2022      | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |
| Junio 2022     | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |
| Julio 2022     | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |
| Agosto 2022    | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |
| Setiembre 2022 | S/. 188,830.00 | S/. 138,230.00 | S/. 50,600.00 |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 61 se muestra el flujo neto efectivo en un periodo proyectado de seis meses y el VAN correspondiente que asciende a S/. 213,861.19 Nuevos Soles.

**Tabla 61.** *Valor actual neto.*

| N°         | FNE           | (1+i)^n | FNE/(1+i)^n           |
|------------|---------------|---------|-----------------------|
| 0          |               |         | -S/. 6,515.00         |
| 1          | S/. 50,600.00 | 1.10    | S/. 46,000.00         |
| 2          | S/. 50,600.00 | 1.21    | S/. 41,818.18         |
| 3          | S/. 50,600.00 | 1.33    | S/. 38,016.53         |
| 4          | S/. 50,600.00 | 1.46    | S/. 34,560.48         |
| 5          | S/. 50,600.00 | 1.61    | S/. 31,418.62         |
| 6          | S/. 50,600.00 | 1.77    | S/. 28,562.38         |
| <b>VAN</b> |               |         | <b>S/. 213,861.19</b> |

Fuente: elaboración propia

**Tabla 62.** *Resumen VAN y costo beneficio.*

| INVERSION    | VAN            | COSTO/BENEFICIO |
|--------------|----------------|-----------------|
| S/. 6,515.00 | S/. 213,861.19 | S/. 32.83       |

Fuente: elaboración propia

En la tabla 62 se muestra el análisis costo beneficio que es el cociente entre el VAN y la inversión de mejora, el costo beneficio es S/. 32.83 Nuevos soles, esto quiere decir que, para cada S/. 1.00 nuevo sol invertido se recibe de ganancia 32.83 veces más. En tabla 63 se muestra el TIR mientras más alto es el TIR más alta es la rentabilidad del proyecto de inversión, el resultado del TIR es 777%, con lo cual la implementación de la mejora es viable y representa una oportunidad con mínima inversión una máxima rentabilidad.

**Tabla 63.** *TIR del ahorro.*

| TASA DE DESCUENTO | VAN         |
|-------------------|-------------|
| 0%                | 297,085.00  |
| 20%               | 124,474.97  |
| 40%               | 87,056.01   |
| 60%               | 64,950.09   |
| 80%               | 50,709.81   |
| 100%              | 40,922.50   |
| 120%              | 33,851.64   |
| <b>TIR</b>        | <b>777%</b> |

Fuente: elaboración propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Es una fuente o herramienta mediante la cual se realizará una descripción y un análisis de todos los datos recopilados de forma ordenada con los instrumentos de investigación, los procedimientos son la estadística descriptiva y la estadística inferencial (Hernández, 2017). En el presente trabajo de investigación realizó el análisis descriptivo que indica las variaciones de la variable dependiente con sus variables obtenidos en el pre y post test de la aplicación del ciclo PHVA para incrementar el proceso de fabricación de juntas de tuberías. El análisis inferencial se realizó para la validación de la hipótesis alterna para la variable dependiente y sus respectivas dimensiones. Así mismo mediante el análisis descriptivo y análisis Inferencial describiremos el comportamiento de los datos existentes y analizar los motivos que dirijan a nuevos hechos, la metodología está basada en una o varias interrogantes y no cuenta con hipótesis, incorpora la recopilación de datos las cuales se representa en forma gráfica. (Martinez,2014).

En la presente investigación se utilizó el análisis descriptivo apoyándose en la estadística con conceptos como la mediana, la moda y la media, donde la variable y sus dimensiones fueron expresados en valores numéricos, luego de ello se ingresaron los datos del pre y post test en series cronológicas el software utilizado fue SPSS de IBM. En el análisis inferencial se aplicó la prueba estadística Kolmogórov-Smirnov para comprobar si los datos recopilados en el pre y post test tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, luego de ello se realizó la prueba de Wilcoxon

### **3.7 Aspectos éticos**

El investigador realizó el estudio respetando la libre disposición del personal de participar en la investigación, el autor mantuvo discreción con la confidencialidad de los datos de la empresa recolectados, el investigador mantuvo el principio de la justicia ya que fue imparcial al momento de diagnosticar la información sin buscar beneficios con fines personales



## IV RESULTADOS

### Análisis Descriptivo

En este apartado se muestra la comparación entre las variables dependientes en el Pre-test y el Post Test en referencia a la implantación de la nueva metodología para describir la variación, la media y su desviación estándar.

### Resultados de la comparación de Eficiencia en Pre Test y Post Test

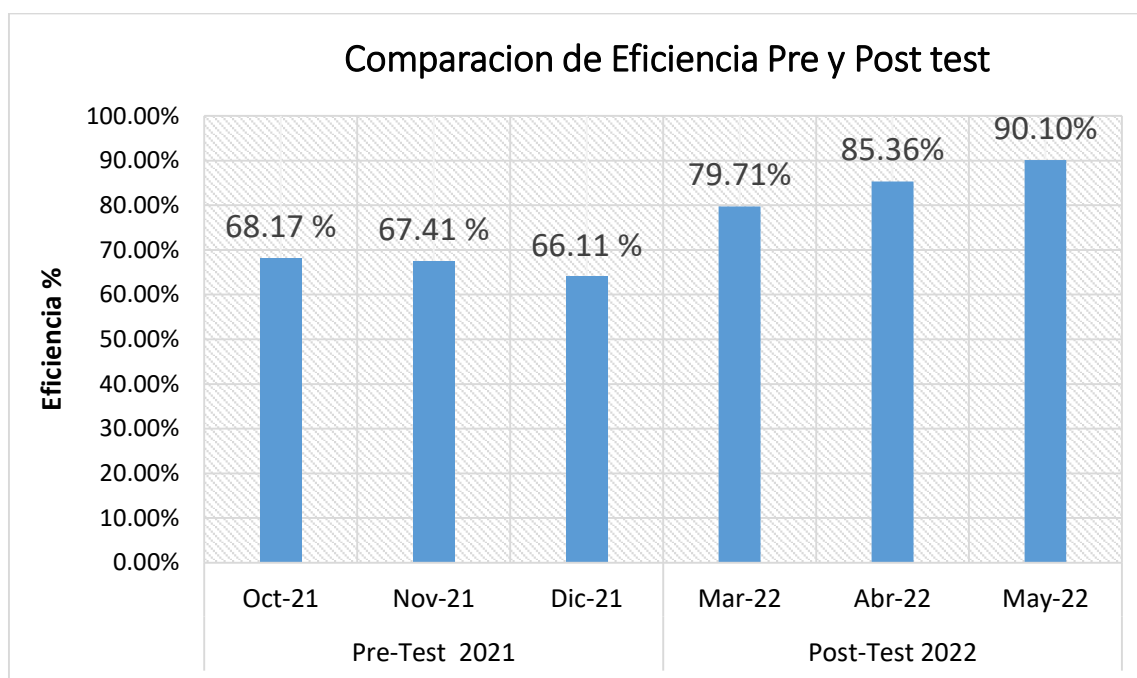
En tabla 64 se muestra los datos comparativos de la eficiencia en el pre y post test:

**Tabla 64.** Comparación de Eficiencia entre Pre Test y Post test

| ítem | Pre-Test 2021 |                |                | Post-Test 2022 |            |           |
|------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
|      | Octubre 2021  | Noviembre 2021 | Diciembre 2021 | Marzo 2022     | Abril 2022 | Mayo 2022 |
| 1    | 68.17%        | 67.41%         | 66.11%         | 79.71%         | 85.36%     | 90.10%    |

Fuente: elaboración Propia

Como se muestra en la tabla 64 se mostró un incremento de la eficiencia en el Post-Test que es consecuencia de la implementación de la metodología PHVA a continuación en la figura 70 se muestra de forma gráfica el comparativo.



**Figura 70.** Comparación de eficiencia en etapa Pre y Post Test. Fuente: elaboración propia.

En la tabla 65 se ven los resultados de los tres meses antes de la implementación

de la metodología, la media de la eficiencia en el Pre-test es 67.23%, con una desviación estándar de 1.77% y con puntos máximo y mínimo de 70.03% y 55.73% respectivamente.

Los resultados de los datos de los tres meses del Post test son los siguientes, la media de la eficiencia es 85.06%, con una desviación estándar de 4.38%, y puntos máximo y mínimo de 91.42% y 77.91% respectivamente. El incremento de la eficiencia es notable paso del rango del 66% al 85% la eficiencia se incrementó un 26.52 % en referencia a antes de la implementación de la metodología PHVA.

**Tabla 65.** Comparación de datos significativos de Eficiencia en Pre Test y Post test

| ítem | Pre-Test 2021     |              |              | Post-Test 2022     |              |              |
|------|-------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
|      | Promedio Pre test | Punto Máximo | Punto Mínimo | Promedio Post test | Punto Máximo | Punto Mínimo |
| 1    | 67.23%            | 70.03%       | 55.73%       | 85.06 %            | 91.42%       | 77.91%       |

Fuente: elaboración Propia

Resultados de la comparación de Eficacia en Pre Test y Post Test  
A continuación se muestra la tabla 66 que toma los datos consolidados y resume los porcentajes de la eficacia en el Pre y Post Test para conocer los parámetros necesarios.

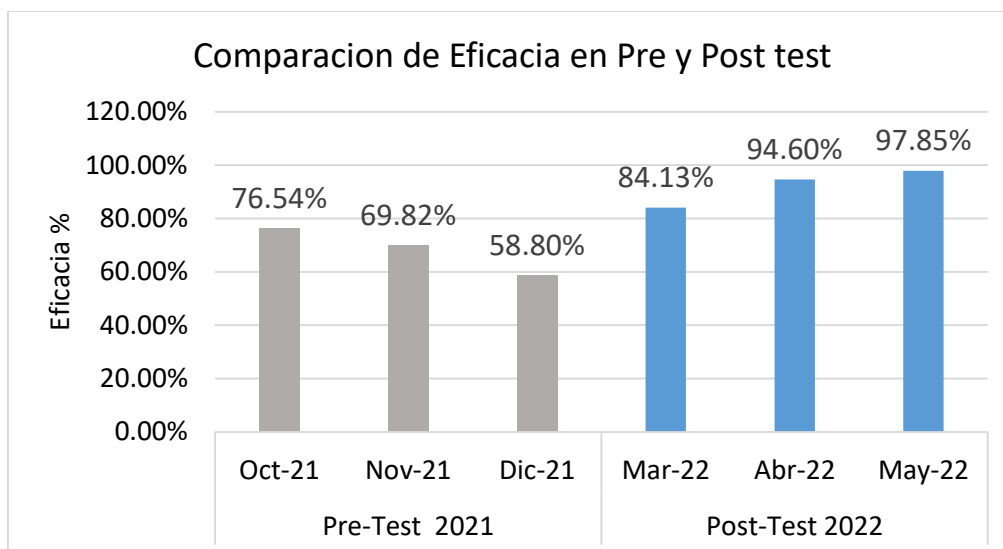
**Tabla 66.** Comparación de Eficacia entre Pre Test y Post test

| ítem | Pre-Test 2021 |                |                | Post-Test 2022 |            |           |
|------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
|      | Octubre 2021  | Noviembre 2021 | Diciembre 2021 | Marzo 2022     | Abril 2022 | Mayo 2022 |
| 1    | 76.54 %       | 69.82 %        | 58.80 %        | 84.13 %        | 94.60 %    | 97.85 %   |

Fuente: elaboración propia

Como se compara en la tabla 66 se mostró un incremento de la eficacia en el Post-

Test que es consecuencia de la implementación de la metodología PHVA, también se evidencia un incremento constante entre los meses del Post test a continuación en la figura 71 se muestra de forma gráfica el comparativo.



**Figura 71.** Comparación de eficacia en etapa Pre y Post Test. Fuente: elaboración propia.

Los datos estadísticos del Pre Test muestran una media o promedio de 68.39 %, una desviación estándar del 13.98 %, y unos puntos mínimos y máximos de eficacia en el orden de 27.98 % y 86.41 % respectivamente. Los parámetros del Post Test son los siguientes: media o promedio de 92.09 %, una desviación estándar de 6.22%, con unos valores máximos y mínimos de 101.49% y 80.37 % respectivamente, en referencia al valor máximo que supera el 100% esto sucedió en los últimos días de la recopilación de datos del Post Test, lo que indica que se deben subir las metas de producción ya que al minimizarse las restricciones la eficacia se eleva ya que la metodología PHVA se basa en la mejora continua y en cada termino de ciclo de la mejora, se evalúan resultados y se proponen nuevas metas. Como conclusión la eficacia se incrementó un 34.65 % en referencia a antes de la implementación de la metodología PHVA. Ver tabla 67.

**Tabla 67.** Comparación de datos significativos de Eficacia en Pre Test y Post test

| ítem | Pre-Test 2021     |              |              | Post-Test 2022     |              |              |
|------|-------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
|      | Promedio Pre test | Punto Máximo | Punto Mínimo | Promedio Post test | Punto Máximo | Punto Mínimo |
| 1    | 68.39 %           | 86.41 %      | 27.98 %      | 92.09 %            | 101.49%      | 80.37 %      |

Fuente: elaboración Propia

Resultados de la comparación de la variable dependiente en Pre Test y Post Test

A continuación en la tabla 68 se muestran de la productividad en el Post Test., como se evidencia hay un incremento de la productividad en el post test.

**Tabla 68.** Comparación de Resultados de Variable dependiente Productividad en Pre y Post Test

| ítem | Pre-Test 2021 |                |                | Post-Test 2022 |            |           |
|------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
|      | Octubre 2021  | Noviembre 2021 | Diciembre 2021 | Marzo 2022     | Abril 2022 | Mayo 2022 |
| 1    | 52.18 %       | 47.07 %        | 39.07 %        | 67.04 %        | 80.75 %    | 88.17%    |

Fuente: elaboración propia

Según se evidencia en la tabla 69 En el Pre test la media de la productividad es 46.11 %, la desviación estándar de 9.84 % y picos máximo y mínimo de 58.90 % y 15.59 % respectivamente. En el Post test se muestra un incremento sostenido mensual de la Productividad como resultado de la implementación del ciclo PHVA la productividad en el Post test tiene una media de 78.51 % una desviación estándar en el rango del 9 % y los puntos máximos y mínimos son 92.45 % y 63.71 %. Al comparar las medias entre el Pre y Post Test, se incrementó 32.40% puntos porcentuales en referencia al pre tes, es decir la productividad se incrementó un 70.27 % en referencia a antes de la implementación de la metodología PHVA.

**Tabla 69.** Comparación de datos significativos de productividad Pre Test y Post test

| ítem | Pre-Test 2021     |              |              | Post-Test 2022     |              |              |
|------|-------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
|      | Promedio Pre test | Punto Máximo | Punto Mínimo | Promedio Post test | Punto Máximo | Punto Mínimo |
| 1    | 46.11 %           | 58.90 %      | 15.59 %      | 78.51 %,           | 92.45 %      | 63.71 %      |

Fuente: elaboración Propia

#### Análisis Inferencial

Se aplicó el análisis inferencial en la investigación para conocer detalladamente la distribución en el caso sea normal o no normal, y se comparó la hipótesis general, las hipótesis específicas para comprobar su veracidad y descartar la hipótesis nula, el presente estudio tiene 78 datos tanto para Pre Test como para el Post Test, se hizo la prueba de normalidad con la prueba Kolmogórov-Smirnov por la cantidad de datos indicados anteriormente.

#### Análisis de la hipótesis general

La hipótesis general: La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022

En primer lugar se hizo la prueba de normalidad para ello se ingresaron al software IBM SPSS® los datos de la variable dependiente en nuestro caso productividad en Pre y Post test a continuación en tabla 44 se muestran los resultados

**Tabla 70.** Pruebas de normalidad.

|                         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|-------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                         | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Productividad Pre-Test  | .173                            | 78 | <.001 | .877         | 78 | <.001 |
| Productividad Post-Test | .182                            | 78 | <.001 | .883         | 78 | <.001 |

Fuente: IBM SPSS® versión 28

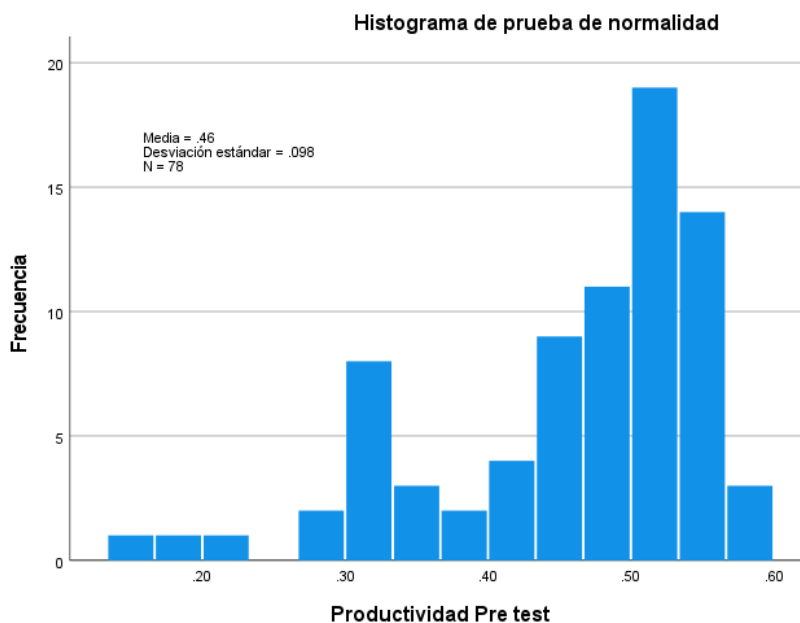
Analizando los datos de significancia de la tabla 70 tomamos la significancia de la prueba Kolmogórov-Smirnov para ello tenemos las siguientes reglas de decisión:

Regla 1, Si  $\text{Sig.} \leq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento no paramétrico

Regla 2, Si  $\text{Sig.} \geq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento paramétrico

La significancia de la productividad en el Pre y Post test coincide teniendo un valor numerico menor a 0.001 y como ambas son inferiores a 0.05 se determinó que los datos No son paramétricos y se usó la prueba de Wilcoxon para la contratación de las hipótesis.

En la figura 72 y figura 73 se muestra gráficamente que los datos de la productividad en pre y post test no son paramétricos ya que los datos no están agrupados al centro y no forman la campana de Gauss.



**Figura 72.** Comportamiento de datos de productividad Pre Test Fuente: IBM SPSS® versión 28

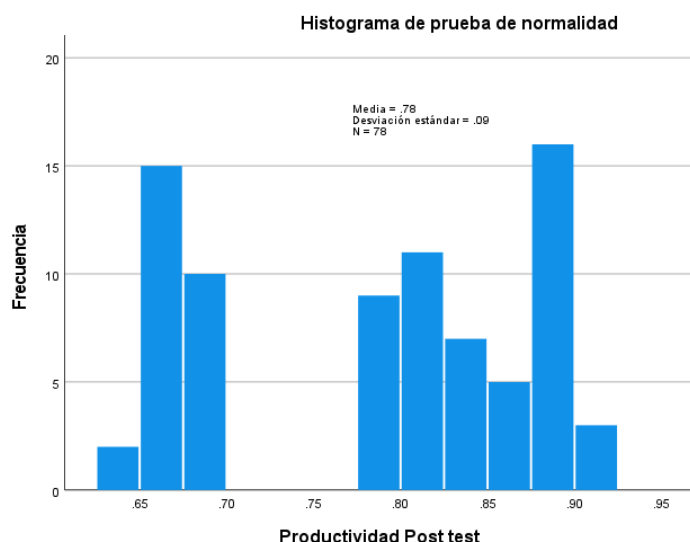


Figura 73. Prueba de normalidad de productividad Post Test. Fuente: IBM SPSS® versión 28

### Contrastación de la hipótesis general

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías NO incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022”

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022”

Para la contrastación se muestra la siguiente regla de decisión en función a las medias de la variable dependiente en el pre y post test

- $H_0: \mu_{\text{Pre test}} \geq \mu_{\text{Post test}}$
- $H_a: \mu_{\text{pretest}} < \mu_{\text{post test}}$

Donde:

- $\mu_{\text{Pre test}}$ : Productividad antes de la implementación del ciclo PHVA
- $\mu_{\text{Post test}}$ : Productividad después de la implementación del ciclo PHVA

A continuación en la tabla 71 se muestra la prueba de rango con signos de Wilcoxon

**Tabla 71. Prueba de rango con signo de Wilcoxon**

|  |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Productividad post test -<br>Productividad-pretest | Rangos negativos | 0 <sup>a</sup>  | .00            | .00            |
|  | Rangos positivos | 78 <sup>b</sup> | 39.50          | 3081.00        |
|  | Empates          | 0 <sup>c</sup>  |                |                |
|  | Total            | 78              |                |                |

Condiciones de decisión:

a. Productividad post test < Productividad pretest

b. Productividad post test > Productividad pretest

c. Productividad post test = Productividad pretest

Fuente: IBM SPSS® versión 28

La tabla 71 muestra que de los 78 datos procesados, en todos ellos el valor numérico de la productividad en el post test es superior al valor del pre test, y con ello se comprueba que La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022.

Para demostrar la validez de la hipótesis ***H<sub>a</sub>***, se muestra la prueba de Wilcoxon para la productividad teniendo en cuenta los valores del pre test y post test considerando la regla de decisión:

Regla 1, Si Sig.  $\leq$  0.05, se rechaza la hipótesis nula

Regla 2, Si Sig.  $\geq$  0.05, se acepta la hipótesis nula

A continuación se muestra la tabla 72 donde se muestra la significancia.

**Tabla 72. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la productividad**

|                        | Productividad post test – Productividad pre test |
|------------------------|--|
| Z                      | -7.673 <sup>b</sup>                              |
| Sig. asin. (bilateral) | <.001  |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS® versión 28



En la tabla 72 se muestra que la significancia obtenida en el estadístico de prueba Wilcoxon aplicado en la variable dependiente en el pre y post test tiene un valor menor a 0.001, aplicando la regla de toma de decisión se desestima la hipótesis nula, y se revalida la hipótesis general de nuestra investigación, queda comprobado que la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022.

#### Análisis de la primera hipótesis específica

Hipótesis Alternativa (H1a): La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022

Para analizar la primera hipótesis específica se verificó el comportamiento de la data de la dimensión eficiencia, como la data tiene  $n=78$ , la prueba de normalidad se realizó con el estadístico de Kolmogórov-Smirnov, para ello se muestra la siguiente regla de toma de decisión

Regla 1, Si  $\text{Sig.} \leq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento no paramétrico

Regla 2, Si  $\text{Sig.} \geq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento paramétrico

A continuación se muestra la tabla 73 con la prueba de normalidad de la Eficiencia en el pre y post test.

**Tabla 73.** Pruebas de normalidad

|                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Eficiencia Pre Test  | .192                            | 78 | <.001 | .705         | 78 | <.001 |
| Eficiencia Post Test | .184                            | 78 | <.001 | .896         | 78 | <.001 |

Fuente: IBM SPSS® versión 28

El resultado de la tabla 73 indica que la significancia de las eficiencias en el pre y post Test es menor a 0.001 en ambos casos con ello se confirma que la data tiene un comportamiento No paramétrico por lo tanto en este caso se aplica la prueba de Wilcoxon para probar las hipótesis.

En la figura 74 y figura 75 se muestra de forma gráfica el comportamiento No paramétrico de la prueba de normalidad en los datos del pre y post test de la eficiencia.

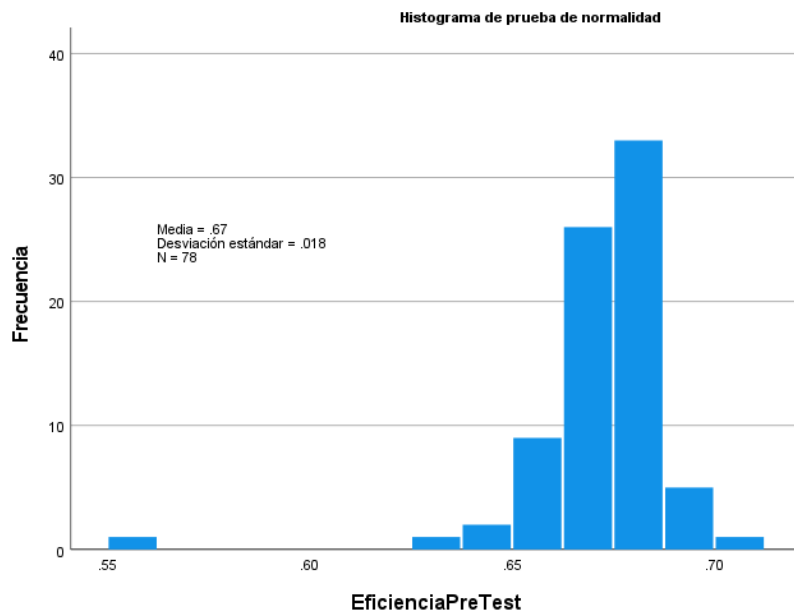


Figura 74. Prueba de normalidad de eficiencia en etapa Pre Test. Fuente: IBM SPSS® versión 28

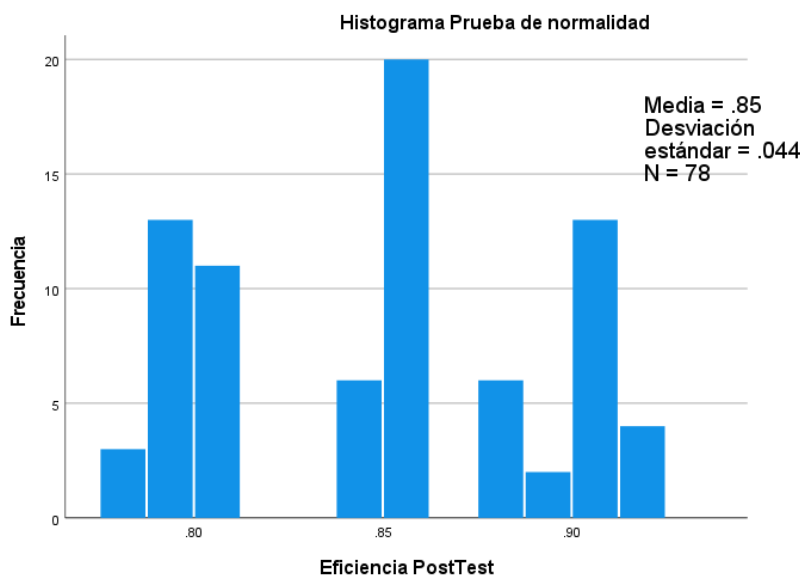


Figura 75. Prueba de normalidad de eficiencia en etapa Post Test. Fuente: IBM SPSS® versión 28

### Contrastación de la primera hipótesis específica

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías NO incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022

**Hipótesis Alternativa (Ha):** La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula se usó la siguiente regla de decisión:

- $H_0: \mu_{\text{Pretest}} \geq \mu_{\text{Post test}}$
- $H_a: \mu_{\text{pretest}} < \mu_{\text{post test}}$

Donde:

- $\mu_{\text{Pre test}}$ : Eficiencia antes de la implementación del ciclo PHVA
- $\mu_{\text{Post test}}$ : Eficiencia después de la implementación del ciclo PHVA

En la tabla 74 se muestra la prueba de rango con signo de Wilcoxon:

**Tabla 74.** Prueba de rango con signo de Wilcoxon

|  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|-----------------|----------------|----------------|
| Rangos negativos                           | 0 <sup>a</sup>  | .00            | .00            |
| Eficiencia Post-test – Eficiencia Pre-test | 78 <sup>b</sup> | 39.50          | 3081.00        |
| Empates                                    | 0 <sup>c</sup>  |                |                |
| Total                                      | 78              |                |                |

Condiciones de decisión:

- a.  $\text{EficienciaPostTest} < \text{EficienciaPreTest}$
- b.  $\text{EficienciaPostTest} > \text{EficienciaPreTest}$
- c.  $\text{EficienciaPostTest} = \text{EficienciaPreTest}$

Fuente: IBM SPSS® versión 28

En la tabla 78 se evidencia que en el total de los casos la eficiencia en el post test es mayor a la eficiencia en el pre test, lo que da como resultado lógico el rechazo de la hipótesis nula, y la hipótesis alternativa se confirma dejando claro que: La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.

Como una segunda demostración de la validez de la hipótesis alternativa, se muestra el análisis de la prueba de Wilcoxon para la eficiencia, en este caso seguimos las

reglas de decisión en función de la significancia:

Regla 1, Si  $\text{Sig.} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Regla 2, Si  $\text{Sig.} \geq 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

A continuación se muestra la tabla 49 con los estadísticos de prueba:

**Tabla 79.** Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

|                        | EficienciaPostTest – EficienciaPreTest |
|------------------------|--|
| Z                      | -7.673 <sup>b</sup>                    |
| Sig. asin. (bilateral) | <.001                                  |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: IBM SPSS® versión 28

En tabla 79 se muestra la significancia de la prueba de Wilcoxon realizada en la dimensión eficiencia tanto en el pre y post test tiene un valor numerico menor a 0.001, siguiendo la regla de toma de decisión, se rechaza la hipótesis, y se acepta y da por valida la hipótesis de investigación: La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.

Análisis de la segunda hipótesis especifica

Hipótesis Alternativa (H2a): La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022”.

Para analizar la primera hipótesis especifica se verificó el comportamiento de la data de la dimensión eficacia, como la data tiene  $n=78$ , la prueba de normalidad se realizó con el estadístico de Kolmogórov-Smirnov, para ello se muestra la siguiente regla de toma de decisión

Regla 1, Si  $\text{Sig.} \leq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento no paramétrico

Regla 2, Si  $\text{Sig.} \geq 0.05$ , los datos presentan un comportamiento paramétrico

A continuación se muestra la tabla 50 con la prueba de normalidad de la Eficacia en el pre y post test.

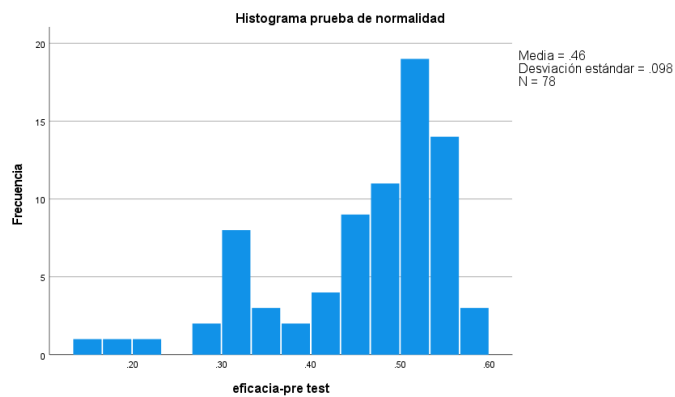
**Tabla 80.** Pruebas de normalidad

|                    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |       |
|--------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------|
|                    | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Eficacia Pre-test  | .161                            | 78 | <.001 | .884         | 78 | <.001 |
| Eficacia Post-test | .161                            | 78 | <.001 | .888         | 78 | <.001 |

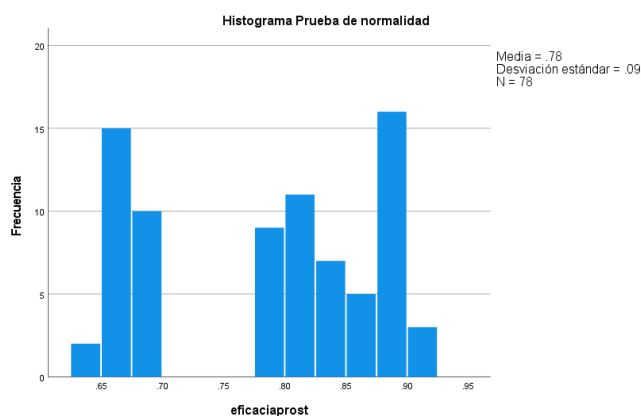
Fuente: IBM SPSS® versión 28

En la tabla 80 se muestra que la significancia de los datos de la dimensión eficacia tanto en el pre y post test es menor a 0.001 y siguiendo la regla de decisión correspondiente, se llega a la conclusión que los datos tiene un comportamiento NO paramétrico por ende se debió utilizar la prueba de Wilcoxon.

En las figuras 76 y 77 se muestran los comportamientos de la prueba de normalidad para la eficacia en el Post y Pre test.



**Figura 76.** Prueba de normalidad de eficacia en etapa Pre Test. Fuente: IBM SPSS® versión 28



**Figura 77.** Comparación de normalidad en eficacia en etapa Post Test. Fuente: IBM SPSS® versión 28

### Contrastación de la segunda hipótesis específica

**Hipótesis Nula ( $H_0$ )** La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías NO incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022”.

**Hipótesis Alternativa ( $H_a$ )** La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022”.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula se usó la siguiente regla de decisión:

- $H_0: \mu_{\text{Pretest}} \geq \mu_{\text{Post test}}$
- $H_a: \mu_{\text{pretest}} < \mu_{\text{post test}}$

Donde:

- $\mu_{\text{Pre test}}$  : Eficacia antes de la implementación del ciclo PHVA
- $\mu_{\text{Post test}}$  : Eficacia después de la implementación del ciclo PHVA

A continuación se muestra la tabla 81 con la prueba de rangos de Wilcoxon

**Tabla 81.** Prueba de rango con signo de Wilcoxon

|  |                  | N               | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Eficacia post test –<br>eficacia pretest | Rangos negativos | 1 <sup>a</sup>  | 1.50           | 1.50           |
|  | Rangos positivos | 77 <sup>b</sup> | 39.99          | 3079.50        |
|  | Empates          | 0 <sup>c</sup>  |                |                |

| Total                                     | 78 |
|---|----|
| a. eficacia post test < eficacia pre test |    |
| b. eficacia post test > eficacia pretest  |    |
| c. eficacia post test = eficacia pretest  |    |

Fuente: IBM SPSS® versión 28

En tabla 81 se aprecia que casi todos los casos el valor numerico de la eficacia en el post tes es superior a la eficacia en el pre test, aplicando la regla de toma de decisión correspondiente, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, con lo cual se confirma que La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022”.

Para la correspondiente demostración de la validez de la hipótesis alterna, se muestra el análisis de la prueba de Wilcoxon para la eficiencia, en este caso seguimos las reglas de decisión en función de la significancia:

Regla 1, Si Sig.  $\leq$  0.05, se rechaza la hipótesis nula

Regla 2, Si Sig.  $\geq$  0.05, se acepta la hipótesis nula

A continuación se muestra la tabla 82 con los estadísticos de prueba:

**Tabla 82.** Estadísticos de prueba

|   | Eficacia post test – eficacia pre test |
|---|--|
| Z   | -7.666 <sup>b</sup>                    |
| Sig. asin. (bilateral)                    | <.001                                  |
| a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon |  |
| b. Se basa en rangos negativos.           |  |

Fuente: IBM SPSS® versión 28

Como se evidencia en la tabla 82 la significancia de la prueba de Wilcoxon en el pre test y post tes de la dimensión eficacia tiene un valor inferior a 0.001, relacionándolo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se toma por valida la hipótesis alterna por lo tanto queda establecido estadísticamente que La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.

## V DISCUSIÓN

En concordancia con el objetivo general y de acuerdo con la comparación de los resultados del pre y post test obtenidos se evidencia de forma clara que la implementación de la metodología PHVA en el proceso de fabricación de juntas de tuberías, incrementó la productividad del proceso ya que el promedio antes de la implementación era 46.11% y el promedio después de la implantación se incrementó a 78.51%, por lo tanto la productividad aumentó un 70.26%, este incremento, se dio gracias a la colaboración del personal involucrado y sobre todo que se trabajó en corregir las causas principales con la implementación de la nueva metodología.

Este hecho coincide con la investigación de Loayza et al (2021) donde la investigadora hace un estudio de la problemática en una empresa de servicios de reparaciones de cigüeñales, informa a la gerencia la problemática luego de ello toma datos de un periodo de seis semanas para saber en qué estado esta la productividad de la organización, analiza las causas y reconoce las causas principales en función a ello la investigadora implementa la metodología PHVA después de ello recopila información seis semanas después de la implementación de la nueva metodología y obtiene un aumento de la productividad de 76.05% en el pre test a 85.78% en el post test por lo que la productividad se incrementó un 12.80%, esto se logró gracias al incremento de la eficiencia de 88.34% a 92.72% logrando un incremento de 4.38%, la eficacia también se incrementó gracias a la implementación de la nueva metodología de 85.95% a 94.64% logrando un aumento en 8.69% el incremento de la productividad se logró por la colaboración del personal de la empresa estudiada, la autora recomienda un programa de capacitaciones del personal y evaluaciones de los mismos.

También hay concordancia con el estudio de Ñaña et al (2018) quien en su tesis implementa el ciclo PHVA para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa del sector maderero, el investigador usa las técnicas de causa raíz para reconocer el problema principal luego de ello recopila la información de los indicadores de la variable dependiente productividad con la toma de datos correspondiente genera una base de datos que sirve de línea base, en



una segunda etapa implementa la metodología PHVA para agilizar el proceso, después de la implementación del nuevo ciclo PHVA se recopilaron datos que fueron procesados y sobre todo comparados con los datos del pre test, luego del contraste de datos antes y después se evidencia un aumento de la productividad de un 66.41% en pre test a 86.81% en el post test es decir la productividad se incrementó un 30.72%, este resultado es consecuencia del aumento de la eficiencia de 81.37% en el pre test a 92.59% en el post test con ello se logra una mejora en un 11.22%, la eficacia también tuvo un incremento de 81.62% en el pre test a un 93.75% en el post test con ello se llegó a mejorar un 12.13%, el autor recomendó que la aplicación del ciclo PHVA sea sostenible y se mantenga en la organización, también recomienda adquirir equipos modernos para estandarizar los productos y producir en menos tiempo y con ello incrementar la productividad.

En concordancia con lo afirmado por Cruelles (2012) la competitividad en el mercado se define sabiendo nuestra productividad y nuestros costes de producción, puesto que la empresa tendrá una mejor competitividad en cuanto la productividad aumente, nuestros costos serán menores. Cabe resaltar que la medición de la productividad en el tiempo ayuda en las relaciones específicas insumos-producto que contribuyen al liderazgo en costos (p.10).

En concordancia con el objetivo específico 1: Se realizó el análisis de la eficiencia antes y después de la implantación del ciclo PHVA, quedó evidenciado que la metodología de mejora incrementó la eficiencia del proceso de fabricación de juntas de tuberías, en el pre test se obtuvo una eficiencia de 67.23%. después de la aplicación de la metodología PHVA se obtuvo una eficiencia de 85.06%, es decir se incrementó la eficiencia un 26.52% este porcentaje es la mejora del proceso. La aplicación y resultados de mejora coincide con la investigación de Mauricio at el (2019) que investigó la implementación de la metodología PHVA para incrementar la eficiencia en el departamento de producción de una empresa dedicada a la ventilación industrial del rubro metalmecánica, el autor recopila información doce semanas antes de la implementación esos datos le sirve de punto de partida para conocer el desempeño de la empresa, luego de ello implementó el ciclo PHVA, el investigador recopila información doce semanas después de la implementación, compara los resultados y se evidencia un incremento de la eficiencia del proceso

de producción de 67.43% a 83.60% es decir la eficiencia gracias a la metodología PHVA se incrementó un 23.98%, para ello fue importante seguir los pasos que la metodología requiere, es por ello que el autor recomienda hacer uso continuo de fichas de verificación ya que ese seguimiento hará que se incremente la eficiencia, también recomendó implementar la metodología de las 5 S para no perder tiempo buscando los recursos utilizados en el proceso, tiempo que se puede optimizar si se tuvieran los materiales clasificados y en condiciones de poder trasladarlos sin tiempos muertos. En concordancia con el aporte teórico de Jean Rufier (1998) La eficiencia es más efectiva cuando su mejora es mantenida en el tiempo, ya que las exigencias del mercado se modifican constantemente. Procede de la capacidad de transformar los equipos y la organización en función de la evolución de la demanda, así como de las variaciones del proyecto productivo. Esto quiere decir que un equipo pensado para cierta función debe evolucionar para seguir siendo eficiente, los objetivos no pueden permanecer constantes si el contexto evoluciona, es por ello que siempre se debe medir el desempeño del cumplimiento de las mejoras implantadas ya que la esencia de la metodología PHVA es la mejora continua y el autoperfeccionamiento.

De acuerdo con el segundo objetivo específico se realizó el análisis del desempeño de la dimensión eficacia tanto antes de la implementación del ciclo PHVA como después de la misma, los datos son consistentes y mostraron un aumento del indicador mencionado, la eficacia en el pre test fue 68.39% y luego de la implementación de la metodología la eficacia aumentó a 92.09% es decir el indicador se incrementó en un 35.09% gracias a la implantación metodológica del ciclo PHVA, los incrementos de la eficacia tienen repercusión en el objetivo principal de la investigación y tiene concordancia con la investigación de Pozo (2018) en su tesis de aplicación del ciclo PHVA para incrementar productividad en el área de mantenimiento de una empresa en el distrito de Surquillo, el autor utilizó dieciséis semanas para recolectar la información del desempeño del área estudiada antes de la implantación de la mejora del proceso, luego de ello implementó las mejoras correspondientes para incrementar la eficacia del proceso y se obtiene una eficacia de 85.38% en el post test mostrando eso un incremento de 11.37% en referencia al pre test, el autor recomienda que los formatos se actualicen cada año con ello se

obtendrán rangos estandarizados, también recomendó un programa de capacitaciones al personal para no tener inconvenientes en los servicios de mantenimiento, otra recomendación del autor es la constante actualización de los planes de trabajo del área de servicio mantenimiento preventivo, ello permitirá a los técnicos atender de forma mas eficiente a los clientes.

esta afirmación es reforzada por Quiroz (2019) que en su estudio busca incrementar la eficacia en una empresa de servicios mediante la implantación del ciclo PHVA como resultado se redujo la rotación del personal en un 66.67% , y el ausentismo laboral se redujo lo que indica que el personal esta más tiempo realizando labores que generan valor y eso se traduce en el incremento de la eficacia de un 72% en el pre test a un 94% en el post test por lo que eficacia se incrementó un 28.38%, razón por la cual el ciclo PHVA es una metodología que ayuda a las organizaciones a mejorar sus procesos, el autor recomienda implementar la metodología PHVA en otras áreas de la empresa con ello busca incrementar la productividad del servicio que la empresa brinda al cliente, también recomienda que la empresa garantice un clima laboral positivo que influye en los indicadores de gestión de la empresa. De acuerdo con lo indicado por el autor Gutiérrez (2010) que afirma la eficacia es la suma de los esfuerzos relevantes que se llevan a cabo en una empresa, además de ello busca incrementar y optimizar habilidades de los colaboradores y generar programas o capacitaciones para tener un buen desempeño laboral, ya que la eficacia es el valor de las actividades planeadas sobre las unidades realizadas, es por ello que si se capacita al personal y se crea un clima laboral positivo los colaboradores serán más eficaces en el desarrollo de sus funciones dentro de la empresa u organización.

## VI CONCLUSIONES

En este capítulo se detallaron las conclusiones en concordancia con los objetivos general y específico de la presente investigación en referencia a la implantación de la metodología PHVA en el proceso de fabricación de tuberías para incrementar la productividad en el proyecto refinería Talara.

1. En concordancia con el objetivo específico 1, se determinó que la aplicación del modelo PHVA incrementó la eficiencia, ya que antes de la investigación la eficiencia tenía un promedio de 67.23%, después de aplicarse la metodología, la eficiencia obtuvo un promedio de 85.06%. Por lo cual se incrementó la eficiencia un 26.52%.
2. En relación con el objetivo específico 2, se determinó que la aplicación del modelo PHVA incrementó la eficacia puesto que antes de la implementación la eficacia tenía un promedio de 68.39% después de la implementación del ciclo PHVA se obtuvo una eficacia de 92.09%, por lo tanto la eficacia se incrementó 35.09% después de la implementación de la mejora.
3. Acorde con el objetivo general se determinó que la aplicación del modelo PHVA incrementó la productividad ya que antes de la mejora del proceso con el ciclo PHVA la productividad promedio era 46.11%, y después de la implementación de la nueva metodología de mejora continua la productividad promedio obtenida fue 78.51%, con esos valores se llega a la conclusión que la productividad aumentó un 70.26%.

## VII RECOMENDACIONES

Como está comprobado que la implantación de la metodología PHVA, tuvo resultados favorables en relación con la variable dependiente y sus dimensiones se recomiendan a la dirección de proyecto:

1. Se ha demostrado en el presente trabajo de investigación, el ciclo PHVA es una herramienta que debe ser periódicamente retroalimentada con información de auditorías internas de cumplimiento, se recomienda que en cada termino de ciclo de mejora continua se fijen nuevas metas para que la productividad siempre tenga una tendencia creciente y así lograr competitividad en el rubro metalmecánico y con ello lograr un incremento de rentabilidad.
2. Se recomienda que los departamentos o áreas involucradas con el proceso de forma directa e indirecta como: logística, mantenimiento, control de calidad, seguridad salud ocupacional medio ambiente, materiales e ingeniería entre otros, analicen sus procesos internos, para ello pueden usar las herramientas utilizadas en la investigación como diagrama de Ishikawa, lluvia de ideas, causa efecto entre otros para incrementar la eficiencia y con ello brindar los recursos materiales o de gestión al departamento de construcción para que este realice el proceso de fabricación maximizando el tiempo productivo.
3. Se recomienda para seguir incrementado la eficacia que el departamento de construcción lleve a cabo programas de capacitación, evaluaciones, ascensos, incentivos entre otros para que el recurso humano se desenvuelva en un clima laboral que fomente la iniciativa de los operarios, y debe estandarizar los procesos internos y tener una programación de construcción para que el personal sepa en todo momento qué debe fabricar, y el tiempo disponible lo emplee en actividades que generan valor.

## REFERENCIAS

- LOAYZA, Olenka. 2020. Implementación del Ciclo PHVA para incrementar la productividad del servicio de reparación de cigüeñales de la empresa BUDGE S.A.C., Bellavista, Callao, 2020. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
- PAREDES, Katia. 2019. Aplicación de la metodología del ciclo Deming para mejorar la productividad en el área de fabricación de estructuras metálicas en la empresa P.M.H. Famsteel E.I.R.L., Lurigancho, 2018. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- ZAVALA, Floreslinda. 2020. Diseño e implementación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en la empresa PROYECASA CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA S.A.C LIMA, 2020. Universidad Peruana de las Américas, 2020.
- MAURICIO, Jesús 2019. Implementación del método PHVA para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Ecovent S.A.C. Lima, 2019. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- VALENZUELA, Edgard. 2018. Aplicación del ciclo PHVA en el proceso de agregados para la mejora de la productividad en el área de premezclado, empresa Concremax S.A. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- FERNANDEZ y SOLORZANO. 2019. Implementación del Ciclo PHVA para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa Alimentaria, El Agustino, 2019. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- SISNIEGAS y VASQUEZ. 2021. Aplicación de la metodología PHVA para incrementar la productividad en la empresa Agrícola Cerro Prieto S.A. – Chepén 2021. Universidad Cesar Vallejo, 2021.
- QUIROZ, Miguel. 2019. Implementación de la Metodología PHVA para incrementar la productividad en una empresa de servicios. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019.
- POZO, Erick. 2018. Aplicación de la metodología PHVA para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Power Technology S.A., Surquillo 2018. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- ÑAÑA, Hildebrando. 2018. Metodología PHVA para Mejorar la Productividad en una

- empresa maderera. Universidad Peruana los Andes, 2018.
- OLGUÍN, Hugo 2015. Diseño de un sistema de información para mejorar la eficiencia en la planificación y control de los procesos productivos de una empresa de piping. Universidad de Chile 2015. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/133534>
- OSPINA, Juan. 2016. Propuesta de distribución de planta para aumentar la productividad en una empresa metalmeccánica en ATE Lima, Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/items/d85c8431-4870-491d-9ac4-74aa1252cff5>.
- HERVACIO, Juan. 2019. Diagnóstico y mejora del proceso de producción en el área de mecanizado de cocinas domésticas a gas, en una empresa metalmeccánica aplicando la metodología PHVA. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019.
- TOVAR, Hans. 2021. Implementación del sistema de gestión de calidad para el montaje eficiente de tuberías ASTM-A36 en la empresa OPSEPLANT S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2021.
- CORDOVA, Frank. 2012. Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmeccánica usando la manufactura esbelta. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013 disponible en repositorio <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4712>
- VIDAURRE, Sarita. 2018. Aplicación de la Metodología PHVA Para Mejorar La Productividad En El área Costura De La EMPRESA TEXTILES CAMONES S.A.-Puente Piedra, 2018. Universidad Cesar Vallejo. 2018.
- ALVARADO, M y MACEDO, E. 2017. Influencia de la disposición de planta en la productividad de spools de la empresa metalmeccánica FIMA, Lima, Universidad Privada del Norte, 2017.
- ÑAUPAS Humberto et al. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 5ª ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018, 557 pp. ISBN:

9789587628760

DELZO, Albino. 2018. Implementación de las 5s para incrementar la productividad en la planta de mantenimiento integral de transformadores eléctricos de la empresa Electro Regsa SAC. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35393?locale-attribute=es>

GUTIÉRREZ Humberto, Calidad y productividad. 5<sup>ta</sup> ed. México: McGraw-Hill interamericana editores S.A, 2020, 736pp. ISBN: 9786071514578

Cruelles, J. (2012). Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. (1° ed.) Barcelona, España: Editorial Marcombo.

Cruelles, J. (2013). Productividad industrial, Método de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Editorial: Marcombo.

PETROPERÚ S.A. (2015) Memoria anual 2015. Primera edición. Perú: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A. disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/transparencia/archivos/MemoriaPetroperu2015.pdf>

PETROPERÚ S.A. (2016). La Energía que nos Mueve Memoria anual 2016. Primera edición. Perú: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A. disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/transparencia/archivos/MemoriaPETROPERU2016.pdf>

PETROPERÚ S.A. (2021). La Energía que nos Mueve Memoria anual 2021. Primera edición. Perú: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A. disponible en: [Chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.petroperu.com.pe/Sstorage/tbl\\_documentos\\_varios/flid\\_1160\\_Documento\\_file/635-n0Aa8Vw4Bj6Jq3E.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.petroperu.com.pe/Sstorage/tbl_documentos_varios/flid_1160_Documento_file/635-n0Aa8Vw4Bj6Jq3E.pdf)

GUTIÉRREZ, Humberto. 2010. Calidad total y productividad. 3.ª ed. México: McGraw Hill / Interamericana Editores S.A., 383 pp. ISBN: 9786071503152

21.HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. (2014). Metodología de la investigación. México : McGraw Hill.



HERNÁNDEZ Sampieri. (2006). Metodología de la investigación. 264p ISBN 97010-5753-8.

RUFFIER, Jean (1998) La eficiencia productiva: cómo funcionan las fábricas, Montevideo: cinterfor 1998. 215p. ISBN: 92-9088-073-4

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. Alcance de la Investigación. 2017.

Norma Internacional ISO 9000 (2015) en línea. Disponible en: [http://colabora.sct.gob.mx/LotusQuickr/calidad/PageLibrary86257B5200626562.nsf/0/32E936CA567213F386257B520070ED54/\\$file/NORMA%20ISO%209000-2015%20FUNDAMENTOS%20Y%20VOCABULARIO.pdf](http://colabora.sct.gob.mx/LotusQuickr/calidad/PageLibrary86257B5200626562.nsf/0/32E936CA567213F386257B520070ED54/$file/NORMA%20ISO%209000-2015%20FUNDAMENTOS%20Y%20VOCABULARIO.pdf)

Valderrama M., S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.

Arbaiza Fermini, Lydia. Cómo elaborar una tesis de grado – Lima: Universidad ESAN, 2014, - 328p. ISBN: 978-612-4110-34-4, primera edición.

Ministerio de Economía y Finanzas, 2021 Marco Macroeconómico multianual, 2022-2025 disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/marco\\_macro/MMM\\_2022\\_2025.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/MMM_2022_2025.pdf)

CARRASCO Díaz, Sergio. Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Lima: Editorial San Marcos E I R LTDA, 2019. ISBN: 9789972383441.

OFICINA Internacional del Trabajo (OIT). El Recurso Humano y la Productividad. [En línea]. Ginebra: OIT 2016. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2021]. Disponible en [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/---ifp\\_seed/documents/instructionalmaterial/wcms\\_553925.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf)

MÉNDEZ, Roosbelt, GÓMEZ, Jennyfer, GONZÁLEZ, Lucía. 2013. La gestión del mantenimiento una oportunidad de cambio

Rojas M, Jaimes L, Valencia M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Revista científica Espacios. 2018 en línea disponible en chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/a18v39n06p11.pdf

Mejora continua de la calidad en los procesos [Industrial data] Vol. 6: (1), 01-08-03. [Recuperado el 21 de noviembre del 2019]. file:///F:/2020/TESIS/10mo%20UCV/ARTICULOS/81606112.pdf ISSN: 1560-914

Produce. 2017. Estadísticas de la micro, pequeña y mediana empresa. [En línea] 2017. [www.produce.gob.pe/remype/data/mype2012.pdf](http://www.produce.gob.pe/remype/data/mype2012.pdf).

ANTONIO Vanesa, NUÑEZ Yessenia y GUTIÉRREZ, Elías. Aplicación de ciclo Deming para la mejora de la productividad en una empresa de transportes. Revista Científica EPigmalión. [en línea]. Julio - Diciembre 2019, Vol 1, nº 2 Disponible en <https://doi.org/10.51431/epigmalion.v1i2.538>

EL AUMENTO de la productividad, el principal motor de reducción de la pobreza corre peligro debido a las perturbaciones causadas por la COVID-19. Banco Mundial. 14 de julio de 2020. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/07/14/productivity-growth-threatened-by-covid-19-disruptions>.

LOAYZA Norman. La productividad como clave del crecimiento y el desarrollo en el Perú y el mundo. *Revista Estudios Económicos [en línea]*. N°31. Junio 2016. [fecha de consulta: 6 de octubre del 2021].

Disponible en [www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos.html](http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos.html)  
ISSN: 1028- 6438

## ANEXOS Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

| Variable      | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensión  | Indicador                      | Formula   | Escala |
|---------------|---|---|------------|--------------------------------|---|--------|
| CICLO PHVA    | Gonzáles (2015) La metodología conocida como PHVA, es utilizada modernamente, tanto en el diseño como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad. Durante la etapa del mejoramiento continuo, se constituye en la herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema (pp. 57-58). | La variable modelo PHVA, será medida a través de las dimensiones de planear, hacer, verificar y actuar.   | Planificar | Objetivos establecidos por mes | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) \times 100\%$ <p>Rob = Ratio de objetivos establecidos<br/>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br/>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg)</p> | razón  |
|               |   |   | Hacer      | Actividades Ejecutadas         | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) \times 100\%$ <p>Act ejec = % de actividades reales por mes<br/>AE = Actividades ejecutadas por mes<br/>AP = Actividades programadas por mes</p>    | razón  |
|               |   |   | Verificar  | Nivel de Cumplimiento          | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) \times 100\%$ <p>RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br/>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br/>RRA = Ratio de Resultados Anteriores</p>                | razón  |
|               |   |   | Actuar     | Acciones de Mejora             | $RMP = \left( \frac{PE}{PT} \right) \times 100\%$ <p>RMP = Ratio de mejora de proceso<br/>PE = Procesos estandarizados<br/>PT = Procesos Totales</p>  | razón  |
| PRODUCTIVIDAD | La productividad es aquella relación existente entre el manejo de recursos de una empresa y los niveles de producción obtenidos, en búsqueda de la calidad deseada, siendo su finalidad el originar una mayor rentabilidad (Sánchez y Prada, 2017).   | La productividad es un indicador referente a la cantidad de producción obtenida vinculada a la cantidad de recursos empleados en la misma, centrándose en la eficiencia y eficacia (Alamar y Guijarro, 2018). | Eficiencia | Eficiencia proceso             | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ Rf}{Tiem\ Pf} \right) \times 100\%$ <p>Tiem pf = tiempo programado<br/>Tiem rf = tiempo real fabricación</p>   | Razón  |
|               |   |   | Eficacia   | Eficacia proceso               | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) \times 100\%$ <p>Fefec tub = fabricación efectuada de tuberías<br/>F plan tub = fabricación planificada de tuberías</p>            | Razón  |

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

| Problema de la investigación  | Objetivos de la investigación   | hipótesis de la investigación   | Variables                      | Dimensión        | metodología  |
|---|---|---|--------------------------------|------------------|--|
| <b>General</b>  | <b>General</b>  | <b>General</b>  | Independiente<br>CICLO<br>PHVA | PLANIFICAR       | <b>Tipo de Investigación:</b><br>Aplicada<br><br><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo<br><br><b>Diseño de investigación:</b><br>cuasiexperimental<br><br><b>Nivel de investigación:</b><br>Explicativo<br><br><b>Técnica de recolección de datos:</b><br>observación directa y análisis de datos fichas de observación y fichas de recolección de datos.<br><br><b>Población:</b><br>cantidad de tuberías fabricadas en un periodo de seis meses divididos en tres meses antes y tres meses después de la implementación. |
| ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la productividad de en proyecto Refinería Talara, periodo 2022? | Determinar qué la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementará la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022 | La aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022 |                                | HACER            |  |
|   |   |   |                                | VERIFICAR        |  |
|   |   |   |                                | ACTUAR           |  |
| <b>específicos</b>  | <b>específicos</b>  | <b>específicas</b>  | <b>Variables</b>               | <b>Dimensión</b> |  |
| ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, periodo 2022?    | Determinar que la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tubería incrementará la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022     | La Implantación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficiencia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022         | Dependiente<br>PRODUCTIVIDAD   | EFICIENCIA       |  |
|   |   |   |                                | EFICACIA         |  |
| ¿De qué manera la aplicación del ciclo Deming PHVA en la fabricación de Tuberías incrementará la eficacia en proyecto Refinería de Talara, periodo 2022?      | Determinar que la aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.       | La aplicación del modelo PHVA en la fabricación de tuberías incrementa la eficacia en proyecto Refinería de Talara, Lima 2022.            |                                |                  |  |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE  
CICLO PHVA

| N.º | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|-----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|     |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|     | DIMENSIÓN 1 PLANIFICAR   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1   | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) \times 100\%$ Rob = Ratio de objetivos establecidos<br>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg) | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |
|     | DIMENSIÓN 2 HACER  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 2   | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) \times 100\%$ Act ejec = % de actividades reales por mes<br>AE = Actividades ejecutadas por mes<br>AP = Actividades programadas por mes.   | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |
|     | DIMENSIÓN 3 VERIFICAR  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 3   | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) \times 100\%$ RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br>RRA = Ratio de Resultados Anteriores                | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |
|     | DIMENSIÓN 4 ACTUAR   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 4   | $RMP = \left( \frac{PE}{PT} \right) \times 100\%$ RMP = Ratio de mejora de proceso<br>PE = Procesos estandarizados<br>PT = Procesos Totales  | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Lino Rodríguez Alegre

DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero

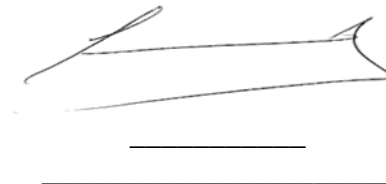
Lima 05. de julio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

<sup>3</sup>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



Firma del Experto Informante.

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

| N° | DIMENSIONES / ítems   | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|    | DIMENSIÓN 1 Eficiencia  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ rf}{Tiem\ pf} \right) x 100\%$     | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |
|    | DIMENSIÓN 2 Eficacia  |                          |    |                         |    |                       |    |             |
| 2  | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) x 100\%$ | x                        |    | x                       |    | x                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador Mg: Lino Rodríguez Alegre  
06535058

DNI:

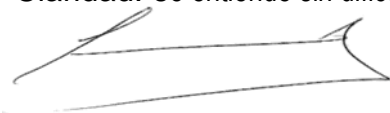
Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero.

Lima 05. de julio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem



es conciso, exacto y directo

| Variable                                   | Definición Conceptual   | Definición Operacional   | Dimensión  | Formula  | Escala |
|--|---|--|------------|--|--------|
| PRODUCTIVIDAD<br>(VARIABLE<br>DEPENDIENTE) | La productividad es aquella relación existente entre el manejo de recursos de una empresa y los niveles de producción obtenidos, en búsqueda de la calidad deseada, siendo su finalidad el originar una mayor rentabilidad (Sánchez y Prada, 2017). | La productividad es un indicador referente a la cantidad de producción obtenida vinculada a la cantidad de recursos empleados en la misma, centrándose en la eficiencia y eficacia (Alamar y Guijarro, 2018). Ello se obtendrá mediante el instrumento de la ficha de registro de datos y la ficha de observación. | Eficiencia | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ rf}{Tiem\ pf} \right) \times 100\%$ <p>Eficiencia = eficiencia del proceso<br/> Tiem pf = Tiempo programado de fabricación<br/> Tiem rf = Tiempo real de fabricación</p>                | Razón  |
|  |   |  | Eficacia   | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) \times 100\%$ <p>Eficacia = eficacia del proceso<br/> Fefec tub = fabricación efectuada de tuberías<br/> F plan tub = fabricación planificada de tuberías</p> | Razón  |

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados  
Informante

son suficientes para medir la dimensión.

Firma del experto

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**



| Variable   | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensión  | Indicador                                  | Formula   | Escala |
|------------|---|---|------------|--|---|--------|
| CICLO PHVA | González (2015) La metodología conocida como PHVA, es utilizada modernamente, tanto en el diseño como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad. Durante la etapa del mejoramiento continuo, se constituye en la herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema (pp. 57-58). | La variable modelo PHVA, será medida a través de las dimensiones de planear, hacer, verificar y actuar. | Planificar | Objetivos Establecidos Por mes             | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) x 100\%$ Rob = Ratio de objetivos establecidos<br>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg) | Razón  |
|            |   |   | Hacer      | Actividades ejecutadas                     | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) x 100\%$ Act ejec = % de actividades reales por mes<br>AE = Actividades ejecutadas por mes<br>AP = Actividades programadas por mes    | Razón  |
|            |   |   | Verificar  | Nivel de Cumplimiento De implantación PHVA | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) x 100\%$ RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br>RRA = Ratio de Resultados Anteriores                | Razón  |
|            |   |   | Actuar     | Acciones para mejorar los procesos         | $RMP = \left( \frac{PE}{PT} \right) x 100\%$ RMP = Ratio de mejora de proceso<br>PE = Procesos estandarizados<br>PT = Procesos Totales  | Razón  |

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE CICLO PHVA**

| N.º | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|-----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|     |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 1 PLANIFICAR</b>  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1   | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) \times 100\%$ Rob = Ratio de objetivos establecidos<br>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg) | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 2 HACER</b>   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 2   | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) \times 100\%$ Act ejec = % de actividades reales por mes<br>AE = Actividades ejecutadas por mes<br>AP = Actividades programadas por mes    | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 3 VERIFICAR</b>   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 3   | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) \times 100\%$ RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br>RRA = Ratio de Resultados Anteriores                | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

|   | DIMENSIÓN 4 ACTUAR  | Si | No | Si | No | Si | No |  |
|---|---|----|----|----|----|----|----|--|
| 4 | $RMP = \left(\frac{PE}{PT}\right) \times 100\%$ RMP = Ratio de mejora de proceso<br>PE = Procesos estandarizados<br>PT = Procesos Totales | X  |    | X  |    | X  |    |  |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Leónidas Rimer Benites Rodríguez      DNI: 10614957

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima 05. de julio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

<sup>3</sup>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



Mg. Leónidas R. Benites Rodríguez  
 Ingeniero Industrial  
 CP 189492

Informante. Firma del Experto

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

| Nº | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|    | DIMENSIÓN 1 Eficiencia   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ rf}{Tiem\ pf} \right) \times 100\%$     | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|    | DIMENSIÓN 2 Eficacia   |                          |    |                         |    |                       |    |             |
| 2  | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) \times 100\%$ | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador Mg: Leónidas Rimer Benites Rodríguez  
10614957

DNI:

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima 05. de julio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o

dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem,  
\_\_\_\_\_ es conciso, exacto y directo



Mg. Leónidas R. Benites Rodríguez  
Ingeniero Industrial  
CP 189692

| Variable   | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensión  | Indicador                                  | Formula   | Escala |
|------------|---|---|------------|--|---|--------|
| CICLO PHVA | González (2015) La metodología conocida como PHVA, es utilizada modernamente, tanto en el diseño como en el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad. Durante la etapa del mejoramiento continuo, se constituye en la herramienta por excelencia para el análisis, seguimiento y mejora de los procesos y del sistema (pp. 57-58). | La variable modelo PHVA, será medida a través de las dimensiones de planear, hacer, verificar y actuar. | Planificar | Objetivos Establecidos Por mes             | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) x 100\%$ Rob = Ratio de objetivos establecidos<br>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg) | RAZÓN  |
|            |   |   | Hacer      | Actividades ejecutadas                     | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) x 100\%$ Act ejec = % de actividades reales por mes<br>AE = Actividades ejecutadas por mes<br>AP = Actividades programadas por mes    | RAZÓN  |
|            |   |   | Verificar  | Nivel de Cumplimiento De implantación PHVA | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) x 100\%$ RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br>RRA = Ratio de Resultados Anteriores                | RAZÓN  |
|            |   |   | Actuar     | Acciones para mejorar los procesos         | $RMP = \left( \frac{PE}{PT} \right) x 100\%$ RMP = Ratio de mejora de proceso<br>PE = Procesos estandarizados<br>PT = Procesos Totales  | RAZÓN  |

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados  
 Informante

Firma del experto

son suficientes para medir la dimensión

| Variable                                   | Definición Conceptual   | Definición Operacional   | Dimensión  | Formula  | Escala |
|--|---|--|------------|--|--------|
| PRODUCTIVIDAD<br>(VARIABLE<br>DEPENDIENTE) | La productividad es aquella relación existente entre el manejo de recursos de una empresa y los niveles de producción obtenidos, en búsqueda de la calidad deseada, siendo su finalidad el originar una mayor rentabilidad (Sánchez y Prada, 2017). | La productividad es un indicador referente a la cantidad de producción obtenida vinculada a la cantidad de recursos empleados en la misma, centrándose en la eficiencia y eficacia (Alamar y Guijarro, 2018). Ello se obtendrá mediante el instrumento de la ficha de registro de datos y la ficha de observación. | Eficiencia | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ rf}{Tiem\ pf} \right) \times 100\%$ <p>Eficiencia = eficiencia del proceso<br/> Tiem pf = Tiempo programado de fabricación<br/> Tiem rf = Tiempo real de fabricación</p>                | Razón  |
|  |   |  | Eficacia   | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) \times 100\%$ <p>Eficacia = eficacia del proceso<br/> Fefec tub = fabricación efectuada de tuberías<br/> F plan tub = fabricación planificada de tuberías</p> | Razón  |

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE CICLO PHVA

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE CICLO PHVA**

| N.º | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|-----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|     |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 1 PLANIFICAR</b>  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1   | $Rob = \left( \frac{Tfm}{Tpf} \right) \times 100\%$ Rob = Ratio de objetivos establecidos<br>Tfm = tuberías fabricadas al mes (pulg)<br>Tpf = tuberías programadas a fabricar (pulg) | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 2 HACER</b>   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 2   | $Act\ ejec = \left( \frac{AE}{AP} \right) \times 100\%$ Act ejec = % de actividades reales por mes<br>AE = Actividades ejecutadas por mes<br>AP = Actividades programadas por mes    | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 3 VERIFICAR</b>   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 3   | $RNC = \left( \frac{RRO}{RRA} \right) \times 100\%$ RNC = Ratio de nivel de cumplimiento<br>RRO = Ratio de Resultado Obtenido<br>RRA = Ratio de Resultados Anteriores                | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|     | <b>DIMENSIÓN 4 ACTUAR</b>  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |

|   |  |   |  |   |  |   |  |
|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 4 | $RMP = \left( \frac{PE}{PT} \right) \times 100\%$ <p>RMP = Ratio de mejora de proceso<br/>PE = Procesos estandarizados<br/>PT = Procesos Totales</p> | X |  | X |  | X |  |
|---|--|---|--|---|--|---|--|

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Pablo Rivera Rodríguez

DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima 24. de Abril del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

<sup>3</sup>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




---

Firma del Experto Informante.



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

| Nº | DIMENSIONES / ítems   | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|    | DIMENSIÓN 1 Eficiencia  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | $Eficiencia = \left( \frac{Tiem\ rf}{Tiem\ pf} \right) x 100\%$     | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|    | DIMENSIÓN 2 Eficacia  |                          |    |                         |    |                       |    |             |
| 2  | $Eficacia = \left( \frac{Fefec\ tub}{F\ plan\ tub} \right) x 100\%$ | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador Dr. Pablo Rivera Rodríguez

DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima 24. de Abril del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem,

es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados Informante

son suficientes para medir la dimensión.



constructo

Firma del experto

Anexo 4

## **AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**

Yo, Peter Armando Tello Laupa, identificado con DNI:42234977 en mi calidad de: Jefe de Oficina Técnica del área de: Oficina técnica y Planeamiento, de la Empresa "CONSORCIO MOST INDUSTRIAL con R.U.C N°20603796943, ubicada en la ciudad de Talara.

### **OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

Al señor: Nilton Robert Vega Diaz, Identificado con DNI N°41995554, de la Carrera profesional de Ingeniería, para que utilice la siguiente información de la empresa: base de datos de producción (fabricación de tuberías), tabla de costos unitarios y planillas de asistencia de personal de obra.

con la finalidad de que pueda desarrollar su (X) Informe estadístico para desarrollar su tesis: "Aplicación del Ciclo PHVA en la fabricación de tuberías, para Incrementar la Productividad en proyecto Refinería de Talara, Lima, 2022

( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
(X) Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y sello del Representante Legal  
DNI: 42234977

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI: 41995554