



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad del
área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C,

Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Lopez Minaya, Wilmer Joel (orcid.org/0000-0002-5856-5034)

ASESOR:

Mgtr. Zeña Ramos, Jose La Rosa (orcid.org/0000-0001-7954-6783)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA-PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a Dios, a mis padres y docentes, quienes formaron parte de mi crecimiento profesional y a la vez me brindaron su constante apoyo y motivación para cumplir mis metas.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi familia por el apoyo incondicional durante esta etapa muy importante en la vida de cualquier profesional. A mi asesor y a todos los docentes que me compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación universitaria.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	26
3.2. Variables y operacionalización.....	28
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	101
3.7. Aspectos éticos.....	102
IV. RESULTADOS.....	103
V. DISCUSIÓN.....	118
VI. CONCLUSIONES.....	122
VII. RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS.....	124
ANEXOS.....	137

Índice de tablas

Tabla 1. Validación del instrumento	34
Tabla 2. Maquinaria para proceso de armado y habilitado	42
Tabla 3. Maquinaria para proceso de soldeo	42
Tabla 4. Maquinaria para proceso de limpieza y pintura.	43
Tabla 5. Maquinaria de obra.....	43
Tabla 6. Cálculo de la eficacia pre-test.....	56
Tabla 7. Cálculo de la eficiencia pre-test.....	57
Tabla 8. Cálculo de la productividad pre-test	58
Tabla 9. Cronograma de implementación de la ingeniería de métodos.....	64
Tabla 10. Actividades de la producción de estructuras metálicas	67
Tabla 11. Interrogatorio sistemático en fase de examinación.....	71
Tabla 12. Interrogatorio sistemático en fase de planteamiento	75
Tabla 13. Ficha de programación de auditorías	81
Tabla 14. Puntaje de evaluación para auditorías.....	81
Tabla 15. Ficha de evaluación de índice de cumplimiento del nuevo método de trabajo	82
Tabla 16. Cálculo del tamaño de muestra	84
Tabla 17. Cronometraje de tiempos según tamaño de muestra	85
Tabla 18. Cálculo del tiempo normal y suplementos	86
Tabla 19. Determinación del tiempo estándar	87
Tabla 20. Cálculo de la eficacia post-test.....	88
Tabla 21. Cálculo de la eficiencia post-test	90
Tabla 22. Cálculo de la productividad post-test.....	91
Tabla 23. Presupuesto de recurso humano.....	94
Tabla 24. Presupuesto de recursos materiales	95
Tabla 25. Presupuesto de servicios.....	96
Tabla 26. Resumen de recursos a emplear.....	96
Tabla 27. Evaluación del VAN.....	97
Tabla 28. Evaluación de la TIR	98

Tabla 29. Evaluación del beneficio/costo	99
Tabla 30. Evaluación del PRI	100
Tabla 31. Resumen de procesamiento de los casos-Productividad	103
Tabla 32. Análisis descriptivo de la productividad	104
Tabla 33. Prueba de normalidad de la productividad	105
Tabla 34. Criterios de selección de estadígrafos-Productividad	106
Tabla 35. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Productividad	107
Tabla 36. Estadísticos descriptivos-Productividad.....	107
Tabla 37. Resumen de procesamiento de los casos-Eficiencia.....	108
Tabla 38. Análisis descriptivo de la eficiencia	109
Tabla 39. Prueba de normalidad de la eficiencia.....	110
Tabla 40. Criterios de selección de estadígrafos-Eficiencia	111
Tabla 41. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Eficiencia	112
Tabla 42. Estadísticos descriptivos-Eficiencia.....	112
Tabla 43. Resumen de procesamiento de los casos-Eficacia	113
Tabla 44. Análisis descriptivo de la eficacia	114
Tabla 45. Prueba de normalidad de la eficacia.....	115
Tabla 46. Criterios de selección de estadígrafos-Eficacia	116
Tabla 47. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Eficacia	117
Tabla 48. Estadísticos Wilcoxon-Eficacia	117
Tabla 49. Matriz de correlación de las posibles causas de baja productividad de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.....	140
Tabla 50. Tabla de frecuencias de las causas de baja productividad del área de seguimiento SC Ingeniería y Construcción S.A.C.	141
Tabla 51. Estratificación de causas por macroprocesos	143

Índice de figuras

Figura 1. Fases de aplicación de la ingeniería de métodos.....	16
Figura 2. Simbología de los diagramas de procesos.....	19
Figura 3. Tabla de factores según Westinghouse	20
Figura 4. Tiempos suplementarios	21
Figura 5. Resumen de procedimientos para hallar el tiempo estándar.....	22
Figura 6. Factores que afectan la productividad.....	23
Figura 7. Tipos de productividad	23
Figura 8. Organigrama de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.....	37
Figura 9. Mapa de ubicación de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.....	38
Figura 10. Clientes de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.....	38
Figura 11. Servicios de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.	39
Figura 12. Equipos de proceso de armado y habilitado.....	42
Figura 13. Equipos de proceso de soldeo	43
Figura 14. Equipos de limpieza y pintura.....	43
Figura 15. Equipos de obra	44
Figura 16. Ejecución de proyectos industriales	44
Figura 17. Ejecución de proyectos mineros.....	45
Figura 18. Ejecución de proyectos comerciales	45
Figura 19. Ejecución de proyectos de energía	45
Figura 20. Ejecución de proyectos viales	46
Figura 21. Ejecución de otros proyectos	46
Figura 22. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 1	47
Figura 23. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 2	48
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 3	49
Figura 25. Proceso productivo de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.	67
Figura 26. Cursograma analítico del proceso actual, parte 1	69
Figura 27. Cursograma analítico del proceso actual, parte 2	70
Figura 28. DOP con la modificación del nuevo procedimiento implantado	79
Figura 29. Operarios ejecutando el nuevo método de trabajo implantado.....	80

Figura 30. Comparación de resultados pre y post test	93
Figura 31. Análisis descriptivo del promedio de la productividad antes y después .	103
Figura 33. Análisis descriptivo del promedio de la eficiencia antes y después.....	108
Figura 34. Análisis descriptivo del promedio de la eficacia antes y después.....	113
Figura 35. Productividad laboral internacional del sector construcción (Instituto Global McKinsey, 2020).....	137
Figura 36. Productividad laboral nacional del sector construcción (Capeco, 2021)	138
Figura 37. Diagrama de Ishikawa del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.....	139
Figura 38. Diagrama de Pareto del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y construcción S.A.C.	142
Figura 39. Resultado porcentual por macroproceso	143

Resumen

La tesis titulada Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la Productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022, se realizó debido a que la empresa presentaba una baja productividad en el área de seguimiento. Cuyo objetivo general fue determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C. Con una investigación de tipo aplicada, a nivel explicativo, un diseño pre-experimental y un enfoque cuantitativo. La población y muestra estuvo constituida por la producción de estructuras metálicas del área de seguimiento de la empresa, empleando la técnica de recolección de datos de observación experimental, así como también se utilizó el instrumento denominado ficha de observación. Luego de la implementación de la ingeniería de métodos se llegó a obtener una mejora de la productividad de 20.19% a 63.92%, una eficiencia de 44.85% a un 79.89% y una eficacia de 45.02% a 80.01%. Por lo tanto, se concluye que con la aplicación de la ingeniería de métodos se logró incrementar la productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C. en 216.59%.

Palabras clave: Ingeniería de métodos, productividad, estudio de tiempos, eficiencia, eficacia.

Abstract

The thesis entitled Application of Engineering Methods to improve the Productivity of the monitoring area of the company SC Engineering and Construction S.A.C, Lima 2022, was carried out because the company had low productivity in the monitoring area. Whose general objective was to determine how the application of methods engineering improves the productivity of the monitoring area of the company SC Engineering and Construction S.A.C. With an applied type of research, at an explanatory level, a pre-experimental design and a quantitative approach. The population and sample consisted of the production of metal structures in the company's monitoring area, using the experimental observation data collection technique, as well as the observation sheets as an instrument. After the implementation of method engineering, an improvement in productivity was obtained from 20.19% to 63.92%, efficiency from 44.85% to 79.89%, and efficiency from 45.02% to 80.01%. Therefore, it is concluded that with the application of method engineering it was possible to increase the productivity of the monitoring area of the company SC Engineering and Construction S.A.C. at 216.59%.

Keywords: Method engineering, productivity, time study, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la industria de la construcción ha presentado una baja productividad laboral a lo largo de la historia con una tendencia de crecimiento de 1 % por año en las dos últimas décadas, en comparación con el 2.8% de crecimiento de la economía mundial, esto debido a la falta de inversión en renovación y estandarización de sus procesos junto con el sistema actual regido por la competencia desleal, las cuales excluyen a las pequeñas empresas de los concursos y licitaciones, para luego ser subcontratadas por otras organizaciones de mayor vínculo con el estado , quienes logran obtener exorbitantes ganancias, perjudicando a los trabajadores de estas pequeñas empresas constructoras y por ende evitando el crecimiento de la productividad del sector en el mundo. No obstante, pese a este declive, aún existe la necesidad de implementar proyectos de infraestructura y desarrollarlos con la mayor eficiencia posible, por lo que en el año 2021 según la OCDE la productividad tuvo una gran recuperación, cuyo índice incrementó en 5.2 % respecto al año 2020, en la actualidad la actividad constructora global se encuentra enfocada en recuperarse de los efectos negativos generados a raíz del Covid-19. (OCDE, 2021).

En Latinoamérica según un estudio realizado por el Instituto Global McKinsey (2020), el índice de productividad laboral del sector construcción para el tercer trimestre del año 2021 registró un incremento de 1.2% en base al personal ocupado en el mundo, por otro lado en cuanto a las horas trabajadas se presentó un registro decreciente de 1.3% en comparación con los datos obtenidos en el año anterior, mientras que la industria manufacturera logró incrementar su índice en 3.6%, lo que se debe fundamentalmente a que cada proyecto es único y no es posible producir en serie, además necesita de una inversión mayor en cuanto a los activos fijos. Sin embargo, estas desventajas del rubro no son suficientes para pasar por desapercibido el estancamiento de su productividad de la mano de obra, ya que un sector no productivo genera desperdicios a lo largo de las fases de un proyecto de infraestructura (anexo 1).

Asimismo, según la revista El economista (2021), el sector construcción tiene una baja productividad por cada hora laborada, sin embargo se destacan aún con un crecimiento lento países como Argentina y Chile, mientras que por otro lado se observa un retroceso en la productividad de México, Brasil y Colombia. Con la información presentada cabe mencionar que gran parte de este crecimiento tímido se presenta debido a la falta de inversión, ya que solo destinan 1% en innovación, digitalización y estandarización, mientras que otras industrias le prestan mayor importancia destinando entre 3% y 5%, generando así una reducción de costos y con ello una mayor competitividad.

En el ámbito nacional según un estudio de la Cámara Peruana de la Construcción), la productividad laboral del rubro construcción en el Perú se posiciona muy por debajo de otros países pertenecientes a la OCDE, ya que cuenta con un promedio de 0.12, en comparación con el promedio de 0.37 a nivel internacional. De igual forma, el alza del costo de mano de obra sumado a los efectos negativos de la pandemia, la inestabilidad política del país y el incremento de la informalidad en el sector debido a la paralización de obras a lo largo de la emergencia sanitaria han generado una importante desventaja en la industria, puesto que según Capeco (2021), en el año 2020 la productividad laboral decreció en un 11.8% a causa fundamental de estos factores. Sin embargo hubo una importante recuperación en el año 2021 con un índice de 8.9% y se proyecta un crecimiento de 3.8 % para el año 2022 (anexo 2).

En el ámbito local la organización en estudio denominada SC Ingeniería y Construcción S.A.C, cuyo movimiento se basa en otorgar soluciones de manera integral a diversas empresas del rubro industrial, minero e hidrocarburos, junto con la ejecución de proyectos de metal mecánica, civiles, eléctricos, entre otros. Actualmente atraviesa un problema de baja productividad en el área de seguimiento de la obra Mall Aventura de la sede de Iquitos, por lo que en primera instancia se procedió a realizar un estudio de las posibles causas que están originando dicho problema, para ello se realizó una clasificación de las causas en función de las 6M, las cuales están plasmadas en el diagrama de Ishikawa (anexo 3), posteriormente se analizó de forma cuantitativa mediante la matriz de correlación (anexo 4) a fin de

confrontar las causas entre sí y proporcionarle un valor numérico para luego emplearlas en la elaboración del diagrama de Pareto (anexo 6), en este último se pudo encontrar aquellas causas que presentaban una mayor incidencia en el problema; gracias a la aplicación de estas herramientas se pudo determinar que las causas más significativas son: Procesos no estandarizados, control inadecuado de tiempos y planificación deficiente de actividades, los cuales indican que hay una gestión inadecuada de los procesos. Finalmente, se realizó un estudio empleando la matriz de estratificación (anexo 7) en la que se pudo determinar que la herramienta más factible a utilizar para solucionar el problema es la Ingeniería de métodos.

En ese sentido, el problema general de la presente investigación es: ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022?

Asimismo, los problemas específicos son: ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la eficiencia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022? y ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la eficacia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022?

El proyecto de investigación se justifica en los siguientes niveles:

A nivel práctico Arias (2021), refiere que este se utiliza cuando existe un problema que el investigador puede observar y en el que interviene proponiendo herramientas o una estrategias que al ponerse en práctica sobre el problema podrán solucionarlo, además implica dar a conocer de qué manera los resultados de una investigación contribuyen en el cambio de la realidad del contexto de estudio.

Se considera la justificación práctica, ya que con la elaboración del presente estudio se logrará aplicar la ingeniería de métodos para dar solución a las causas que generan baja productividad en el área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción SAC, que a su vez va a servir de antecedente para afrontar problemas

similares que se puedan generar en otras áreas de la empresa, logrando así una mayor competitividad de la misma.

A nivel metodológico, es aquella que se encuentra referida a la proposición o aplicación de métodos y técnicas que luego de su uso puedan aportar soluciones a otros investigadores que estudien problemas con cierta similitud a la abordada (Gallardo, 2017).

Ciertamente el presente proyecto de investigación se justifica a nivel metodológico, ya que en la realización del estudio se hará uso de diversos instrumentos para recolectar información y solucionar los problemas encontrados de manera innovadora, los nuevos métodos de trabajo empleados serán de gran utilidad en el ámbito empresarial.

A nivel económico, aduce a la rentabilidad de una investigación, es decir que los trabajos de investigación que tienen carácter práctico, generalmente suelen estar orientadas a un beneficio económico, ejecutando alguna metodología o herramienta logran incrementar las utilidades de una empresa (Fernández, 2020).

La justificación económica se considera debido a la incidencia directa que tiene el proyecto de investigación con el incremento de los ingresos de la empresa, ya que al aplicar la ingeniería de métodos se pretende mejorar la productividad del área en estudio junto con ello los procedimientos y tiempos de fabricación para lograr culminar los proyectos de infraestructura en el plazo pactado con el cliente, lo que a su vez se traducirá en mayores ganancias para la organización y reducción de costos de los tiempos muertos.

Por ende, el objetivo general del presente proyecto de investigación es determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. Del mismo modo los objetivos específicos son: Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022 y determinar de qué manera la aplicación de la

ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

Por lo tanto, se plantea la hipótesis general: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022 y las hipótesis específicas son: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022 y la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el proceso de recolección de múltiples fuentes de investigación bibliográfica referentes al tema de estudio, se consideraron antecedentes, en su mayoría procedentes de artículos científicos nacionales e internacionales, los estudios nacionales se detallan a continuación:

Gamarra (2021). La presente tesis de investigación presentó como objetivo general aplicar la ingeniería de métodos para incrementar el índice de productividad de la empresa ya mencionada, asimismo empleó una metodología de tipo aplicada, descriptiva y cuantitativa, su población y muestra estuvo conformada por el total de fases dentro del proceso productivo y 36 trabajadores del área de producción de ladrillos, las técnicas utilizadas para la recolección de la información fueron la observación directa, la entrevista y la encuesta. Luego del procesamiento de datos del antes y después de la aplicación de la herramienta de mejora, el autor realizó la comparación de dichos resultados, habiendo encontrado lo siguiente: Los operarios lograron reducir el tiempo estándar de 166 minutos a 130 minutos logrando una diferencia de 36 minutos. Por lo que el autor concluyó que la productividad en función de los niveles de producción alcanzadas por los trabajadores de la empresa fue de 11 a 13 millares de ladrillos producidos por operario, asimismo logró incrementar de 0.054 a 0.063 millares de ladrillos por horas-hombre, obteniendo así un porcentaje de mejora de 16.7% y 15.1% respectivamente. Por último, el aporte que brinda al presente estudio está relacionado a la metodología de estudio empleado en la recolección de datos, el cual proporcionó un mejor panorama sobre cómo ahondar en el análisis de la ingeniería de métodos dentro de una empresa de bienes y servicios.

Rosas (2017). Esta investigación fue realizada con el objetivo de determinar de qué forma la aplicación de la ingeniería de métodos contribuye con el mejoramiento de la productividad de la empresa en estudio, de igual modo el diseño metodológico empleado fue de tipo aplicada a un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo. Su población y muestra estuvo constituida por los procesos del área de montaje en un

período de estudio de dos meses. Una vez implementada la propuesta de mejora el autor logró obtener los resultados mostrados a continuación: La empresa logró transformar su productividad de 67% a 90% con un porcentaje de mejora de 22.7%, en ese sentido también se presentó una mejora de la eficiencia de 92.2 a 95.45 minutos en el proceso de montaje de estructuras logrando así un incremento de 3.3% y una mejora de la eficacia con un 27%. La conclusión que sostuvo el autor fue que al ejecutar a herramienta Ingeniería de métodos más allá de solo incrementar la productividad se logró realizar una serie de mejoras como los nuevo formatos y controles de seguimiento, los cuales permitieron un reducción de los movimientos no necesarios disminuyendo en 13.44% las actividades que no generan valor alguno. Finalmente, esta investigación generó un gran aporte en el reconocimiento de los aspectos a tomar en cuenta dentro de la implementación de la ingeniería de métodos respecto a la mano de obra a fin de optimizar su tiempo de trabajo.

Córdova (2020). La investigación mostrada se efectuó con el objetivo de demostrar que con la aplicación de dicha metodología se puede mejorar la productividad de la línea de producción de la empresa en estudio. Asimismo, el autor desarrolló un nivel de investigación explicativa, de tipo aplicada, un diseño pre experimental y la técnica de observación experimental. La población y muestra de la tesis estuvo conformada por los procesos de la línea de producción durante 48 días de medición. Dentro de los resultados más significativos se encuentran los siguientes: El índice de productividad de antes y después de la aplicación de la propuesta de mejora fue de 1.08 y 1.38 respectivamente, por lo que en términos de porcentaje se evidencia un incremento del 28%, así también se pudo obtener un nivel mayor de eficacia que ascendió de 78% a 96% lo que indica un índice de mejora de 18%, en cuanto a la eficiencia esta logró subir de 83% a 99% obteniendo un porcentaje de mejora de 16%. Por lo tanto el autor llegó a la conclusión de que la ingeniería de métodos también contribuye en gran medida a la efectividad y rentabilidad de los procesos de producción con una mejora de 65% a 95%. En ese sentido, el aporte otorgado a la presente investigación va en relación al beneficio económico que trae consigo la

aplicación de la ingeniería de métodos puesto que se produce una reducción de los tiempos muertos, de los costos de mano de obra, almacenamiento, entre otros.

Livaque y Peña (2019). La tesis mostrada fue elaborada con el objetivo de analizar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos contribuye en la mejora de la productividad de la empresa en estudio. Asimismo, la investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental puesto que la recopilación de datos fue extraída de manera directa del objeto de estudio. Su población y muestra estuvo representada por todas las fases que conforman el proceso de producción. El autor obtuvo como resultados que la productividad parcial en función a la mano de obra en inicio era de 694 sacos/trabajador, es decir 3 sacos por hora/hombre, lo cual refleja una mejora de 55.9%. Asimismo, en cuanto a la eficiencia se logró optimizar los tiempos evidenciando que para la producción de una tonelada del producto solo se requería de 177 minutos mas no 230 minutos, lo que en términos porcentuales significa 23.5% de reducción del tiempo de fabricación. Teniendo en cuenta dichos resultados, el autor llegó a la conclusión de que la aplicación correcta de ingeniería de métodos es capaz de mejorar la productividad a gran escala y generar un beneficio de más del 50% de los procesos del área en el que se ejecute. En síntesis el aporte que brinda al proyecto de investigación se encuentra directamente ligado a los diagramas de proceso a emplear para llevar un correcto seguimiento y medición de los tiempos, a fin de estudiarlos y analizarlos con la mayor objetividad posible.

Muñoz (2021). El presente artículo de investigación fue desarrollado con el objetivo de determinar qué relación mantienen la productividad con la ingeniería de métodos, tomando como unidad de análisis el área de despacho de la empresa Fancesa, por lo que este estudio se enfocó en la proposición de acciones para el incremento del índice de productividad con base en el estudio de movimientos y tiempos. Por lo que utilizó un tipo de investigación de enfoque cuantitativo, diseño experimental propositivo, con un nivel explicativo, cuya población de estudio fue conformada por los mapas de procesos de las actividades del área de despacho. Como resultados de

la investigación el autor contrastó una mejora del tiempo de operación de 9% gracias a la estandarización de tiempos y procedimientos, además logró una reducción en el tiempo de despacho y envasado de 30 a 12 minutos, haciendo posible el crecimiento de la productividad en un 19.5%. Finalmente el autor contrastó las bases teóricas con los resultados obtenidos en la práctica y llegó a la conclusión de que existe una relación inversa entre los tiempos y la productividad, por lo que pudo proponer una acción puntual de optimización de tiempos que es la estandarización de procesos. El artículo proporcionó un gran aporte respecto al análisis de las actividades y la importancia de estandarizar y sistematizar los procesos para incidir de manera beneficiosa en la productividad de una empresa.

Respecto a los antecedentes internacionales en su totalidad se encuentran compuestos por artículos científicos y se detallan a continuación:

Alfaro y Moore (2020). El artículo mostrado se desarrolló con el propósito de efectuar un estudio del tiempo de la fase de batido en una planta colombiana productora de helado para acrecentar la eficiencia de dicho proceso. Por lo que los autores creyeron conveniente emplear la metodología de tipo aplicada, con un nivel explicativo y un análisis cuantitativo de los datos hallados, así también su población y muestra estuvo constituida por los clientes internos, es decir un total de 13 trabajadores del departamento de producción, estudiando los tiempos de proceso de productos que componen el 80% de la demanda. Por consiguiente al ejercicio del estudio, los autores obtuvieron resultados beneficiosos, ya que lograron cumplir su propósito de mejorar la eficiencia del departamento de producción, en vista de que esta logró subir de 63% a 94%. Teniendo como evidencia dicha información pudieron concluir que el estudio de los tiempos permitió encontrar los puntos de restricción el cual es el proceso de llenado, asimismo pudo determinar la cantidad de personal que se requiere en las líneas de producción y que gracias a su aplicación pudo incrementar la eficiencia del área. Para finalizar, el aporte que otorga al estudio va en relación al tipo de indagación que emplea puesto que se basó en aplicar el estudio de los tiempos para obtener un incremento de la eficiencia, por lo que se puede

tomar como base los instrumentos empleados en dicho estudio y darle un valor agregado para realizar un mejor análisis del tiempo.

Ruiz (2017). El objetivo del artículo presentado fue optimizar la duración del proceso correspondiente al des estibado y llenado las cuales forman parte de la línea de producción de refrescos, puesto que se presentaron deficiencias en cuanto al cúmulo de botellas y atrasos en fases anteriores y sucesivas. Para lograrlo, utilizaron método de investigación de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y emplearon un cronómetro como instrumento de medición. Una vez implementado dicho estudio, se consiguieron resultados favorables, ya que lograron minimizar el tiempo de la fase de llenado de 0.85 a 0.61 minutos y en referencia al des estibado lo redujeron de 0.75 a 0.45 minutos. En ese marco plantearon la conclusión de que el estudio de los tiempos es una herramienta precisa para obtener datos reales de los períodos de duración de diversos procesos, lo cual permite a la vez ofrecer críticas y recomendaciones para disminuir los retrasos y mejorar los tiempos de operación. Por ende, la contribución al presente trabajo de indagación es respecto a las fases de medición que los autores siguieron para obtener los resultados deseables, junto con el análisis empleado para la predeterminación de los tiempos por medio de la técnica MTM y el sistema MOST.

Brevis (2018). El estudio fue trabajado con el objetivo de establecer un lineamiento de base de datos sobre los tiempos improductivos detectados en el rubro de construcción, así como la selección de causas probables de retrasos en las obras. En ese sentido empleó un tipo de investigación mixta ya que hubo una fase descriptiva y otra aplicada mediante el uso de un cronómetro y una encuesta de retenciones, fallas y demoras. Para ello tuvo una población compuesta por los trabajadores de la obra y todas las fases correspondientes al proceso productivo. Luego de su respectiva ejecución se obtuvieron los resultados dados a continuación: Las actividades que presentaban mayor restricciones fueron la fabricación de estructuras, la excavación y la instalación de tuberías con un tiempo de 10 días, 3 días y 5 días respectivamente. En base a esto, concluyó que hay una brecha muy

grande respecto a la aplicación de conocimientos técnicos en el rubro de construcción en cuanto a la etapa de planificación de cada actividad y es esa la causa más significativa dentro de tiempos improductivos del área y por ende el mayor causante de los retrasos en la entrega de los proyectos. El aporte que otorga a la investigación es respecto al estudio de las etapas que originan mayores atrasos en este rubro, ya que gracias a este estudio se puede tener un bosquejo de los puntos débiles de los proyecto de infraestructura y evitar cometer los mismos errores durante la ejecución de la metodología planteada en el presente estudio.

Sauceda, Valenzuela, Báez (2021). Implementación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de las operaciones en una compañía de equipos de audio. El objetivo del artículo fue incrementar la productividad de las operaciones de los departamentos de ensamble y montaje. El estudio fue elaborado mediante el análisis de secuencia de cada actividad con la ayuda de diagramas de proceso, medición de tiempos y dirección de operaciones, ejecutando una metodología de estudio aplicada, experimental y cuantitativa, cuya población fue constituida por todos las fases de los procesos de ensamble y montaje. La puesta en marcha de las herramientas elegidas por los investigadores representó resultados favorables con una reducción de los tiempos de operación en un 87%, una disminución de 57% respecto a los costos de recurso humano y un crecimiento de 15% de la productividad en las etapas analizadas. La conclusión a la que llegaron luego del análisis de los resultados fue que la ingeniería de métodos es una herramienta trascendental en el análisis de los tiempos y movimientos de las fases de trabajo del contexto actual para que a partir de ello se pueda iniciar con el planteamiento de propuestas de solución de las deficiencias encontradas durante el estudio. El aporte que brindó el artículo fue tener en consideración a un factor significativo el cual es la carga de trabajo de los operarios para determinar oportunidades de mejora, ya que este aspecto puede generar una mayor productividad laboral así como la reducción de tiempo y costos del equipo humano.

Montero, Canales y Luna (2018). La investigación fue elaborada con el objetivo de ejecutar la ingeniería de métodos para lograr una mejora de la productividad. Para lo cual optó por manejar una metodología a nivel explicativo, de tipo aplicada y con una orientación cuantitativa complementándose con la revisión de bibliografía concerniente al tema, su población de estudio fueron 37 observaciones registradas, así como 20 trabajadores y procesos de la compañía en la que aplicaron entrevistas y cuestionarios, a fin de realizar un diagnóstico del problema del rubro y encontrar oportunidades de progreso. Los resultados obtenidos al finalizar el estudio fue que el tiempo tipo consta en 184 segundos, además con la metodología de estudio de tiempos propuesta se pudo acrecentar la productividad de la compañía en 18%, puesto que es un modelo que trabaja de manera conjunta con los operarios realizando el análisis de su desempeño. En tal sentido concluyeron que gracias a la aplicación de la herramienta estudiada, la compañía encontró un nuevo método de trabajo, puesto que en la actualidad estandarizan sus procedimientos, por lo que las metas que se proponen a la fecha son cumplidas, asimismo realizan una formación del personal respecto a cuál es la manera idónea de realizar sus labores lo que agiliza aún más el proceso productivo. Por último, el aporte que se puede extraer de este estudio va relacionada a los diagramas estratégicos presentados, de modo que se tiene un panorama de cómo debe ser el correcto desarrollo las actividades de este rubro.

Cruzado (2018). El artículo fue elaborado con el propósito evaluar la efectividad del equipo humano para impulsar el rendimiento de su área de trabajo y a la vez determinar cómo se desarrolla este método y cual el su impacto en la eliminación o mitigación de los tiempos improductivos dentro de los procesos. Para ello realizó una revisión de diversas fuentes bibliográficas concernientes al tema del estudio de métodos y tiempos en los procesos productivos, empleando un diseño metodológico experimental y de revisión literaria, un enfoque cuantitativo, y un nivel explicativo. Con la que obtuvo los siguientes resultados; el 89% de los artículos visitados emplearon como instrumento de estudio el cronómetro y se complementaron con el uso de software especializados, por otro lado el 14% de las investigaciones utilizaron

el mapa de flujo de valor como herramienta para identificar los tiempos improductivos en cada actividad efectuada, por lo que concluyeron que la mejor opción para solucionar estos inconvenientes es la aplicación de la ingeniería de métodos para reducir los tiempos en cada proceso y acrecentar la efectividad de los mismos. Finalmente el artículo, genera un aporte en gran escala en cuanto a las herramientas a emplear para la medición de tiempos, como el cronómetro y las ficha de recojo de información, aunque estas no sean técnicas recientemente descubiertas, a lo largo del tiempo han permitido una correcta investigación, ya que su aplicación permite obtener datos validados y confiables y progresivamente se han ido implementando mejoras en cuanto a las brechas que se presentaban para hallar los tiempos estándar.

Quiliche y Ramírez (2019). Su objetivo fue determinar cómo la aplicación de la ingeniería de métodos permite el incremento de la productividad laboral. Para lo cual utilizó una metodología de análisis de data histórica cuya fuente fueron la toma de tiempo de períodos anteriores, así como un nivel explicativo y un diseño pre-experimental, su población de estudio estuvo conformada por los datos de tiempo de ejecución de la fase de corte. Luego del análisis correspondiente respecto a la aplicación de la ingeniería de métodos, el autor obtuvo como resultado que la productividad de dicha área progresó de 0.6 a 0.7 cajas/operario, es decir un porcentaje de variación de 12.5%, por otro lado se logró la eliminación del 100 % de las demoras y una reducción de 40.18% del tiempo tipo. Con la revisión y contrastación de los datos hallados, concluyeron que con la ejecución de dicha metodología se logra acrecentar la productividad, debido a que esta herramienta tiene un desenlace provechoso mitigando los costos y tiempos de producción ya sea de un bien o un servicio. El aporte que otorga es fructífero debido a que muestra que el método empleado en el trabajo de investigación es sumamente importante para el aumento de la productividad y además cómo este siempre ha generado un beneficio productivo y económico para la organización, lo que promueve una garantía de que al aplicarlo en el ámbito de construcción también se obtendrán resultados favorables.

Bello, Murrieta y Cortes (2020). El artículo fue desarrollado con el objetivo de identificar las deficiencias presentadas en la productividad en relación al equipo humano, mediante la ejecución del estudio de movimientos y tiempos. Para lo cual emplearon un estudio de tipo aplicado, con una orientación cuantitativa, un diseño experimental y la técnica de observación, valiéndose de un cronometro como instrumento de medición. Esto conlleva a obtener como resultado que la empresa estudiada logró transformar su índice de productividad de 15.6% a 84.4%. Por lo que concluyeron que el estudio de tiempos y métodos logra acrecentar la productividad siempre y cuando se realice un análisis detallado de las herramientas propuestas a utilizar ya que estos deben ser estandarizados. Para culminar, el aporte que brinda al estudio se encuentra relacionado a la implementación de un sistema, cuyo objeto fundamental será la mitigación de los tiempos muertos y la captura de dicha información con mayor velocidad.

Cuevas, González y Torres (2020). El propósito con el que fue desarrollado el presente artículo fue para proponer estrategias que conviertan cualquier tipo de proceso en una actividad mucho más productiva, así como dar a conocer la importancia del estudio de métodos y tiempos para lograr lo mencionado. Para lo cual realizó un estudio de tipo básico, descriptivo y no experimental. Los resultados obtenidos fueron que en el caso de una compañía de fabricación de estructuras metálicas la aplicación de la ingeniería de métodos puede progresar su nivel de productividad al menos en un 32%. Estos datos llevaron a la conclusión de que un estudio de tiempos y movimientos sirve de gran ayuda para las compañías que requieren alcanzar altos niveles de competitividad en la industria a la que pertenezcan y minimizar sus costos apoyándose en la estandarización de tareas para la optimización de recursos, materiales e infraestructura. El artículo brinda un gran aporte en función de los antecedentes exitosos de la aplicación de esta herramienta así como la explicación dada respecto a los requisitos para que la metodología sea ejecutada de manera correcta y sobre la relación que mantiene con la productividad y competitividad.

Andrade, Del Río y Alvear (2019). El artículo se elaboró con el objetivo de identificar los inconvenientes del departamento de producción mediante la ejecución del estudio de métodos en una compañía ecuatoriana. Por lo que empleó un tipo de investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, cuya muestra de estudio fueron el conjunto de procedimientos del departamento de producción y 16 operarios realizando una medición por un período de 18 días. Los resultados evidenciaron un crecimiento de la productividad de 5.5%. De este estudio se concluyó que la ejecución de la ingeniería de métodos ligado a las actividades realizadas por la mano de obra mantiene una característica principal respecto al equilibrio de las líneas de producción puesto que también favorece el equilibrio de la labor de cada operario. Por último, el aporte que ofrece son los pasos a seguir para su correcta ejecución, los cuales son conformados por un total de 6 fases: la preparación, ejecución, valoración del ritmo laboral, asignación de suplementos, determinación del tiempo tipo y asignación de tareas compartidas, esta última para llevar a cabo una corroboración de lo estandarizado con lo ejecutado.

En cuanto a las teorías relacionadas a las variables de investigación, se revisó una serie de fuentes entre libros y artículos para una mejor comprensión y análisis de dichas variables. En seguida se muestran aquellas definiciones que comprenden la variable independiente: Ingeniería de métodos.

En primera instancia es necesario desglosar y conocer el concepto individual de ingeniería y método para lograr una mayor comprensión de la herramienta empleada en el presente trabajo de investigación.

Según Rosas (2021), define a la ingeniería como un arte y ciencia para producir, desarrollar y realizar proyectos de sistemas, procesos, estructuras, etc., empleando diversidad de recursos, con la ayuda de la aplicación de métodos, tecnologías y conocimientos para brindar productos, ya sean bienes o servicios de alta calidad y con proyección al desarrollo sostenible de la sociedad, a fin de satisfacer sus necesidades (p.12)

Por otro lado, Saucedo, Valenzuela y Báez (2021), refieren que el método es un sistema que comprende la ejecución de diversos procedimientos de trabajo productivos y seguros, para conseguir mayores índices de productividad y efectividad (p.25)

En ese sentido, Palacios (2019), define a la ingeniería de métodos como una técnica para erradicar los desperdicios de la mano de obra, material, infraestructura, maquinaria, esfuerzo, entre otros, a fin de mejorar los procesos y hacer que las actividades sean más fáciles y productivas (p.19). Es decir, es el conjunto de acciones sistemáticas para inducir el mejoramiento de los procedimientos actuales, a fin de facilitar la ejecución de labores y por ende lograr que este se lleve a cabo empleando una mínima inversión de tiempo y dinero.

De acuerdo con Betancourt (2021), refiere que la ingeniería de métodos es una de las herramientas más importantes para el incremento de la productividad laboral, ya que mediante ella se puede aplicar el estudio de métodos y la medición de los procedimientos del trabajo (p.77).

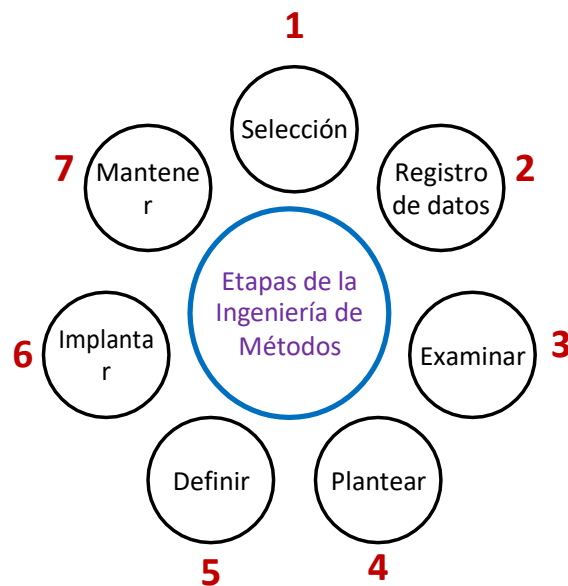


Figura 1. Fases de aplicación de la ingeniería de métodos

La figura 1, muestra los pasos a seguir para implementar la ingeniería de métodos, ya que si se pretende lograr una mejora en cuanto los métodos de trabajo desarrollándolos de manera adecuada, es indispensable estudiar a detalle todas las etapas que lo componen, en ese sentido, Hilario y Perales (2021), ponen en conocimiento las fases sistemáticas de un programa de ingeniería de métodos, los cuales se detallan a continuación:

Selección, para elegir el proceso a estudiar es necesario tener en cuenta todos los procesos, materiales y métodos, así como los diversos factores técnicos, económicos, tiempo y personal; por lo que es conveniente seleccionar actividades que generan un gran impacto dentro del proceso productivo de la empresa como los cuellos de botella, productos que generan un alto costo y una mínima utilidad, tareas repetitivas, procesos que generan mayores desperdicios, etc. (p.78).

Registro de datos, en esta etapa es crucial la utilización de diversos diagramas de actividades para obtener un registro de información preciso, uno de los datos más recolectados en esta fase es la toma de tiempos, por lo que es recomendable solo enfocarse en la observación de una actividad y no varias en simultáneo para reducir el margen de error (p.79).

Examinación y análisis, esta etapa consta en contemplar las acciones a realizar con actitud crítica respecto a los resultados de la información recolectada en el registro, debido a que ya se tiene una perspectiva de lo que está ocurriendo, es decir se debe realizar un análisis exhaustivo de cada actividad evaluada empleando el método de la interrogación(p.81)

Plantear alternativas, una vez que se hayan determinado las causas que generan el problema es necesario idear estrategias de manera conjunta con los trabajadores del área para mejorar el proceso defectuoso identificado (p.81).

Definir, ya habiendo decidido los cambios a realizar, es importante diseñar y definir cuidadosamente el método a emplear antes de exponerlo a las personas que lo utilizarán (p.82)

Implantar, para llevar a cabo esta fase es importante la colaboración de la alta dirección, ya que los planes para modificar el método de trabajo al que el personal está acostumbrado deben ser cuidadosamente estudiados para no generar molestias (p.84).

Mantener, esta etapa se basa en que una vez implantado el nuevo método de trabajo es fundamental fomentar la disciplina para lograr el cumplimiento de lo establecido, a fin de evitar que los trabajadores vuelvan a cometer los errores del pasado (p.86).

Según Salas (2020), la ingeniería de métodos se encuentra dividida en dos dimensiones, las cuales son: El estudio de tiempos y estudio de métodos.

Respecto al estudio de métodos, según Pesillo (2021), son aquellas técnicas empleadas para estudiar las actividades ejecutadas en una determinada operación, basándose en la identificación y eliminación de diseños de trabajo que no generan valor, para finalmente evaluar la ruta de actividades más beneficiosa y sobretodo eficiente (p.40). Es decir el propósito, de este estudio radica en estandarizar procedimientos laborales abarcando desde lo general a lo específico para lograr obtener la máxima productividad de las operaciones.

Es determinada mediante la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{N^{\circ} \text{ actividades que agregan valor}}{N^{\circ} \text{ total de actividades}} * 100$$

A continuación se detallan algunas de las herramientas más empleadas en el estudio de métodos:

Diagrama de operaciones del proceso (DOP), según Pérez (2017), este tipo de diagrama tiene un alcance global, puesto que representa el proceso productivo completo desde el ingreso del material hasta la salida del producto terminado, cabe señalar que este diagrama solo incluye las operaciones, inspecciones y operaciones combinadas (p.4)

Diagrama de análisis del proceso (DAP), Lizarbe y Aguilar (2020) refiere que este diagrama se caracteriza por representar el proceso productivo de manera minuciosa en los detalles, teniendo en cuenta las operaciones, los transportes, las inspecciones, tiempos de ejecución por cada procedimiento, demoras, etc. Existen tres tipos de DAP, los cuales son de material, maquinaria y operarios (p.5)






SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación	Transformar la materia prima
	Inspección	Revisar la calidad de la pieza trabajada
	Inspección y operación	Realizar una operación y revisar la calidad
	Transporte	Trasladar un material de un lugar a otro
	Almacenamiento	Almacenar el producto o materia prima
	Demora	Material en espera de ser procesado

Figura 2. Simbología de los diagramas de procesos

Respecto al estudio de tiempos, Muñoz (2021) refiere que es la administración de los tiempos que se disponen para la realización de algún procedimiento, de modo que si se conoce el ritmo de trabajo de los empleados se puede mejorar el índice de

eficiencia (p.6), en síntesis este estudio es empleado para determinar el tiempo que le costará al trabajador en culminar la actividad encomendada.

Según Peralta (2019). Los instrumentos más importantes para llevar a cabo el estudio de tiempos son: el formulario de registro de tiempos y el cronómetro. Es necesario aclarar que para algunos casos específicos se requiere de otros materiales más sofisticados (p.53)

El estudio de tiempos se compone por el análisis de:

El factor de ritmo, según Salazar (2019), refiere que es la etapa concerniente al establecimiento de la valoración del ritmo del trabajo del factor humano con la mayor objetividad posible, actualmente existe una forma de calcular dicha evaluación que es mediante el uso de la tabla Westinghouse (p.3).

<i>HABILIDAD</i>			<i>ESFUERZO</i>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.06	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente
<i>CONDICIONES</i>			<i>CONSISTENCIA</i>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Figura 3. Tabla de factores según Westinghouse

Tiempo normal, según Palacios (2020), es también conocido como el tiempo básico, el cual hace referencia al lapso de tiempo en el que un trabajador calificado y en perfectas condiciones puede llevar a cabo una determinada actividad, cabe precisar que el trabajador al que se evalúa no debe desempeñar la actividad ni rápido ni lento, sino en un tiempo equilibrado (p.21)

Suplementos, Alfaro (2020) menciona que son aquellos tiempos que se le brinda al trabajador para recuperarse de los intervalos producidos por el cansancio o ciertos inconvenientes presentados durante el ciclo de trabajo y se otorga en los siguientes casos: Necesidades fisiológicas personales, por demoras o por cansancio del operario (p.31)

Suplementos	H	M
-Suplemento por necesidades personales.	5	7
-Suplementos básicos por fatiga	4	4
Total	9	11

Figura 4. Tiempos suplementarios

Reyes (2020), indica que el tiempo estándar es el tiempo para identificar el rendimiento del operario, su cálculo es clave dentro de la ingeniería de métodos, ya que este se encarga de determinar el tiempo empleado para un trabajo en específico considerando los factores de habilidad, condiciones, esfuerzos y consistencia establecidos en la tabla Westinghouse así como los suplementos (p.3)

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal * (1 + suplementos)$$

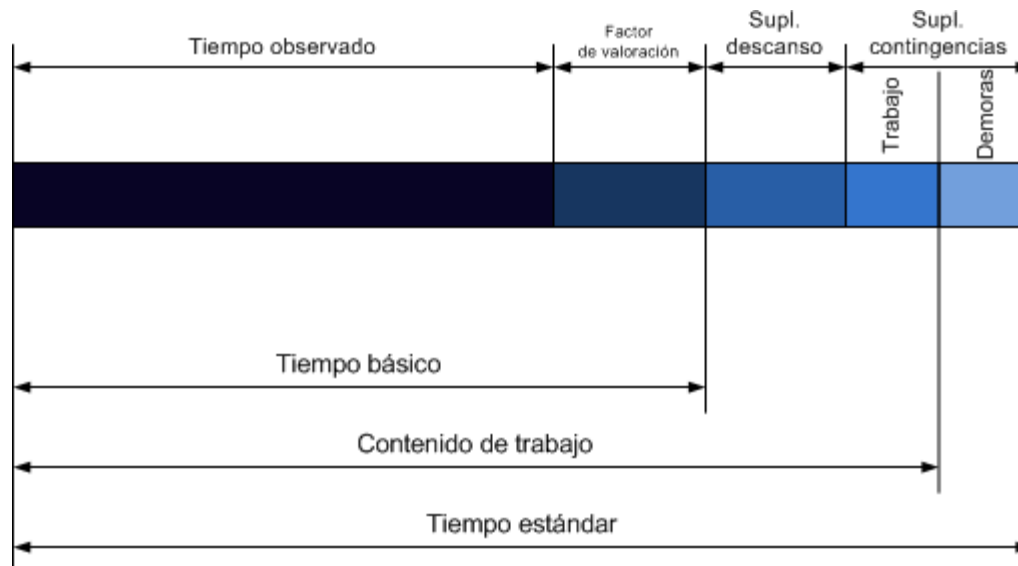


Figura 5. Resumen de procedimientos para hallar el tiempo estándar

A continuación se muestran las definiciones referentes a la variable dependiente: Productividad

Según Franco, Uribe y Agudelo (2021), la productividad es la relación que mantiene la eficacia y la eficiencia (p.7), es decir es el resultado de la división de lo producido entre los factores que intervienen en dicha producción, de esta forma se hace posible determinar la productividad por cada factor individualizado. La fórmula empleada para el cálculo de la productividad es la que se muestra a continuación:

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ factor\ utilizado}$$

Banco Mundial (2020), menciona que la importancia de la productividad radica en que actualmente es considerado un factor clave dentro del crecimiento de la economía de las empresas, ya que es la única manera de que una organización pueda mejorar sus ingresos, por lo tanto se convierte en un tema fundamental para la evolución social y económica de cualquier país (p.3)

Por otro lado según Alamar y Guijarro (2018), existen factores que afectan la productividad como la disponibilidad de materiales, la capacidad de producción, la capacidad de la maquinaria, la motivación del personal, la calidad, mercadotecnia, entre otros (p.5). En seguida su muestran los factores globales:

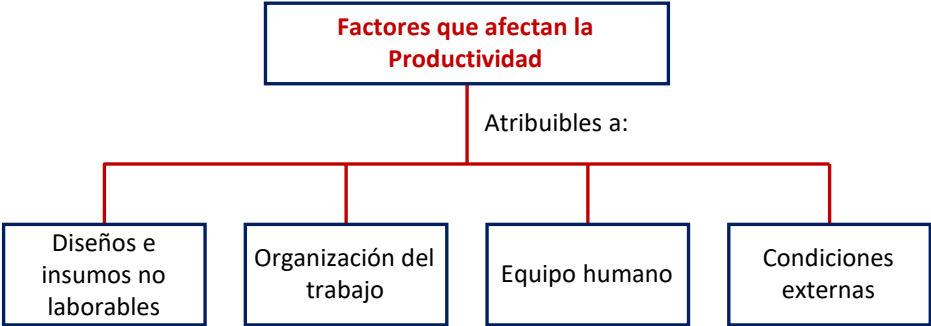


Figura 6. Factores que afectan la productividad

Asimismo, es importante y necesario conocer los tipos de productividad, CAF (2020), aduce que existen tres tipos de productividad, los cuales son: Total, parcial y de factor total, cuyos componentes se explican a través del siguiente diagrama:

Tipos de Productividad	
Parcial	Productividad Humana → Producción / Insumo Humano
	Productividad de Materiales → Producción / Insumos de materiales
	Productividad de Capital → Producción / Insumo de Capital
	Productividad de Energía → Producción / Insumo de Energía
De Factor Total	Productividad de Factor Total → Producción Neta / Insumo (mano de obra + capital)
Total	Productividad Total → Producción Total / Todos los insumos

Figura 7. Tipos de productividad

Ramírez, Patiño y Cuéllar (2021), definen a la productividad parcial como la relación que existe entre la cantidad total producida respecto a un solo factor ya sea el recurso humano, los materiales, el capital, la energía, etc.

En ese sentido, la productividad laboral según Ramírez, Patiño y Cuéllar (2021) es aquella que sirve para medir el total de productos (bienes o servicios) que un operario o un equipo de trabajo pueden ejecutar en un período de tiempo, es decir es un concepto utilizado para medir la eficiencia de la mano de obra, al realizar una comparación de la productividad individual con la del trabajador promedio es posible determinar si un operario en específico presenta un bajo rendimiento (p.2)

Según diversas fuentes la productividad se divide en dos dimensiones las cuales son: La eficacia y la eficiencia

La eficacia se encarga del logro de los resultados proyectados, Victorio (2020) menciona que es alcanzar los objetivos y su importancia radica en que la organización se puede establecer objetivos para mejorar alguna deficiencia interna y que este repercuta de manera positiva en el ámbito externo generando un incremento de las utilidades de la empresa (p.26). Se encuentra determinada por la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{\text{total de unidades producidas}}{\text{total de unidades programadas}} * 100\%$$

Respecto a la eficiencia, Rojas, Jaimes y Valencia (2017) refiere que es el logro de los objetivos empleando la menor cantidad de recursos, generalmente esta se encuentra ligada a la reducción de tiempos (p.3). Para calcular la eficiencia se hace uso de la formula mostrada:

$$Eficiencia = \frac{\text{tiempo por cada actividad}}{\text{tiempo total del proceso}} * 100\%$$

Marco conceptual

Durante la elaboración del trabajo de investigación se emplearon diversos términos los cuales se definen a continuación:

Competitividad

Roncario (2017), lo define como la capacidad de competir y desarrollar ventajas respecto a otra persona u organización (p.14)

Efectividad

Mariano (2019), refiere que es un concepto que abarca términos de eficiencia y eficacia, sin embargo no es igual a la productividad, ya que esta contribuye en el desarrollo de estrategias para llevar a la empresa a lograr mejores resultados (p.5)

Proceso

Valderrama (2021), lo define como la secuencia de las fases para lograr una actividad determinada (p.12)

Sistema

Anibal (2020), menciona que es el conjunto de elementos que se encuentran relacionados entre sí (p.10)

Estandarización

Según Maldonado (2021), es un proceso cuyo propósito radica en encontrar la manera más sencilla y óptima de realizar alguna actividad, a fin de que este se logre convertir en una norma o un modelo a seguir (p.8)

Metodología

Vásquez (2020), la define como un conjunto de procedimientos con alto grado de objetividad y racionalidad empleados para obtener un determinado propósito, ya sea la ejecución de alguna actividad o adquisición de conocimientos (p.43).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación aplicada según Hurtado (2020), es aquel estudio empírico que emplea los conocimientos teóricos existentes aplicados en un determinado contexto, para beneficio de los elementos que intervengan en dicho proceso y la comunidad en general, además su propósito es alcanzar nuevos conocimientos de manera organizada, sistematizada y detallada (p.5).

El tipo de investigación que se empleará en la presente investigación será de tipo aplicada, puesto que se apoyará en la investigación básica, es decir en los conocimientos teóricos sobre la ingeniería de métodos para posteriormente aplicarlos en el contexto de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, a fin de erradicar los inconvenientes presentados en su área de seguimiento y con ello mejorar su índice actual de productividad.

El diseño de investigación experimental según Vásquez, se refiere a un estudio en el que de forma intencional se manipula la variable independiente para realizar un análisis de los efectos que ocasiona en la variable dependiente, todo ello bajo un control de la situación dada por el indagador (p.24)

Asimismo, Gallego y Gonzales (2020), menciona que dentro de los estudios experimentales, se encuentra la investigación pre-experimental, denominadas así debido al nivel mínimo de control que posee, este diseño es ventajoso por su característica de aplicar un estímulo antes y después de ejecutar un tratamiento, dándoles un seguimiento a los elementos estudiados (p.25).

En ese sentido, el diseño de investigación utilizada para el presente estudio será experimental, particularmente pre-experimental, puesto que se realizará una medición previa de la situación actual de la productividad en el área de seguimiento

de SC Ingeniería y construcción SAC y otra medición posterior al estímulo que es la aplicación de la ingeniería de métodos para contrastar y analizar los efectos que generó en la productividad de dicha compañía. Con lo mencionado anteriormente, se puede tener una referencia sobre el nivel de productividad que tenía antes de la ejecución de la herramienta de solución y poder observar si hubo o no una mejora.

El enfoque cuantitativo, de acuerdo con Baena (2017), es aquel que emplea un recojo de información de manera lineal y metodológica, es decir no es posible añadir información en cualquiera de sus etapas, este enfoque se caracteriza por el análisis a nivel estadístico y la medición numérica para la posterior verificación de las hipótesis (p.51).

El enfoque que tendrá la investigación será cuantitativo, ya que se empleara un recojo de datos del objeto de estudio, los cuales serán medidos numérica y estadísticamente para luego aceptar o refutar las hipótesis formuladas en el capítulo II.

Los niveles de investigación científica están divididos en 5 etapas, los cuales son exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, el alcance explicativo, según Ramos (2020), refiere que es la investigación con mayor profundidad de estudio, puesto que busca una explicación de los fenómenos ocurridos; en un enfoque cuantitativo este alcance suele conllevar a una predicción sobre las causas que ocasionan un determinado problema (p.4).

Por lo tanto, el alcance que tendrá el presente estudio será explicativo, ya que se analizarán a detalle las causas y efectos de la baja productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y construcción SAC, lo que a su vez permitirá contrastar las hipótesis para explicar el efecto que tendrá la ejecución de la ingeniería de métodos en cuanto al índice de la variable dependiente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Ingeniería de métodos

Definición conceptual

Palacios (2019), define a la ingeniería de métodos como una técnica para erradicar los desperdicios de la mano de obra, material, infraestructura, maquinaria, esfuerzo, entre otros, a fin de mejorar los procesos y hacer que las actividades sean más fáciles y productivas (p.19). Es decir, es el conjunto de acciones sistemáticas para inducir el mejoramiento de los procedimientos actuales, a fin de facilitar la ejecución de labores y por ende lograr que este se lleve a cabo empleando una mínima inversión de tiempo y dinero.

Definición operacional

La ingeniería de métodos está constituida por dimensiones que contribuyen en el análisis y comprensión de los factores que forman parte del proceso, los cuales son el estudio de métodos y el estudio de tiempos, con los que será factible realizar las respectivas mediciones en función de la variable independiente.

Dimensiones: Estudio de métodos y estudio de tiempos

Respecto al estudio de métodos, según Pesillo (2021), son aquellas técnicas empleadas para estudiar las actividades ejecutadas en una determinada operación, basándose en la identificación y eliminación de diseños de trabajo que no generan valor, para finalmente evaluar la ruta de actividades más beneficiosa y sobretodo eficiente (p.40). Es decir el propósito, de este estudio radica en estandarizar procedimientos laborales abarcando desde lo general a lo específico para lograr obtener la máxima productividad de las operaciones.

Esta dimensión será medida en función del siguiente indicador: Índice de actividades (IA), tal como se puede visualizar a continuación:

$$IA = \frac{N^{\circ} \text{ actividades que agregan valor}}{N^{\circ} \text{ total de actividades}} * 100\%$$

En función al estudio de tiempos, Muñoz (2021) refiere que es la administración de los tiempos que se disponen para la realización de algún procedimiento, de modo que si se conoce el ritmo de trabajo de los empleados se puede mejorar el índice de eficiencia (p.6), en síntesis este estudio es empleado para determinar el tiempo que le costará al trabajador en culminar la actividad encomendada.

Esta dimensión será medida en función del siguiente indicador: Tiempo estándar (TE), tal como se puede visualizar a continuación:

$$TE = \text{Tiempo Normal} * (1 + \text{Suplemento})$$

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual

Según Franco, Uribe y Agudelo (2021), la productividad es la relación que mantiene lo producido respecto a lo empleado (p.7), es decir es el resultado de lo que se produce entre los factores que intervienen en dicha producción, de esta forma se hace posible determinar la productividad por cada factor individualizado. La fórmula empleada para el cálculo de la productividad es la que se muestra a continuación:

$$\% \text{Productividad} = \text{Eficacia} * \text{Eficiencia}$$

Definición operacional

La productividad será determinada en función de sus dimensiones eficacia y eficiencia, puesto que es necesario determinar los resultados producidos luego de la actividad realizada y el tiempo que tardan en desarrollarla.

Dimensiones: Eficacia y eficiencia

La eficacia se encarga del logro de los resultados proyectados, Victorio (2020) menciona que es alcanzar los objetivos y su importancia radica en que la organización se puede establecer objetivos para mejorar alguna deficiencia interna y que este repercute de manera positiva en el ámbito externo generando un incremento de las utilidades de la empresa (p.26).

Esta dimensión será medida bajo el siguiente indicador: Porcentaje de producción (%PD), tal como se puede visualizar a continuación:

$$\%PD = \frac{\textit{Peso real}}{\textit{Peso programado}} * 100\%$$

En función a la eficiencia, Rojas, Jaimes y Valencia (2017) refieren que es el logro de los objetivos empleando la menor cantidad de recursos, generalmente esta se encuentra ligada a la reducción de tiempos (p.3).

Dicha dimensión será medida bajo el siguiente indicador: Porcentaje de tiempo empleado (%TE), tal como se puede visualizar a continuación:

$$\%TE = \frac{\textit{Tiempo real}}{\textit{Tiempo programado}} * 100\%$$

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Ventura (2017), lo define como el conjunto de componentes que presentan características en común para poder estudiarlas, motivo por el cual se da bajo un índole inductivo que va del análisis general a lo específico, siendo la población la parte general y la muestra la parte específica, a fin de asegurar que dicho estudio arroje conclusiones objetivas (p.2).

En ese sentido, para la presente investigación la población se encontrará constituida por la producción de estructuras metálicas del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Dentro de los criterios de inclusión a considerar se estudiará netamente el seguimiento de la producción de estructuras metálicas y se excluirán aquellas actividades de seguimiento de materiales, herramientas y otros elementos.

Muestra

Condori (2020), menciona que es una parte representativa de la población con las mismas características generales, la cual es observada para luego extraer datos de la misma (p.5).

Para la presente investigación la muestra será igual a la población y estará conformada por la producción de estructuras metálicas del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, en un lapso de tres meses.

Muestreo

Según Otzen y Monterola (2017), el muestreo es aquel método que permite analizar las conexiones que existen entre los elementos que constituyen la

población, para luego obtener la muestra representativa del estudio, es decir es el método que se emplea para determinar la muestra con la que se trabajará en la investigación (p.4).

El muestreo no probabilístico por conveniencia según Hernández y Carpio (2019), refieren que es el tipo de muestreo en el que no se determina la muestra mediante la utilización de una fórmula, sino que por el contrario se seleccionan los elementos en función de ciertos criterios y características dadas por conveniencia y que además son más accesibles y próximos al propio indagador (p.2).

En ese marco, el muestreo a emplear en la presente investigación será el muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que la muestra será determinada por propio criterio del investigador, debido a la accesibilidad que tiene respecto al proceso seleccionado, el cual es el seguimiento de la fabricación de estructuras metálicas.

Unidad de análisis

Arias y Covinos (2021), lo definen como cada uno de los elementos que componen la población, del que se extraerá la información para su posterior análisis. En función de dicho concepto, la unidad de análisis para la presente investigación será la producción diaria de estructuras metálicas del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Vásquez (2020), refiere que la técnica de la observación directa es una de las más comunes en el ámbito de la investigación, pues consta en la recopilación de

información basada en la observación realizada por el investigador en un contexto específico de estudio, desarrollando un análisis de manera directa y en el momento exacto en el que se ejecuta una determinada actividad, en esta técnica la participación del indagador depende del diseño elegido con anterioridad (p.12).

En base a lo mencionado, la técnica que se empleará en la presente investigación será la observación experimental, puesto que los datos para la medición de la productividad así como para el estudio de tiempos y métodos serán recolectados de manera directa por el indagador en el área de seguimiento de la compañía SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Instrumento

Según Reynosa (2018), el instrumento de recopilación de datos es el medio material mediante el cual se recoge la información para fines de estudio y evaluación, en términos generales es cualquier recurso que emplea el indagador para extraer datos y comprender con mayor amplitud los fenómenos ocurridos en un determinado campo de estudio (p.9).

En ese marco, la actual investigación utilizará como instrumento, las fichas de observación de datos comprendidos por la ficha de registro de tiempos, ficha de actividades que agregan valor y ficha de registro de la productividad, de igual forma se utilizará un cronómetro.

Validez

Ramos (2020), refiere que la validez es el grado en el que un determinado instrumento es capaz de medir con objetividad las variables de estudio. Asimismo menciona que la validez de contenido consiste en analizar exhaustivamente los contenidos y determinar si sus ítems se encuentran en

sinergia con lo que se quiere medir, abordando las áreas y los conceptos que constituyen dicha indagación, cuyo procedimiento se lleva a cabo mediante la evaluación de jueces expertos en un tema en específico (p.11).

Para la actual investigación se empleará la validez de contenido mediante el juicio de expertos, todos ellos con una reconocida trayectoria y conocimientos en el ámbito de la ingeniería industrial, quienes evaluarán objetivamente la matriz de operacionalización presentada y determinarán si las dimensiones e indicadores de estudio mantienen concordancia y si contribuyen o no al cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Tabla 1. *Validación del instrumento*

Jueces expertos	Suficiencia del instrumento
1er experto	Si
2do experto	Si
3er experto	Si

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Arias (2021), menciona que la confiabilidad hace referencia a la exactitud del cálculo efectuado, es decir es el nivel de precisión en el que el instrumento empleado para la recopilación de los datos arrojará los mismos resultados cuantas veces sea utilizado para la medición, cabe señalar que las nuevas mediciones deben desarrollarse en contextos similares al de la medición inicial para obtener datos concordantes (p.23).

En relación a lo mencionado, para el actual estudio el instrumento de medición será confiable, puesto que se empleará el cronómetro debidamente calibrado con el que se extraerán los datos para la medición de las variables.

3.5. Procedimientos

Situación actual de la empresa

SC Ingeniería y Construcción S.A.C, es una empresa nacional perteneciente al grupo SC que cuenta con una amplia trayectoria, cuyo movimiento principal es ofrecer servicios integrales de infraestructura a compañías del sector industrial, minero e hidrocarburos, además cuenta con un recurso humano calificado para sus operaciones constituida por técnicos e ingenieros, quienes reciben capacitaciones periódicas, esta empresa se encuentra enfocada en la ejecución altamente calificada de sus proyectos.

Esta compañía se preocupa por asegurar que los servicios que ofrecen cumplan con los estándares de calidad, eficiencia, medio ambiente y seguridad, dados por los consumidores, a fin de avalar su satisfacción, además contribuyen al desarrollo del país, mediante la innovación de tecnología y competitividad de sus colaboradores. Sin embargo al igual que muchas organizaciones, actualmente presenta ciertas dificultades en su área de seguimiento de la obra Mall Aventura Iquitos, puesto que no existe una estandarización de los procedimientos, lo que conlleva a que las estructuras metálicas no se encuentren disponibles en el tiempo establecido inicialmente, por lo que se realiza el presente estudio, en el que mediante la ejecución de la ingeniería de métodos se busca lograr un cambio significativo respecto al índice de productividad.

Misión

“SC Ingeniería y Construcción es una empresa peruana que brinda soluciones integrales a las necesidades de infraestructura de las empresas de diversos sectores de la industria. Somos una constructora con gran experiencia en proyectos metal mecánico y sus obras complementarias, que optimiza el detallamiento en ingeniería, fabricación y montaje”.

Visión

“Ser reconocida como la empresa constructora peruana líder en planificación y desarrollo de proyectos de construcción e ingeniería, que otorgue un servicio completo en el sector minero, industrial y comercial; empleando tecnología y avalando los mayores estándares de calidad, seguridad y desarrollo sostenible”.

Valores

La empresa SC Ingeniería y Construcción mantiene una posición reconocida en el sector construcción debido a la práctica de sus valores corporativos, los cuales se detallan a continuación:

- Cumplimiento de los requerimientos de los clientes
- Criterio para ofrecer las mejores soluciones
- Creatividad para desarrollar alternativas
- Mejoramiento progresivo

Organigrama

En seguida se muestra la organización estructural de la empresa SC Ingeniería y construcción S.A.C.

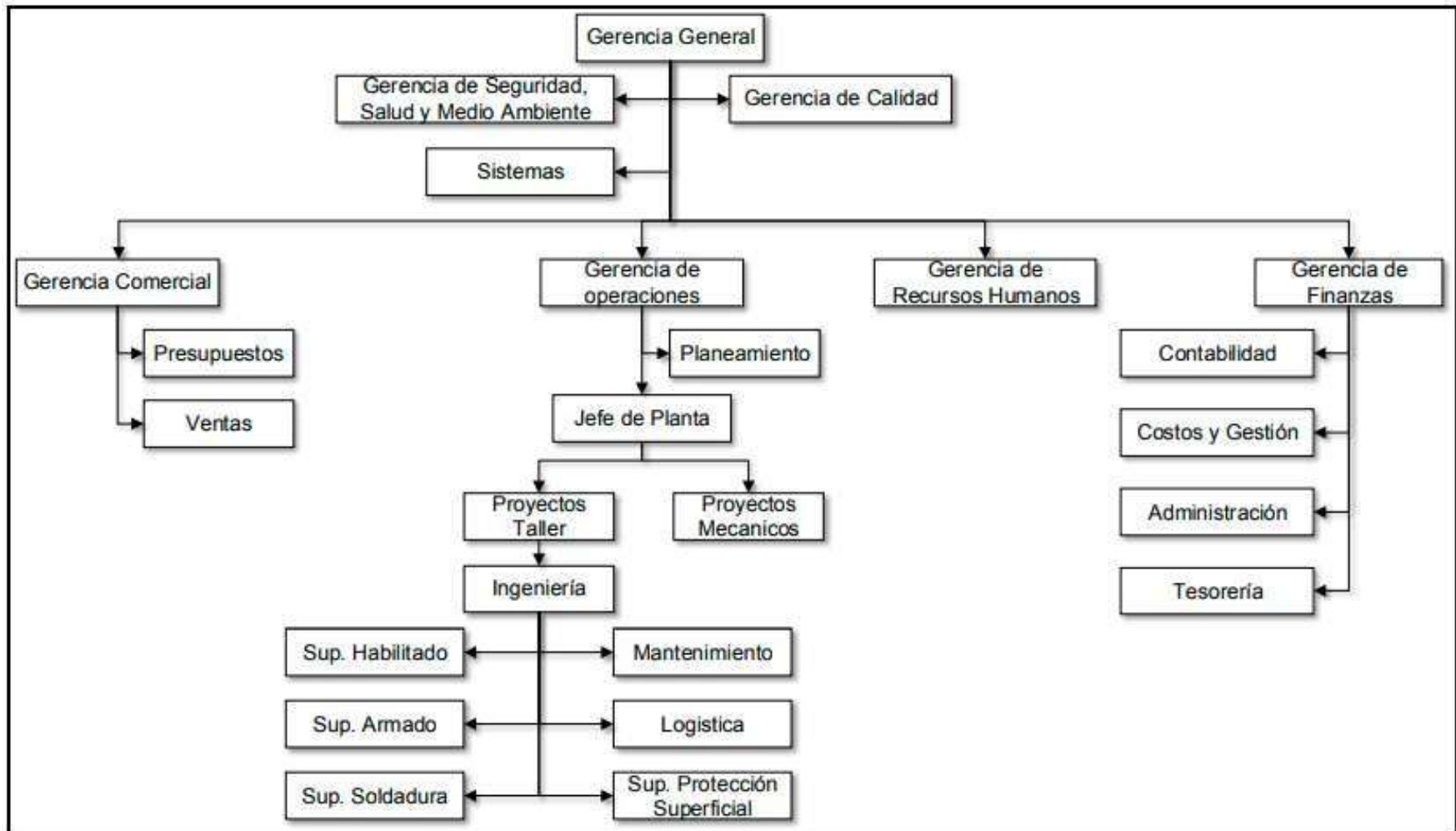


Figura 8. Organigrama de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Ubicación de la empresa

La compañía en estudio de la presente investigación se sitúa en C. 3 Mz.b Lt.02, Cercado de Lima 15494.



Figura 9. Mapa de ubicación de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Cartera de clientes

SC Ingeniería y construcción S.A.C, cuenta con un amplio número de clientes reconocidos, quienes se han fidelizado debido a los proyectos de calidad que se les ofrece, a continuación se muestran sus principales clientes.



Figura 10. Clientes de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Servicios

La compañía SC Ingeniería y Construcción S.A.C, cuenta con la tecnología, infraestructura, certificaciones y procedimientos idóneos para la realización de los servicios que ofrece, garantizado el cumplimiento de los requerimientos y expectativas de sus clientes locales y externos, entre su amplia variedad de servicios brindados se encuentran los siguientes:



Figura 11. Servicios de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Ingeniería

Este servicio se basa en diseñar y calcular las estructuras de las obras de construcción en función al reglamento actual, empleando el software Tekla Estructure, asimismo se realizan planos de construcción, ingeniería de detalles y planos de montaje, junto con el diseño de redes eléctricas a nivel industrial y elaboración de proyectos y planes de electrificación.

Estructuras metálicas

Este servicio consta de la elaboración de estructuras metálicas en función al reglamento actual de construcción, ofreciendo infraestructura a base metálica de plantas industriales, comerciales y mineras. Asimismo se realiza el montaje de toda variedad de cubiertas y estructuras metálicas.

Montaje

Ofrece el servicio de montaje de equipos mineros, tales como transportadoras, molinos, chancadoras, tolvas, silos, celdas de flotación, filtros, bombas, esperadores, motores, entre otros. De igual forma realiza el montaje de equipos y maquinarias industriales, equipos de control integral, sistemas de puesta a tierra, pararrayos, tableros eléctricos, instrumentación de procesos, sistemas de automatización y PLC.

Granallado y pintado

El servicio brindado se basa en la limpieza y tratamiento superficial por impacto, mediante el cual se obtiene un acabado y una terminación buena de toda clase de superficies de estructuras metálicas, planchas, perfiles y tuberías, asimismo se encargan de la ejecución de sistemas de protección de acero y pintado de estructuras metálicas y perfiles.

Calderería

El servicio mencionado consta de la elaboración de tanques verticales y enterrados según la normativa vigente API y ASME, elaboración de juegos completos de tuberías denominados spools en acero inoxidable o acero al carbono, asimismo se realiza el montaje de ductos, transiciones, reducciones, conos, derivaciones, válvulas y accesorios de las líneas de proceso.

Obras civiles

Brinda servicios relacionados al movimiento de tierra tales como excavación, relleno, corte y eliminación, asimismo realiza desmontajes, demoliciones, obras de concreto

simple, zapatas, cimientos, columnas, placas, muros de contención, losas, bases para tanque de almacenamiento y maquinaria; construyen y remodelan infraestructura del sector comercial e industrial y realizan acabados en general.

Mantenimiento

Elaboración y ejecución de planes de mantenimiento plantas de procesos mineros e industriales, así como de concentradoras de minerales, plataformas petroleras y plantas de beneficio.

Proyectos integrales

El servicio mencionado consta del diseño, fabricación, ingeniería, ejecución y comisionado de proyectos completos, así como la ejecución de obras civiles, arquitectura, instrumentación, instalación electromecánica y puesta en marcha de proyectos EPC y llave en mano.

Infraestructura

La compañía en estudio trabaja de manera conjunta con la vocación y experiencia de sus años de trayectoria en la industria constructora, a fin de brindar la mejor solución a cualquier tipo de proyectos civiles y de metalmecánica a nivel nacional. Del mismo modo la empresa realiza sus actividades respetando sus políticas organizacionales, así como el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Para lo cual se centran en una adaptación constante y a la vanguardia de la tecnología en este sector para satisfacer los requerimientos de la demanda actual.

Por lo que, para lograr lo que hasta la fecha se ha cumplido, la empresa cuenta con los equipos necesarios para desarrollar las actividades de ingeniería más complejas, los cuales serán clasificados en función del proceso en el que son empleados, tal como se muestran a continuación.

Proceso de armado y/o habilitado

Tabla 2. *Maquinaria para proceso de armado y habilitado.*

Equipos	Especificación
Punzonadora/ Cizalla Geka	Punz. 110 para corte de planchas Capacidad 80TN
Cortadora plasma Geka	Punz. 60 para corte de planchas Capacidad 45 TN
Cortadora semiautomática Kolke	Capacidad para corte de planchas 6"
Cizalla eléctrica Raimsa	Capacidad para espesor de 2mm y 3m
Grúa JCWY	Capacidad 15 m y 6TN/ 44m y 1.7 TN
Taladro eléctrico Bosch	Capacidad Ø1-1/8"

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Equipos de proceso de armado y habilitado

Proceso de soldeo

Tabla 3. *Maquinaria para proceso de soldeo.*

Equipos	Especificación
Soldadora Thunderbolt	Capacidad 250 AMP, monofásica y 220V de tensión.
Soldadora de arco Thunderbolt	Capacidad 250 AMP, tensión de 220V, 380V y 440V
Soldadora MIG-MAG Miller	Capacidad 350 y 450 AMP, trifásico.
Soldadora Miller	Capacidad 650 AMP, para procesos múltiples.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Equipos de proceso de soldeo

Proceso de pintura y limpieza superficial

Tabla 4. Maquinaria para proceso de limpieza y pintura.

Equipos	Especificación
Equipo de pintura Gracco	Eléctrico, con una presión de 0-3000 psi.
Equipo de pintura Gracco	Neumático, con una presión de 0-4500 psi.
Compresor Schultz	Trifásico con una capacidad de 10 hp.

Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Equipos de limpieza y pintura

Equipos de obra

Tabla 5. Maquinaria de obra

Equipos	Especificación
Tirfor Yable	Capacidad 5TN

Motocompesor Miller	Capacidad de 0-500 A
Bomba hidráulica Enerpac	Manuales, capacidad de 30, 40 y 50 TN.
Taladro	Para concreto
Plataforma de elevación	Estructura extensible

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Equipos de obra

Proyectos

La empresa en estudio ejecuta una gran diversidad de proyectos a clientes altamente reconocidos, entre los principales proyectos ejecutados se encuentran los siguientes:

Proyectos Industriales



Figura 16. Ejecución de proyectos industriales

Proyectos Mineros

MINERA MILPO	FABRICACION DE DUCTOS DE VENTILACION
CEMENTOS LIMA	AMPLIACION DE LA CAPACIDAD
COMERCIAL S.A.	ESTACIONES DE SERVICIOS REPSOL



MINERA MILPO

Figura 17. Ejecución de proyectos mineros

Proyectos comerciales

OPEN PLAZA	CENTRO COMERCIAL OPEN PLAZA PUCALLPA
PROYECTA INGENIEROS	TOTTUS HUACHIPA
FALABELLA PERÚ	AMPLIACION DE OPEN PLAZA PIURA



OPEN PLAZA

Figura 18. Ejecución de proyectos comerciales

Proyectos de energía

ESTACIONES PS-1, PS-2, PS-3, PS-4	ESTACIONES PS-1, PS-2, PS-3, PS-4
GYM-SKANSKA	PROYECTO CAMISEA PLANTA - PISCO
SADE-SKANSKA - ESMETAL	PROYECTO CAMISEA MALVINAS



ESTACIONES PS-1, PS-2, PS-3, PS-4.

Figura 19. Ejecución de proyectos de energía

Proyectos viales



Figura 20. Ejecución de proyectos viales

Otros proyectos



Figura 21. Ejecución de otros proyectos

Diagrama de flujo del proceso actual

A continuación se puede observar el diagrama de flujo del proceso actual de ejecución de proyectos generales de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, cuyos procedimientos se detallarán gráficamente en seguida:

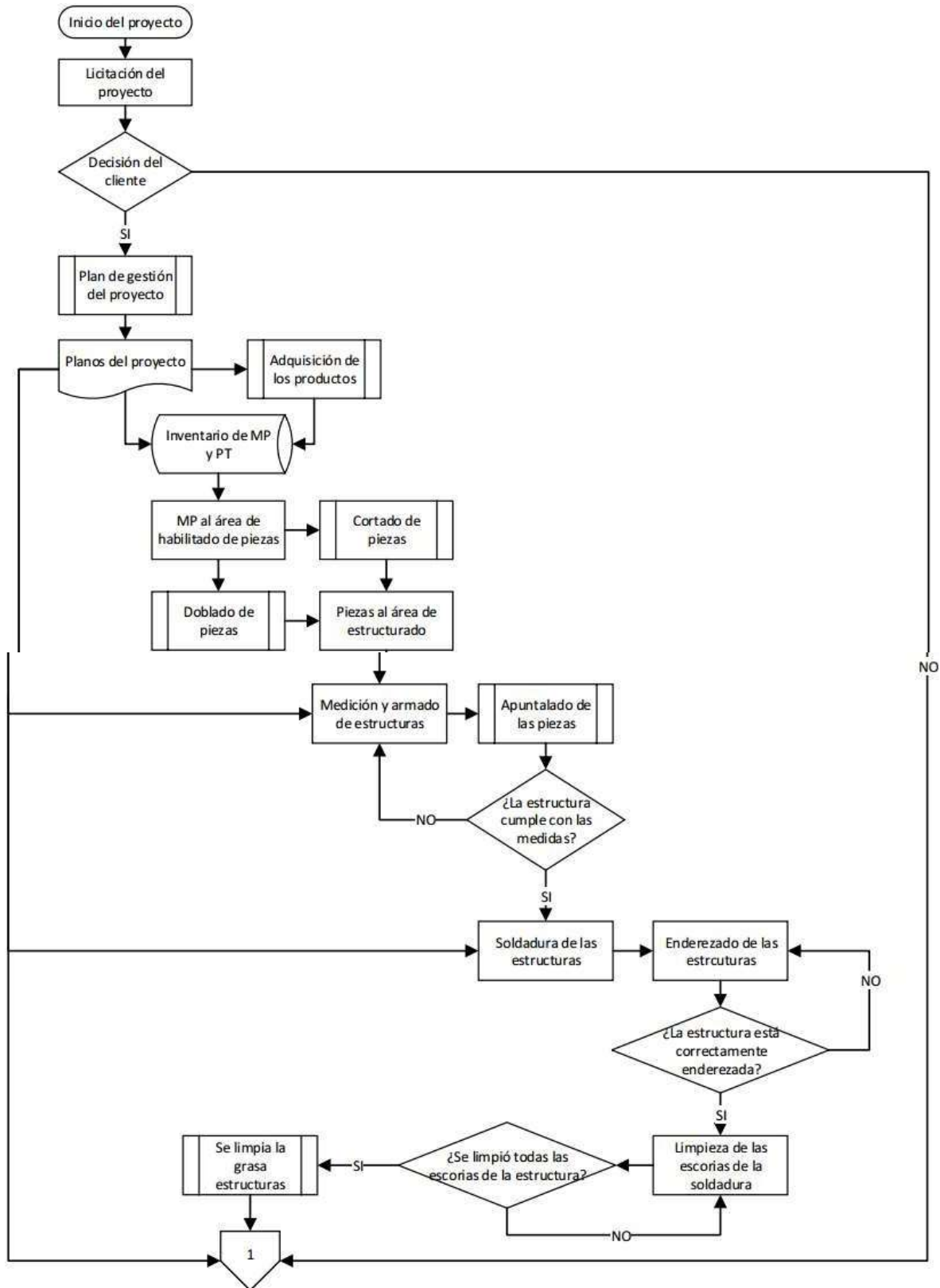


Figura 22. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 1

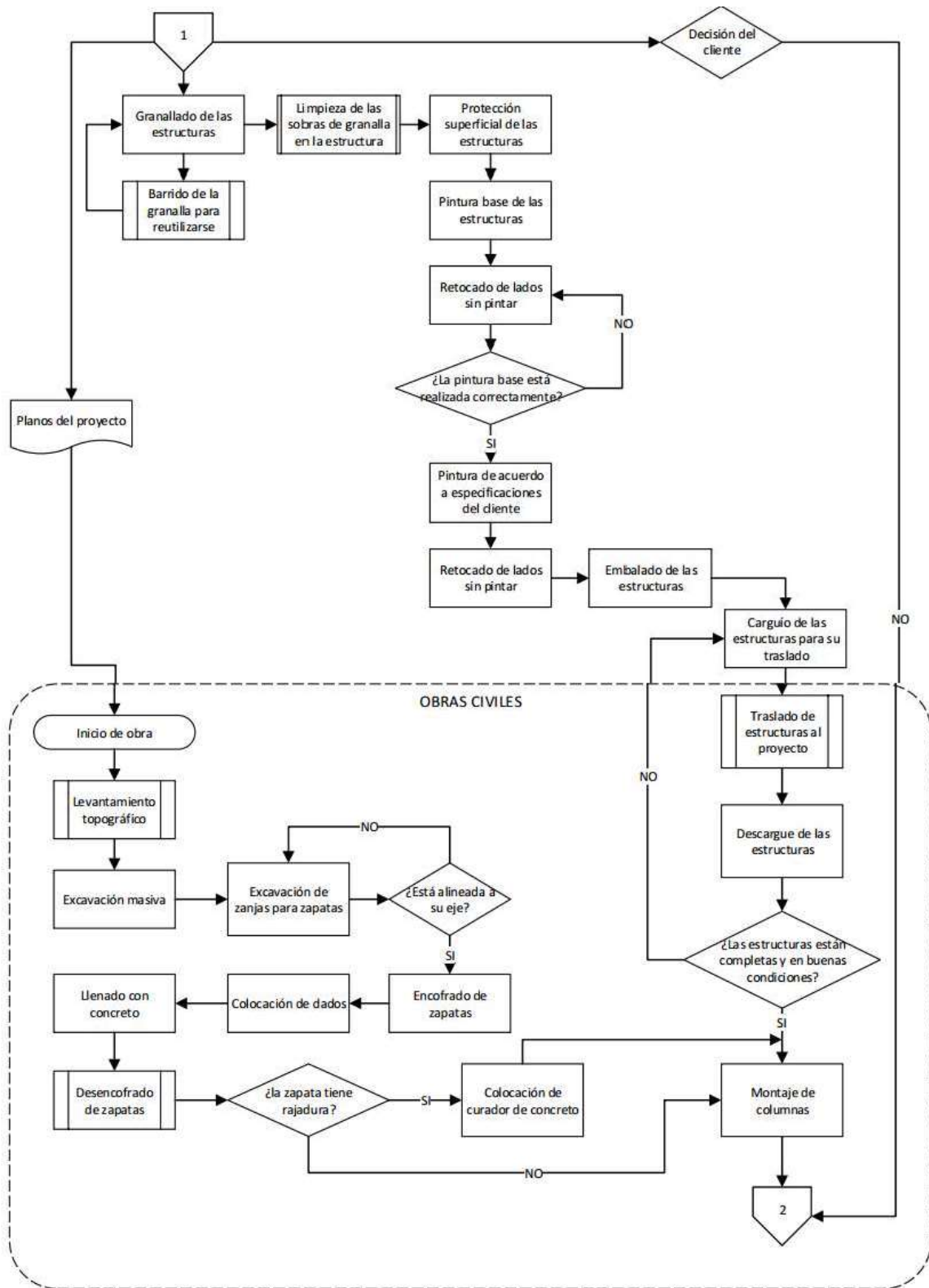


Figura 23. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 2

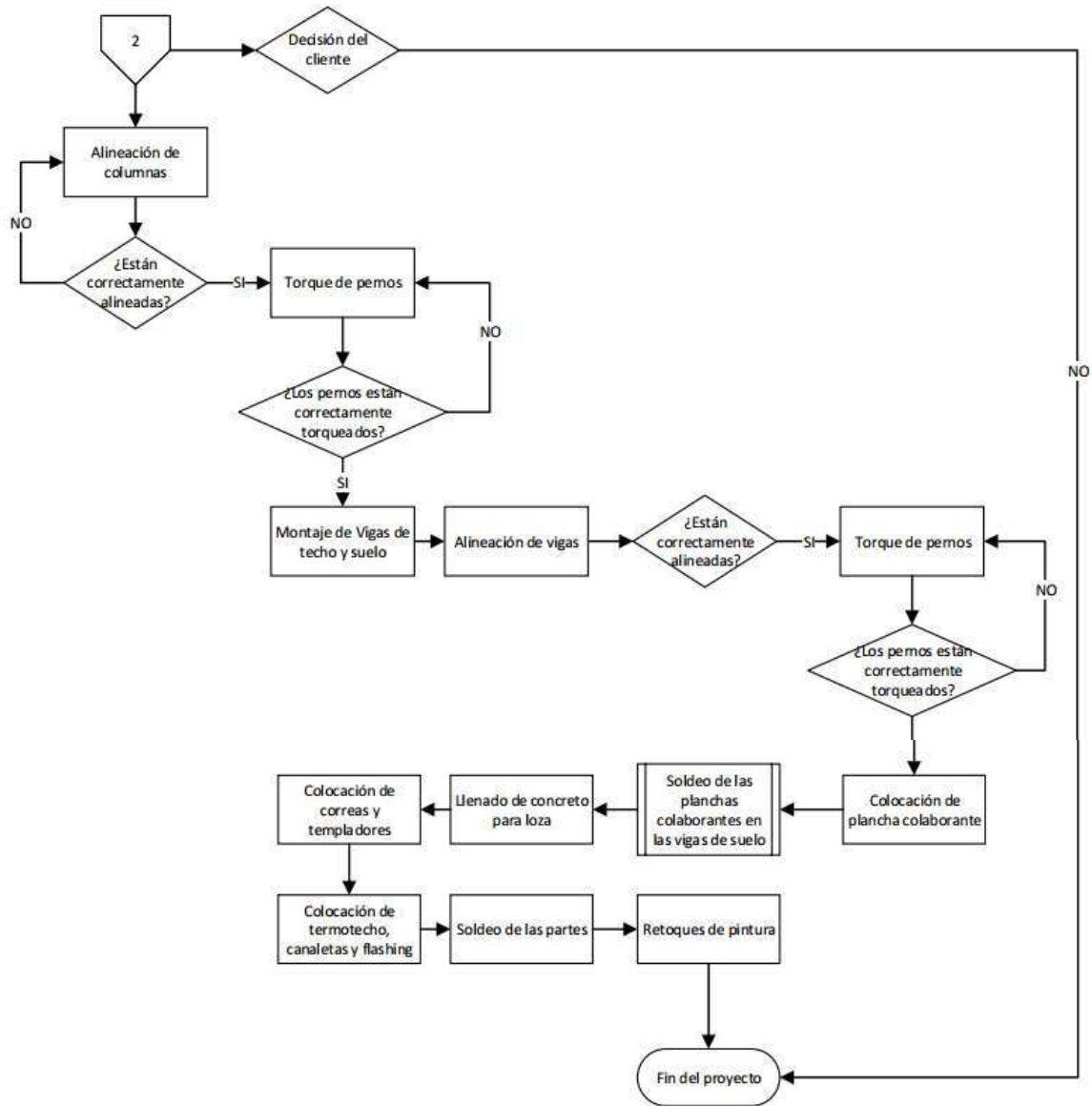


Figura 24. Diagrama de flujo del proceso productivo-sección 3

Proceso productivo

La compañía en estudio se encuentra compuesta por tres procesos fundamentales, los cuales son: Procesos administrativos, de producción y de montaje, estos serán detallados en seguida:

Procesos administrativos

Este proceso se encuentra constituido por los departamentos de comercio, logística, contabilidad, presupuesto, diseño, calidad, gestión del talento humano y seguridad y salud en el trabajo. En el que se lleva a cabo toda la gestión administrativa y planeación de los proyectos según las especificaciones requeridas por los clientes desde la realización de las licitaciones hasta su posterior aprobación.

Procesos de producción

El proceso mencionado se encuentra constituido por siete etapas o sub procesos, los cuales son realizados a fin de conseguir un producto final que mantenga los más altos estándares de calidad, esto es posible gracias a la colaboración de equipos de trabajo cuya función es inspeccionar y dar seguimiento a la elaboración de las estructuras metálicas, siendo una tarea muy importante dentro del proceso, ya que al más pequeño error no se obtendrán los resultados deseados por el cliente. En seguida se explicarán a detalle cada uno de los sub procesos que lo componen:

- **Habilitado**

En esta fase lo primero que se realiza es el diseño de los planos para la creación de cada pieza de las estructuras, las cuales se encuentran codificadas, a fin de evitar dificultades en la etapa de armado de las estructuras, esto en caso de que las piezas no sean enviadas directamente a la fase de montaje. Asimismo, en esta etapa se emplea maquinaria diseñada para realizar las actividades de corte, doblado, perforaciones y roscados de varillas a base de acero sin ningún inconveniente

- **Estructurado**

Una vez recibidas las piezas procedentes de la fase de habilitado, se prosigue con el armado y apuntalado de cada pieza según corresponda de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto. Cabe señalar que existen algunas fases en el

que se hace necesario realizar modificaciones a las piezas, por lo que estas deben ser soldadas para posibilitar el correcto armado de las estructuras.

- Soldeo

Luego de que las estructuras hayan sido armadas correctamente se realiza la soldadura completa de cada pieza que la integra, esto tiende a variar en función al tipo de pancha que se esté empleando y también respecto a las especificaciones dadas en el plano del proyecto. Previo al envío de la estructura a la fase de limpieza se quita el exceso de las escorias.

- Limpieza

Esta etapa se lleva a cabo de manera mecánica y manual en el que la estructura es supervisada minuciosamente a fin de identificar golpes, daños, exceso de soldeo, exceso de escorias, el correcto enderezado de las estructuras, entre otros aspectos.

- Granallado

Este sub proceso consta de la limpieza y pulido de las piezas o estructuras que llegan a esta etapa, el cual es realizado en el interior de una cámara de chorreado, en el que gracias al aire comprimido, el abrasivo se acelera de forma neumática y es distribuido a las estructuras metálicas por medio de boquillas, para luego de ello limpiar el excedente de granalla.

- Protección de la superficie y pintado

En esta etapa se aplica una base de protección en la superficie de las estructuras metálicas, a fin de conservar la calidad de las planchas de acero con el que fue elaborado y protegerlo de la corrosión y de la variedad de factores ambientales que lo producen. Posterior a dicha protección se lleva a cabo el pintado de las estructuras según las especificaciones técnicas y aquellas dadas por el cliente.

- Embalado

En esta fase se embala la estructura utilizando el film estirable junto con pedazos de cartón para proteger al producto terminado y que este no se dañe al momento de ser transportado. Para finalizar se realiza el despacho al departamento de montaje.

Proceso de montaje

En este proceso se realiza la ejecución en sí de los proyectos requeridos y estos tienden a variar respecto al producto que se desee montar, cabe señalar que todas las actividades que se detallarán en seguida, cumplen con un riguroso procedimiento de seguridad y salud ocupacional.

- Excavación

En esta fase se excavan las zanjas en los terrenos para luego construir las bases de las columnas que serán instaladas con posterioridad, a las cuales se debe dar un arduo seguimiento realizado diariamente a fin de evitar errores, en el que el talud debe cumplir con las dimensiones adecuadas según la norma G050. De igual manera se ejecuta una excavación en masa para conseguir la reducción de profundidad empelando equipos y maquinaria pesada.

- Encofrado

Esta etapa consta en colocar un molde ya sea de metal o madera, el cual será contenido de concreto y brindará la forma deseada cuando este solidificado. Posteriormente se extraen los moldes a fin de ser utilizados nuevamente en la elaboración de otros moldes. Gracias a este sub proceso es posible construir zapatas, sub zapatas, vigas, columnas, techos, muros, entre otros.

- Llenado de concreto y desencofrado

Posterior a la realización del encofrado se lleva a cabo el llenado de las estructuras encofradas mediante la utilización de una bomba de concreto, una vez que este haya fraguado se prosigue a desencofrar.

- Relleno con afirmado

Una vez culminadas las zapatas, se procede al relleno del piso empleando afirmado a fin de que se encuentre correctamente nivelado.

- Montaje de estructuras metálicas

Este es un sub proceso que necesita de mucho orden y organización, además de contar con los recursos imprescindibles para su ejecución, pues consta en montar todas las estructuras en una sola.

- Alineamiento de estructuras

Esta fase se encarga de la verificación y seguimiento de la correcta instalación de las estructuras, corroborando que estas se encuentren adecuadamente alineadas y los pernos correctamente ajustados.

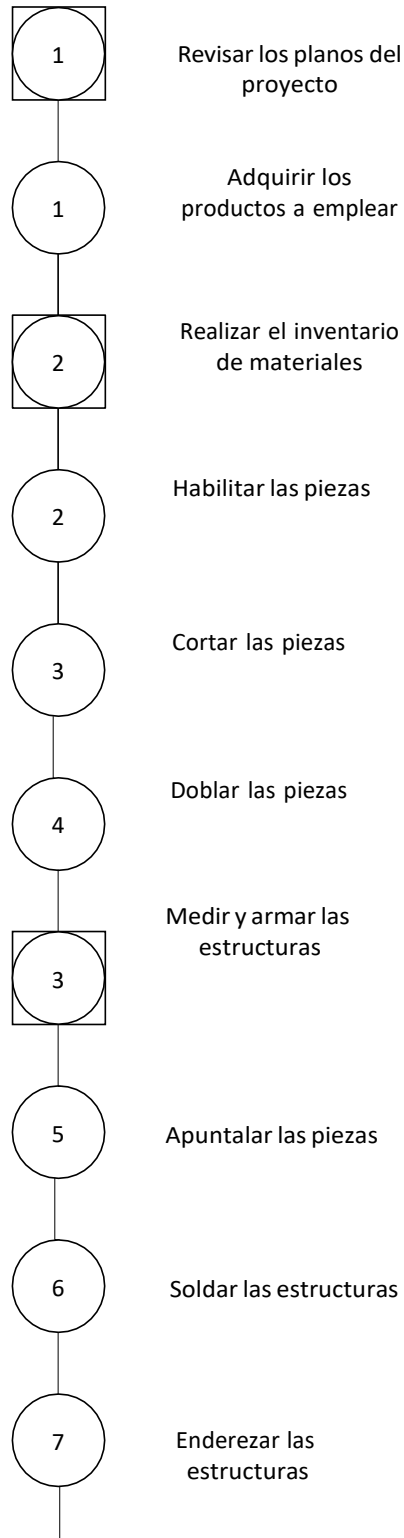
- Llenado de loza

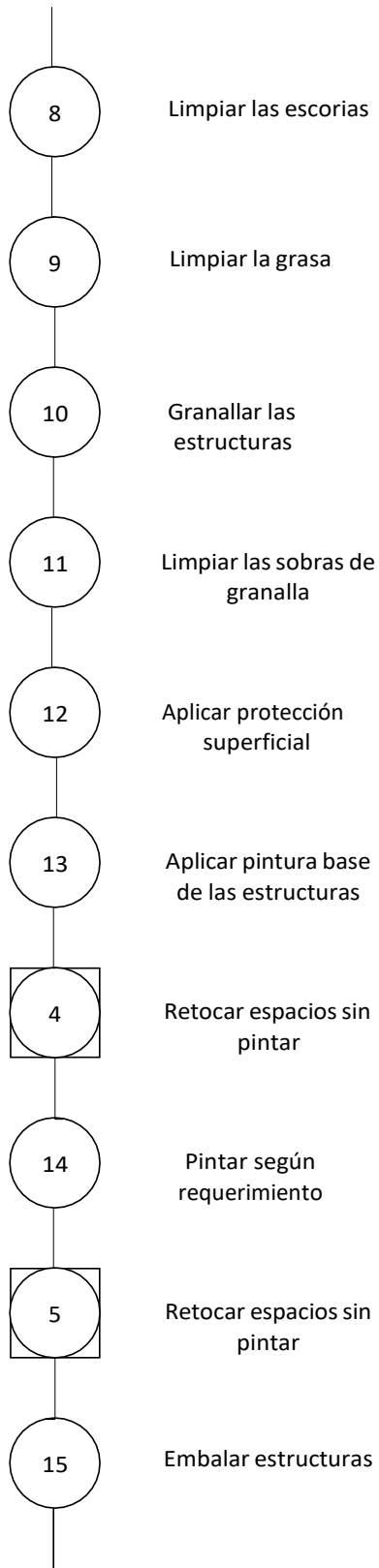
Esta fase depende de los requerimientos de los clientes y básicamente consta en el soldeo de las planchas de acero para que sobre ellas sea posible realizar la loza. Asimismo para llevar cabo esta etapa es indispensable utilizar maquinaria pesada para realizar el llenado, suavizado y cortado de concreto.

Diagrama de operaciones del proceso actual (DOP)



A continuación se puede observar el diagrama de operaciones del proceso actual de producción de estructuras metálicas para la ejecución de proyectos generales de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Plan de gestión del
- proyecto





Salida de producto terminado a la obra

RESUMEN	
Símbolo	N°
	15
	5
Total	20

Evaluación pre-test

Cálculo de la eficacia actual

Para realizar la evaluación de la eficacia actual del área de seguimiento de la compañía en estudio, se procedió a recopilar los datos desde el mes de marzo hasta junio, el cálculo fue realizado de la siguiente manera:

Tabla 6. Cálculo de la eficacia pre-test

FORMATO DE CÁLCULO DE EFICACIA			
Fecha de medición: 18/03/22 al 08/06/22			
Formato 01: Eficacia Prioridad 01 y 02			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Peso programado	Peso producido	Eficacia
Paño 01	98051.83	94725.03	96.61%
Paño 02	53059.13	50721.52	95.59%
Paño 03	55468.53	53149.43	95.82%
Paño 04	52896.13	48688.53	92.05%
Paño 05	59466.19	34654.21	58.28%
Paño 06	53641.55	29630.97	55.24%
Paño 07	60347.28	32220.91	53.39%
Paño 08	51094.49	31489.3	61.63%
Paño 09	77031.83	34821.17	45.20%
Paño 10	62183.31	26704.49	42.94%
Paño 11	79220.16	20943.5	26.44%
Paño 12	132148.69	29730.6	22.50%
Paño 13	51468.02	15596.6	30.30%
Paño 14	52340.78	12029.1	22.98%
Paño 15	49599.74	29753.54	59.99%
Paño 16	56367.64	26478.36	46.97%
Paño 17	49699.28	29875.58	60.11%
Paño 18	48581.38	2314.14	4.76%
Paño 19	51942.68	2168	4.17%
Paño 20	32462.79	2236.4	6.89%
Paño 21	48923.23	2151	4.40%
Paño 22	62040.48	2564.2	4.13%
Total	1338035.1	612646.58	45.02%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede apreciar la eficacia de cada etapa (paño), obteniendo un promedio de eficacia actual de 45.02%, este dato pone en evidencia que la compañía en estudio no está produciendo la totalidad del peso programado, lo que indica que el proyecto no se está gestionando adecuadamente.

Cálculo de la eficiencia actual

El cálculo de la eficiencia permitió conocer si la producción de estructuras metálicas cumple con el tiempo programado, cuya evaluación se desarrolló en función de las horas reales que se emplearon, tal como se muestra en seguida:

Tabla 7. Cálculo de la eficiencia pre-test

FORMATO DE CÁLCULO DE EFICIENCIA			
Fecha de medición: 18/03/22 al 08/06/22			
Formato 02: Eficiencia Prioridad 01 y 02			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Tiempo Real	Tiempo Programado	Eficiencia
Paño 01	448	544	82.35%
Paño 02	448	544	82.35%
Paño 03	400	544	73.53%
Paño 04	392	544	72.06%
Paño 05	328	544	60.29%
Paño 06	240	544	44.12%
Paño 07	192	544	35.29%
Paño 08	160	544	29.41%
Paño 09	96	544	17.65%
Paño 10	64	544	11.76%
Paño 11	40	544	7.35%
Paño 12	344	512	67.19%
Paño 13	280	512	54.69%
Paño 14	224	512	43.75%
Paño 15	314	512	61.33%
Paño 16	363	512	70.90%
Paño 17	396	512	77.34%
Paño 18	80	512	15.63%

Paño 19	88	512	17.19%
Paño 20	96	512	18.75%
Paño 21	104	512	20.31%
Paño 22	120	512	23.44%
Total	5217	11616	44.85%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se puede visualizar la medición de la eficiencia de cada una de las fases analizadas, obteniendo un porcentaje promedio de 44.85%, dato que indica que el proyecto presenta ciertas deficiencias respecto al cumplimiento de las fechas de término de cada fase, en el cuadro se observa que las horas que se emplearon para finalizar cada etapa no cumplen con el tiempo que se programó para culminar todas las estructuras de la prioridad 01 y 02.

Cálculo de la productividad actual

Finalmente para el cálculo de la productividad se emplearon los datos previamente obtenidos de la eficacia y la eficiencia, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. *Cálculo de la productividad pre-test*

FORMATO DE CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD			
Fecha de medición: 18/03/22 al 08/06/22			
Formato 02: Eficiencia Prioridad 01 y 02			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Eficacia	Eficiencia	Productividad
Paño 01	96.61%	82.35%	79.56%
Paño 02	95.59%	82.35%	78.72%
Paño 03	95.82%	73.53%	70.46%
Paño 04	92.05%	72.06%	66.33%
Paño 05	58.28%	60.29%	35.14%

Paño 06	55.24%	44.12%	24.37%
Paño 07	53.39%	35.29%	18.84%
Paño 08	61.63%	29.41%	18.13%
Paño 09	45.20%	17.65%	7.98%
Paño 10	42.94%	11.76%	5.05%
Paño 11	26.44%	7.35%	1.94%
Paño 12	22.50%	67.19%	15.12%
Paño 13	30.30%	54.69%	16.57%
Paño 14	22.98%	43.75%	10.05%
Paño 15	59.99%	61.33%	36.79%
Paño 16	46.97%	70.90%	33.30%
Paño 17	60.11%	77.34%	46.49%
Paño 18	4.76%	15.63%	0.74%
Paño 19	4.17%	17.19%	0.72%
Paño 20	6.89%	18.75%	1.29%
Paño 21	4.40%	20.31%	0.89%
Paño 22	4.13%	23.44%	0.97%
Promedio	45.02%	44.85%	20.19%

Fuente: Elaboración propia

La productividad de la producción de estructuras metálicas se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \text{Eficacia} * \text{Eficiencia}$$

$$\text{Productividad} = 45.02\% * 44.85\% = 20.19\%$$

Luego del respectivo cálculo se pudo evidenciar que la productividad actual del área de seguimiento de la compañía en estudio es de 20.19%, dicho resultado es la consecuencia de que las etapas no son culminadas en el tiempo establecido y tampoco con la cantidad requerida, por lo que es sumamente importante aplicar la ingeniería de métodos para incrementar dicho índice.

Propuesta de mejora

Con los datos obtenidos luego de la medición pre-test, queda en evidencia la necesidad de la empresa por aplicar la ingeniería de métodos dentro de sus procesos productivos, motivo por el cual a continuación se detallarán todos procedimientos a seguir para implementar la propuesta de mejora planteada.

La implementación se encontrará constituida por cuatro etapas.

1ra etapa: Acciones previas

Reunión con la alta dirección

En esta primera fase se llevará a cabo una junta con los integrantes de la alta dirección, a fin de exponer los datos encontrados durante el análisis de la situación de la productividad actual de la compañía, así como indicar la importancia de aplicar una herramienta de la ingeniería industrial dentro de sus procesos productivos con el objetivo de acrecentar el nivel de productividad de la misma. Para ello, la alta dirección debe comprometerse con el apoyo correspondiente para la implementación de la propuesta y a la vez firmar el permiso para los cambios que se realizaran con posterioridad.

Conformación del equipo de trabajo

Posterior a la reunión con la gerencia de la compañía, se procederá a seleccionar al equipo humano, quienes brindarán su apoyo durante todo el proceso de implementación de la propuesta.

Capacitación del equipo de trabajo

En esta fase se procederá a realizar una capacitación del personal a fin de exponer el cronograma de actividades de ejecución de la ingeniería de métodos y planificar cómo se llevará a cabo cada etapa, a su vez se pretende concientizarlos sobre la importancia de realizar los cambios correspondientes dentro del área para beneficio de la compañía en general.

2da etapa: Aplicación de la ingeniería de métodos

En esta fase se dará inicio netamente a la implementación de la propuesta de solución, la cual será desarrollada en función de los 7 pasos que lo componen, los cuales se detallan en seguida:

Seleccionar

En esta etapa se analizará el proceso productivo de las estructuras metálicas, para luego identificar aquellas actividades o procedimientos que generan restricciones dentro del proceso.

Registrar

Posteriormente se deberá tomar registro de todo el procedimiento actual, para esto será necesario realizar el diagrama de análisis del proceso, en el que se analizarán a detalle todos los procedimientos y su relevancia dentro del proceso productivo.

Examinar

En esta fase se empleará el interrogatorio sistemático como técnica para la determinación y selección de las actividades necesarias e innecesarias, realizando preguntas del por qué y para qué se realiza cada procedimiento, posteriormente se descartarán los procedimientos innecesarios y se efectuará el índice de actividades que generan valor.

Plantear

En esta fase se procederá a diseñar y evaluar un nuevo método de trabajo para la producción de estructuras metálicas aplicando la misma técnica interrogativa empleada en la examinación, a fin de mejorar cada uno de los procedimientos y con ello el proceso productivo en general.

Definir

Una vez evaluado el método de trabajo se procederá a definirlo para su aplicación en el contexto real, para ello será necesario elaborar un nuevo diagrama de operaciones con las modificaciones del nuevo procedimiento implantado, a fin de que todo el personal pueda tener acceso a la información y desarrollar cada procedimiento de manera adecuada.

Implantar

Esta fase iniciará con la organización y explicación del nuevo método de trabajo al área de producción, para que posteriormente los trabajadores puedan ejecutarlo.

Mantener

Esta es una de las etapas más difíciles de la implementación, ya que consta en conseguir la disciplina y el compromiso constante de los trabajadores para mantener el método implantado y verificar su adecuado cumplimiento. Para lo cual parte del mantenimiento será la evaluación mediante auditorías semanales.

3ra etapa: Aplicación del estudio de tiempos

Esta penúltima etapa se basará en determinar el tiempo estándar para cada fase del proceso con el objetivo de encontrar el tiempo idóneo de producción de estructuras metálicas.

Determinar el número de observaciones

Este primer paso se basa en determinar el tamaño de la muestra para el estudio de tiempos, en el que se calculará la cantidad de observaciones que se deben realizar para iniciar con la medición del tiempo observado, para ello se empleará el método estadístico establecido por la OIT.

Cronometrar

Posteriormente se procederá a realizar las mediciones de los tiempos empleados en cada etapa del proceso, utilizando un cronómetro debidamente calibrado y las fichas de observación correspondientes.

Determinar las calificaciones

Una vez registrado los tiempos observados en cada fase del proceso productivo, se procederá a asignar las respectivas calificaciones del trabajador según las ponderaciones de habilidad, esfuerzo, condición y consistencia, establecidos en la tabla de valoración del sistema Westinghouse.

Efectuar el tiempo normal y añadir suplementos

Luego se procederá a agregar el factor de valoración al tiempo promedio observado. Una vez que se obtenga el tiempo normal se determinarán los suplementos a agregar en función al sexo del trabajador, este es un tiempo adicional que se asignará por necesidades fisiológicas o cansancio.

Efectuar el tiempo estándar

En esta etapa se aplicará la fórmula planteada para calcular el tiempo estándar de cada una de las etapas del proceso productivo.

Establecer y difundir el nuevo tiempo estándar del proceso

Finalmente se realizará una reunión con todos los trabajadores del área de producción y seguimiento para darles a conocer el tiempo estándar en el cual se debe llevar a cabo el nuevo método de trabajo establecido.

4ta etapa: Acciones finales

En esta etapa se realizarán todas las actividades de cierre de la implementación y a la vez se dará inicio al recojo de la nueva información para realizar la prueba post-test y determinar el nivel de variación de la productividad.

Cronograma de ejecución de la propuesta de mejora

En este cronograma se detallan todas las actividades a realizar durante la implementación de la propuesta de mejora, este se encuentra dividido en cuatro etapas, las cuales a su vez contienen una serie de fases de la ejecución de la ingeniería de métodos, la cual se llevará a cabo en un lapso de tres meses.

Tabla 9. Cronograma de implementación de la ingeniería de métodos

Actividades a realizar	Período											
	Julio				Agosto				Septiembre			
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1era etapa: Acciones previas												
Reunión con la alta dirección												
Conformación del equipo de trabajo												
Capacitación del equipo de trabajo												
2da etapa: Aplicación del estudio de métodos												
Seleccionar												
Analizar el proceso productivo de estructuras metálicas												
Identificar el procedimiento de restricción												
Registrar												
Elaborar DOP												
Elaborar DAP												
Examinar												
Ejecutar la técnica de interrogatorio sistemático												

Actividades a realizar	Período											
	Julio				Agosto				Septiembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Semanas												
Determinar procedimientos y elementos necesarios e innecesarios												
Plantear												
Evaluar y diseñar un nuevo método de trabajo												
Definir												
Crear nuevos diagramas de proceso												
Difundir mediante charlas el nuevo método de trabajo												
Implantar												
Organizar y limpiar el área de producción según el método establecido												
Ejecutar el nuevo método de trabajo												
Mantener												
Control y mantenimiento del nuevo método de trabajo												
3ra etapa: Aplicación del estudio de tiempos												
Determinar el número de observaciones												
Cronometrar cada procedimiento del área												
Determinar la calificación de trabajador												
Efectuar del tiempo normal												
Añadir suplementos al trabajador												
Efectuar el tiempo estándar												
Establecer y difundir el nuevo tiempo estándar de proceso												
4ta etapa: Acciones finales												
Culminar la implementación de la alternativa de solución												
Recojo de data post-test para evaluación de resultados												

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de la propuesta de mejora

1ra etapa: Acciones previas

Reunión con la alta dirección

En la primera etapa se realizó una reunión con personal de la alta dirección, dicho encuentro se llevó a cabo de manera presencial y en ella se logró establecer un acuerdo respecto a ambas partes, el compromiso de la alta dirección para otorgar el apoyo correspondiente durante todo el proceso de implementación de la propuesta, quedo evidenciado con la firma del documento que lo acredita.

Conformación del equipo de trabajo

Posterior a la reunión con la gerencia de la compañía, se procedió a seleccionar al equipo humano, el cual se encuentra conformado por el tesista y un trabajador del área de seguimiento, quienes se encargarán de realizar cada una de las actividades programadas dentro del proceso de implementación de la propuesta.

Capacitación del equipo de trabajo

En esta fase se procedió a realizar una reunión del personal involucrado, en ella se expuso el cronograma de actividades de ejecución tanto del estudio de métodos como del estudio de tiempos, a fin de planificar cómo se llevará a cabo cada etapa.

2da etapa: Aplicación de la ingeniería de métodos

Durante el estudio de la situación actual de la compañía, se realizó un análisis previo del proceso productivo de las estructuras metálicas, a las que el área en estudio brinda control y seguimiento a fin de que se encuentren disponibles en la obra en el momento exacto en el que se requieran, durante dicho análisis se pudo determinar que lamentablemente no se estaba cumpliendo con el tiempo de entrega de los elementos, esto fue evidenciado en el índice de productividad obtenido en la prueba pre-test. Es por ello que se propuso la herramienta ingeniería de métodos para

mitigar las deficiencias que se encontraron en el proceso, la cual fue desarrollada siguiendo los siete pasos que la componen:

Seleccionar

En esta etapa fue útil el análisis previo de las operaciones del proceso productivo de las estructuras metálicas, ya que en ella se pudo identificar de manera general aquellas actividades o procedimientos que generan restricciones dentro del proceso, para ello fue necesario registrar el tiempo que conlleva realizar cada una de las actividades.



Figura 25. Proceso productivo de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

Como se puede observar en la figura 25, el proceso seleccionado para el estudio de la presente tesis es netamente el proceso de producción de las estructuras metálicas de la compañía, en seguida se mostrarán las actividades que forman parte de dicho proceso.

Tabla 10. *Actividades de la producción de estructuras metálicas*

Item	Actividades	Tiempo
01	Revisión de planos del proyecto	3 días
02	Programación del avance	2 días
03	Requerimiento de materiales a emplear	2 días
04	Adquisición de materiales a emplear	7 días
05	Realización de inventario de materiales	2 días

06	Habilitación de las piezas	5 días
07	Cortado de piezas	-
08	Doblado de las piezas	-
09	Medición de las piezas	-
10	Armado de estructuras	6 días
11	Apuntalado de las piezas	-
12	Soldado de estructuras	3 días
13	Enderezado de estructuras	1 día
14	Limpieza de escorias	1 día
15	Limpieza de la grasa	-
16	Granallado de estructuras	1 día
17	Barrido de granalla para reutilizar	-
18	Limpieza de sobras de granalla	1 día
19	Aplicación de protección superficial	1 día
20	Aplicación de pintura base a las estructuras	1 día
21	Resane de espacios sin pintar	1 día
22	Embalar las estructuras	1 día
23	Almacenar productos terminados	1 día
24	Trasladar estructuras a la obra	15 días

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, se pueden apreciar los procedimientos que se realizan en el proceso de fabricación de estructuras metálicas, en el que se efectuó la toma de tiempos preliminares por cada actividad realizada; se pudo identificar a los procedimientos de habilitado y pintura como aquellas actividades que generan restricciones dentro del proceso, ya que al tener material acumulado no se trabajan por prioridades que requiere obra, esto conlleva a que se envíe material que no se necesita para el montaje. Todo ello sumado a los errores de almacén o despacho quienes envían materiales sin colocarlos en la guía de remisión han ocasionado que la productividad actual sea baja, en ese sentido es necesario actuar sobre ellas, para eso se realizó una toma de tiempos preliminares, debido a que el método estadístico de la OIT así lo señala, ya que serán empleados con posterioridad en el estudio de tiempos.

Registrar

En esta etapa se registraron todos los procedimientos, mediante el uso del cursograma analítico del proceso basado en la producción de estructuras metálicas, en el que se analizaron las actividades a detalle y su trayectoria análoga con símbolos, ya que al representar gráficamente el proceso se obtiene un panorama general de lo que ocurre y se entiende con mayor facilidad, posteriormente esto permitió la evaluación crítica de los hechos registrados.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Datos generales				Resumen					
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel				Actividad	Símbolo	Total	Tiempo	% Tiempo	
Área: Seguimineto				Operación	○	15	27	54.00%	
Producto: Estructuras metálicas				Inspección	□	0	0	0.00%	
Proceso: Actual				Op. Comb.	⊗	6	7	14.00%	
Período: Septiembre				Demora	D	0	0	0.00%	
Empresa: SC Ingeniería y Construcción S.A.C.				Transporte	⇨	1	15	30.00%	
				Almacen	▽	1	1	2.00%	
				Total		23	50	100.00%	
Item	Procedimientos	○	□	⊗	D	⇨	▽	Tiempo (días)	Observación
01	Revisión de planos del proyecto			○				3	
02	Adquisición de materiales a emplear	○						7	
03	Realización de inventario de materiales			○				2	
04	Habilitación de las piezas	○						5	
05	Cortado de piezas	□						-	Es parte del habilitado
06	Doblado de las piezas	○						-	Es parte del habilitado
07	Medición de las piezas			○				-	Es parte del habilitado

Figura 26. Cursograma analítico del proceso actual, parte 1

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO									
Datos generales			Resumen						
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			Actividad	Simbolo	Total	Tiempo	% Tiempo		
Área: Seguimineto			Operación	○	15	27	54.00%		
Producto: Estructuras metálicas			Inspección	□	0	0	0.00%		
Proceso: Actual			Op. Comb.	⊗	6	7	14.00%		
Período: Septiembre			Demora	D	0	0	0.00%		
Empresa: SC Ingeniería y Construcción S.A.C.			Transporte	➡	1	15	30.00%		
			Almacen	▽	1	1	2.00%		
			Total			23	50	100.00%	
Item	Procedimientos	○	□	⊗	D	➡	▽	Tiempo (días)	Observación
08	Armado de estructuras	○		⊗				6	
09	Apuntalado de las piezas	○						-	Es parte del armado
10	Soldado de estructuras	○						3	
11	Enderezado de estructuras			⊗				1	
12	Limpieza mecánica de estructuras	○						1	
13	Limpieza de grasa de la estructura	○						-	Es suficiente con el granallado
14	Granallado de estructuras	○						1	
15	Barrido de granalla para reutilizar	○						-	La máquina de granallado es semi
16	Limpieza de sobras de granalla	○						1	
17	Aplicación de protección superficial	○						1	
18	Aplicación de pintura base a las estructuras	○						1	
19	Resane de espacios sin pintar			⊗				1	
20	Pintar según requerimiento	○						-	Se realiza en el procedimiento anterior
21	Retocar espacios sin pintar			⊗				-	Se realiza en el resane
22	Embalar las estructuras	○						1	
23	Almacenar productos terminados						▽	1	
24	Trasladar estructuras a la obra					➡		15	
Total		15	0	6	0	1	1	50	8

Figura 27. Cursograma analítico del proceso actual, parte 2

Examinar

Esta fase consistió en examinar los procedimientos con espíritu crítico, para ello se utilizó la técnica del interrogatorio sistemático, en el que se sometió a cada actividad a una serie progresiva de preguntas, con ello se logró identificar el propósito de cada actividad y su relevancia dentro del proceso productivo, para finalmente eliminarlas, cambiarlas, reordenarlas y/o simplificarlas. Tal como se puede observar a continuación:

Tabla 11. *Interrogatorio sistemático en fase de examinación*

Técnica del interrogatorio sistemático			
Actividades	¿Qué se hace?	¿Por qué se hace?	Tipo de actividad
Revisión de planos del proyecto	-Se lee el plano del proyecto.	Porque se debe tener claro los detalles del proyecto.	Productiva
Programar el avance	-Se realiza un cronograma de actividades para el armado de las estructuras según el sector.	-Porque se necesita tener todo planificado para ejecutar correctamente el proyecto.	Productiva
Requerimiento de materiales a emplear	-Se realiza el requerimiento al área de logística.	-Porque se requiere abastecer de materiales para iniciar la obra.	Productiva
Recepción de materiales	-Se adquiere los materiales solicitados	-Porque necesitan ser colocados en el almacén.	Productiva
Realización de inventario de materiales	-Se contabiliza y registra los materiales que se reciben.	-Porque se requiere tener un control de las existencias.	Productiva

Habilitación de las piezas	-Se preparan los materiales a utilizar.	-Porque se requiere tener todas las piezas en tiempo y cantidad adecuada.	Productiva
Medir las piezas	-Se toman las medidas exactas según requerimiento.	-Porque se requiere establecer la longitud de las piezas.	Improductiva
Cortado de piezas	-Se divide las piezas según lo marcado en la medición.	-Porque se necesita tener las piezas a tamaño exacto según especificaciones del plano.	Productiva
Doblado de las piezas	-Se tuercen las piezas según especificaciones del plano.	-Porque de ese modo las piezas pueden encajar entre sí.	Productiva
Medición de las piezas	-Se toman las medidas exactas según requerimiento.	-Porque se requiere establecer la longitud de las piezas.	Productiva
Armado de estructuras	-Se realiza el montaje de todas las piezas.	-Porque requieren estar terminados para ser ensamblados en la obra.	Productiva
Apuntalado de las piezas	-Se hacen puntos de soldadura previa de las piezas en zonas específicas.	-Porque se necesita soportar de manera temporal la estructura.	Productiva
Soldado de estructuras	-Se fusionan dos estructuras.	-Para formar una sola estructura con mayor firmeza.	Productiva
Enderezado de estructuras	-Se alinea la estructura.	-Porque necesitan estar totalmente nivelado y en la posición adecuada.	Productiva
Limpieza de escorias	-Se limpia los restos de soldadura u otros.	-Porque es necesario para tener un buen	Productiva

		acabado.	
Limpieza de la grasa	-Se elimina material soluble de la superficie.	-Porque no puede quedar restos de grasa sobre la superficie que se protegerá.	Productiva
Granallado de estructuras	-Se realiza una técnica de limpieza a nivel superficial para eliminar contaminantes.	-Porque se requiere obtener una correcta terminación de la superficie de la estructura.	Productiva
Barrido de granalla	-Se recoge manualmente los restos de granalla.	-Porque se requiere reutilizar la granalla para otra estructura.	Productiva
Limpieza de sobras de granalla	-Se eliminan los restos de granalla de la estructura.	-Porque la estructura debe quedar totalmente limpio.	Improductiva
Aplicación de protección superficial	-Se recubre la superficie con material protector.	-Porque es necesario evitar la corrosión de las estructuras.	Productiva
Aplicación de base a las estructuras	-Se recubre la superficie del metal con pintura base.	-Porque es necesario cubrir los poros del metal para evitar la oxidación.	Productiva
Retocar espacios sin pintar	-Se revisa los espacios que no alzaron a ser recubiertos por la base.	-Para lograr uniformidad en el cubrimiento de poros.	Improductiva
Pintar según requerimiento	-Se recubre la superficie del metal con el color correspondiente.	-Porque se requiere reforzar la barrera protectora contra la oxidación.	Productiva
Retocar espacios sin pintar	-Se revisa los espacios que no alzaron a ser recubiertos de pintura.	-Para lograr uniformidad en el cubrimiento de la superficie.	Improductiva
Embalar las	-Se envuelve con	-Porque se necesita	Productiva

estructuras	plástico film.	protegerlos de los daños que puedan surgir durante el almacenamiento.	
Almacenar productos terminados	-Se guardan las estructuras terminadas en el almacén.	-Porque se requiere que los productos terminados se encuentren disponibles cuando sean requeridos por la obra.	Productiva
Trasladar estructuras a la obra	-Se transporta la estructura hasta la obra.	-Porque las estructuras son requeridas en obra para el montaje general.	Productiva

Fuente: Elaboración propia

A continuación se realizó el cálculo del índice de actividades que agregan valor de la siguiente manera:

$$IA = \frac{N^{\circ} \text{ actividades que agregan valor}}{N^{\circ} \text{ total de actividades}} * 100$$

$$IA = \frac{27 - 8}{27} * 100 = \frac{19}{27} * 100 = 70.37\%$$

Luego del cálculo correspondiente se logró determinar que el índice de actividades que generan valor es de 70.37%, es decir un 29.63% del total de actividades no se encuentran correctamente diseñadas, por lo que se están generando demoras en el tiempo de entrega de los elementos en obra, por tal motivo se procedió a establecer sugerencias de cambio para dichas actividades.

Plantear

En esta fase se procedió a diseñar y evaluar un nuevo método de trabajo para cada procedimiento de la producción de estructuras metálicas aplicando la misma técnica interrogativa empleada en la examinación, a fin de mejorar cada uno de los

procedimientos y con ello el proceso productivo en general. En la siguiente tabla puede observar las sugerencias de modificación de los procedimientos innecesarios.

Tabla 12. *Interrogatorio sistemático en fase de planteamiento*

Técnica del interrogatorio sistemático		
Actividades	¿Qué otra cosa podría hacerse?	¿Qué debería hacerse?
Revisión de planos del proyecto	-Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Programar el avance	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Requerimiento de materiales a emplear	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Recepción de materiales	-Llevar un registro y control de los materiales que ingresan, mediante un kardex.	-Cambiar a procedimiento sugerido
Realización de inventario de materiales	-El inventariado podría realizarse durante la recepción de materiales.	-Cambiar a procedimiento sugerido
Habilitación de las piezas	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Medir las piezas	- Se podría eliminar porque es parte del habilitado	- Cambiar a procedimiento sugerido
Cortado de piezas	- Se podría eliminar porque es parte del habilitado	- Cambiar a procedimiento sugerido
Doblado de las piezas	- Se podría eliminar porque es parte del habilitado	- Cambiar a procedimiento sugerido
Medición de las piezas	- Se podría eliminar porque es parte del habilitado	-Cambiar a procedimiento sugerido
Armado de estructuras	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento

		actual
Apuntalado de las piezas	- Se podría eliminar porque es parte del armado	- Cambiar a procedimiento sugerido
Soldado de estructuras	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Enderezado de estructuras	-Se podrían enderezar las estructuras antes de soldarlas para mayor precisión.	-Cambiar a procedimiento sugerido
Limpieza de escorias	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Limpieza de la grasa	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Granallado de estructuras	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Barrido de granalla	- Se podría eliminar porque la máquina de granallado es semi-automática	-Cambiar a procedimiento sugerido
Limpieza de sobras de granalla	- Ningún cambio	- Mantener procedimiento actual
Aplicación de protección superficial	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Aplicación de base a las estructuras	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Retocar espacios sin pintar	-Se podría eliminar este paso, si durante la aplicación de la base se realizara la inspección de su correcta aplicación, evitando dejar espacios sin pintar.	-Cambiar a procedimiento sugerido

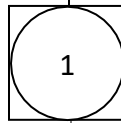
Pintar según requerimiento	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Retocar espacios sin pintar	-Se podría eliminar este paso, si durante la aplicación de la pintura se realizara la inspección de su correcta aplicación, evitando dejar espacios sin pintar.	-Cambiar a procedimiento sugerido
Embalar las estructuras	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Almacenar productos terminados	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual
Trasladar estructuras a la obra	- Ningún cambio	-Mantener procedimiento actual

Fuente: Elaboración propia

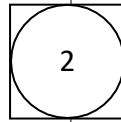
Definir

Una vez evaluado el método de trabajo se procedió a definirlo para su aplicación en el contexto real, para ello fue necesario elaborar un nuevo diagrama de operaciones con las modificaciones de los procedimientos implantados, a fin de que todo el personal pueda tener acceso a la información y desarrollar cada procedimiento de manera adecuada. En la figura 28, se puede apreciar el nuevo DOP del proceso productivo de estructuras metálicas, en el que se toma en cuenta las sugerencias planteadas durante el interrogatorio sistemático; este diagrama está constituido por 15 procedimientos, de los cuales 11 son procedimientos de operación y los 4 restantes son procedimientos de operación combinada. Tal como se puede observar en seguida:

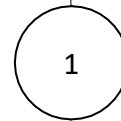
Plan de gestión del proyecto



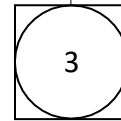
Revisar los planos del proyecto



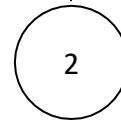
Programar el avance



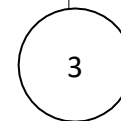
Requerimiento de materiales



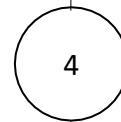
Recibir y registrar los materiales



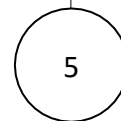
Habilitar las piezas



Armaz las estructuras



Enderezar las estructuras



Soldar las estructuras

RESUMEN	
Símbolo	N°
○	11
□	0
◻	4
Total	15

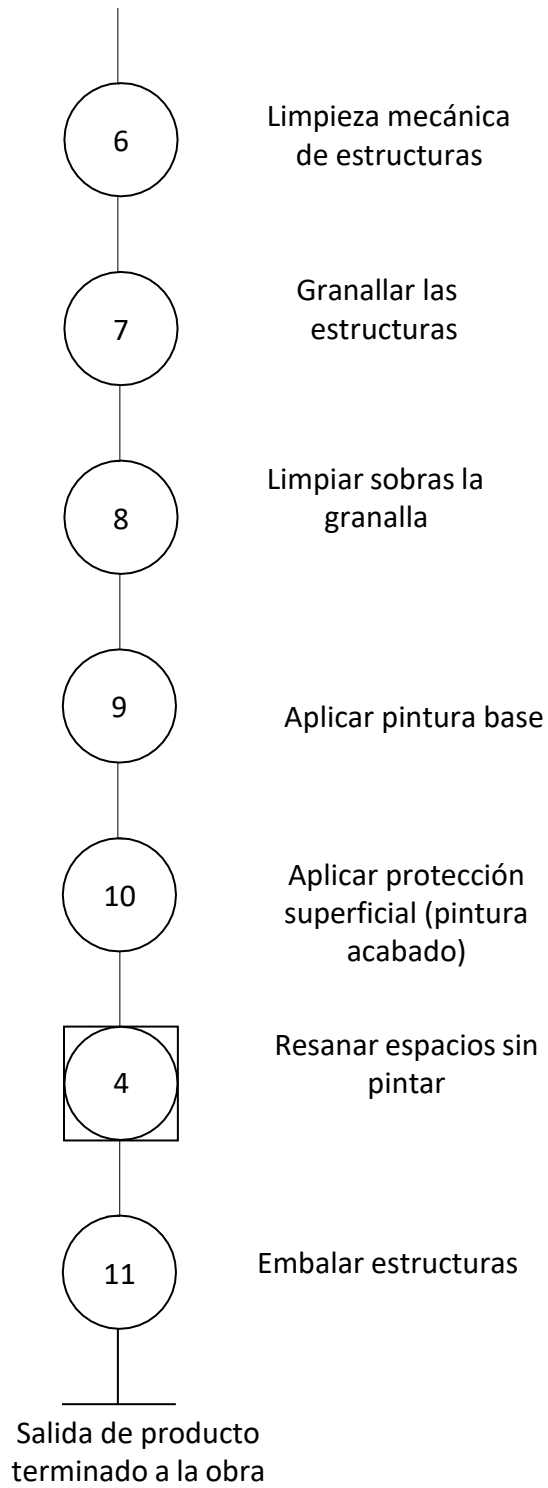


Figura 28. DOP con la modificación del nuevo procedimiento implantado

Implantar

Esta fase inició con una breve reunión con el equipo del área de producción, con el objetivo de darles a conocer el nuevo método de trabajo implantado, ya que a partir de la fecha el personal se encargaría de ejecutarlo, tal como se observa a continuación en la figura 29, en el que los operarios se encuentran realizando el nuevo método de trabajo implantado para el armado de columnas.



Figura 29. Operarios ejecutando el nuevo método de trabajo implantado

Mantener

Esta es una de las etapas más difíciles de la implementación, ya que consta en conseguir la disciplina y el compromiso constante de los trabajadores para mantener el método implantado y verificar su adecuado cumplimiento. Para lo cual el mantenimiento se llevará a cabo mediante auditorías semanales, a fin de poder llevar un control y efectuar el cumplimiento al 100% del nuevo método laboral implantado.

En primera instancia se elaboró una programación de las auditorías a realizarse por semana para desarrollar las evaluaciones correspondientes de manera efectiva.

Tabla 13. Ficha de programación de auditorías

Aplicación de la Ingeniería de Métodos									
							N°evaluación: 01		
Programación de auditorías							Fecha:		
Propósito: Verificar el cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado									
Objetivo: Lograr el cumplimiento de las auditorías al 100%									
Recursos:									
Descripción	Área evaluada	Área Responsable	Mes				Fecha de auditoría	Estado	Observación
			Semanas						
			1	2	3	4			
Evaluación N°1 del cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado	Producción	Seguimiento y control							
Evaluación N°2 del cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado	Producción	Seguimiento y control							
Evaluación N°3 del cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado	Producción	Seguimiento y control							
Evaluación final del cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado	Producción	Seguimiento y control							

Elaboración	Revisión	Aprobación
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:	Firma:

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se empleará una ficha de auditoría que permitirá determinar el nivel de cumplimiento del nuevo método de trabajo implantado, mediante el cual se podrá tener un indicador semanal para controlar y evitar que los trabajadores vuelvan al método laboral anterior. En ese sentido los puntajes que se utilizarán durante la evaluación están establecidos de la siguiente manera:

Tabla 14. Puntaje de evaluación para auditorías

Puntaje				
1	2	3	4	5
20% del cumplimiento del nuevo método implantado	40% del cumplimiento del nuevo método implantado	60% del cumplimiento del nuevo método implantado	80% del cumplimiento del nuevo método implantado	100% del cumplimiento del nuevo método implantado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Ficha de evaluación de índice de cumplimiento del nuevo método de trabajo

Auditoría Ingeniería de Métodos							
Auditor:							
N°ficha:							
Fecha:							
Ítem	Procedimientos a evaluar	Calificación					Puntaje
		1	2	3	4	5	
P1	Revisión de planos del proyecto						
P2	Programar el avance						
P3	Requerimiento de materiales						
P4	Recepción y registro de materiales						
P5	Habilitación de las piezas						
P6	Armado de estructuras						
P7	Enderezado de estructuras						
P8	Soldar de estructuras						
P9	Limpieza mecánica de estructuras						
P10	Granallado de estructuras						
P11	Limpieza de sobras de granalla						
P12	Aplicación de pintura base						
P13	Aplicación de protección superficial (pintura acabado)						
P14	Resanar espacios sin pintar						
P15	Embalar las estructuras						
P16	Almacenar productos terminados						
P17	Trasladar estructuras a la obra						
PUNTAJE TOTAL							

Fuente: Elaboración propia

3ra etapa: Aplicación del estudio de tiempos

En esta penúltima etapa se procedió a determinar el tiempo estándar con el objetivo de realizar un análisis de los tiempos que se requieren en cada actividad del nuevo proceso implementado, teniendo en cuenta los cambios definidos en el estudio de

métodos, a la vez se pretendió encontrar el tiempo ideal para el proceso de producción de estructuras, a fin de que este quede estandarizado y se puedan entregar los elementos en el tiempo requerido por la obra, finalmente conseguir que de este modo se mejore la productividad del área en estudio.

Determinar el número de observaciones

Este primer paso se basó en determinar el tamaño de la muestra para el estudio de tiempos, en el que se calculó la cantidad de observaciones que se debían realizar para iniciar con la medición del tiempo observado, para ello se empleó el método estadístico establecido por la OIT, con un porcentaje de confianza del 95%. El cual es representado por la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

En el que:

(n): Tamaño de la muestra (el número de observaciones)

(n'): El número de observaciones del estudio previo

(Σ): Sumatoria de valores

(x): El valor de la observación

En seguida en la tabla 16, se puede visualizar el cálculo del número de mediciones que se deben realizar para obtener el tiempo estándar del proceso de fabricación de estructuras metálicas, para ello se emplearon los datos de una medición previa, luego del cálculo respectivo se determinó que se requería un total de 20 mediciones por cada procedimiento.

Tabla 16. Cálculo del tamaño de muestra

Item	Procedimiento	Tiempo (días)	ΣX	ΣX^2
P1	Revisión de planos del proyecto	3	3	9
P2	Programar el avance	2	2	4
P3	Requerimiento de materiales	7	7	49
P4	Recepción y registro de materiales	2	2	4
P5	Habilitación de las piezas	5	5	25
P6	Armado de estructuras	6	6	36
P7	Enderezado de estructuras	3	3	9
P8	Soldar de estructuras	1	1	1
P9	Limpieza mecánica de estructuras	1	1	1
P10	Granallado de estructuras	1	1	1
P11	Limpieza de sobras de granalla	1	1	1
P12	Aplicación de pintura base	1	1	1
P13	Aplicación de protección superficial (pintura acabado)	1	1	1
P14	Resanar espacios sin pintar	1	1	1
P15	Embalar las estructuras	1	1	1
P16	Almacenar productos terminados	1	1	1
P17	Trasladar estructuras a la obra	15	15	225
Total			52	370

Fuente: Elaboración propia

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 = 20$$

Cronometrar

Posteriormente se procedió a realizar las mediciones de los tiempos empleados en cada etapa del proceso, según el número de observaciones calculado en la etapa anterior, para ello se empleó un cronómetro debidamente calibrado y las fichas de observación correspondientes.

Tabla 17. Cronometraje de tiempos según tamaño de muestra

Item	Procedimiento	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	Promedio tiempo observado (días)
1	Revisión de planos del proyecto	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3
2	Programar el avance	2	2	2	2	1	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2
3	Requerimiento de materiales	7	7	7	5	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	5	6	7	6	7	6	7
4	Recepción y registro de materiales	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	2
5	Habilitación de las piezas	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	6	6	5	5	6	6	5
6	Armado de estructuras	6	5	6	6	5	6	6	4	7	6	6	6	7	6	5	6	7	6	6	6	6
7	Enderezado de estructuras	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3
8	Soldar de estructuras	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
9	Limpieza mecánica de estructuras	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
10	Granallado de estructuras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Limpieza de sobras de granalla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Aplicación de pintura base	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Aplicación de protección superficial (pintura acabado)	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Resanar espacios sin pintar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	Embalar las estructuras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Almacenar productos terminados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Trasladar estructuras a la obra	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
TOTAL																						51

Fuente: Elaboración propia

Determinar las calificaciones

Una vez registrado los tiempos observados en cada fase del proceso productivo, se procedió a asignar las respectivas calificaciones del trabajador según las ponderaciones de habilidad, esfuerzo, condición y consistencia, establecidos en la tabla de valoración del sistema Westinghouse.

Efectuar el tiempo normal y añadir suplementos

Luego se procedió a agregar el factor de valoración al tiempo promedio observado. Una vez obtenido el tiempo normal se determinaron los suplementos a agregar en función al sexo del trabajador, este es un tiempo adicional que se asignó por necesidades fisiológicas o cansancio.

Tabla 18. *Cálculo del tiempo normal y suplementos*

Item	Procedimiento	Promedio tiempo observado (días)	H	E	COND	CONS.	sumatoria de factores	Factor-Ritmo	Tiempo Normal	Tiempo suplementario	Suplemento
1	Revisión de planos del proyecto	3	0.06	0.08	0.04	0.01	0.19	0.81	2.0655	9%	0.185895
2	Programar el avance	2	0.11	0.1	0.02	0.03	0.26	0.74	1.369	9%	0.12321
3	Requerimiento de materiales	7	0.06	0.08	0.02	0.01	0.17	0.83	5.4365	9%	0.489285
4	Recepción y registro de materiales	2	0.03	0.1	0.02	0.01	0.16	0.84	1.428	9%	0.12852
5	Habilitación de las piezas	5	0.06	0.1	0.02	0.01	0.19	0.81	4.0095	9%	0.360855
6	Armado de estructuras	6	0.1	0.02	0.02	0.01	0.15	0.85	5.015	9%	0.45135
7	Enderezado de estructuras	3	0.06	0.05	0.02	0.01	0.14	0.86	2.623	9%	0.23607
8	Soldar de estructuras	1	0.05	0.05	0.02	0.01	0.13	0.87	1.0005	9%	0.090045
9	Limpieza mecánica de estructuras	1	0.05	0.1	0.02	0.03	0.2	0.80	1.04	9%	0.0936
10	Granallado de estructuras	1	0.05	0.1	0.02	0.03	0.2	0.80	0.8	9%	0.072
11	Limpieza de sobras de granalla	1	0.05	0.1	0.02	0.03	0.2	0.80	0.8	9%	0.072
12	Aplicación de pintura base	1	0.05	0.1	0.02	0.03	0.2	0.80	0.8	9%	0.072
13	Aplicación de protección superficial (pintura acabado)	1	0.06	0.1	0.02	0.03	0.21	0.79	1.0665	9%	0.095985
14	Resanar espacios sin pintar	1	0.03	0.08	0.02	0.03	0.16	0.84	0.84	9%	0.0756
15	Embalar las estructuras	1	0.03	0.08	0.02	0.01	0.14	0.86	0.86	9%	0.0774
16	Almacenar productos terminados	1	0.03	0.08	0.02	0.01	0.14	0.86	0.86	9%	0.0774
17	Trasladar estructuras a la obra	15	0.06	0.08	0.04	0.01	0.19	0.81	12.15	9%	1.0935

Fuente: Elaboración propia

Efectuar el tiempo estándar

En esta etapa se aplicó la fórmula planteada para calcular el tiempo estándar de cada una de las etapas del proceso productivo, cuya fórmula se muestra en seguida:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplementos})$$

Tabla 19. Determinación del tiempo estándar

Item	Procedimiento	Promedio tiempo observado (días)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estándar
1	Revisión de planos del proyecto	3	2.0655	9%	2.25
2	Programar el avance	2	1.369	9%	1.49
3	Requerimiento de materiales	7	5.4365	9%	5.93
4	Recepción y registro de materiales	2	1.428	9%	1.56
5	Habilitación de las piezas	5	4.0095	9%	4.37
6	Armado de estructuras	6	5.015	9%	5.47
7	Enderezado de estructuras	3	2.623	9%	2.86
8	Soldar de estructuras	1	1.0005	9%	1.09
9	Limpieza mecánica de estructuras	1	1.04	9%	1.13
10	Granallado de estructuras	1	0.8	9%	0.87
11	Limpieza de sobras de granalla	1	0.8	9%	0.87
12	Aplicación de pintura base	1	0.8	9%	0.87
13	Aplicación de protección superficial (pintura acabado)	1	1.0665	9%	1.16
14	Resanar espacios sin pintar	1	0.84	9%	0.92
15	Embalar las estructuras	1	0.86	9%	0.94
16	Almacenar productos terminados	1	0.86	9%	0.94
17	Trasladar estructuras a la obra	15	12.15	9%	13.24
Tiempo estándar en días					46.0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se puede apreciar que mediante el cálculo de los suplementos y el tiempo normal fue posible efectuar el tiempo estándar por cada etapa del proceso productivo, así como de manera general, el cual requiere de 46 días para culminar con la fabricación de las estructuras metálicas.

Establecer y difundir el nuevo tiempo estándar del proceso

Finalmente se realizó una reunión con todos los trabajadores del área de producción y seguimiento para darles a conocer el tiempo estándar en el cual se debe llevar a cabo el nuevo método de trabajo establecido.

4ta etapa: Acciones finales

En esta etapa se realizaron todas las actividades de cierre de la implementación y a la vez se dio inicio al recojo de la nueva información para realizar la prueba post-test y determinar el nivel de variación de la productividad.

Evaluación post-test

Cálculo de la eficacia post-test

Para realizar la evaluación de la eficacia del área de seguimiento de la compañía en estudio posterior a la aplicación de la ingeniería de métodos, se procedió a recopilar los datos de la prioridad 2 y 3, el cálculo fue realizado de la siguiente manera:

Tabla 20. *Cálculo de la eficacia post-test*

FORMATO DE CÁLCULO DE EFICACIA			
Etapa: Post-test			
Formato 04: Eficacia Prioridad 03, 04 y 05			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Peso programado	Peso producido	Eficacia
Paño 23	44,893.00	31,929.81	71.12%
Paño 24	18,468.50	13,511.20	73.16%
Paño 25	48,555.00	40,734.40	83.89%
Paño 26	51,673.90	39,915.55	77.25%
Paño 27	51,708.00	38,776.86	74.99%
Paño 28	51,687.70	46,809.60	90.56%
Paño 29	54,341.80	39,263.97	72.25%

Paño 30	50,455.20	32,310.21	64.04%
Paño 31	27,607.90	19,966.83	72.32%
Paño 32	68,348.40	63,042.89	92.24%
Paño 33	62,769.20	61,341.01	97.72%
Paño 34	43,821.80	42,572.31	97.15%
Paño 35	16,063.60	8,197.27	51.03%
Paño 36	31,199.60	19,792.90	63.44%
Paño 37	34,780.20	14,340.57	41.23%
Paño 38	33,314.80	29,644.32	88.98%
Paño 39	39,273.30	37,038.70	94.31%
Paño 40	47,429.50	23,091.90	48.69%
Paño 41	51,958.60	48,361.84	93.08%
Paño 42	24,564.70	22,250.64	90.58%
Paño 43	41,824.50	39,241.90	93.83%
Paño 44	42,430.40	39,326.60	92.68%
Paño 45	84,567.10	71,143.30	84.13%
Paño 46	70,364.60	60,364.60	85.79%
Paño 47	55,195.40	45,195.40	81.88%
Paño 48	89,090.50	75,090.50	84.29%
Paño 49	50,233.00	50,085.60	99.71%
Total	1,286,620.20	1,053,340.69	80.01%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20, se puede apreciar la eficacia de cada etapa (pañó), luego de la implementación de la propuesta de mejora, obteniendo un promedio de eficacia de 80.01%, este dato pone en evidencia que la compañía en estudio ha mejorado la producción del peso programado, lo que indica que el proyecto en la actualidad se está gestionando adecuadamente.

Cálculo de la eficiencia post-test

El cálculo de la eficiencia permitió conocer si la producción de estructuras metálicas luego de la ejecución de la herramienta de mejora, cumple con el tiempo programado, cuya evaluación se desarrolló en función de las horas reales que se emplearon, tal como se muestra en seguida:

Tabla 21. Cálculo de la eficiencia post-test

FORMATO DE CÁLCULO DE EFICIENCIA			
Etapa: Post-test			
Formato 05: Eficiencia Prioridad 03, 04 y 05			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Tiempo Real	Tiempo Programado	Eficiencia
Paño 23	448	520	86.15%
Paño 24	448	520	86.15%
Paño 25	400	520	76.92%
Paño 26	441	520	84.81%
Paño 27	401	520	77.12%
Paño 28	428	520	82.31%
Paño 29	436	520	83.85%
Paño 30	420	520	80.77%
Paño 31	365	520	70.19%
Paño 32	342	520	65.77%
Paño 33	302	520	58.08%
Paño 34	201	512	39.26%
Paño 35	406	512	79.30%
Paño 36	411	512	80.27%
Paño 37	402	512	78.52%
Paño 38	486	512	94.92%
Paño 39	478	512	93.36%
Paño 40	402	512	78.52%
Paño 41	501	512	97.85%
Paño 42	216	512	42.19%
Paño 43	507	512	99.02%
Paño 44	326	384	84.90%
Paño 45	221	384	57.55%
Paño 46	369	384	96.09%
Paño 47	374	384	97.40%
Paño 48	344	384	89.58%
Paño 49	369	384	96.09%
Total	10444	13144	79.89%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se puede visualizar la medición de la eficiencia de cada una de las fases analizadas, obteniendo un porcentaje promedio de 79.89%, dato que indica que el proyecto presenta una mejora significativa respecto al cumplimiento de las fechas de término de cada fase, en el cuadro se observa que las horas que se emplearon para finalizar cada etapa en su mayoría cumplen con el tiempo que se programó para culminar todas las estructuras de la prioridad 03, 04 y 05.

Cálculo de la productividad post-test

Finalmente para el cálculo de la productividad se emplearon los datos previamente obtenidos de la eficacia y la eficiencia, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22. *Cálculo de la productividad post-test*

FORMATO DE CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD			
Etapa: Post-test			
Formato 06: Eficiencia Prioridad 03, 04 y 05			
Responsable: López Minaya, Wilmer Joel			
Descripción	Eficacia	Eficiencia	Productividad
Paño 23	71.12%	86.15%	61.28%
Paño 24	73.16%	86.15%	63.03%
Paño 25	83.89%	76.92%	64.53%
Paño 26	77.25%	84.81%	65.51%
Paño 27	74.99%	77.12%	57.83%
Paño 28	90.56%	82.31%	74.54%
Paño 29	72.25%	83.85%	60.58%
Paño 30	64.04%	80.77%	51.72%
Paño 31	72.32%	70.19%	50.77%
Paño 32	92.24%	65.77%	60.66%
Paño 33	97.72%	58.08%	56.76%
Paño 34	97.15%	39.26%	38.14%
Paño 35	51.03%	79.30%	40.47%
Paño 36	63.44%	80.27%	50.93%
Paño 37	41.23%	78.52%	32.37%
Paño 38	88.98%	94.92%	84.46%

Paño 39	94.31%	93.36%	88.05%
Paño 40	48.69%	78.52%	38.23%
Paño 41	93.08%	97.85%	91.08%
Paño 42	90.58%	42.19%	38.21%
Paño 43	93.83%	99.02%	92.91%
Paño 44	92.68%	84.90%	78.69%
Paño 45	84.13%	57.55%	48.42%
Paño 46	85.79%	96.09%	82.44%
Paño 47	81.88%	97.40%	79.75%
Paño 48	84.29%	89.58%	75.51%
Paño 49	99.71%	96.09%	95.81%
Promedio	80.01%	79.89%	63.92%

Fuente: Elaboración propia

La productividad de la producción de estructuras metálicas se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \text{Eficacia} * \text{Eficiencia}$$

$$\text{Productividad} = 80.01\% * 79.89\% = 63.92\%$$

Luego del respectivo cálculo se pudo evidenciar que la productividad post-test del área de seguimiento de la compañía en estudio es de 63.92%, dicho resultado es la consecuencia de que los procedimientos fueron mejorados gracias a la ejecución de la ingeniería de métodos en el área de estudio, actualmente los elementos son entregados en el tiempo establecido y la cantidad requerida por la obra.

Análisis de resultados pre-test y post-test

En vista de los resultados beneficiosos que trajo consigo la aplicación de la ingeniería de métodos, es necesario realizar una evaluación del porcentaje de variación de los índices de las dimensiones, así como de la variable dependiente del presente estudio, a fin de poder confrontar los datos del antes y después, tal como se muestra a continuación en la figura 30.

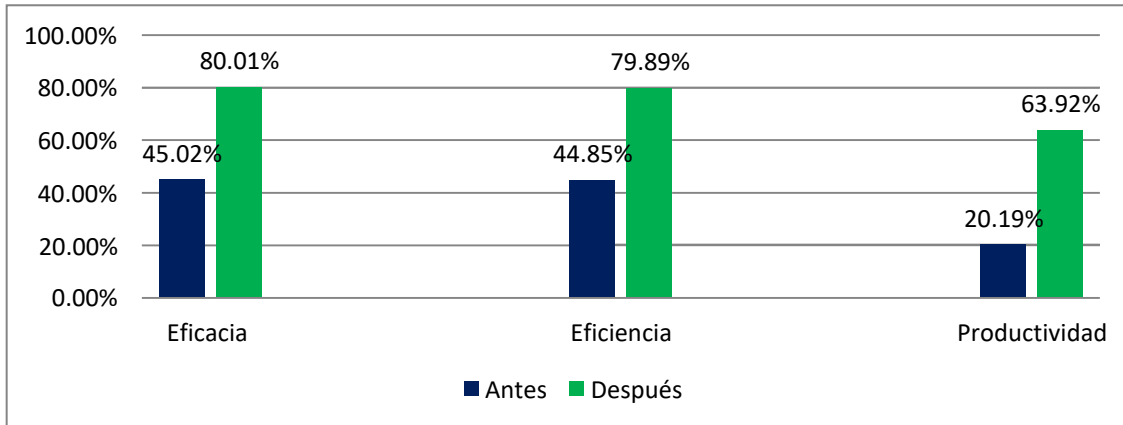


Figura 30. Comparación de resultados pre y post test

Índice de variación de resultados

Eficacia

$$\text{índice de variación} = \frac{80.01\% - 45.02\%}{45.02\%} = 77.72\%$$

Eficiencia

$$\text{índice de variación} = \frac{79.89\% - 44.85\%}{44.85\%} = 78.13\%$$

Productividad

$$\text{índice de variación} = \frac{63.92\% - 20.19\%}{20.19\%} = 216.59\%$$

En la figura 30, se muestra la comparación de los datos antes y posterior a la ejecución de la herramienta de solución, en el que se obtuvo un incremento del índice de productividad de 20.19% a 63.92%, demostrando una mejora significativa luego de ejecutar la ingeniería de métodos, puesto que se obtuvo un índice de variación positiva de 216.59%.

Análisis económico financiero

Recursos y presupuesto

En seguida se exponen los aportes monetarios en los que se incurrió en la ejecución de la herramienta ingeniería de métodos, cuyos gastos fueron clasificados en función del clasificador económico de gastos para el año fiscal 2022.

Tabla 23. *Presupuesto de recurso humano*

Clasificación	Descripción especificada	Cantidad	Capacitación	Implementación	Horas totales	Costo/hora	Inversión
2.1.1.8	Encargado del área de seguimiento	1	6hrs	135hrs	141hrs	16.67	S/ 2350.47
2.1.1.1	Supervisor de planta del área de seguimiento	1	6hrs	135hrs	141hrs	10.42	S/ 1469.22
2.5.3.1.1.2	Honorarios del investigador	1	6hrs	135hrs	141hrs	6.25	S/ 881.25
Total de la inversión en mano de obra							S/ 4,700.94

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se puede observar el presupuesto calculado para el equipo humano que formó parte de la implementación de la herramienta ingeniería de métodos, cuyo monto fue de S/ 4 700 con 94/100 soles, el cual fue calculado en función de las horas que dichos empleados utilizaron durante un total de tres meses de ejecución.

Tabla 24. Presupuesto de recursos materiales

Clasificación	Descripción especificada	Cantidad	Unidad de medida	Costo/unidad (Soles)	Inversión (Soles)
2.3.1 6	Cronómetro	1	Unidad	40.00	40.00
2 .3.1 5.1 2	Hojas bond	1	Paquete	15.00	15.00
2 .3 .2 2.4	Impresiones	50	Unidad	0.10	5.00
2.3 .1 5.1 2	Tablero de apunte	3	Unidad	5.00	15.00
2.3 .1 5.1 2	Archivador	3	Unidad	5.00	15.00
2 .3 .1 5.1	Laptop	1	Unidad	3000.00	3000.00
2.3 .1 5	Otros materiales de escritorio	1	Unidad	50.00	50.00
2.3.1 5.3 1	Materiales de aseo y remodelación	1	Unidad	150.00	150.00
Total de la inversión en materiales:					S/ 3,290.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se detalla el presupuesto requerido para los recursos materiales que se emplearon durante el desarrollo de la implementación de la ingeniería de métodos, requiriendo una inversión total de S/ 3290 con 00/100 soles.

Tabla 25. Presupuesto de servicios

Clasificación	Descripción especificada	cantidad	Horas totales	Costo mensual	Costo/hora	Inversión
2.3.2.2.1	Servicio de energía eléctrica	1	90hrs	12000.00	50.00	S/ 4500.00
2.3.2.2.3	Servicio de internet	1	45hrs	4000.00	16.67	S/ 750.15
2.3.22.1	Servicio de agua	1	3hrs	3700.00	15.42	S/ 46.25
Total de inversión en servicios:						S/ 5, 296.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se muestra el detalle de la inversión en servicios, cuya determinación del monto se realizó en función a las horas de uso de cada servicio durante la implementación de la ingeniería de métodos, el total de la inversión en estos recursos fue de S/ 5 296 con 40/100 soles.

Resumen de los recursos a emplear

Tabla 26. Resumen de recursos a emplear

Recursos	Inversión
Equipo humano	S/ 4 700.94
Materiales	S/ 3 290.00
Servicios	S/ 5 296.40
Presupuesto Total:	S/ 13 287.34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26, se muestra el presupuesto total que se necesitó para la ejecución de la ingeniería de métodos en la empresa de estudio, cuyo monto total ascendió a la suma de 13 287 con 34/100 soles. El presente estudio fue financiado en su totalidad por el investigador.

El COK, se evaluara mediante el VAN y el TIR que nos permitirá determinar si el proyecto es viable o no.

Evaluación del valor Actual Neto (VAN)

Según Roberto (2021). El VAN, permite efectuar el valor presente de los flujos de efectivo de un proyecto o propuesta y los traduce a su valorización en el período 0, a fin de medir la rentabilidad del mismo en un período determinado (p.5).

Dentro de los criterios de aceptación, se debe tener en cuenta lo siguiente: Si el valor presente es igual o mayor a 0, la propuesta es aceptada, ya que se considera que su ejecución traerá beneficios. En el caso contrario de que el VPN sea menor a 0, este debe ser rechazado, debido a que no cubre las expectativas de la propuesta.

Tabla 27. Evaluación del VAN

Meses	Inversión	Ingresos	Egresos	Flujo neto
0	-13,287.34			
1		86,937.49	81,319.04	5,618.45
2		86,937.49	81,319.04	5,618.45
3		86,937.49	81,319.04	5,618.45
4		86,937.49	81,319.04	5,618.45
5		86,937.49	81,319.04	5,618.45
6		86,937.49	81,319.04	5,618.45
7		86,937.49	81,319.04	5,618.45
8		86,937.49	81,319.04	5,618.45
9		86,937.49	81,319.04	5,618.45
10		86,937.49	81,319.04	5,618.45
11		86,937.49	81,319.04	5,618.45
12		86,937.49	81,319.04	5,618.45
VAN				S/.13,643.15

Fuente: Elaboración propia

Según la evaluación realizada en la tabla 27, se determinó el VAN en un periodo de 12 meses con un COK de 18%, cuyo resultado fue de S/ 13 643.15, por lo que al ser mayor a cero se considera aceptable, indicando que la propuesta traerá consigo un beneficio incluso después de haberse cubierto la proyección mínima.

Evaluación de la Tasa de Rendimiento (TIR)

Al respecto Bustamante (2021), refiere que es aquella que representa la tasa máxima del interés de una determinada propuesta, es decir el valor porcentual con el que el estudio se hace rentable y hace posible que el VAN alcance el valor de cero. Los criterios de aceptación dependen de la comparación con el valor del COK, si este es superado por la TIR, significa que el proyecto generará beneficios y debe ser aceptado, es una guía para decidir si se debe continuar con un proyecto o una inversión. La regla establece que un proyecto debe llevarse a cabo si la tasa de rendimiento interna excede la tasa de rendimiento mínima requerida. Es decir, el proyecto parece rentable (p.13).

Tabla 28. *Evaluación de la TIR*

Meses	Inversión	Ingresos	Egresos	Flujo neto
0	-13,287.34			-13,287.34
1		86,937.49	81,319.04	5,618.45
2		86,937.49	81,319.04	5,618.45
3		86,937.49	81,319.04	5,618.45
4		86,937.49	81,319.04	5,618.45
5		86,937.49	81,319.04	5,618.45
6		86,937.49	81,319.04	5,618.45
7		86,937.49	81,319.04	5,618.45
8		86,937.49	81,319.04	5,618.45
9		86,937.49	81,319.04	5,618.45
10		86,937.49	81,319.04	5,618.45
11		86,937.49	81,319.04	5,618.45
12		86,937.49	81,319.04	5,618.45
TIR				42%

Fuente: Elaboración propia

Según la evaluación realizada en la tabla 28, se determinó la TIR en un periodo de 12 meses, cuyo resultado fue de 42%, por lo que al ser mayor al valor de la tasa de expectativa u oportunidad se considera aceptable y financieramente atractivo por lo cual es rentable.

Evaluación del beneficio/costo

En seguida se evaluará la relación beneficio costo de la presente investigación, el cual hace referencia a las ganancias que se conseguirán por la inversión realizada, en ese sentido, en base al resultado se podrá efectuar un análisis que ayudará a determinar si el estudio otorgará un beneficio económico, cuyo criterio de evaluación dependerá del valor que se obtenga, ya que si este es mayor a 1 se considerará rentable, sin embargo si el resultado es menor a 1 el estudio debe ser denegado.

Tabla 29. *Evaluación del beneficio/costo*

Meses	Inversión	Ingresos	Egresos	Flujo neto
0	-13,287.34			-13,287.34
1		86,937.49	81,319.04	5,618.45
2		86,937.49	81,319.04	5,618.45
3		86,937.49	81,319.04	5,618.45
4		86,937.49	81,319.04	5,618.45
5		86,937.49	81,319.04	5,618.45
6		86,937.49	81,319.04	5,618.45
7		86,937.49	81,319.04	5,618.45
8		86,937.49	81,319.04	5,618.45
9		86,937.49	81,319.04	5,618.45
10		86,937.49	81,319.04	5,618.45
11		86,937.49	81,319.04	5,618.45
12		86,937.49	81,319.04	5,618.45
		S/.416,710.94	S/.389,780.45	

Fuente: Elaboración propia

VPN(Costos antes)	S/.416,710.94
VPN(Costos después)	S/.389,780.45
VAN(Costos después)+Inversión	S/.403,067.79
B/C	1.03

En la tabla 29, se realizó la evaluación del beneficio/costo del presente estudio en un plazo de 12 meses, en el que se obtuvo un valor de 1.03, lo que indica que por cada unidad monetaria invertida se producirá una ganancia en soles de 0.03.

Evaluación del período de recuperación de la inversión

En la tabla 30 se realizó la evaluación del PRI, a fin de conocer el tiempo en el que se podrá recuperar lo invertido en la implementación de la herramienta de solución.

Tabla 30. Evaluación del PRI

Meses	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo Acumulado
0	-S/. 13,287.34	
1	S/. 5,618.45	S/. 5,618.45
2	S/. 5,618.45	S/. 11,236.90
3	S/. 5,618.45	S/. 16,855.35
4	S/. 5,618.45	S/. 22,473.80
5	S/. 5,618.45	S/. 28,092.25
6	S/. 5,618.45	S/. 33,710.70
7	S/. 5,618.45	S/. 39,329.14
8	S/. 5,618.45	S/. 44,947.59
9	S/. 5,618.45	S/. 50,566.04
10	S/. 5,618.45	S/. 56,184.49
11	S/. 5,618.45	S/. 61,802.94
12	S/. 5,618.45	S/. 67,421.39
Total	S/. 67,421.39	

PRI	2.36	Meses
------------	-------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

$$PRI = \text{año anterior al retorno} + \left(\frac{\text{Inversión} - \sum F.E \text{ meses anteriores}}{F.E \text{ mes del alcance del monto}} \right)$$

$$PRI = 2 + \left(\frac{13,287.34 - 11,236.90}{5,618.45} \right) = 2.36 \text{ meses}$$

Luego del cálculo respectivo empleando la fórmula del PRI, se puede visualizar que el total de lo invertido se podrá recuperar en 2.36 meses.

3.6. Método de análisis de datos

A nivel descriptivo

Según Mayorga et al. (2020), el procesamiento y análisis de datos en un grado descriptivo se encarga como su nombre bien lo menciona a describir los datos luego del análisis de las variables de estudio, por lo que se puede decir que se encuentra basada en la precisión. Por lo tanto el propósito de este tipo de análisis es organizar y clasificar la data obtenida del estudio de una determinada población, logrando emplear gráficos ya sean barras, círculos, lineales, etc. para organizar los resultados logrados (p.94).

En ese sentido para el presente estudio se realizará un procesamiento y análisis de datos a nivel descriptivo, ya que se recolectarán los datos para exponerlos a manera de resumen mediante gráficos, en el que se mostrarán datos de tendencia central como el promedio, mediana, moda, asimetría, etc. Para ello se empleará una hoja de cálculo de Excel y el software IBM SPSS.

A nivel inferencial

Matos y Contreras (2020). Refieren que el procesamiento y análisis de datos en un grado inferencial es un acercamiento diferente a la información procedente de la muestra de estudio, el cual consta en analizar la información obtenida y llegar a

establecer conclusiones realizando inferencias de lo observado, a fin de tener la capacidad de predecir el comportamiento de la población de estudio (p.12).

Para la presente investigación se realizará un procesamiento y análisis de los datos que se obtendrán a nivel inferencial, ya que se realizará la contrastación de las hipótesis para luego establecer conclusiones así como analizar los intervalos de confianza para identificar el margen de error, para ello se empleará el software IBM SPSS.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación será elaborada cumpliendo con las diversas normas y parámetros de investigación establecidos en el código de ética de la Universidad César Vallejo cuya última actualización fue aprobada por la resolución N°0262-2020 (anexo 14), siendo su función avalar el bienestar, la honestidad y la responsabilidad de los indagadores respecto a obtener, manejar, procesar e interpretar la información obtenida y plasmarlo en un respectivo informe de investigación. Asimismo, este estudio recopilará la información de la empresa con la respectiva autorización para el tratamiento de la información empleada a lo largo de la investigación, motivo por el cual se enviará una solicitud de permiso para la extracción de datos, la cual será debidamente firmada por un representante de la compañía. Por otro lado, la investigación será desarrollada de manera estricta en cuanto al cumplimiento de las políticas anti plagio y con respeto a la propiedad intelectual, por lo que será sometida al análisis de similitud frente a otras investigaciones realizadas con anterioridad a fin de efectuar el porcentaje de coincidencia, para lo cual se empleará el software Turnitin, cuyo reporte será evidenciado en el apartado de anexos. Finalmente también se citarán las fuentes de manera adecuada cada vez que se extraiga información de fuentes ya sean virtuales o físicas como artículos científicos, libros, tesis, entre otros, según el formato mostrado en el manual de referencias ISO 690 y 690-2 (anexo 15).

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo: Variable productividad

En la presente investigación se analizaron los resultados obtenidos antes y posterior a la ejecución de la propuesta de solución, cuyos datos muestran la relevancia de la ingeniería de métodos respecto al cumplimiento de la cantidad de producción de estructuras metálicas en el tiempo establecido para la entrega según requerimiento de la obra. En seguida en la figura N°31, se puede visualizar la variación positiva de los indicadores de productividad, ya que pasó de 20.19% a 63.92%.

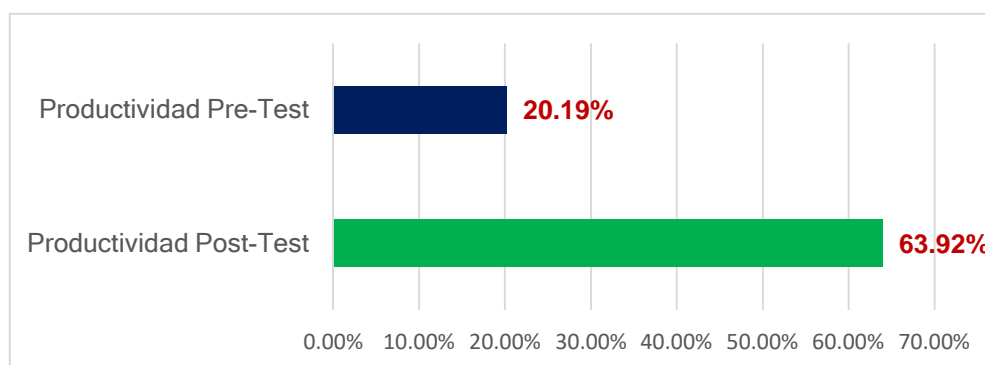


Figura 31. Análisis descriptivo del promedio de la productividad antes y después

Tabla 31. Resumen de procesamiento de los casos-Productividad

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD_PRE_TEST	22	100,0%	0	0,0%	22	100,0%
PRODUCTIVIDAD_POST_TEST	27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N°31, se puede observar el resumen de casos procesados, en el que se dan a conocer los porcentajes y recuentos de todos los casos activos, así como la inclusión y exclusión de información ingresada al sistema. En ese sentido, la cantidad de datos procesados en el análisis pre-test y post-test de la variable productividad fueron validados en su totalidad.

Tabla 32. Análisis descriptivo de la productividad

			Estadístico	Error tip.
PRODUCTIVIDAD_PRE_T	Media		20,1904	5,01818
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,7591	
		Límite superior	31,3891	
	Media recortada al 5%		18,9856	
	Mediana		10,0000	
	Varianza		679,917	
	Desv. típ.		26,07523	
	Mínimo		,00	
	Máximo		80,00	
	Rango		80,00	
	Amplitud intercuartil		34,00	
	Asimetría		1,238	,448
	Curtosis		,359	,872
	PRODUCTIVIDAD_POST_T	Media		63,9191
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	56,4416	
		Límite superior	71,2621	
Media recortada al 5%			63,7922	
Mediana			61,0000	
Varianza			350,900	
Desv. típ.			18,73233	
Mínimo			32,00	
Máximo			96,00	
Rango			64,00	
Amplitud intercuartil			29,00	
Asimetría			,056	,448
Curtosis			-1,043	,872

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 32, se puede visualizar los datos de tendencia central de la información procesada respecto a antes y después de la implementación de la propuesta con un porcentaje de confiabilidad del 95%, en ella se puede evidenciar que se consiguió una variación positiva de las medias de la productividad de 20.19% a 63.92%. Asimismo, se obtuvo una mediana del 10% antes y posterior de 61%. En cuanto a la desviación típica antes fue de 26.07% y posterior de 18.73%.

Análisis estadístico inferencial: Productividad

En esta etapa de la investigación se realizó el estudio estadístico de los resultados obtenidos en cuanto a la medición de la variable productividad. El primer paso a seguir fue la determinación de la prueba de normalidad, la cual se encarga de efectuar los parámetros de distribución de la muestra. La determinación de la prueba de normalidad que se debe aplicar depende de la siguiente norma:

$n > 30$: *P. N Kolmogorov Smirnov*

$n \leq 30$: *P. N Shapiro Wilk*

En relación a lo establecido en la norma, al trabajar con una muestra menor a 30, para la presente investigación se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Tabla 33. *Prueba de normalidad de la productividad*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_PRE_T	,209	22	,004	,788	22	,000
PRODUCTIVIDAD_POST-T	,094	27	,200*	,958	27	,336

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS

El segundo paso a seguir para determinar los parámetros de distribución de la muestra, fue establecer la siguiente norma de decisión:

$pv \leq 0.05$: *La data de la muestra no presenta una distribución normal*

$pv > 0.05$: *La data de la muestra presenta una distribución normal*

En relación a la regla mostrada, se puede deducir de la tabla N° 33, que los datos de la muestra de la productividad pre test y post-test no presentan una distribución normal, debido a que se obtuvo el p valor de 0.000 y 0.336 respectivamente, convirtiéndolos en datos no paramétricos.

El tercer y último paso se basó en la contrastación de las hipótesis de la dimensión eficiencia, la cual también debe seguir una norma de decisión establecida para determinar el tipo de estadígrafo a emplear en dicha contrastación, la cual se muestra en seguida:

Tabla 34. *Criterios de selección de estadígrafos-Productividad*

Pre-Test	Post-Test	Estadígrafo
No paramétrico	Paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
Paramétrico	Paramétrico	T- Student

Fuente: Rosales (2020)

En la evaluación de los resultados de la variable productividad se obtuvo un valor de significancia de 0.000 en el pre-test y 0.336 en el post-test, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la tabla N° 34 se obtuvieron datos no paramétricos en el pre-test y datos paramétricos en el post-test, por lo que se utilizó el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastación de las hipótesis.

Contrastación de hipótesis general: Productividad

H_0 : La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

H_a : La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

La norma de decisión para este caso se establece de la siguiente manera: Hipótesis nula dada por (H_0) e hipótesis alterna dada por (H_a)

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

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

En ese marco se procedió a realizar la contrastación de las hipótesis empleando el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 35. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Productividad

	N	Rango promedio	Suma de rangos
PRODUCTIVIDAD_POST_TEST - Rangos negativos	4 ^a	2,50	10,00
PRODUCTIVIDAD_POST_TEST - Rangos positivos	22 ^b	15,50	341,00
PRODUCTIVIDAD_POST_TEST - Empates	1 ^c		
Total	27		

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 35, se realizó un análisis de pruebas no paramétricas de rangos con signo establecidos por el estadígrafo Wilcoxon, en el que se realizó la evaluación de la variable en tres casos diferentes: a. Productividad antes < Productividad después; b. Productividad antes > Productividad después; c. Productividad antes = Productividad después. Para comparar el rango de las dos muestras relacionadas y evaluar las diferencias existentes entre sí. En función de lo establecido se consiguieron 4 rangos negativos (a), 22 rangos positivos (b) y un empate (c), lo que quiere decir que las muestras no son de distribución normal.

Tabla 36. Estadísticos descriptivos-Productividad

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
PRODUCTIVIDAD_PRE_TEST	22	,00	80,00	20,1904	26,07523
PRODUCTIVIDAD_POST_TEST	27	32,00	96,00	63,9191	18,73233
N válido (según lista)	27				

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 36 se puede visualizar las medias obtenidas en el procesamiento de datos de la variable productividad antes y después de la ejecución del planteamiento de solución denominado ingeniería de métodos, en el que se obtuvo una media de 20.19% y 63.92% respectivamente, dando lugar a deducir que el porcentaje de productividad pre test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: P_a < P_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

Análisis descriptivo: Dimensión eficiencia

En la presente investigación se analizaron los resultados obtenidos antes y posterior a la ejecución de la propuesta de solución, cuyos datos muestran la relevancia de la ingeniería de métodos respecto al cumplimiento del tiempo establecido para la entrega de estructuras metálicas producidas según requerimiento de la obra. En seguida en la figura N^o, se puede visualizar la variación positiva de los indicadores de eficiencia, ya que pasó de 44.85% a 79.89%.

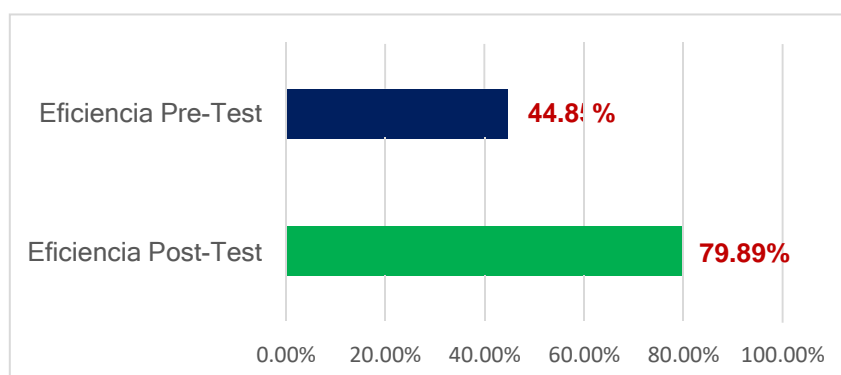


Figura 32. Análisis descriptivo del promedio de la eficiencia antes y después

Tabla 37. Resumen de procesamiento de los casos-Eficiencia

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA_PRE_TEST	22	100,0%	0	0,0%	22	100,0%
EFICIENCIA_POST_TEST	27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N^o 37, se puede observar el resumen de casos procesados, en el que se dan a conocer los porcentajes y recuentos de todos los casos activos, así como la inclusión y exclusión de información ingresada al sistema. En ese sentido, la cantidad de datos procesados en el análisis pre-test y post-test de la dimensión eficiencia fueron validados en su totalidad.

Tabla 38. Análisis descriptivo de la eficiencia

			Estadístico	Error típ.
EFICIENCIA_PRE_TEST	Media		44,8493	5,63222
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	24,9043	
		Límite superior	48,0587	
	Media recortada al 5%		35,9794	
	Mediana		29,0000	
	Varianza		856,490	
	Desv. típ.		29,26585	
	Mínimo		,00	
	Máximo		82,00	
	Rango		82,00	
	Amplitud intercuartil		55,00	
	Asimetría		,231	,448
	Curtosis		-1,494	,872
	EFICIENCIA_POST_TEST	Media		79,8889
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	73,6184	
		Límite superior	86,1594	
Media recortada al 5%			81,0700	
Mediana			82,0000	
Varianza			251,256	
Desv. típ.			15,85107	
Mínimo			39,00	
Máximo			99,00	
Rango			60,00	
Amplitud intercuartil			16,00	
Asimetría			-1,185	,448
Curtosis			1,165	,872

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 38, se puede visualizar los datos de tendencia central de la información procesada respecto a antes y después de la implementación de la propuesta con un porcentaje de confiabilidad del 95%, en ella se puede evidenciar que se consiguió una variación positiva de las medias de la eficiencia de 44.85% a 79.89%. Asimismo, se obtuvo una mediana del 29% antes y posterior de 82%. En cuanto a la desviación típica antes fue de 29.27% y posterior de 15.85%.

Análisis estadístico inferencial: Eficiencia

En esta etapa de la investigación se realizó el estudio estadístico de los resultados obtenidos en cuanto a la medición de la dimensión eficiencia. El primer paso a seguir fue la determinación de la prueba de normalidad, la cual se encarga de efectuar los parámetros de distribución de la muestra. La determinación de la prueba de normalidad que se debe aplicar depende de la siguiente norma:

$$n > 30: P. N \text{ Kolmogorov Smirnov}$$

$$n \leq 30: P. N \text{ Shapiro Wilk}$$

En relación a lo establecido en la norma, al trabajar con una muestra menor a 30, para la presente investigación se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Tabla 39. Prueba de normalidad de la eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_PRE_TEST	,159	22	,078	,895	22	,010
EFICIENCIA_POST_TEST	,205	27	,005	,885	27	,006

Fuente: IBM SPSS

El segundo paso a seguir para determinar los parámetros de distribución de la muestra, fue establecer la siguiente norma de decisión:

$$pv \leq 0.05: \text{La data de la muestra no presenta una distribución normal}$$

$$pv > 0.05: \text{La data de la muestra presenta una distribución normal}$$

En relación a la regla mostrada, se puede deducir de la tabla N° 39, que los datos de la muestra de la eficiencia pre test y post-test no presentan una distribución normal, debido a que se obtuvo el p valor de 0.010 y 0.006 respectivamente los cuales son menores a 0.05, convirtiéndolos en datos no paramétricos.

El tercer y último paso se basó en la contrastación de las hipótesis de la dimensión eficiencia, la cual también debe seguir una norma de decisión establecida para determinar el tipo de estadígrafo a emplear en dicha contrastación, la cual se muestra en seguida:

Tabla 40. *Criterios de selección de estadígrafos-Eficiencia*

Pre-Test	Post-Test	Estadígrafo
No paramétrico	Paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
Paramétrico	Paramétrico	T- Student

Fuente: Rosales (2020)

En la evaluación de los resultados de la dimensión eficiencia se obtuvo un valor de significancia de 0.010 en el pre-test y 0.006 en el post-test, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la tabla N°40 se obtuvieron datos no paramétricos en ambos casos, por lo que se utilizó el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastación de las hipótesis.

Contrastación de hipótesis específica: Eficiencia

H_0 : La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

H_a : La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

La norma de decisión para este caso se establece de la siguiente manera: Hipótesis nula dada por (H_0) e hipótesis alterna dada por (H_a)

$$H_0: \mu E_a \geq \mu E_d$$

$$H_a: \mu E_a < \mu E_d$$

En ese marco se procedió a realizar la contrastación de las hipótesis empleando el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 41. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Eficiencia

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos negativos	1 ^a	11,00	11,00
EFICIENCIA_POST_TEST - Rangos positivos	26 ^b	14,12	367,00
EFICIENCIA_PRE_TEST - Empates	0 ^c		
Total	27		

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N^o 41, se realizó un análisis de pruebas no paramétricas de rangos con signo establecidos por el estadígrafo Wilcoxon, en el que se realizó la evaluación de la dimensión en tres casos diferentes: a. Eficiencia antes < Eficiencia después; b. Eficiencia antes > Eficiencia después; c. Eficiencia antes = Eficiencia después. Para comparar el rango de las dos muestras relacionadas y evaluar las diferencias existentes entre sí. En función de lo establecido se consiguió 1 rango negativo (a), 26 rangos positivos (b) y ningún empate (c), lo que quiere decir que las muestras no son de distribución normal.

Tabla 42. Estadísticos descriptivos-Eficiencia

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
EFICIENCIA_PRE_TEST	22	,00	82,00	44,8493	29,26585
EFICIENCIA_POST_TEST	27	39,00	99,00	79,8889	15,85107
N válido (según lista)	27				

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N^o 42 se puede visualizar las medias obtenidas en el procesamiento de datos de la dimensión eficiencia antes y después de la ejecución del planteamiento de solución denominado ingeniería de métodos, en el que se obtuvo una media de 44.85% y 79.89% respectivamente, dando lugar a deducir que el porcentaje de eficiencia pre test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: E_a < E_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

Análisis descriptivo: Dimensión eficacia

En la presente investigación se analizaron los resultados obtenidos antes y posterior a la ejecución de la propuesta de solución, cuyos datos muestran la relevancia de la ingeniería de métodos respecto al cumplimiento de la cantidad de estructuras metálicas producidas según requerimiento de la obra. En seguida en la figura N^o, se puede visualizar la variación positiva de los indicadores de eficacia, ya que pasó de 45.02% a 80.01%.

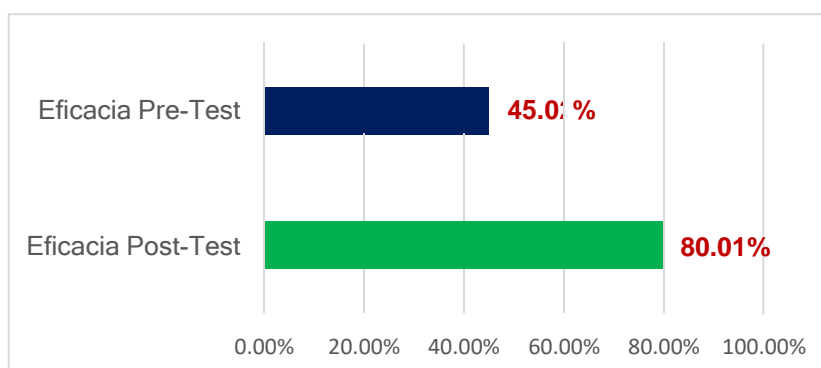


Figura 33. Análisis descriptivo del promedio de la eficacia antes y después

Tabla 43. Resumen de procesamiento de los casos-Eficacia

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EIFICACIA_PRE_TEST	22	100,0%	0	0,0%	22	100,0%
EIFICACIA_POST_TEST	27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N^o 43, se puede observar el resumen de casos procesados, en el que se dan a conocer los porcentajes y recuentos de todos los casos activos, así como la inclusión y exclusión de información ingresada al sistema. En ese sentido, la cantidad de datos procesados en el análisis pre-test y post-test de la dimensión eficacia fueron validados en su totalidad.

Tabla 44. Análisis descriptivo de la eficacia

Descriptivos			Estadístico	Error típ.	
EFICACIA_PRE_TEST	Media		45,0182	6,43998	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	23,3921		
		Límite superior	49,8672		
	Media recortada al 5%		35,3251		
	Mediana		30,0000		
	Varianza		1119,781		
	Desv. típ.		33,46312		
	Mínimo		,00		
	Máximo		97,00		
	Rango		97,00		
	Amplitud intercuartil		56,00		
	Asimetría		,507		,448
	Curtosis		-,937		,872
EFICACIA_POST_TEST	Media		80,0000	3,03306	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	73,7655		
		Límite superior	86,2345		
	Media recortada al 5%		80,9691		
	Mediana		84,0000		
	Varianza		248,385		
	Desv. típ.		15,76022		
	Mínimo		41,00		
	Máximo		100,00		
	Rango		59,00		
	Amplitud intercuartil		21,00		
	Asimetría		-,961		,448
	Curtosis		,274		,872

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 44, se puede visualizar los datos de tendencia central de la información procesada respecto a antes y después de la implementación de la propuesta con un porcentaje de confiabilidad del 95%, en ella se puede evidenciar que se consiguió una variación positiva de las medias de la eficacia de 45.02% a 80.01%. Asimismo, se obtuvo una mediana del 30% antes y posterior de 84%. En cuanto a la desviación típica antes fue de 33.46% y posterior de 15.76%.

Análisis estadístico inferencial: Eficacia

En esta etapa de la investigación se realizó el estudio estadístico de los resultados obtenidos en cuanto a la medición de la dimensión eficacia. El primer paso a seguir fue la determinación de la prueba de normalidad, la cual se encarga de efectuar los parámetros de distribución de la muestra. La determinación de la prueba de normalidad que se debe aplicar depende de la siguiente norma:

$n > 30$: *P. N Kolmogorov Smirnov*

$n \leq 30$: *P. N Shapiro Wilk*

En relación a lo establecido en la norma, al trabajar con una muestra menor a 30, para la presente investigación se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Tabla 45. *Prueba de normalidad de la eficacia*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_PRE_TEST	,182	22	,022	,879	22	,005
EFICACIA_POST_TEST	,156	27	,092	,909	27	,021

Fuente: IBM SPSS

El segundo paso a seguir para determinar los parámetros de distribución de la muestra, fue establecer la siguiente norma de decisión:

$pv \leq 0.05$: *La data de la muestra no presenta una distribución normal*

$pv > 0.05$: *La data de la muestra presenta una distribución normal*

En relación a la regla mostrada, se puede deducir de la tabla N° 45, que los datos de la muestra de la eficacia pre test y post-test no presentan una distribución normal, debido a que se obtuvo el p valor de 0.005 y 0.021 respectivamente los cuales son menores a 0.05, convirtiéndolos en datos no paramétricos.

El tercer y último paso se basó en la contrastación de las hipótesis de la dimensión eficacia, la cual también debe seguir una norma de decisión establecida para determinar el tipo de estadígrafo a emplear en dicha contrastación, la cual se muestra en seguida:

Tabla 46. *Criterios de selección de estadígrafos-Eficacia*

Pre-Test	Post-Test	Estadígrafo
No paramétrico	Paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
Paramétrico	Paramétrico	T- Student

Fuente: Rosales (2020)

En la evaluación de los resultados de la dimensión eficacia se obtuvo un valor de significancia de 0.005 en el pre-test y 0.021 en el post-test, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la tabla N° 46 se obtuvieron datos no paramétricos en ambos casos, por lo que se utilizó el estadígrafo de Wilcoxon para la contrastación de las hipótesis.

Contrastación de hipótesis específica: Eficacia

H_0 : La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

H_a : La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

La norma de decisión para este caso se establece de la siguiente manera: Hipótesis nula dada por (H_0) e hipótesis alterna dada por (H_a)

$$H_0: \mu E_a \geq \mu E_d$$

$$H_a: \mu E_a < \mu E_d$$

En ese marco se procedió a realizar la contrastación de las hipótesis empleando el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 47. Prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon-Eficacia

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos negativos	5 ^a	5,50	27,50
EFICACIA_POST_TEST - Rangos positivos	22 ^b	15,93	350,50
EFICACIA_PRE_TEST Empates	0 ^c		
Total	27		

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 47, se realizó un análisis de pruebas no paramétricas de rangos con signo establecidos por el estadígrafo Wilcoxon, en el que se realizó la evaluación de la dimensión en tres casos diferentes: a. Eficacia antes < Eficacia después; b. Eficacia antes > Eficacia después; c. Eficacia antes = Eficacia después. Para comparar el rango de las dos muestras relacionadas y evaluar las diferencias existentes entre sí. En función de lo establecido se consiguieron 5 rangos negativos (a), 22 rangos positivos (b) y ningún empate (c), lo que quiere decir que las muestras no son de distribución normal.

Tabla 48. Estadísticos Wilcoxon-Eficacia

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
EFICACIA_PRE_TEST	22	,00	97,00	45,0182	45,46312
EFICACIA_POST_TEST	27	41,00	100,00	80,0100	15,76022
N válido (según lista)	27				

Fuente: IBM SPSS

En la tabla N° 48, se puede visualizar las medias obtenidas en el procesamiento de datos de la dimensión eficacia antes y después de la ejecución del planteamiento de solución denominado ingeniería de métodos, en el que se obtuvo una media de 45.02% y 80.01% respectivamente, dando lugar a deducir que el porcentaje de eficacia pre test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: E_a < E_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se realizará la comparación de los resultados obtenidos en la presente investigación, respecto a los resultados alcanzados por otras investigaciones nacionales e internacionales.

Los datos obtenidos en la evaluación de los resultados de la presente tesis, demuestran que hubo una mejora significativa del indicador de productividad de la empresa en estudio, puesto que antes de la implementación de la propuesta de solución se tenía un porcentaje de productividad de 20.19% y actualmente en la segunda evaluación realizada, correspondiente al post-test se alcanzó un porcentaje de productividad de 63.92%, es decir se consiguió un índice de mejora del 216.59%, lo cual conlleva a afirmar que gracias a la ejecución de la ingeniería de métodos se pudo mejorar la cantidad de entregas de los elementos programados, en el tiempo en el que la obra lo requería. Lo que a su vez generó que ya no se produzcan retrasos a consecuencia de elementos inconclusos. Asimismo, en vista de que el porcentaje de productividad pre-test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: P_a < P_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

La investigación de Córdova (2020), refuerza y coincide con lo mencionado en la presente tesis, puesto que el índice de productividad conseguido antes y después de la aplicación de la propuesta de solución fue de 1.08 y 1.38 respectivamente, por lo que en términos de porcentaje se evidencia un incremento del 28%, así también se pudo obtener un nivel mayor de eficacia que ascendió de 78% a 96% lo que indica un índice de mejora de 18%, en cuanto a la eficiencia se logró subir de 83% a 99% obteniendo un porcentaje de mejora de 16%. Asimismo concuerda con el estudio hecho por Rosas (2017), quien obtuvo una transformación favorable de la productividad de la compañía en la que implementó el estudio de métodos, ya que

dicho índice se acrecentó de 67% a 90%, alcanzando así un porcentaje de mejora de 22.7%.

Ambos autores contrastan con la presente tesis, debido a que se encargaron de eliminar, modificar y sustituir procedimientos que no agregaban valor al proceso productivo, llevando un seguimiento y control de las nuevas operaciones mediante auditorías, de igual manera estas investigaciones otorgaron un valor significativo respecto al reconocimiento de los criterios a considerar durante la implantación de la herramienta de mejora con los que se consiguió entregar los elementos requerido por la obra en el momento oportuno.

En relación a la eficiencia el índice alcanzado refleja que se logró un progreso en cuanto optimización del tiempo de entregas de los elementos programados, ya que antes solo se tenía un indicador de eficiencia de 44.85%, sin embargo actualmente se consiguió un porcentaje de 79.89%, este resultado es más favorable para la compañía, ya que demuestra que con la puesta en marcha del estudio de métodos, se están llevando a cabo procedimientos más ágiles, lo cual contribuye en entregar las estructuras metálicas en el tiempo requerido por la obra y según la programación del proyecto, cumpliendo con todas las especificaciones establecidas por el cliente. Asimismo, en vista de que el porcentaje de eficiencia pre test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: E_a < E_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

La tesis de Gamarra (2021) es relevante al concordar con los resultados alcanzados en la investigación, ya que luego del procesamiento de datos del antes y después de la aplicación de la herramienta de mejora, el autor realizó un análisis comparativo de dichos resultados, habiendo encontrado lo siguiente: Los operarios lograron reducir el tiempo estándar de 166 minutos a 130 minutos logrando una diferencia de 36 minutos. Por lo que el autor concluyó que la productividad en función de los niveles

de producción alcanzadas por los trabajadores de la empresa fue de 11 a 13 millares de ladrillos producidos por operario, asimismo logró incrementar de 0.054 a 0.063 millares de ladrillos por horas-hombre, obteniendo así un porcentaje de mejora de 16.7% y 15.1% respectivamente

Asimismo, el artículo desarrollado por Alfaro y Moore (2020) mantiene relación con la dimensión eficiencia de la presente tesis. Por consiguiente al ejercicio del estudio, los autores obtuvieron resultados beneficiosos, ya que lograron cumplir su propósito de incrementar la eficiencia del departamento de producción, en vista de que esta logró subir de 63% a 94%. Teniendo como evidencia dicha información pudieron afirmar que el estudio de los tiempos permite encontrar los puntos de restricción dentro del proceso productivo de cualquier bien o servicio.

Respecto a la eficacia, el índice alcanzado refleja que se logró un progreso en cuanto a la cantidad de entregas de los elementos programados, ya que antes solo se tenía un indicador de eficacia de 45.02%, sin embargo actualmente se consiguió un porcentaje de 80.01%, este resultado es más favorable para la compañía, ya que demuestra que con la puesta en marcha del estudio de métodos, se están llevando a cabo procedimientos con un mejor diseño de ejecución, lo cual contribuye en alcanzar la producción de estructuras estimada en la programación del proyecto, cumpliendo con todas las especificaciones establecidas por el cliente. Asimismo, en vista de que el porcentaje de eficacia pre test fue menor al obtenido en el post-test, cumpliendo lo siguiente $H_a: E_a < E_d$, se procedió a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Es decir según la contrastación y aceptación de la hipótesis alterna se afirma que la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.

Lo mencionado, mantiene relación con el estudio desarrollado por Cuevas, González y Torres (2020), cuyos resultados obtenidos fueron que en el caso de una compañía de fabricación de estructuras metálicas la aplicación de la ingeniería de métodos puede progresar su nivel de eficacia al menos en un 32%. Es decir, el estudio de métodos sirve de gran ayuda para las compañías que requieren alcanzar altos

niveles de eficacia en la industria a la que pertenezcan y minimizar las actividades improductivas apoyándose en la estandarización de tareas para la optimización de recursos, materiales e infraestructura. De igual forma se contrasta con el artículo de Bello, Murrieta y Cortes (2020), cuyo estudio conllevó a obtener como resultados que la empresa estudiada logró transformar su índice de eficacia de 15.6% a 84.4%.

Las investigaciones coinciden en que al ejecutar la ingeniería de métodos se consigue alcanzar los objetivos de producción proyectados, mediante la ejecución de las actividades de manera más ordenada y sencilla. En ese sentido refieren que el factor humano, la tecnología, la estandarización y la calidad de los procedimientos, juegan un rol muy importante dentro de la implementación del estudio de métodos, por lo que si las empresas pretender ser más eficaces en sus procesos no deben dejar pasar por alto dichos aspectos.

Todas las investigaciones antes mencionadas concuerdan en que alcanzar altos índices de productividad no es una tarea sencilla, pero si primordial para la optimización de recursos económicos, humanos y materiales de cualquier organización, basándose en que todo procedimiento siempre está sujeto a encontrar mejores métodos de ejecución, dando lugar a la mejora continua, ya que al ejecutar de manera adecuada la ingeniería de métodos así como sus diversas herramientas se conseguirán trabajos estandarizados y con un mejor diseño, que se ajusten a las especificaciones iniciales para simplificar y analizar cualquier proceso u operación

Durante el desarrollo de la presente investigación se tuvieron fortalezas, así como puntos débiles; en cuanto a las fortalezas, estas se encuentran directamente ligadas a la técnica e instrumentos utilizados, los cuales permitieron analizar las variables de estudio de forma objetiva y a profundidad, asimismo se tuvo el acceso abierto a la información de la compañía, permitiendo evaluar el contexto actual y los resultados luego de la ejecución de la ingeniería de métodos. Respecto a las debilidades que se presentaron, estas estuvieron relacionadas al tiempo limitado para desarrollar el proceso de implementación, a fin de no generar ningún efecto adverso en la producción de estructuras metálicas.

VI. CONCLUSIONES

En relación a los objetivos planteados, luego del análisis de los resultados obtenidos se tiene evidencia estadística suficiente para afirmar y concluir que:

1. Con la ejecución de la herramienta denominada Ingeniería de métodos, se consiguió acrecentar el índice de productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. con un porcentaje de 20.19% antes y 63.92% posterior a la implementación, demostrando una mejora significativa respecto al cumplimiento de la cantidad de elementos entregados en el tiempo oportuno y según lo requerido por la obra luego de ejecutar la herramienta de solución, ya que se obtuvo un índice de variación positiva de 216.59%.
2. Con la ejecución de la herramienta denominada Ingeniería de métodos, se consiguió acrecentar el índice de eficiencia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. con un porcentaje de 44.85% antes y 79.89% posterior a la implementación, demostrando una mejora significativa en cuanto al cumplimiento del tiempo de entrega de los elementos según lo planificado y requerido por la obra luego de la ejecución de la herramienta de solución, ya que se obtuvo un índice de variación positiva de 78.13%.
3. Con la ejecución de la herramienta denominada Ingeniería de métodos, se consiguió acrecentar el índice de eficacia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. con un porcentaje de 45.02% antes y 80.01% posterior a la implementación, demostrando una mejora significativa del cumplimiento de la cantidad de elementos entregados según lo programado y requerido por la obra luego de la ejecución de la herramienta de solución, ya que se obtuvo un índice de variación positiva de 77.72%.

VII. RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de la presente tesis se pudo visualizar las deficiencias de la empresa en cuanto a la estandarización de procedimientos de trabajo, lo que dificultaba el cumplimiento de los objetivos proyectados. En vista de la mejora significativa de la productividad gracias a la ejecución de la Ingeniería de métodos, se procede a brindar sugerencias que contribuyan al mantenimiento de las mejoras implementadas.

1. La empresa en estudio pertenece al rubro de la construcción, el cual es un sector importante que de gestionarse correctamente mediante la inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías junto con el estudio e investigación de métodos de trabajo se desarrollará un prominente incremento de la productividad no solo de la compañía sino también del sector, ya que el aplicar estas acciones también se deriva en un aumento de los sueldos de los trabajadores que se encuentran entre los niveles más bajos de las industrias de los países latinos, asimismo esto repercutirá en el mejoramiento de la competitividad de estos países.
2. Eficiencia Se recomienda evaluar constantemente el tiempo estándar de las operaciones, debido a que con el transcurso del tiempo la eficiencia de los trabajadores alcanzará niveles más altos por la práctica constante de una determinada actividad, en ese sentido se hace necesaria la evaluación permanente para establecer nuevos tiempos de procesamiento y conseguir índices de eficiencia cada vez más elevados.
3. Respecto a la eficacia, se sugiere que se realicen las auditorías internas y externas a fin de que los trabajadores continúen respetando el método de trabajo implementado, de modo que se fomente la disciplina y se consiga la mejora continua en cuanto a la entrega de la cantidad de estructuras metálicas requeridas por la obra y según lo planificado por el proyecto.

REFERENCIAS

Libros electrónicos

ALAMAR, José y GUIJARRO, Rocío. Cómo mejorar la productividad de tu empresa [en línea]. 1° ed. España: Resultae, 2018. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.resultae.com/wp-content/uploads/2018/04/resultae-ebook-capitulo-2.pdf>

ISBN: 975-547-32523-1-8

ARIAS, José. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. 1°ed. Perú: Enfoques consulting EIRL, 2021. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022].

Disponible en file:///C:/Users/User/Downloads/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion.pdf

ISBN: 978-612-48444-2-3

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3° ed. México: Editorial Patria, 2017. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

ISBN: 978-607-744-748-1

BENJAMÍN, Niebel y ANDRIS, Freivalds. Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseños de trabajo [en línea]. 12° ed. México: Editorial Mc-Graw-Hill Company, 2020. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022].

Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/Ingenieri%CC%81a-Industrial-Niebel.pdf>

ISBN: 978-970-10-6962-2

BOCÁNGEL, Guillermo, et al. Ingeniería de métodos I [en línea]. 1° ed. Perú: Biblioteca Nacional del Perú, 2021. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>

ISBN: 978-612-00-6719-2

CARRO, Roberto y GONZÁLEZ, Daniel. Productividad y competitividad [en línea]. 3° ed. Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata, 2020. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

ISBN: 978-654-74-5545-4

GALLARADO, Eliana. Metodología de la Investigación, manual interactivo [en línea]. 1° ed. Perú: Editorial Universidad Continental, 2017. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf

ISBN: 978-612-4196

MATOS, Fausto y CONTRERAS Fortunato. Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS [en línea]. 1°ed. Perú: Editorial Asociación de Bibliotecólogos del Perú, 2020. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2022].

Disponible en <http://eprints.rclis.org/40470/1/ESTADISTICA%20DESCRIPTIVA.pdf>

ISBN: 978-612-48342-0-2

PALACIOS, Luis. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos [en línea]. 2° ed. Madrid: Ecoe editorial, 2020. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Ingenier%C3%ADa-de-m%C3%A9todos.pdf>

ISBN: 978-653-3694-1

Artículos electrónicos

ALFARO, André y MOORE, Rosa. Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados [en línea]. Septiembre-diciembre, 2020, vol. 23 n°1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/816/81664593007/html/>

ISSN: 1130-1260

BANCO de desarrollo de américa latina. La importancia de la productividad en tiempos de crisis [en línea]. Mayo, 2020, vol 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/05/la-importancia-de-la-productividad-en-tiempos-de-crisis/>

ISSN: 1246-9654

BANCO mundial. El aumento de la productividad, el principal motor de reducción de la pobreza, corre peligro debido a las perturbaciones causadas por la COVID-19 [en línea]. Julio, 2020, vol. 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/07/14/productivity-growth-threatened-by-covid-19-disruptions>

ISSN: 1248-6325

BELLO, Daniel, MURRIETA, Félix y CORTES, Carlos. Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias [en línea]. Marzo-junio, 2020, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>

ISSN: 1870-9427

BREVIS, Daniel. Mejora de planificación de obra, para optimizar la ejecución del proyecto de urbanización [en línea]. Diciembre, 2018, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2022].

Disponible en <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45982/3560901543834UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 5475-6547

BUSTAMANTE, Andrés. Criterios de evaluación financiera para determinar la factibilidad de proyectos de inversión en un negocio de emprendimiento [en línea]. Abril, 2021, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2022].

Disponible en http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16627/1/E-11558_BUSTAMANTE%20SUAREZ%20XAVIER%20ANDRES.pdf

ISSN: 6542-5896

BUSTILLOS, Wilmer. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en las empresas del sector calzado: una revisión de la literatura científica [en línea]. Marzo, 2020, vol. 1 n° 2. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2022].

Disponible en
https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26054/Trabajo%20de%20Investigaci%c3%b3n_TOTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISSN: 6512-4512

CONDORI, Porfirio. Universe, population and sample. [en línea]. Enero-mayo, 2020, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.academica.org/cporfirio/18.pdf>

ISSN: 2356-4781

CRUZADO, Dilman. El estudio de tiempos y movimientos en los procesos de producción: una revisión sistemática [en línea]. Noviembre, 2018, vol. 1 n°3. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2022].

Disponible en
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15020/Cruzado%20Ruiz%20Dilman%20Yasel%20%282%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

ISSN: 2547-3654

CUEVAS, Cecilia, et al. Importancia de un estudio de tiempos y movimientos [en línea]. Julio-octubre, 2020, vol. 16 n° 39. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022].

Disponible en <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ImportanciaDeUnEstudioDeTiemposYMovimientos-8076979.pdf>

ISSN: 2007-1760

FERNÁNDEZ, Víctor. Tipos de justificación en la investigación científica [en línea]. Julio-septiembre, 2020, vol. 4 n° 3. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2022].

Disponible en
<file:///C:/Users/User/Downloads/Tiposdejustificacinenlainvestigacincientfica.pdf>

ISSN: 2602-8093

FRANCO, Jorge, URIBE, Julián y AGUDELO, Sebastián. Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso [en línea]. Abril-agosto, 2021, vol. 7 n° 15. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/6381/638168190005/638168190005.pdf>

ISSN: 2390-0725

GALLEGO, Adriana y GONZALES, Rubén. Engineering research methodology. [en línea]. Mayo-Agosto, 2017, vol.1 n°29. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000200115

ISSN: 2344-8350

HERNÁNDEZ, Carlos. Introduction to types of sampling [en línea]. Enero-abril, 2019, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <https://alerta.salud.gob.sv/introduccion-a-los-tipos-de-muestreo/>

ISSN: 2617-5274

HURTADO, Frank. Methodological Foundations of Research: The Genesis of New Knowledge [en línea]. Diciembre-mayo, 2020, vol. 5 n°16. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5636/563662985006/html/>

ISSN: 2542-2987

LIZARBE, Jacqueline y AGUILAR, María. Metodología aplicada a la mejora de procesos utilizando herramientas de innovación [en línea]. Septiembre-agosto, 2019, vol. 1. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12272/Lizarbe_metodolog%C3%ADa_aplicada_a_la_mejora_de_procesos_utilizando_herramientas_de_innovaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISSN: 2523-6326

MALDONADO, Oyarzún y GONZÁLEZ, Soto. La improcedencia de estandarizar el trabajo [en línea]. Agosto, 2021, vol. 16 n°1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/4677/467765130008/movil/>

ISSN: 1051-1620

MAYORGA, Rocío, et al. Comparative table "Inferential and descriptive statistics" [en línea]. Abril-junio, 2020, vol. 8 n°16. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2022].

Disponible en <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/5806/7202>

ISSN: 2007-4573

MELLER, Patricio. Productividad, competitividad e innovación Perspectiva conceptual [en línea]. Septiembre, 2019, vol. 1 n° 1. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en <http://www.cieplan.org/wp-content/uploads/2019/09/Perspectiva-Conceptual-e-Interrelaci%C3%B3n-final.pdf>

ISSN: 5478-3698

MONTERO, Luis, et al. Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad [en línea]. Noviembre-mayo, 2018, vol. 1 n°2. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2022].

Disponible en
https://www.unjfsc.edu.pe/facultades/ing_indust_sistema/Epigmalion/contenidos/Vol1 Num1-Articulo06.pdf

ISSN: 2347-1597

MUÑOZ, Angie. Estudio de tiempos y su relación con la productividad [en línea]. Octubre-enero, 2021, vol. 5 n°17. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/6219/621968429003/html/>

ISSN: 596-478-5469

OTZEN, Tamara y MONTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study [en línea]. Julio-Diciembre, 2017, vol. 35 n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

ISSN: 5639-5566

PÉREZ, María. Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA [en línea]. Octubre-Enero, 2017, vol. 20 n° 2. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909013.pdf>

ISSN: 1560-9146

PESILLO, Angie. Propuesta de estudio de tiempos y movimientos para la estandarización de métodos en el área de producción de la empresa ebanista [en línea]. Julio-diciembre, 2021, vol. 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en
http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6010/5/2021_Angie%20Vanessa%20Pesillo.pdf

ISSN: 5412-4124

QUILICHE, Ruth y RAMÍREZ, Yasuri. Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera [en línea]. Diciembre-mayo, 2019, vol. 4 n°1. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2022].

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/336173087_Estudio_de_tiempos_y_movimientos_para_mejorar_la_productividad_de_una_empresa_pesquera

ISSN: 2158-6592

RAMIREZ, Orlando, et al. Medición del comportamiento laboral y su impacto en la productividad [en línea]. Setiembre-junio, 2021, vol. 24 n°3. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462020000301305

ISSN: 1405-5546

RAMOS, Carlos. The scope of an investigation [en línea]. Julio-diciembre, 2020, vol. 9 n°3. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-LosAlcancesDeUnaInvestigacion-7746475.pdf>

ISSN: 1390-9592

REYES, Emmanuel. Tiempo estándar [en línea]. Abril, 2020, vol. 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.emprendedorinteligente.com/calcular-el-tiempo-estandar/>

ISSN: 2548-3216

REYNOSA, Enaidy. Trabajo de investigación. Teoría, metodología y práctica [en línea]. Diciembre, 2018, vol. 1. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.aacademica.org/ern/12.pdf>

ISSN: 3266-1472

ROBERTO, Marcos. Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión [en línea]. Marzo, 2021, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2022].

Disponible en
file:///C:/Users/User/Downloads/MarcosMeteVAN2014.pdf

ISSN: 2071- 081X

SALAZAR, Bryan. Suplementos del estudio de tiempos [en línea]. Junio-julio, 2019, vol. 1. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022]

Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

ISSN: 5478-3621

RUÍZ, Jesús, et al. Optimización de tiempos de proceso en des estibadora y en llenadora [en línea]. Julio-diciembre, 2017, vol. 13 n°3. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070016.pdf>

ISSN: 1665-0441

SAUCEDA, Emilia, VALENZUELA, Rafael y BÁEZ, Grace. Aplicación de ingeniería de métodos para el mejoramiento de operaciones en una empresa manufacturera de equipos de audio [en línea]. Octubre-Marzo, 2021, vol. 3 n°1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en https://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/4346/4234

ISSN: 2452-4859

VARGAS, Zoila. Applied research: a way of knowing the realities with scientific evidence [en línea]. Julio-Noviembre, 2020, vol. 33 n°1. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-7082

VÁSQUEZ, War. Metodología de la investigación [en línea]. Enero-febrero, 2020, vol. 3. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].

Disponible en <https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2020-I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION.pdf>

ISSN: 2635-5487

VENTURA, José. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014 [en línea]. Octubre-diciembre, 2017, vol. 43 n°4. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014

ISSN: 1561-3127

VICTORIO, Raúl. El clima laboral y la productividad en las organizaciones [en línea]. Diciembre, 2020, vol. 1. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2022].

Disponible en https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3914/Raul%20Victorio_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tesis

CÓRDOVA, Lauro. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha. Tesis (Grado de magíster). Huancayo: Universidad Continental, 2020.

Disponible en
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10456/2/IV_FIN_107_TE_Cordova_Jimenez_2021.pdf

FERNÁNDEZ, Miguel. Propuesta de una metodología de mejoramiento de la productividad para empresas constructoras. Tesis (Grado de magíster). Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego, 2018.

Disponible en
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3792/1/RE_MAEST_ING_MIGUEL.FERNANDEZ_MEJORAMIENTO.DE.LA.PRODUCTIVIDAD_DATOS.PDF

GAMARRA, Oscar. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la línea de producción en la empresa Fortes S.A.C. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2021.

Disponible en
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7861/Gamarra%20T%203%a1vara%2c%20Oscar%20Ugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LIVAQUE, Alexander y PEÑA, Dany. Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados KIME E.I.R.L. Tesis (Grado de magíster). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2020.

Disponible en
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8031/Livaque%20Gonzales%2c%20Alexander%20%26%20Pe%c3%b1a%20Figuroa%2c%20Dany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROSAS, Jean Pierre. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de montaje en la línea de producción de reconectores en la empresa RESEAD S.A.C. Tesis (Grado de magíster). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en file:///C:/Users/User/Downloads/Rosas_CPJPS.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Realidad problemática a nivel Internacional

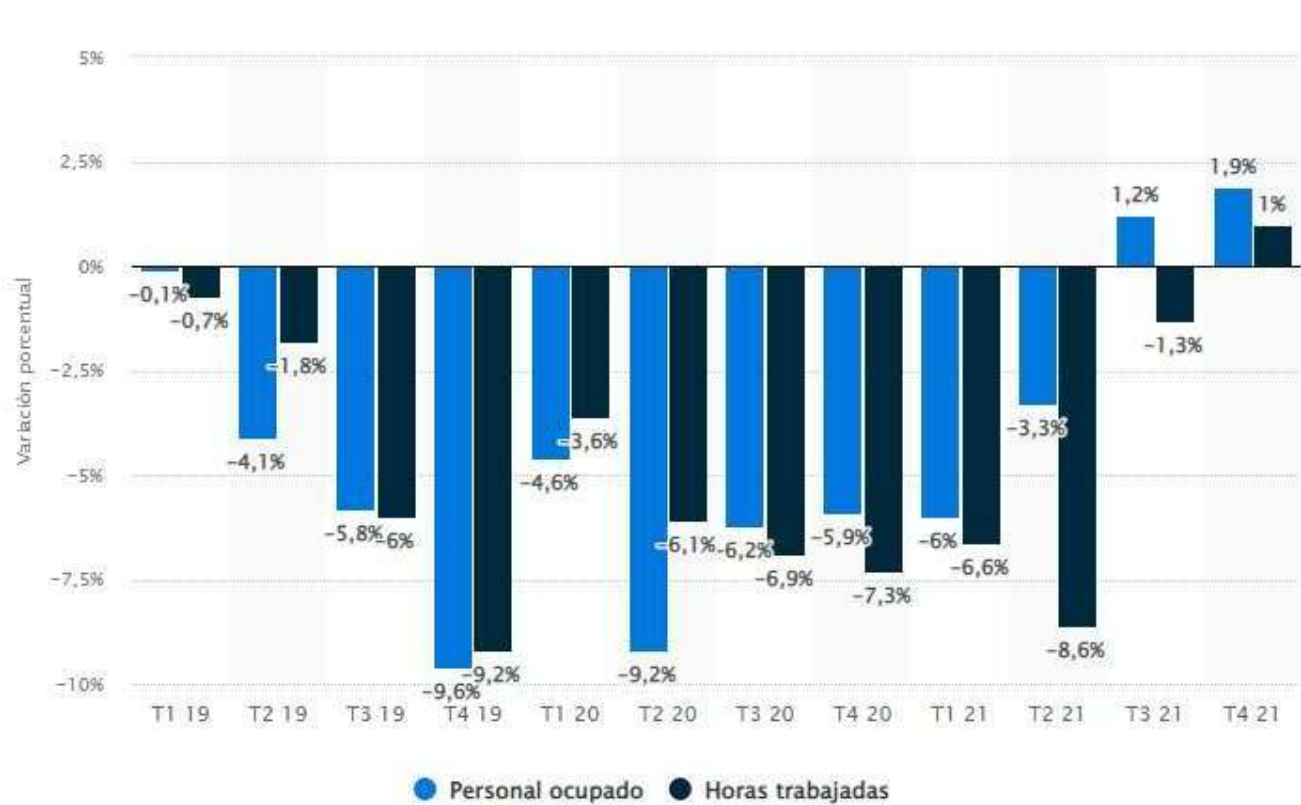


Figura 34. Productividad laboral internacional del sector construcción (Instituto Global McKinsey, 2020)

ANEXO 2: Realidad problemática a nivel nacional

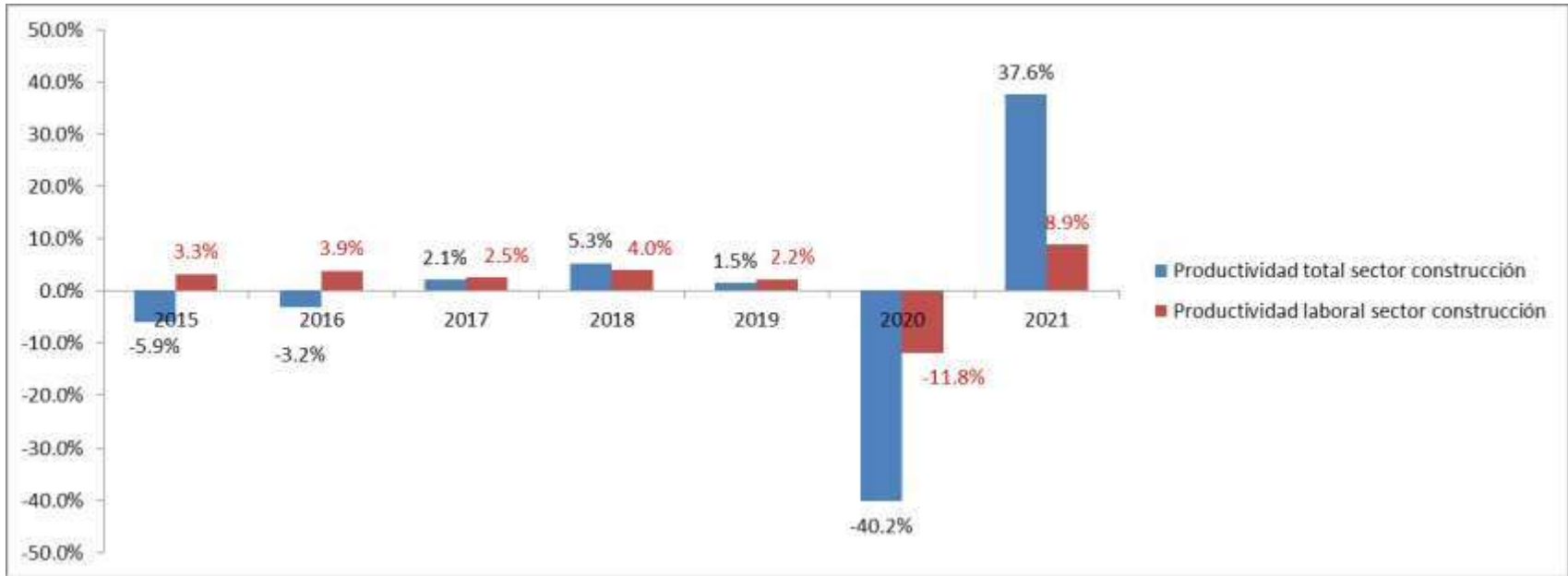


Figura 35. Productividad laboral nacional del sector construcción (Capeco, 2021)

ANEXO 3: Realidad problemática a nivel local

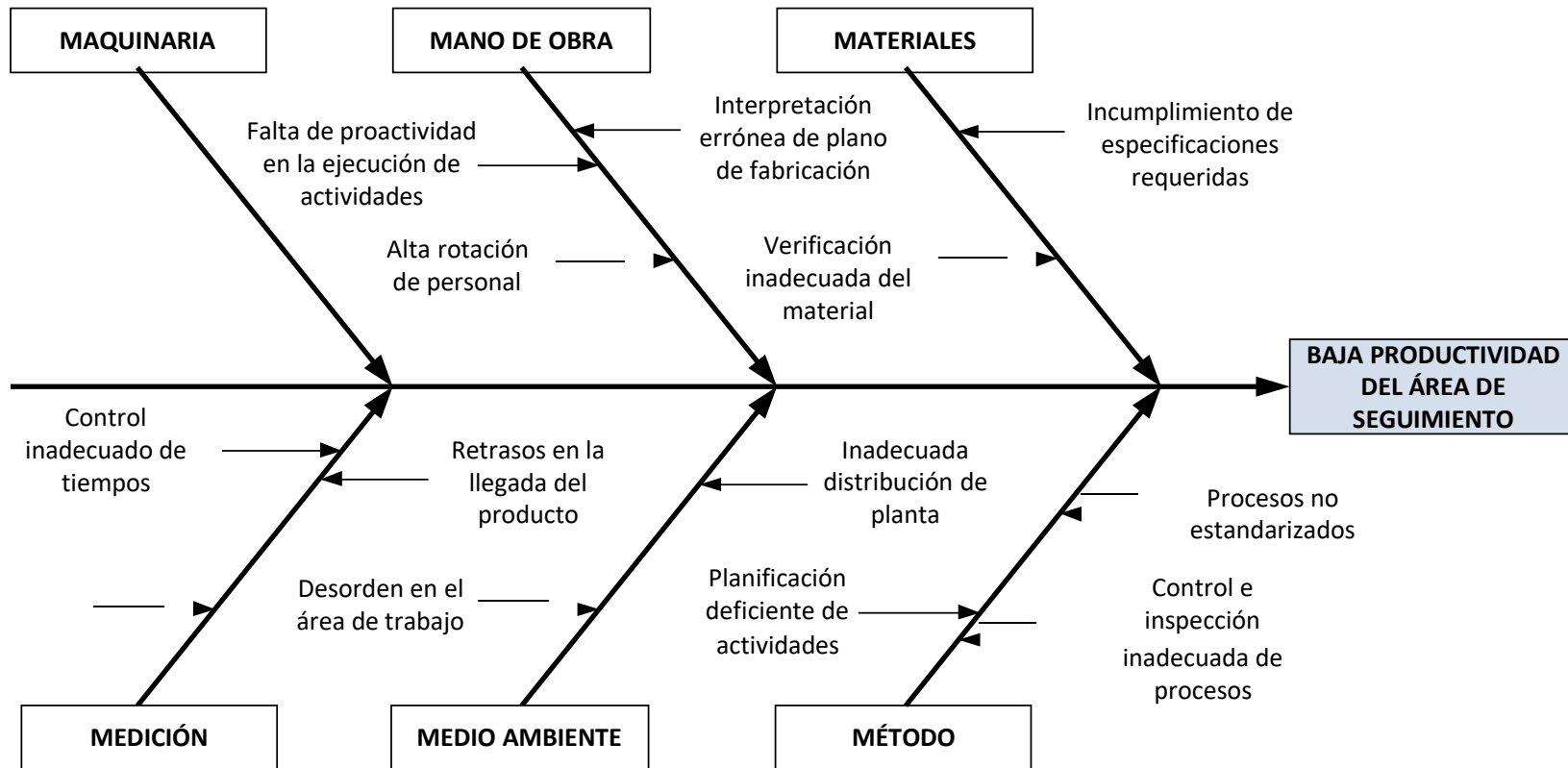


Figura 36. Diagrama de Ishikawa del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

ANEXO 4: Análisis cuantitativo de las posibles causas

Tabla 49. Matriz de correlación de las posibles causas de baja productividad de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.

CÓDIGO	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	Incidencia
C1	Incumplimiento de especificaciones requeridas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
C2	Verificación inadecuada del material	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4
C3	Interpretación errónea de plano de fabricación	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C4	Alta rotación de personal	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C5	Falta de proactividad en la ejecución de actividades	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C6	Procesos no estandarizados	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	35
C7	Control e inspección inadecuada de procesos	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	2	13
C8	Inadecuada distribución de planta	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
C9	Planificación deficiente de actividades	3	3	3	2	2	2	3	0	0	3	2	3	3	29
C10	Retrasos en la llegada del producto	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
C11	Desorden en el área de trabajo	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
C12	Codificación inadecuada de productos	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
C13	Control inadecuado de tiempos	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	1	3	0	31
TOTAL															134

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: Análisis de frecuencia de las causas

Tabla 50. *Tabla de frecuencias de las causas de baja productividad del área de seguimiento SC Ingeniería y Construcción S.A.C.*

CÓDIGO	CAUSAS	FRECUENCIA(F)	F.RELATIVA	F.ACUMULADA	80-20
C6	Procesos no estandarizados	35	26%	26%	80%
C13	Control inadecuado de tiempos	31	23%	49%	80%
C9	Planificación deficiente de actividades	29	22%	71%	80%
C7	Control e inspección inadecuada de procesos	13	10%	81%	20%
C2	Verificación inadecuada del material	4	3%	84%	20%
C1	Incumplimiento de especificaciones requeridas	3	2%	86%	20%
C3	Interpretación errónea de plano de fabricación	3	2%	88%	20%
C5	Falta de proactividad en la ejecución de actividades	3	2%	90%	20%
C8	Inadecuada distribución de planta	3	2%	93%	20%
C10	Retrasos en la llegada del producto	3	2%	95%	20%
C12	Codificación inadecuada de productos	3	2%	97%	20%
C11	Desorden en el área de trabajo	2	1%	99%	20%
C4	Alta rotación de personal	2	1%	100%	20%
	TOTAL	134	100%		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: Análisis de causas con mayor significancia respecto al problema

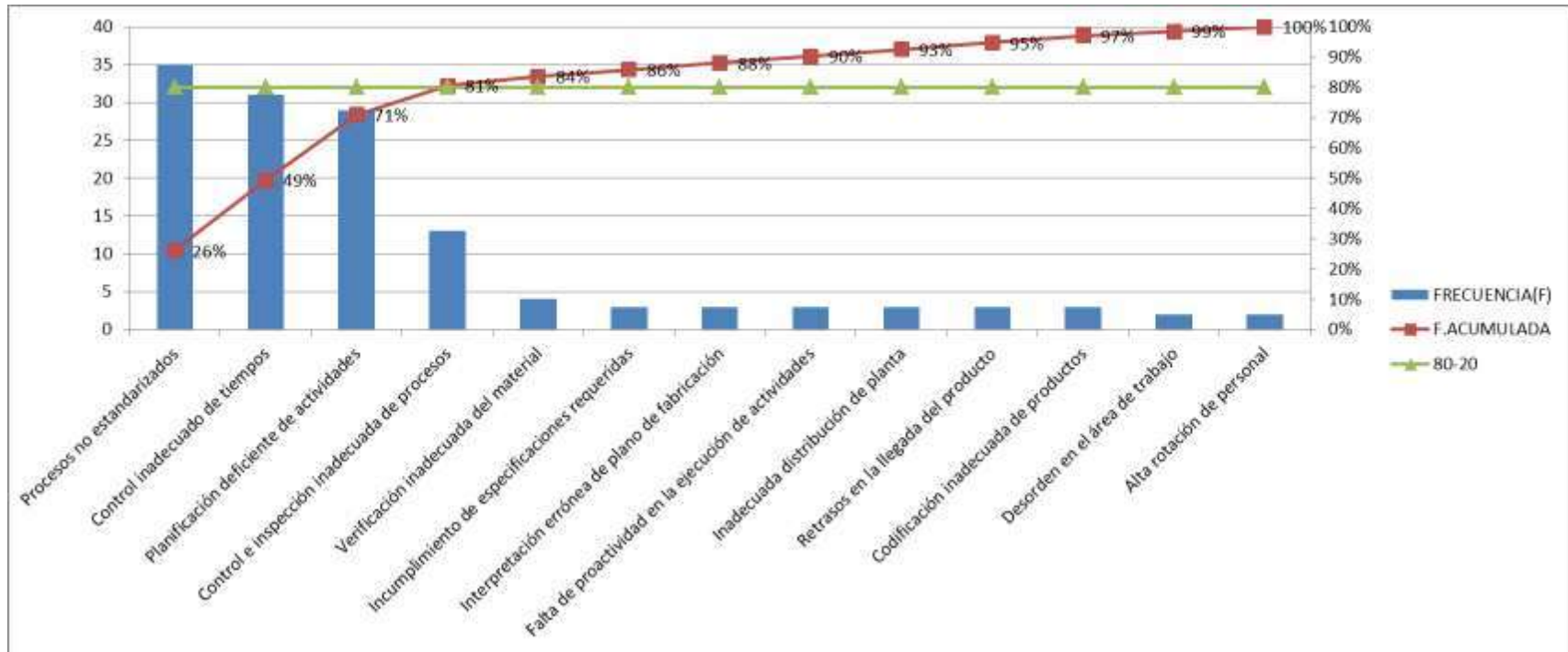


Figura 37. Diagrama de Pareto del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y construcción S.A.C.

ANEXO 7: Estratificación de causas por macro procesos

Tabla 51. Estratificación de causas por macroprocesos

MACRO PROCESO	CAUSAS													Total
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	
RR.HH	3	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11
PROCESOS	0	0	0	0	0	35	0	3	29	3	2	3	31	106
CALIDAD	0	4	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	17
Total														134

Fuente: Elaboración propia

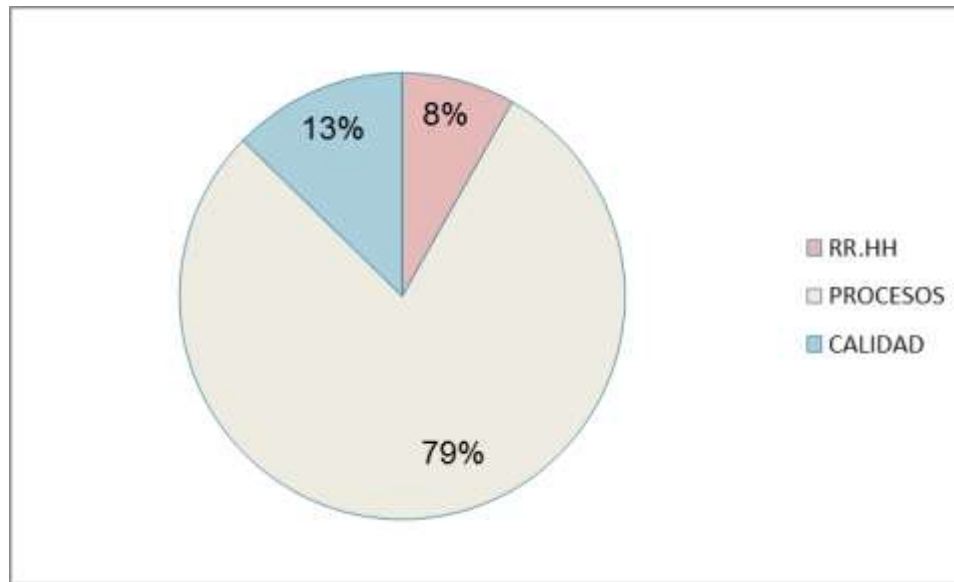


Figura 38. Resultado porcentual por macroproceso

ANEXO 8: Matriz de coherencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente
¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la productividad del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C.	La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.	Ingeniería de Métodos
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente
¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la eficiencia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022? y ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la eficacia del área de seguimiento de la empresa SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022?	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.	La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022. La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia del área de seguimiento de SC Ingeniería y Construcción S.A.C, Lima 2022.	Productividad

ANEXO 9: Matriz de operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Ingeniería de métodos	Palacios (2019), define a la ingeniería de métodos como una técnica para erradicar los desperdicios de la mano de obra, material, infraestructura, maquinaria, esfuerzo, entre otros, a fin de mejorar los procesos y hacer que las actividades sean más fáciles y productivas (p.19).	La ingeniería de métodos está constituida por dimensiones que contribuyen en el análisis y comprensión de los factores que forman parte del proceso, los cuales son el estudio de métodos y el estudio de tiempos.	Estudio de métodos	<p>Índice de actividades (IA):</p> $IA = \frac{N^{\circ} AAV}{N^{\circ} TA} * 100\%$ <p>AAV: Actividades que agregan valor</p> <p>TA: Total de actividades</p>	Razón
			Estudio de tiempos	<p>Tiempo estándar (TE):</p> $TE = TN * (1 + S)$ <p>TN: Tiempo Normal</p> <p>S: Suplemento</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10: Matriz de operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Productividad	Según Franco, Uribe y Agudelo (2021), la productividad es la relación que mantiene lo producido respecto a lo empleado, es decir es el resultado de lo que se produce entre los factores que intervienen en dicha producción (p.7).	La productividad será determinada en función de sus dimensiones eficacia y eficiencia, puesto que es necesario determinar los resultados producidos luego de la actividad realizada y el tiempo que tardan en desarrollarla.	Eficacia	Porcentaje de producción (%PD): $\%PD = \frac{N^{\circ} PR}{N^{\circ} PP} * 100\%$ PR: Peso real PP: Peso programado	Razón
			Eficiencia	Porcentaje de tiempo empleado (%TE): $\%TE = \frac{TR}{TP} * 100\%$ TR: Tiempo real TP: Tiempo programado	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12: Ficha técnica del instrumento de recolección de datos (cronómetro)

Cronómetros digitales | Digital stopwatches

Marca|Trademark: Nahita

Para los más pequeños Nahita dispone de estos divertidos y económicos cronómetros digitales de sencillo manejo y alegre diseño. Los distintos modelos presentan las funciones de reloj, alarma programable y cronómetro con posibilidad de medir el tiempo transcurrido, tiempos acumulados y el tiempo de la 1ª y 2ª posición, resultando ideales para el cronometraje de actividades deportivas y recreativas. Todos los modelos se suministran con colgador o bien en formato llavero, y con pila de litio.

Nahita offers these practical and economic easy-to-use digital stopwatches with a funny design that are ideal for timing sports and recreational activities. The different models of stopwatches present different functions such as clock, programmable alarm, timing of the total elapsed time, split time and first and second position finish time. All of them are supplied with a hanging cord or as a key ring format, and with a lithium battery.



Referencia / Code	30800012
Modelo / Model	HS-12
Color	Azul
Colour	Blue
Reloj / Clock	Modo 12 ó 24 h / Mode 12 or 24 h
Calendario / Calendar	Fecha y día de la semana / Date and day of the week
Cronómetro / Stopwatch	23 h 59 min 59 s
Precisión	1/100 s hasta 30 min y 1 s hasta 24 h
Resolution	1/100 s to 30 min and then 1 s to 24 h

ANEXO 14: Código de ética de la investigación de la UCV



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

“Código de Ética en Investigación”

Vicerrectorado de Investigación

2020

FONDO EDITORIAL
Universidad César Vallejo

Referencias estilo ISO 690 y 690-2

Adaptación de la norma
de la International
Organization for
Standardization (ISO)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JOSE LA ROSA ZEÑA RAMOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor del Trabajo de Investigación Tesis titulado: "APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE SEGUIMIENTO DE LA EMPRESA SC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C, LIMA 2022", del autor LOPEZ MINAYA WILMER JOEL, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

Lima, 07 de diciembre de 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
APELLIDOS Y NOMBRES: ZEÑA RAMOS JOSE LA ROSA DNI: 17533125 ORCID: 0000-0002-5856-5034	Firmado electrónicamente por: JOZENARAM el 07 Dic 2022 07:03:15

Código documento Trilce: 0449893