



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L. - 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Industrial

**AUTORA:**

Rodriguez Rodriguez, Carmen Beatriz (orcid.org/0000-0002-1830-6580)

**ASESOR:**

Mg. Sedano Montes, Juan Vicente (orcid.org/0000-0002-1538-7282)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

**LÍNEA DE RESPONZABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ  
2023

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis padres y hermano por su  
inmensa paciencia y amor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Edmundo Zea por lo oportunidad de desarrollar el proyecto en su empresa y al apoyo de todo el personal.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SEDANO MONTES JUAN VICENTE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L. - 2023", cuyo autor es RODRIGUEZ RODRIGUEZ CARMEN BEATRIZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, 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 la 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, 22 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SEDANO MONTES JUAN VICENTE DNI: 40087687 ORCID: 000-0002-1538-7282	Firmado electrónicamente por: JSEDANOMO el 22- 11-2023 20:04:01

Código documento Trilce: TRI - 0660516

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, RODRIGUEZ RODRIGUEZ CARMEN BEATRIZ estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L. - 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
RODRIGUEZ RODRIGUEZ CARMEN BEATRIZ DNI: 40614369 ORCID: 0000-0002-1830-6580	Firmado electrónicamente por: CRODRIGUEZRO6 el 22-11-2023 19:47:34

Código documento Trilce: INV - 1541354

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de Investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos	17
3.6 Métodos de análisis de datos	53
3.7 Aspecto ético	53
IV. RESULTADOS	54
V. DISCUSIÓN	64
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	70
ANEXOS	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructuras observadas por mes	21
Tabla 2. Codificación de causas	25
Tabla 3. Tabla de diagrama de Pareto	26
Tabla 4. Verificación de actividades en la dimensión planear, pre-test	28
Tabla 5. Verificación de actividades en la dimensión hacer, pre-test	29
Tabla 6. Descripción de las herramientas propuestas	30
Tabla 7. Verificación de actividades en la dimensión verificar, pre-test	31
Tabla 8. Verificación de actividades en la dimensión actuar, pre-test	32
Tabla 9. Verificación de la variable calidad, pre-test	33
Tabla 10. Verificación de la dimensión no conformidad, pre-test	34
Tabla 11. Verificación de la dimensión satisfacción, pre-test	34
Tabla 12. Cronograma de ejecución	35
Tabla 13. Lista de actividades de la etapa planear	36
Tabla 14. Descripción y objetivo de los entregables	37
Tabla 15. Verificación de actividades en la dimensión planear, post test	45
Tabla 16. Verificación de actividades en la dimensión hacer, post-test	46
Tabla 17. Verificación de actividades en la dimensión verificar, post-test	47
Tabla 18. Verificación de actividades en la dimensión actuar, post test	48
Tabla 19. Verificación de la variable calidad, post test	49
Tabla 20. Verificación de la dimensión no conformidad, post-test	49
Tabla 21. Verificación de la dimensión satisfacción, post-test	50
Tabla 22. Costo de inversión	50
Tabla 23. Gastos de mantenimiento	51
Tabla 24. Ingresos	51
Tabla 25. Análisis económico	52
Tabla 26. Resultados descriptivos para la variable calidad	54
Tabla 27. Resultados descriptivos para la dimensión no conformidad	55
Tabla 28. Resultados descriptivos para la dimensión satisfacción	57
Tabla 29. Prueba de normalidad para la variable calidad	59
Tabla 30. Prueba de normalidad para la dimensión no conformidad	59

Tabla 31. Prueba de normalidad para la dimensión no conformidad	60
Tabla 32. Resultados de estadística emparejada para la variable calidad	60
Tabla 33. Contrastación de hipótesis general	61
Tabla 34. Resultados de estadística emparejada para la dimensión no conformidad	61
Tabla 35. Resultados del T-Student para la primera hipótesis específica	62
Tabla 36. Resultados de estadística emparejada para la dimensión satisfacción	62
Tabla 37. Resultados del T-Student para la segunda hipótesis específica	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación actual de la empresa	2
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	3
Figura 3. Diagrama Pareto	4
Figura 4. Esquema pre experimental	13
Figura 5. Ubicación de la empresa	18
Figura 6. Organigrama de la empresa	19
Figura 7. Trabajos de aplicación de recubrimiento	19
Figura 8. DOP del proceso de recubrimiento de estructuras	20
Figura 9. Observaciones encontradas en las estructuras	21
Figura 10. Imágenes del taller	23
Figura 11. Diagrama de Ishikawa	24
Figura 12. Diagrama de Pareto	25
Figura 13. Identificación de variables	27
Figura 14. Diseño de procedimientos y manuales	38
Figura 15. Diseño de formatos	39
Figura 16. Capacitaciones	39
Figura 17. Imágenes de la etapa verificar	41
Figura 18. Histogramas para la variable calidad pre test	54
Figura 19. Histogramas para la variable calidad post test	55
Figura 20. Histograma para la dimensión no conformidad pre test	56
Figura 21. Histograma para la dimensión no conformidad post test	56
Figura 22. Histograma para la dimensión satisfacción del cliente pre test	57
Figura 23. Histograma para la dimensión satisfacción del cliente post test	58

## **RESUMEN**

En el desarrollo de la investigación se consideró como objetivo general de investigación: identificar como la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. La investigación se desarrolló bajo el tipo cuantitativo y aplicativo, con énfasis en análisis y control de los sucesos en relación a la investigación; y con un diseño pre experimental. La muestra se consideró equivalente a la población, la cual estuvo conformada por las estructuras procesadas en cuatro meses, dos meses de pre test y dos meses de post test. Como resultado se obtuvo una mejora de 13.38% de la variable calidad, una reducción de 9.25% de las no conformidades y una mejora de 8.5% de la satisfacción del cliente en el proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa. Con lo que se concluye, que se obtuvo una mejora significativa de la calidad, lo cual se confirmó con la prueba T-Student en la cual se obtuvo una significancia menor a 0.05, es decir las medias para el pre y post test tienen una variación significativa luego de la aplicación del ciclo PHVA.

Palabras clave: calidad, proceso, recubrimiento y PHVA

## **ABSTRACT**

In the development of the research, the general research objective was considered: to identify how the application of the PHVA cycle improves the quality of the structure coating process in the company J. E. Zea E.I.R.L. The research was developed under the quantitative and application type, with emphasis on analysis and control of events in relation to the research; and with a pre-experimental design. The sample was considered equivalent to the population, which was made up of the structures processed in four months, two months of pre-test and two months of post-test. As a result, an improvement of 13.38% of the quality variable was obtained, a reduction of 9.25 % of non-conformities and an 8.5% improvement in customer satisfaction in the process of coating structures in the company. With which it is concluded that a significant improvement in quality was obtained, which was confirmed with the T-Student test in which a significance of less than 0.05 was obtained, that is, the means for the pre and post test have a variation significant after the application of the PHVA cycle.

Keywords: quality, process, coating and PHVA.

## **I.INTRODUCCIÓN**

La empresa J. E. Zea E.I.R.L. brinda servicios de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento en estructuras a empresas del sector metalmeccánico, las cuales están destinadas a proyectos como: centros comerciales, hospitales, puentes, almacenes, entre otros. Por lo cual está vinculada al sector manufactura y construcción.

Por lo tanto es importante mencionar que en el ámbito internacional, en base a información del Banco Mundial (2023) el sector construcción tuvo un crecimiento a partir del 2020. En el caso de Perú, se ubicó dentro del grupo de países con un incremento mayor al 12.46%, los cuales se detalla en el Anexo 7; y en el caso del sector industria con valor agregado el sector mostro una disminución desde el 2017 en promedio a nivel mundial, sin embargo Perú se ubicó dentro del grupo de países con un incremento mayor al 7.11% de crecimiento anual, como se muestra en el Anexo 8.

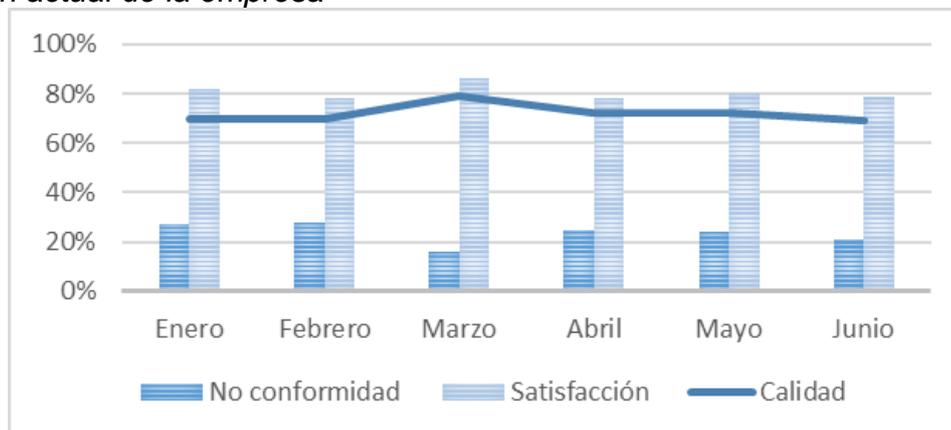
A su vez en función a información del Banco Central de Reserva del Perú, el país tuvo un incremento de 2.7% del PBI para el 2022. Y en el caso de la actividad construcción creció en 3.0% y 2.3% en el sector manufactura, a su vez proyecto un crecimiento del sector construcción de 3.2% para el 2024 y de 3% para el sector manufactura (p. 47), lo que mostro un panorama favorecedor para los sectores, los cuales se muestran en el Anexo 9. También se debe mencionar los proyectos de infraestructura iniciados en el primer trimestre del 2023, que son muestra del crecimiento del sector construcción, así tenemos: ampliación del Aeropuerto Jorge Chávez, Línea 2 del Metro de Lima y Callao y Quellaveco.

La información del crecimiento del sector implica cambios en el mercado y el surgimiento de competidores producto de la globalización, por lo cual es necesario mejorar la competitividad, lo que abarca tanto costo, como calidad; y esta última se refleja en los productos (Urbano, García y de la Mora, 2021, p. 3). Y como indican autores como Kit, Shahar y Akmar (como se citó en Murrieta, Ochoa y Carballo, 2020, p. 119) la calidad en la práctica es importante porque proporciona ventajas sobre los competidores. Según Hummels y Klenow (como se citó en Rodríguez, 2020, p. 33) con la globalización se amplía el acceso a la variedad y calidad con precios más asequibles. Esto sumado al contexto actual de la empresa, el cual presenta un

descenso en la calidad en los últimos meses como se muestra en la Figura 1, influyó en la necesidad de mejorar la calidad en la etapa de recubrimiento en la empresa J. E. Zea E.I.R.L, por ser un sector con altos estándares por la magnitud de los proyectos.

**Figura 1**

*Situación actual de la empresa*



Fuente: Elaboración propia

Como parte del análisis inicial de la empresa J.E. Zea E.I.R.L. se identificó que durante los primeros seis meses del 2023, 24% de las estructuras presentaron no conformidades, como se detalla en el Anexo 10; correspondiente a observaciones por espesor de película seca y defectos en la pintura como: zonas sin cubrir, chorreaduras, salpicadura entre otros. Las normas que rigen el proceso de recubrimiento en relación al espesor de película seca es la SSPC-PA2, la cual especifica que el promedio de las mediciones deben ser mínimo el espesor especificado; y respecto a la inspección de defectos en película seca se considera la ausencia absoluta según la Naval Civil Engineering USA

Es así que en función a la necesidad de mejorar la calidad se desarrolló la tesis implementación del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar), por ser una metodología que brinda amplios beneficios en la disminución de defectos en los productos, reducción de costos y mejora en tiempos. Beneficios que pueden ser observables en corto tiempo (Moyano y Villamil, 2021, p. 56). Siendo la etapa actuar, la más importante de esta metodología, porque permite reiniciar para seguir mejorando previo análisis de los nuevos datos alcanzados (Ahmad, 2020, p. 163)

Investigaciones internacionales respaldan la importancia de aplicar metodologías de calidad, es así que según Vargas, Muratalla y Jiménez (como se citó en Morales,

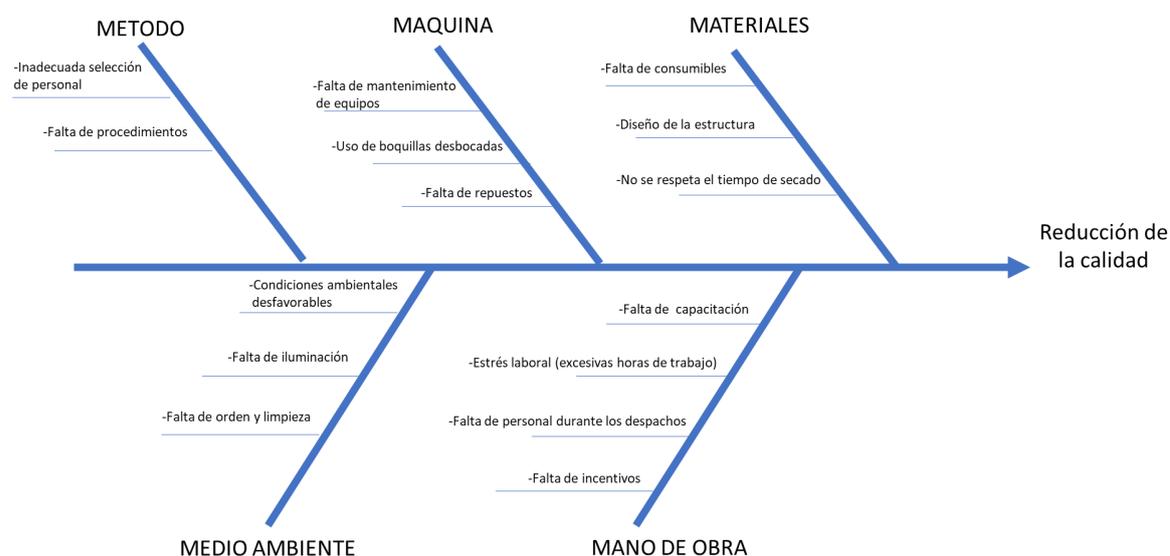
Landazábal y Castillo, 2019, p. 113), indican que los problemas por mudas no solo afectan la productividad sino también afectan la calidad, por lo cual es importante aplicar metodologías adecuadas para asegurar la calidad.

Otro estudio, como el realizado en Indonesia en empresas rurales, indicó que las pymes deben enfocarse en la calidad y la innovación para permanecer competitivas; y para esto el ciclo PHVA proporciona conocimiento enfocado en una filosofía de calidad y la mejora continua, para alcanzar una alta calidad, productividad y reducción de costos, por ser de fácil implementación y de gran impacto (Rabiatul, Agus y Sholikhah, 2020, p. 1)

En base a las observaciones identificadas, mediante un diagrama de Ishikawa se identificó quince causas, de las cuales mediante una matriz de correlación se determinó la relación lineal, la cual se presenta en el Anexo 14 y a continuación la frecuencia para las misma y posterior elaboración del diagrama de Pareto, en donde se identificó como principales causas de las observaciones en las estructuras, las cuales fueron: falta de procedimientos, falta de capacitación, inadecuada selección de personal, falta de consumibles, falta de mantenimiento de equipos y falta de orden y limpieza.

**Figura 2**

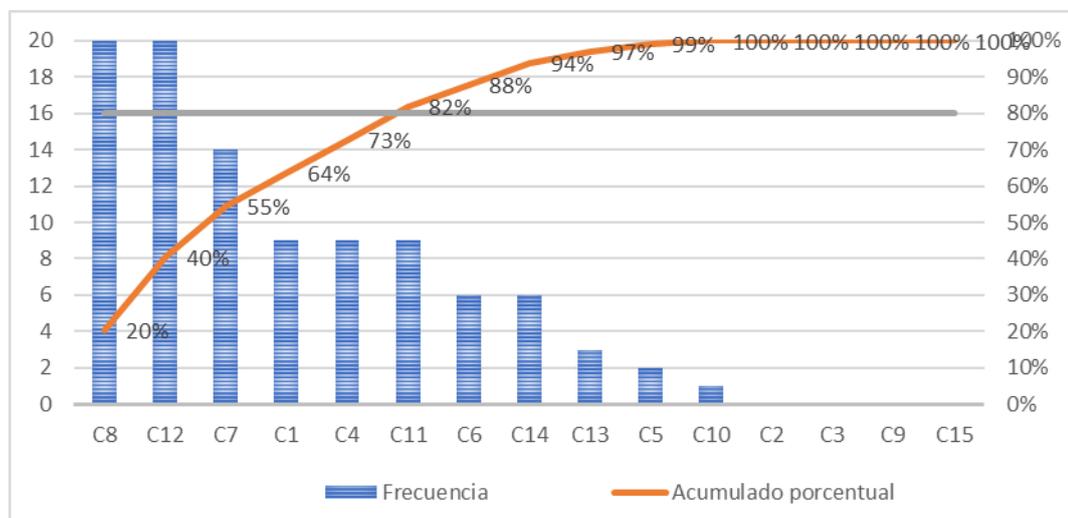
*Diagrama de Ishikawa*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3**

*Diagrama Pareto*



Fuente: Elaboración propia

En tal sentido se planteó como problema de investigación general: ¿en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. ?. Y como problemas específicos: 1) ¿ en qué medida la aplicación el ciclo PHVA reduce las no conformidades en el proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.?; y 2) ¿ en qué medida la aplicación el ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.?

La presente investigación tuvo una justificación práctica, porque se aplicó teorías del ciclo PHVA para mejorar la calidad del producto en el proceso de recubrimiento a fin de reducir los trabajos de resane en obra; a su vez tuvo una justificación social, porque contribuyo con la mejora de la calidad de productos y servicios brindados a la sociedad, proveedores y clientes (Hernández y Mendoza, 2018, p. 45); y según Tamayo y Tamayo (como se citó en Fernández, 2020, p. 72) una justificación económica porque al mejorar la calidad en el proceso de recubrimiento se redujeron los costos de resane que repercutirá en un ahorro monetario para la empresa.

Por consiguiente, se planteó una investigación de tipo cuantitativa; y como objetivo general de investigación: determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. Y como objetivos específicos: 1) determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras

en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. y 2) determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

Y se planteó como hipótesis general de investigación: la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. Y como hipótesis específicas: 1) la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. y 2) la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

## II. MARCO TEÓRICO

Como parte de los antecedentes internacionales tenemos la investigación realizada por Sjarifudin y Kurnia (2022) titulada el enfoque PHVA con siete herramientas de calidad para ser aplicadas en la mejora de la calidad de chaquetas formales para hombres en la industria de la confección de Indonesia, cuyo objetivo fue determinar las causas de los defectos, hallar soluciones y reducir defectos en los productos. La investigación fue de tipo cuantitativa y la información fue recolectada mediante registros. Obteniendo como resultado la reducción en un 33.7% de los defectos por mes (p. 159, 162)

De igual manera la investigación realizada por Arredondo [et al] (2021), la cual tuvo por objetivo mejorar el proceso implementando el ciclo PHVA para mejorar la calidad, en una empresa de fabricación de dispositivos médicos, ubicada en México; y propone como objetivo eliminar el total de los residuos de materia prima, bajo un enfoque cuantitativo. Obteniendo como resultado un ahorro económico de \$165000 en un año (p. 132779)

A su vez se tiene el artículo realizado por del Solar, del Río y Villoria (2020) titulado “metodología para proyectos de mejora continua en construcciones de vivienda” en el cual plantea poner en práctica un proyecto de mejora continua para construcción de viviendas, basando la estructura en el ciclo PHVA, siendo implementado en tres proyectos de construcción de España. Concluyendo en que la propuesta puede ser aplicado en el área de construcción para la mejora de la calidad, además el procedimiento logró reducir en 45% los costos derivados de los defectos ocasionados por el revestimiento cerámico (p. 1-2).

También se consideró como antecedente, la investigación realizada por Nguyen, Nguyen, Schumacher y Tran (2020), la cual tuvo por objetivo implementar el ciclo PHVA para mejorar la calidad de los envases sostenibles, en combinación con herramientas de calidad. El estudio se ubicó en el laboratorio GPEM de la Universidad Vietnamita Alemana. Obteniendo como resultado que las cajas para peso de 15kg superaron las pruebas de caída y para pesos superiores un 90% supero las pruebas y concluyen considerando el método PHVA como efectivo para reducir defectos y mejorar la calidad, así como mejora del proceso y reducción de costos (p. 1).

A su vez Chojnacka-Komorowska y Kochaniec (2019) en su artículo titulado

“mejorar el control de calidad en la fabricación de vehículos eléctricos usando el ciclo PHVA”, plantea como objetivo mejorar la calidad de un producto terminado mediante el ciclo PHVA. Mediante el análisis documental y observación se detalló las actividades que se realizarían en cada etapa del ciclo, obteniendo una mejora de la calidad de 54% entre enero y febrero del siguiente año (p. 69-79).

En los antecedentes nacionales se consideró investigaciones como la de Velásquez y Muñante (2021), la cual tuvo por objetivo mejorar la calidad mediante la implementación del ciclo PHVA. La investigación se ubicó en la etapa de clasificación y empaque de la empresa La Calera S.A.C., en Chincha. La investigación tuvo un enfoque aplicativo, cuantitativo y cuasi experimental; con una muestra de ocho semanas, en la cual se usó como instrumentos fichas de recolección de datos. Como resultado obtuvo niveles de significancia de 0.000 para la contrastación de hipótesis, tanto general como específicas, dando por aceptada la hipótesis que propone que aplicar el ciclo PHVA contribuye en la mejora de la calidad (p. 21, 34, 106).

Lévano y Pariona (2021) en su tesis propone por objetivo mejorar la calidad de los frutos de exportación mediante la aplicación del ciclo PHVA. La investigación se ubicó en la corporación Frutícola de Chincha S.A.C., durante el 2021. El estudio fue de tipo aplicada y explicativa, además cuantitativo y con un diseño cuasiexperimental; para la cual considero dieciséis semanas de evaluación. Las técnicas usadas fueron observación y análisis documental. En los resultados obtuvieron un aumento de 4.9% en la calidad del producto exportable, además una disminución de 4.8% de las no conformidades y de 1.8% en los reclamos (p. vi)

También se tiene como antecedente la investigación realizada por Guerrero y Torres (2022), la cual tuvo por objetivo mejorar la calidad del producto a través de la implementación del ciclo PHVA. La investigación se ubicó en la empresa TRANSMAD S.A.C. El tipo de investigación fue aplicada, descriptiva y explicativa, con un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental. En los resultados reportaron un aumento de la calidad en 29.48%, y para las dimensiones atributos un aumento de 32.87% y conformidad de producto un aumento de 26.09%.

A su vez Cieza (2020), en su tesis propone mejorar la calidad del almacenaje de tubos electrosoldados. El estudio se ubicó en la empresa Aceros Arequipa S.A. en el Callao. Para lo cual propone una investigación aplicada, preexperimental y

cuantitativa. Considerando una muestra igual a la población, equivalente a 30 días y 100 unidades de tubos; y uso como instrumento formatos que relacionan los datos de la empresa. Presentando como resultados una reducción de 18,32% de productos no conformes, además mediante análisis inferencial estable que la aplicación del ciclo PHVA contribuye a incrementar los índices de calidad de almacenaje con una significancia menor a 0.05 (p. 18, 78).

Otra investigación relacionada a los antecedentes es la tesis realizada por Dueñas (2018), donde propone por objetivo determinar de qué forma aplicar el ciclo PHVA mejora la calidad del área de producción. La investigación se realizó en la empresa EMCAPSAC S.A.C. en Villa el Salvador, dedicada a la fabricación de láminas y cajas de cartón. La investigación tuvo un enfoque aplicativo, descriptivo y explicativo, con un diseño cuasiexperimental. Y se trabajó con una muestra equivalente a sesenta días; y como técnicas se usaron listas de observación, revisión bibliográfica. En los resultados presentó una mejora de la satisfacción del cliente de 35% y una reducción de fallos en producto de 8%. (p. 23-28)

Como parte del marco conceptual relacionado a la investigación es relevante mencionar conceptos como: recubrimientos, que son capas delgadas en comparación con el espesor de los materiales que protegen y de componentes y propiedades diferentes, a fin de proteger los materiales del medio ambiente (Tejero, Rezvani, McDonald y Hussain, 2019, p. 599).

En tanto que los problemas de calidad se consideran como la falta de una o más características que deben estar presentes en los productos o servicios, o no cumplen con los niveles especificados para estas características, creando una brecha (Foulla, 2021, p. 250).

Con la finalidad de mejorar los procesos las empresas deben afrontar un proceso constante de mejora, lo cual debe estar asociado a metodologías y herramientas destinadas a la solución de problemas para mantener una alta calidad y bajos costos (Eddine y Haslaile, 2021, p. 13)

Es así que el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) creado por Walter A. Shewat y desarrollado por Edwards Deming en 1950, quien lo convirtió en uno de los métodos de mejora más conocidos. La metodología PHVA está conformada por cuatro etapas, la primera planear, abarca el análisis y la evaluación del estado actual, así como la identificación de las posibles causas y planificación de los

cambios propuestos; la segunda etapa es hacer, es decir ejecutar los cambios; el tercer paso verificar, es decir analizar el resultado de los cambios y su relación con los objetivos propuestos; y la cuarta etapa actuar, se determina la viabilidad de aplicar los cambios a mayor escala (Nguyen et al, 2020, p. 3).

Según Praca y Zbiorowa (como se citó en Jagusiak-Kocik, 2020, p. 19), esta metodología también es llamada ciclo de mejora continua PHVA o ciclo de Deming. Siendo un modelo versátil y aplicable en todo tipo de empresas.

El ciclo PHVA en la etapa planear, incluye tanto establecer las políticas y objetivos como los planes para lograrlos; en la etapa hacer incluye implementación de tecnología y materiales, políticas, sistemas de trabajo y un estricto control de calidad; la etapa verificar considera la necesidad de comprobar tanto la ejecución como los efectos de la implementación e identificar desviaciones; la etapa actuar basada en la inspección para consolidar resultados y aplicar acciones correctivas ante las desviaciones (Chen y Li, 2023, p. 4)

Para Aguiar (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 337) la fase planear debe considerar: definición del problema, identificación de causas; así como su priorización, y posterior elaboración del plan de acción; la fase hacer debe considerar la ejecución del plan de acción el cual debe ser aceptado por el equipo de trabajo y de los interesados; en la fase verificar Werkeman (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 338) considera evaluar la eficiencia del plan del acción y en caso de resultados insatisfactorios se debe retornar a la primera fase; y en la fase actuar, según Cunha (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 338) considera la adopción de las acciones planteadas como parte de la rutina del proceso, mediante el establecimiento de procedimientos, formación y capacitación. Según Isniah y Realyvásquez (como se citó en Amaral, Ferreira y Ramos, 2020, p. 102) el ciclo PHVA inicia con la planificación, es decir que se debe identificar las oportunidades de mejora, seguido deben ser priorizadas y establecer metas. La segunda parte es la etapa hacer, que es la implementación del plan de acción. Siendo la tercera parte la verificación, mediante comparación de datos antes y después de la aplicación del plan; y por último la etapa actuar, donde se crea un plan de mejora.

El ciclo PHVA para su implementación requiere de herramientas tales como: diagrama de causa-efecto, FODA, MEFI, MEFE, diagrama de Pareto, lluvia de

ideas entre otras que permitan analizar la situación actual de las organizaciones y proponer planes de mejora (Montesinos et al, 2020, p. 1865). De tal manera que se pueda identificar los problemas, investigarlos y analizarlos para proponer planes y contramedidas adecuadas y de esta manera lograr los objetivos propuestos (Chen, Liu y Sun, 2019, p. 1). De igual manera se puede usar herramientas Lean Manufacturing, como herramientas correctivas se puede usar las 5S, que contribuye con el orden y limpieza de las zonas de trabajo, así como agiliza los trabajos y mejorar la calidad (Azzemou y Nouredine, 2021, p. 61); capacitaciones en relación a los conocimientos necesarios para el desarrollo de las mejoras (Huang, Huang, Yi, Pan y Chen, 2023, p. 5), entre otras herramientas.

Para J. M. Juran (como se citó en Isniah, Hardi y Debora, 2020, p. 73) el ciclo PHVA es un método que aplicado en manufactura reduce desperdicios por tiempo, defectos, etc. y mejora la calidad de manera temporal o permanente.

Según M. Jagusiak-Kocik (como se citó en Hibarkah, Choesnul y Humiras, 2022, p. 58) el PHVA está contenido en un círculo sin fin, permitiendo considerar todas las soluciones implementadas e implementar acciones de mejora.

El ciclo PHVA se destaca en la toma de decisiones, porque permite comprender, identificar y analizar fallas para llegar a solucionar de manera adecuada los requerimientos de las organizaciones (Crivellaro y de Carvalho, 2022, p.107)

Otro concepto importante es la calidad, el cual ha ido evolucionando en el tiempo. Para Cubillos y Rozo (como se citó en Herrera, 2019, p. 87) identifica la evolución del concepto en cuatro etapas: la primera etapa se refiere a la calidad como control por inspección para la identificación de defectos y el cumplimiento de especificaciones técnicas; la segunda etapa relaciona la calidad con el aseguramiento, es decir asegurar calidad y eficacia; la tercera etapa emplea el término calidad total como un sistema que incluye a toda la organización; y la cuarta etapa donde la calidad equivale a mejora continua, que busca tanto eliminar defectos como generar beneficios en un ciclo continuo.

Otros autores, como Silva [et al.] (como se citó en de Oliveira, Silva y Dinmke, 2019, p. 4) consideran que la calidad no se limita al producto final o al servicio, la calidad se genera a lo largo de todo el proceso productivo.

A su vez, según Juran, calidad significa libertad de deficiencias: ausencia de errores que requieran reelaboración (como se citó en Kumar, Ibne, Fazio, Awaxthi, Jaradat

y Babski, 2021, p. 897)

A su vez para Ladewski y Al-Bayati (como se citó en Benites, 2021, par. 9) define la calidad como un conjunto de características de un producto o servicio que satisfacen los requerimientos de los clientes.

Para Hernández, Barrios y Martínez (como se citó en Hidalgo, Zambrano y Pinargote, 2022, p. 55) indican que el mayor reto de las organizaciones se encuentra en encontrar la calidad a través de la satisfacción del cliente; y que la característica que contribuya en la diferenciación de la competencia, tiene que ser la calidad.

La calidad es uno de los componentes importantes para todas las empresas a nivel mundial, con la cual se busca dar conformidad a los requerimientos de los clientes (Sari, Hetharia, Saraswati y Marizka, 2019, p. 1).

Otros autores consideran que la calidad tiene por finalidad satisfacer estándares y condiciones técnicas de un producto (Herrera, 2019, p. 78).

A su vez se puede definir la calidad como una medida en que el producto o servicio alcanza los requisitos acordados, los cuales están ligados a la conformidad con el diseño e integrados con la satisfacción del cliente (Oakland, Oakland y Turner, 2021, p. 10)

Una de las condiciones que determina la ubicación de las empresas en el mercado, su desarrollo y adquisición de nuevos clientes, es la calidad de sus servicios o productos. Es imposible que una empresa logre un éxito duradero, independientemente del tamaño o el tipo de servicios que presta o los productos que produce, si no se preocupa sistemáticamente por la mejora de la calidad (Chojnacka-Komorowska, Kochaniec, 2019, p. 70)

La definición tradicional de calidad es la que se basa en el cumplimiento de requisitos de quienes van a usar los bienes o servicios. Y como definición operacional considera a la calidad como la inversa de la variabilidad de las características. Además define la mejora de la calidad como la disminución de la variabilidad tanto en el proceso como en los productos, una elevada variabilidad incrementa los desperdicios en los procesos. (Montgomery, 2019, p. 5, 7).

En tal sentido es necesario definir conceptos como: satisfacción del cliente, como una evaluación importante del desempeño de las empresas. Es la medida en que un producto o servicio cumplen la expectativa del cliente (Velásquez y Muñante,

2021, p. 32).

Según la ISO 9000:2015, la satisfacción del cliente es la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido las expectativas de los clientes (p. 26).

Así como definir el concepto conformidad, que para Crosby (como se citó en Dueñas, 2018, p. 19) es el nivel de coincidencia con las especificaciones establecidas.

Según la ISO 9000:2015 la no conformidad es el incumplimiento de un requisito (p. 20)

La calidad para los productos como para los servicios que brinda una empresa deben entenderse como una característica importante que otorga amplios beneficios por estar ligada a la mejora de los procesos, por lo cual es necesario el uso de herramientas y metodologías que contribuyan con la mejora de la calidad, siendo el ciclo PHVA una metodología ampliamente aplicada en diferentes sectores.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Es de tipo cuantitativo porque midió de manera numérica las variables ciclo PHVA y calidad, en función a sus indicadores. Las investigaciones de tipo cuantitativo se basan en cuantificación de fenómenos característicos del tema de investigación, mediante aplicación de técnicas estadísticas para interpretación de resultados y posteriormente explicación de fenómenos (Sánchez, 2029, p. 104). Según Monje (como se citó en Sánchez y Murillo, 2022, p. 153) este tipo de investigación pone énfasis en el análisis y el control de los sucesos en relación a la investigación.

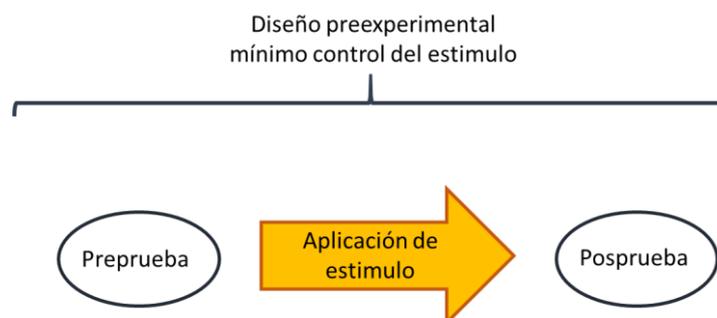
A su vez, por cuanto buscó mediante el conocimiento científico y metodologías, dar solución a un requerimiento específico, la investigación fue de tipo aplicada (Concytec, 2018, p. 2).

##### 3.1.2 Diseño de investigación

A su vez, el diseño fue preexperimental porque requirió un mínimo control en la situación en que se desarrolló la variable; así como la aplicación de una preprueba antes de la aplicación de un estímulo y una posprueba a la aplicación de dicho estímulo (Hernández y Mendoza, 2018, p. 163). La investigación inicio con un pre test para calcular el nivel de calidad de las estructuras metálicas en el proceso de recubrimiento y posteriormente de aplicar la mejora se realizó un post test para medir nuevamente la variable.

#### Figura 4

*Esquema pre experimental*



Fuente: Elaboración propia

## 3.2. Variables y operacionalización

### A. Variable independiente: ciclo PHVA

#### a. Definición conceptual

Para J. M. Juran (como se citó en Isniah, Hardi y Debora, 2020, p. 73) es un método que aplicado en manufactura reduce desperdicios por tiempo, defectos, etc. y mejora la calidad de manera temporal o permanente.

#### b. Definición operacional

El ciclo PHVA es una metodología iterativa que puede resolver problemas complejos, que está conformada por cuatro fases (Nguyen, Nguyen, Shumacher y Tran, 2020, p. 3)

#### c. Dimensiones

- Planear, según Aguiar (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 337) esta fase debe considerar: definición del problema, identificación de las causas; priorización de las causas, y elaboración del plan de acción.

$$\text{Planear} = \frac{AP}{AN} \times 100$$

Donde:

AP = número de actividades planeadas

AN = número de actividades requeridas

- Hacer, según Aguiar (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 337) se debe considerar la ejecución del plan de acción el cual debe ser aceptado por el equipo de trabajo y de los interesados.

$$\text{Hacer} = \frac{AE}{AP} \times 100$$

Donde:

AE = número de actividades ejecutadas

AP = número de actividades planeadas

- Verificar, según Werkeman (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 338) considera la necesidad de comprobar tanto la ejecución como los efectos de la implementación e identificar desviaciones.

$$\text{Verificar} = \frac{AEC}{AP} \times 100$$

Donde:

AEC = número de actividades ejecutadas controladas

AP = número de actividades planificadas

- Actuar, según Cunha (como se citó en Albari y Evandro, 2019, p. 338) considera la adopción de las acciones planteadas como parte de la rutina del proceso, mediante el establecimiento de procedimientos, formación y capacitación.

$$Actuar = \frac{AC}{AP} \times 100$$

Donde:

AC = número de actividades ejecutadas adecuadamente

AP = número de actividades planeadas

## **B. Variable dependiente: calidad**

### **a. Definición conceptual**

Según Juran, calidad significa libertad de deficiencias: ausencia de errores que requieran reelaboración (como se citó en Kumar, Ibne, Fazio, Awaxthi, Jaradat y Babski, 2021, p. 897).

### **b. Definición operacional**

Calidad es la medida en que el producto o servicio alcanza los requisitos acordados, los cuales están ligados a la conformidad con el diseño e integrados con la satisfacción del cliente (Oakland, Oakland y Turner, 2021, p. 10).

### **c. Dimensiones**

- No conformidad, según la ISO 9000:2015 la no conformidad es el incumplimiento de un requisito (p. 20)

$$No\ conformidad = \frac{EO}{TE} \times 100$$

Donde:

EO = número de estructuras observadas

TE = total de estructuras

- Satisfacción del cliente, según la ISO 9000:2015 es la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido las expectativas de los

clientes (p. 26)

$$\text{Satisfacción del cliente} = \frac{TED - RE}{TED} \times 100$$

Donde:

TED = total de estructuras despachadas

RE = total de reclamos

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población**

Para el pre test se consideró como población las estructuras procesadas en el área de recubrimiento en mayo y junio (8 semanas); y para post test se consideró la producción de septiembre y octubre (8 semanas).

El término población se define como el grupo de fenómenos que comparten el mismo lugar, tiempo y condiciones durante su desarrollo (Hernández y Mendoza, 2018, p. 198-199).

#### **3.3.2 Muestra**

Para el desarrollo del estudio se tomó una muestra no probabilística, la cual es el investigador el que lo determina por conveniencia igual a la población.

La muestra se define como el conjunto que forma parte de la población y es una representación de la misma (Hernández y Mendoza, 2018, p. 196).

#### **3.3.3 Muestreo**

El tipo de muestreo aplicado en la investigación fue no probabilístico por considerar las características y el entorno en que se desarrollará la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p. 215).

#### **3.3.4 Unidad de análisis**

Estuvo representada por las estructuras metálica que forma parte del proceso de recubrimiento dentro de la muestra.

Entendiéndose como unidad de análisis, a aquella que va a proporcionar los datos para la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p. 198).

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

La técnica a aplicar fue la observación, esta técnica implica el registro sistemático,

validado y confiable de fenómenos observables (Hernández y Mendoza, 2018, p. 290).

Como instrumento se usaron las hojas de registro de datos, las cuales se presentan en el Anexo 3. Estos recursos tienen por finalidad registrar datos relacionados a las variables a investigar y entre los tipos tenemos los instrumentos y procedimientos específicos de la disciplina a investigar (Hernández y Mendoza, 2018, p. 228, 293), como son las listas de chequeo, diario de campo, fichas de registro, etc.

En tal sentido todo instrumento de recolección de datos debe cumplir tres requisitos: validez, confiabilidad y objetividad.

También debió considerarse la validez, que es el nivel con el cual el instrumento mide de manera exacta la variable a analizar (Hernández y Mendoza, 2018, p. 229). Para el presente estudio se aplicó la validez por opinión de expertos, la cual hace referencia al nivel en que el instrumento puede medir la variable a analizar en función al criterio de personas calificadas (Hernández y Mendoza, 2018, p. 235), el cual se muestra en el Anexo 4.

En el caso de la confiabilidad, se define como el nivel en que la aplicación repetida al mismo grupo de análisis de resultados idénticos (Hernández y Mendoza, 2018, p. 228). En el caso de la objetividad debe entenderse como el nivel en que el instrumento puede o no ser influenciado por sesgos de parte del investigador, durante la evaluación (Hernández y Mendoza, 2018, p. 238).

En el Anexo 16 se presenta los resultados del programa SPSS-26 para la determinación de la confiabilidad de los instrumentos correspondientes a la variable dependiente.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Descripción de la empresa**

J. E. Zea E.I.R.L. es una empresa que cuenta con los procesos de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento de estructuras, la cual se encuentra en San Juan de Lurigancho, como se detalla en la Figura 3. La cual inició actividades en el 2008. Sus principales clientes son empresas dedicadas al rubro metalmecánica, las cuales destinan las estructuras a la construcción de centros comerciales, puentes, hospitales, almacenes, entre otros.

Base Legal

Razón social: J. E. Zea E.I.R.L.

Tipo de empresa: empresa individual de responsabilidad limitada

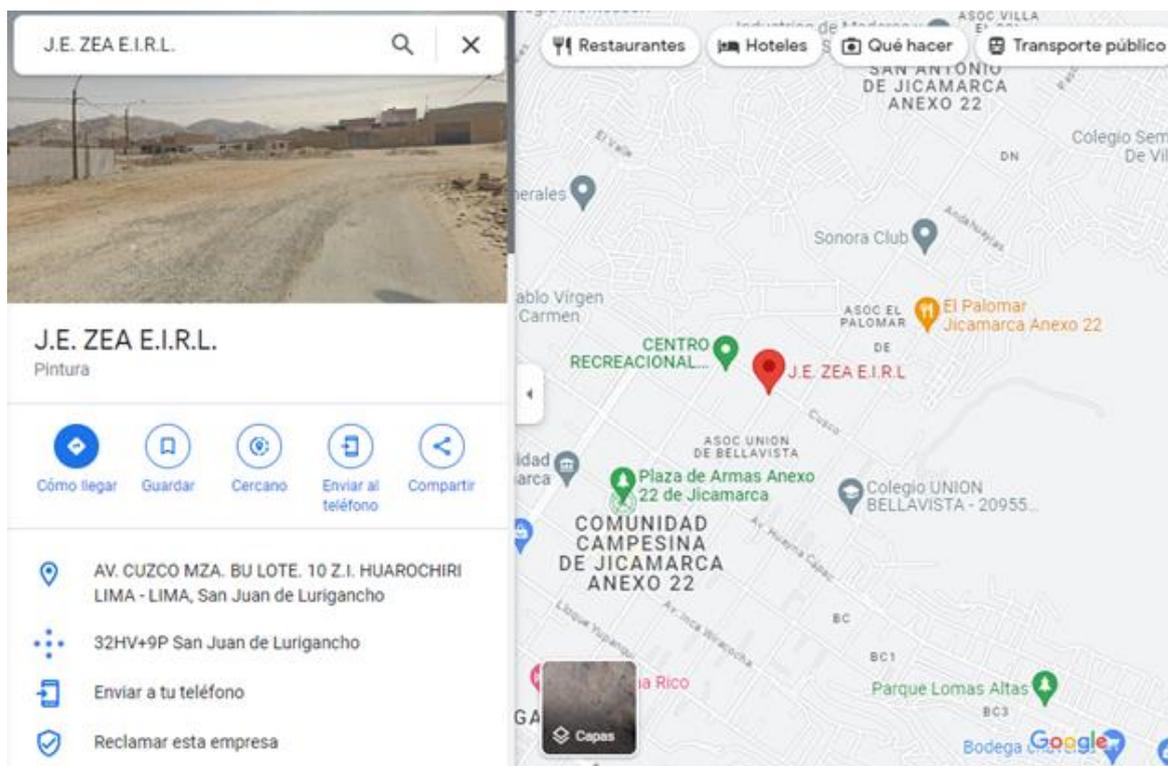
RUC: 20517969185

Fecha de inicio de actividades: 01 de abril del 2008

La organización está a cargo del gerente general, involucrado directamente con los trabajos de la empresa y tiene a su cargo tres áreas: administración, que incluye el área contable; el área de calidad encargada de la inspección de la estructuras y elaboración de protocolos; y el área de producción que comprende el proceso de preparación de superficie y el proceso de recubrimiento.

## Figura 5

*Ubicación de la empresa*



Fuente: Google maps

**Figura 6**

*Organigrama de la empresa*



Fuente: Elaboración propia

### **Descripción del proceso**

El proceso de recubrimiento implica la aplicación de un sistema de recubrimiento especificado por el cliente, en cuanto a espesor y tipo de recubrimiento a usar. La aplicación del recubrimiento se realiza con equipos airless de alta presión. Tanto las estructuras como el recubrimiento son proporcionados por los clientes; al igual que el procedimiento de aplicación. La inspección de las estructuras se realiza cuando estas han secado y en su totalidad, posteriormente a la inspección se realiza el resane, etapa en la que se debe levantar todas las observaciones encontradas, para dar por liberada la estructura y se proceda con el embalaje y despacho.

**Figura 7**

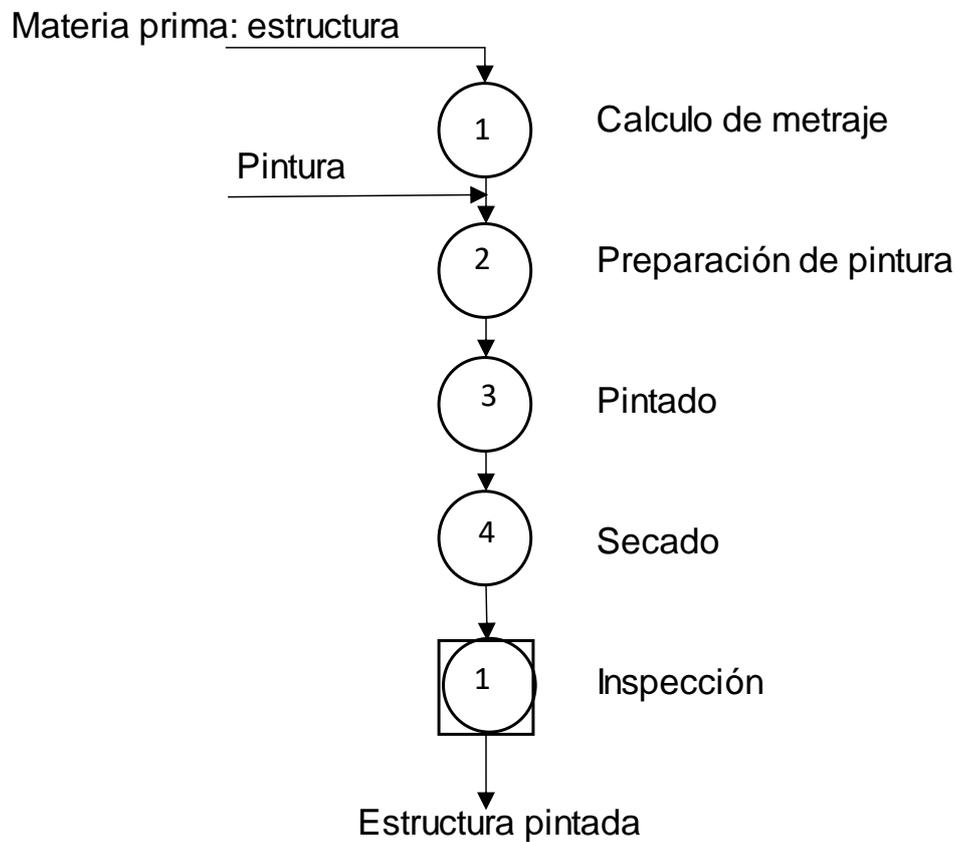
*Trabajos de aplicación de recubrimiento*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**

*DOP del proceso de recubrimiento de estructuras*



Resumen	
Símbolo	Cantidad
	4
	1

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.3. Problemática de la empresa**

Los reportes de los cinco primeros meses del 2023 se muestran en la Tabla 1, donde se observa un promedio de 24% de estructuras observadas. A su vez en la Figura 9 se muestran las observaciones encontradas, así como imágenes de la empresa en la Figura 10.

**Tabla 1**

*Estructuras observadas por mes*

Mes	Estructuras pintadas	Estructuras no conforme	Porcentaje de estructuras no conforme
Enero	110	30	27%
Febrero	120	34	28%
Marzo	64	10	16%
Abril	88	22	25%
Mayo	50	12	24%
Junio	75	19	25%

Fuentes: base de datos de la empresa, 2023.

**Figura 9**

*Observaciones encontradas en las estructuras*

Zonas sin pintura



### Chorreaduras y acumulación de pintura



### Presencia de contaminación



Fuente: Elaboración propia

**Figura 10**

*Imágenes del taller*

Área de recubrimiento



Almacenaje de consumibles



Equipos

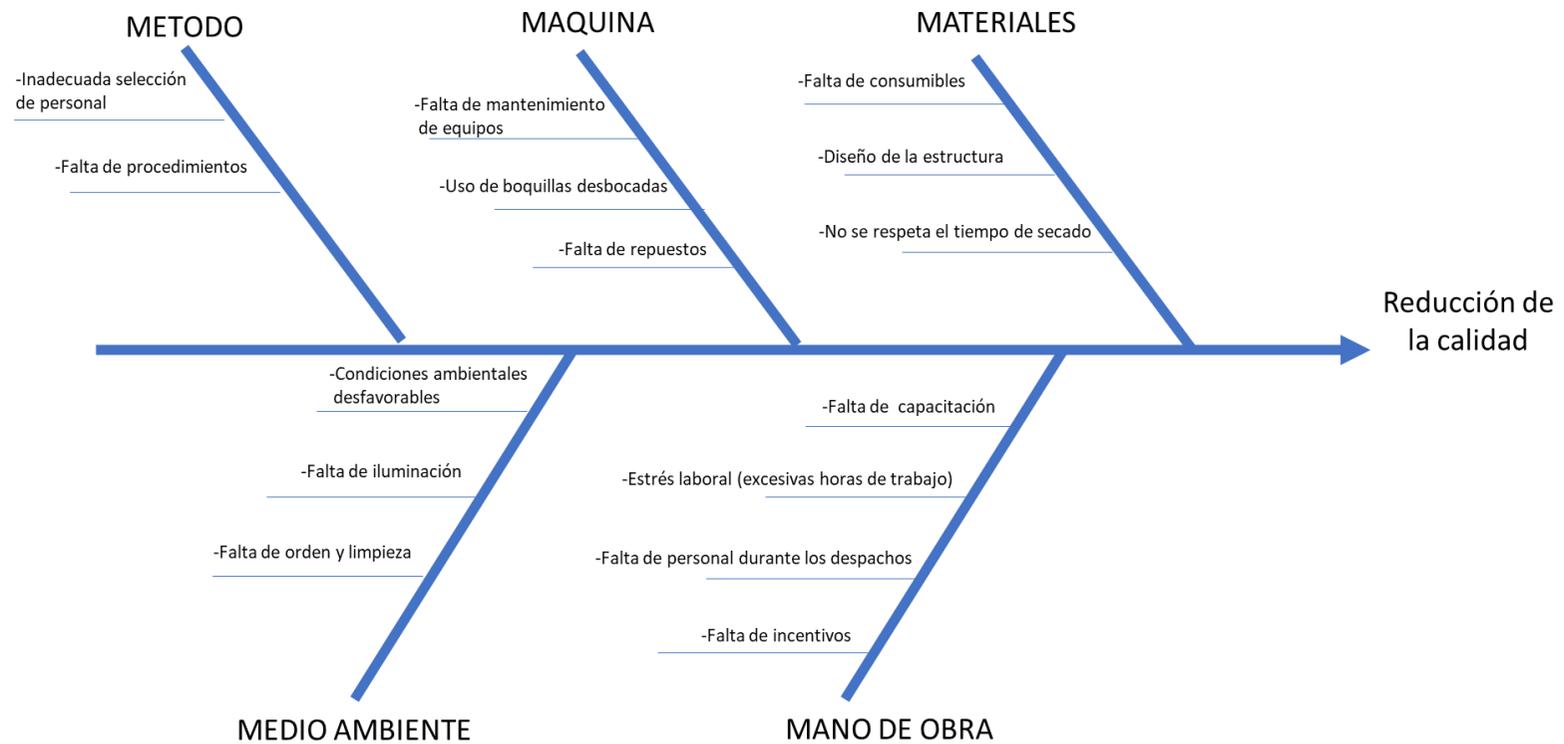


Fuente: Elaboración propia

Las causas de la baja calidad fueron determinadas mediante el diagrama de Ishikawa identificándose quince causas, las cuales fueron codificadas en la Tabla 2.

**Figura 11**

*Diagrama de Ishikawa*



Fuente: elaboración propia

**Tabla 2**

*Codificación de causas*

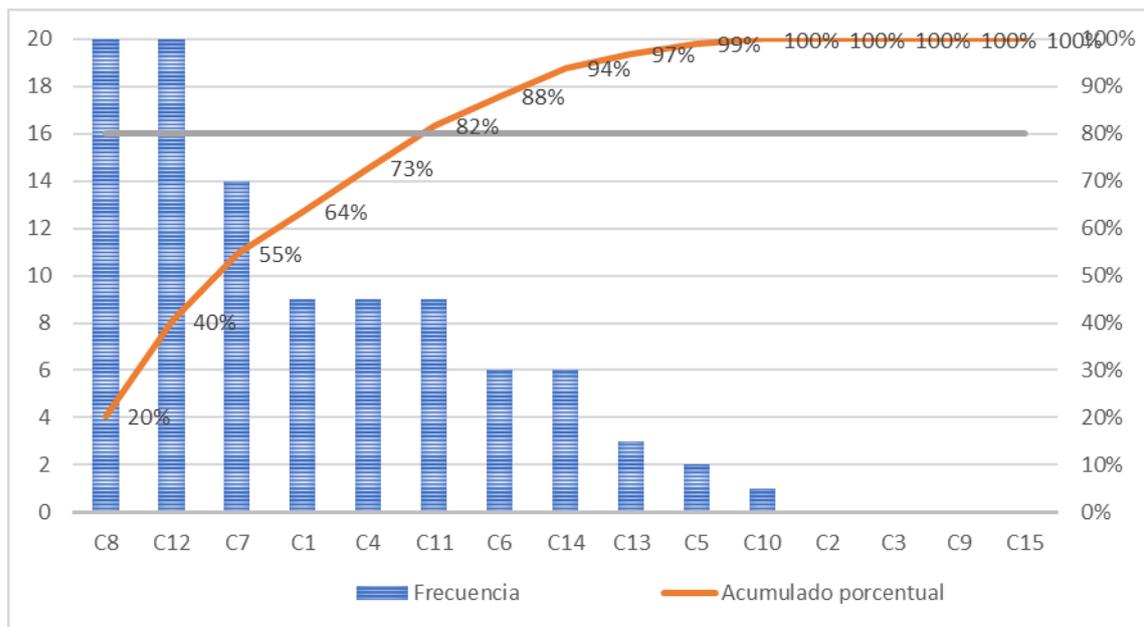
Código	Descripción
C1	Falta de consumibles
C2	No se respeta el tiempo de secado
C3	Diseño de la estructura
C4	Falta de mantenimiento de equipos
C5	Uso de boquillas desbocadas
C6	Falta de repuestos
C7	Inadecuada selección de personal
C8	Falta de procedimientos
C9	Condiciones ambientales desfavorables
C10	Falta de iluminación
C11	Falta de orden y limpieza
C12	Falta de capacitación
C13	Estrés laboral
C14	Falta de personal
C15	Falta de incentivos

Fuente: Elaboración propia

Las causas fueron analizadas mediante una matriz de correlación, la cual se muestra en el Anexo 13, con lo cual se determinó la relación y la frecuencia para las misma y posteriormente se elaboró del diagrama de Pareto.

**Figura 12**

*Diagrama de Pareto*



Fuente: Elaboración propia

Como muestra la Figura 12 y Tabla 3, se determinó como principales causas de las observaciones en las estructuras, las cuales fueron: falta de procedimientos, falta de capacitación, inadecuada selección de personal, falta de consumibles, falta de mantenimiento de equipos y falta de orden y limpieza.

**Tabla 3**

*Tabla de diagrama de Pareto*

Código	Descripción	Frecuencia	Acumulado	Frecuencia porcentual	Acumulado porcentual
C8	Falta de procedimientos	20	20	20%	20%
C12	Falta de capacitación	20	40	20%	40%
C7	Inadecuada selección de personal	14	54	14%	55%
C1	Falta de consumibles	9	63	9%	64%
C4	Falta de mantenimiento de equipos	9	72	9%	73%
C11	Falta de orden y limpieza	9	81	9%	82%
C6	Falta de repuestos	6	87	6%	88%
C14	Falta de personal	6	93	6%	94%
C13	Estrés laboral	3	96	3%	97%
C5	Uso de boquillas desbocadas	2	98	2%	99%
C10	Falta de iluminación	1	99	1%	100%
C2	No se respeta el tiempo de secado	0	99	0%	100%
C3	Diseño de la estructura	0	99	0%	100%
C9	Condiciones ambientales desfavorables	0	99	0%	100%
C15	Falta de incentivos	0	99	0%	100%
		99			

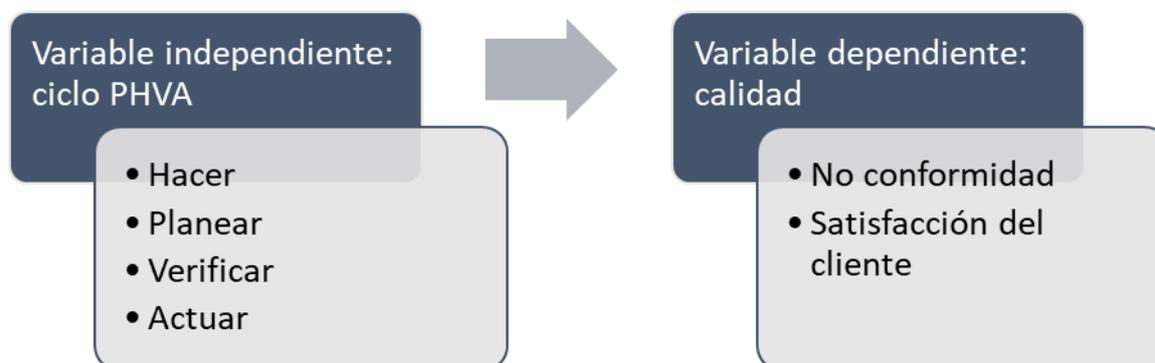
Fuente: Elaboración propia

### **Evaluación del pretest**

Para el desarrollo del pretest se consideraron los datos antes de la implementación, de tal manera que se muestre el estado inicial de la empresa en relación a las variables a estudiar. Para lo cual en la Figura 13 se esquematiza la relación entre variables.

**Figura 13**

*Identificación de variables*



Fuente: Elaboración propia

### **A. Variable independiente**

Para la variable independiente se consideró como dimensiones las cuatro etapas del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar). Estas dimensiones no contaron con datos para el pretest, porque la metodología del ciclo PHVA aún no era implementada, a excepción de la dimensión planear, donde las primeras actividades requeridas por el ciclo PHVA coincidieron con actividades requeridas para la identificación de la problemática en el desarrollo del proyecto.

#### **a. Dimensión planear**

Las actividades especificadas para esta etapa se detallaron en la Tabla 4, así como el cumplimiento de las mismas.

**Tabla 4***Verificación de actividades en la dimensión planear, pretest*

Etapa	Nombre y descripción del paso	Actividad planeada	Planificación	
			Si	No
Planear	Definición y análisis de la magnitud del problema	Revisión de información histórica de la empresa	x	
		Realizar una lluvia de ideas	x	
	Búsqueda de las causas posibles	Realizar el diagrama Ishikawa	x	
		Realizar matriz de correlación	x	
		Realizar el diagrama Pareto	x	
	Implementación de posibles soluciones	Actualización, elaboración e implementación de procedimientos		x
		Elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo de equipos		x
		Elaborar e implementación de check list de equipos y herramientas		x
		Elaborar e implementación del manual de funciones		x
		Elaborar e implementar el programa de capacitación		x
		Identificar y señalar zona de captación de residuos		x
		Elaborar e implementar formato de vale de consumibles		x
		Programar y ejecutar inventario de consumibles		x
		Solicitar aprobación de procedimientos, programas y manuales propuestos a la Gerencia		x

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando en la fórmula:

$$Planear = \frac{AP}{AN} \times 100 = \frac{5}{14} \times 100 = 36\%$$

Donde:

AP = número de actividades planeadas

AN = número de actividades requeridas

Es decir se tiene un cumplimiento de 36% en el planeamiento de las actividades que son requeridas para la implementación del ciclo PHVA. Este porcentaje corresponde a actividades que coincidieron con actividades realizadas para el desarrollo inicial del proyecto (cinco primeras actividades).

### **b. Dimensión hacer**

Para esta dimensión se consideraron las actividades de la etapa anterior.

**Tabla 5**

*Verificación de actividades en la dimensión hacer, pretest*

Nombre y descripción del paso	Actividad identificada
Plan de acción	Actualización, elaboración e implementación de procedimientos
	Elaboración e implementación el plan de mantenimiento preventivo de equipos
	Elaborar e implementación de check list de equipos y herramientas
	Elaborar e implementación del manual de funciones
	Elaborar e implementar el programa de capacitación
	Identificar y señalar zona de captación de residuos
	Elaborar e implementar formato de vale de consumibles
	Programar y ejecutar inventario de consumibles
	Solicitar aprobación de procedimientos, programas y manuales propuestos a la Gerencia

*Fuente: Elaboración propia*

En esta etapa se planeó la ejecución de catorce actividades. Proponiéndose usar un indicador de cumplimiento:

$$Hacer = \frac{AE}{AP} \times 100$$

Donde:

AE = número de actividades ejecutadas

AP = número de actividades planeadas

Para esta dimensión no se tiene avance en el pre-test, por ser parte de la metodología propuesta que aún no estaba implementada.

Seguido se detalla el desarrollo para la elaboración e implementación de procedimientos, manuales, check list, formatos y capacitaciones.

**Tabla 6**

*Descripción de las herramientas propuestas*

Herramienta	Descripción
Procedimientos y manuales	Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes
	Plan de mantenimiento preventivo de equipos
	Manual de funciones
Check list y formatos	Check list de herramientas manuales
	Check list de herramientas eléctricas
	ATS
	Formato de vale de consumibles
Capacitaciones	Ciclo PHVA
	Aplicación de recubrimiento y resanes en taller
	Mantenimiento de equipos y herramientas
	Correcto uso del vale de consumibles
	Orden y limpieza, 5S
	Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS
	Difusión del manual de funciones

Fuente: Elaboración propia

**c. Dimensión verificar**

Para esta dimensión se consideró la comprobación del plan de acción, teniendo en cuenta la entrega de herramientas propuestas, así como la ejecución de capacitaciones según el cronograma mostrado.

En el caso de los check list se programó una entrega por semana, es decir una vez a la semana el personal deberá realizar la verificación de equipos y herramientas. Los formatos de ATS se entregarán diario por parte del personal operario y para vales de consumo se ha programado dos entregas de consumibles por día, al inicio de la jornada y al medio día, los sábados se trabaja medio media, por lo que se considera trece vales por semana.

**Tabla 7**

*Verificación de actividades en la dimensión verificar, pretest*

Actividad	Descripción	Control de ejecución								Total
		Julio				Agosto				
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Entrega de procedimientos y manuales, al personal	Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	1								1
	Plan de mantenimiento preventivo de equipos	1								1
	Manual de funciones	1								1
Entrega de Check list y formatos implementados, por parte del personal operario	Check list de herramientas manuales	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	Check list de herramientas eléctricas	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	ATS	7	7	7	7	7	7	7	7	56
	Formato de vale de consumibles	13	13	13	13	13	13	13	13	104
Ejecución de capacitaciones	Ciclo PHVA	1								1
	Aplicación de recubrimiento y resanes		1							1
	Mantenimiento de equipos y herramientas			1						1
	Correcto uso del vale de consumibles					1				1
	Orden y limpieza, 5s				1					1
	Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS					1				1
	Difusión del manual de funciones	1								1
Señalización	Identificar y señalar zona de captación de residuos				1					1
Entrega de reporte de inventario y verificación	Inventario de consumibles					1				1
<b>Total</b>										<b>188</b>

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se aplicará la fórmula:

$$Verificar = \frac{AEC}{AP} \times 100$$

Donde:

AEC = número de actividades ejecutadas controladas

AP = número de actividades planeadas

Para esta dimensión no se tiene avance en el pretest, por ser parte de la metodología propuesta que aún no estaba implementada.

#### **d. Dimensión actuar**

Para esta dimensión se considera la adopción de las acciones planteadas. Por lo cual se consideraron aquellas actividades que cumplieron con la ejecución de los controles programados, especificados en la etapa anterior.

**Tabla 8**

*Verificación de actividades en la dimensión actuar, pretest*

Descripción	Actividades planeadas	Actividades ejecutadas
Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	x	
Plan de mantenimiento preventivo de equipos	x	
Manual de funciones	x	
Check list de herramientas manuales	x	
Check list de herramientas eléctricas	x	
ATS	x	
Formato de vale de consumibles	x	
Ciclo PHVA	x	
Aplicación de recubrimiento y resanes	x	
Mantenimiento de equipos y herramientas	x	
Correcto uso del vale de consumibles	x	
Orden y limpieza, 5s	x	
Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS	x	
Difusión del manual de funciones	x	
Identificar y señalizar zona de captación de residuos	x	
Inventario de consumibles	x	
Total	16	0

Fuente: Elaboración propia

La dimensión se evaluó mediante la fórmula:

$$Actuar = \frac{AC}{AP} \times 100$$

Donde:

AC = número de actividades ejecutadas controladas

AP = número de actividades planificadas

Para esta dimensión no se tuvo avance en el pretest, por ser parte de la metodología propuesta que aún no estaba implementada

### e. Variable dependiente

Para medir la variable calidad en el proceso de recubrimiento, se consideró:

$$\% \text{ Calidad} = \frac{\text{Estructuras que no presentaron no conformidad y reclamos}}{\text{Estructuras procesados}} * 100$$

Obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 9**

*Verificación de la variable calidad, pretest*

Mes	Semana	Estructuras procesadas	Estructuras que no presentaron no conformidad o reclamos	% calidad
Mayo	1	14	10	71%
	2	10	7	70%
	3	14	10	71%
	4	12	9	75%
Junio	5	22	15	68%
	6	15	10	67%
	7	20	14	70%
	8	18	13	72%
Total		125		71%

Fuente: Elaboración propia

### a. Dimensión no conformidad

Los resultados del pretest para la dimensión no conformidad, se especifican en la Tabla 10.

**Tabla 10***Verificación de la dimensión no conformidad, pretest*

Mes	Semana	Estructuras procesadas	Estructuras no conformes	Porcentaje de estructuras no conformes
Mayo	1	14	3	21%
	2	10	2	20%
	3	14	4	29%
	4	12	3	25%
Junio	5	22	3	14%
	6	15	2	13%
	7	20	6	30%
	8	18	5	28%

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la dimensión no conformidad, se tuvieron 28 estructuras con no conformidad en dos meses de un total de 125, lo que representa un 22% del total de las estructuras que presentaron no conformidades, es decir son estructuras que presentaron incumplimiento de requisitos de calidad.

**b. Dimensión satisfacción del cliente**

Antes de la implementación se reportaron los siguientes resultados.

**Tabla 11***Verificación de la dimensión satisfacción, pretest*

Mes	Semana	Estructuras despachadas	Estructuras despachadas que presentaron reclamos	Porcentaje de estructuras con reclamos	Porcentaje de satisfacción de los clientes
Mayo	1	14	2	14%	86%
	2	10	2	20%	80%
	3	14	3	21%	79%
	4	12	3	25%	75%
Junio	5	22	4	18%	82%
	6	15	3	20%	80%
	7	20	5	25%	75%
	8	18	4	22%	78%

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la dimensión satisfacción del cliente tuvo 26 reclamos por estructuras despachadas de un total de 125 en dos meses, lo que representó un promedio de satisfacción del cliente de 79%.

**3.5.5. Cronograma de ejecución**

En la Tabla 12 se especifica el desarrollo del trabajo de implementación.

**Tabla 12**

*Cronograma de ejecución*

Actividad	Descripción	Control de ejecución							
		Julio				Agosto			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Entrega de procedimientos y manuales, al personal	Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	■							
	Procedimiento de mantenimiento de equipos	■							
	Manual de funciones	■							
Implementación de Check list y formatos	Check list de herramientas manuales	■	■	■	■	■	■	■	■
	Check list de herramientas eléctricas	■	■	■	■	■	■	■	■
	ATS	■	■	■	■	■	■	■	■
	Formato de vale de consumibles	■	■	■	■	■	■	■	■
Ejecución de capacitaciones	Ciclo PHVA	■							
	Aplicación de recubrimiento y resanes		■						
	Mantenimiento de equipos y herramientas			■					
	Correcto uso del vale de consumibles					■			
	Orden y limpieza, 5s				■				
	Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS					■			
	Difusión del manual de funciones	■							
Implementación de orden y limpieza	Identificar y señalar zona de captación de residuos				■				
	Implementación orden y limpieza				■	■	■	■	■
Mantenimiento	Inspección y limpieza de equipos			■	■	■	■	■	■
Entrega de reporte de inventario y verificación	Inventario de consumibles					■			

Fuente: Elaboración propia

## Implementación del ciclo PHVA

### A. Etapa planear

En esta etapa se identificó la problemática, mediante el análisis de datos recopilados en el pretest durante mayo y junio, así como las posibles causas mediante herramientas como diagrama de Ishikawa. Seguido se identificaron las causas principales, para lo cual se usaron herramientas como matriz de correlación y diagrama Pareto, los que se detallaron en el punto 3.5.3.

A continuación en la Tabla 13, se identificaron las soluciones para las principales causas.

**Tabla 13**

*Lista de actividades de la etapa planear*

Código	Causa	Actividad identificada
C8	Falta de procedimientos	Actualización, elaboración e implementación de procedimientos
C4	Falta de mantenimiento de equipos	Elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo de equipos
C4	Falta de mantenimiento de equipos	Elaborar e implementación de check list de equipos y herramientas
C7	Inadecuada selección de personal	Elaborar e implementación del manual de funciones
C12-C1-C4	Falta de capacitación	Elaborar e implementar el programa de capacitación
C11	Falta de orden y limpieza	Identificar y señalizar zona de captación de residuos
C1	Falta de consumibles	Elaborar e implementar formato de vale de consumibles
C1	Falta de consumibles	Programar y ejecutar inventario de consumibles

Fuente: Elaboración propia

Los temas que se consideraron en cada una de las herramientas propuestas y sus objetivos, fueron especificados en la Tabla 14.

**Tabla 14****Descripción y objetivo de los entregables**

Herramienta	Descripción	Objetivo
Procedimientos y manuales	Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	Estandarizar el trabajo del personal
	Plan de mantenimiento preventivo de equipos	
	Manual de funciones	Especificar las funciones y características de cada cargo
Check list y formatos	Check list de herramientas manuales	Verificar el estado del equipo
	Check list de herramientas eléctricas	
	ATS	Identificar las etapas del trabajo, herramientas, equipos, materiales
	Formato de vale de consumibles	Tener un control de salida de consumibles y repuestos
Capacitaciones	Ciclo PHVA	Difundir y concientizar al personal en temas de calidad y mejora continua
	Aplicación de recubrimiento y resanes	Mejorar las habilidades y conocimiento del personal en relación a la aplicación de recubrimientos y resanes
	Mantenimiento de equipos y herramientas	Mejorar las habilidades y conocimiento del personal sobre mantenimiento de equipos y herramientas
	Correcto uso del vale de consumibles	Difundir el uso de vales de consumo y su importancia en control de inventario
	Orden y limpieza, 5s	Concientizar al personal en la importancia de mantener tanto las áreas de trabajo, equipos y herramientas en condiciones óptimas para la eficiencia, calidad y seguridad
	Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS	Concientizar al personal de la importancia de la verificación de herramientas y equipos
	Difusión del manual de funciones	Difundir los requisitos necesarios para el desempeño de determinadas funciones, incentivando al personal a participar de capacitaciones a fin de incrementar sus habilidades y conocimientos

Fuente: Elaboración propia

En esta etapa también se consideró la elaboración del cronograma de implementación correspondiente a los meses de julio y agosto

## B. Etapa hacer

Esta etapa abarcó la ejecución de las actividades especificadas en la etapa anterior. Iniciando con la elaboración de procedimientos, manuales y formatos.

Figura 14

### Diseño de procedimientos y manuales

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO Y RESANES EN TALLER

EMPRESA  
J.E. ZEA E.I.R.L.

Actividad	Responsable	Fecha	Estado
Elaboración del manual			
Revisión del manual			
Implementación del manual			
Actualización del manual			

Capítulo I. Introducción

Capítulo II. Funciones

Capítulo III. Mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS

EMPRESA  
J.E. ZEA E.I.R.L.

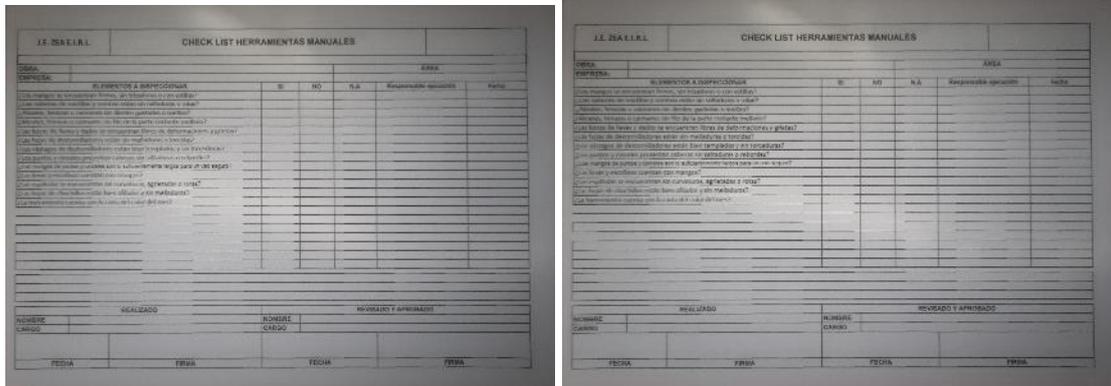
Actividad	Responsable	Fecha	Estado
Elaboración del plan			
Revisión del plan			
Implementación del plan			
Actualización del plan			

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

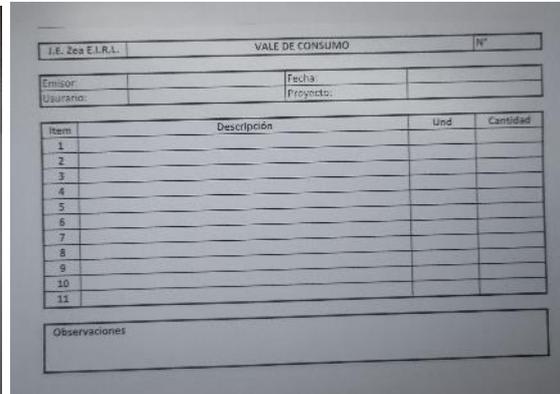
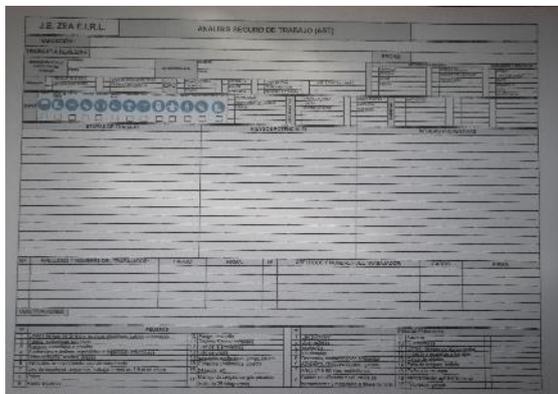
Diseño de formatos

Herramientas manuales y eléctricas



ATS

Vale de consumo

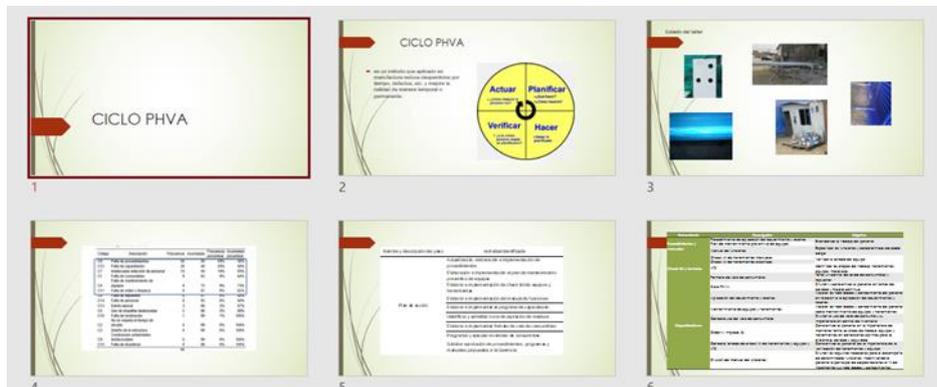


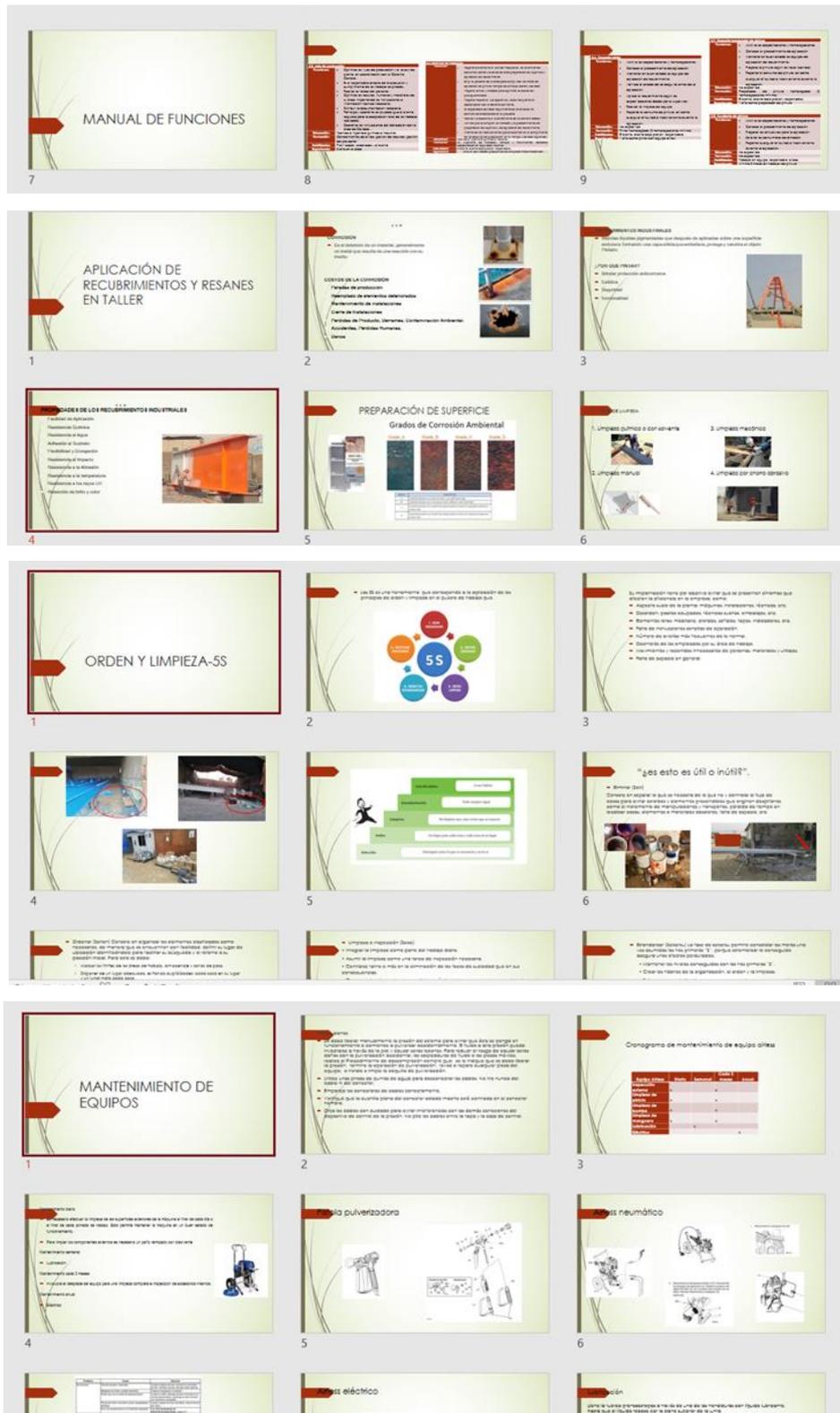
Fuente: Elaboración propia

Para las capacitaciones se contó con la participación del personal operativo, de acuerdo a los temas y cronograma especificado.

Figura 16

Capacitaciones





Fuente: Elaboración propia

### C. Etapa verificar

En esta etapa se verificó la ejecución de las actividades planeadas, según la Tabla

7, del ítem 3.5.

## Figura 17

*Imágenes de la etapa verificar*

Orden y limpieza - Almacén antes y después



Orden y limpieza – área de pintura

## Área de recubrimiento antes y después



## Mantenimiento de equipos



Fuente: Elaboración propia

## Clasificación de accesorios



Fuente: Elaboración propia

Control de aplicación de recomendaciones de capacitación de aplicación de recubrimiento

Control de espesor humedo



Uso de agitador de pintura



Fuente: Elaboración propia

### Aplicación de recubrimiento



### Control de espesor seco



Fuente: Elaboración propia

#### **D. Etapa actuar**

En función a los resultados de la etapa anterior se acordó continuar con el uso de los formatos establecidos. Los chet list de herramientas manuales y eléctricas, así como el ATS se presentaron semanalmente y los vales de consumo se usaron de manera diaria. De igual manera se continuara con las capacitaciones de manera mensual o dependiendo de las evaluaciones de la supervisión.

## Evaluación del post test

### A. Variable independiente ciclo PHVA

#### a. Dimensión Planear

Los resultados para las actividades propuestas fueron los siguiente:

**Tabla 15**

*Verificación de actividades en la dimensión planear, post test*

Etapa	Nombre y descripción del paso	Actividad planeada	Planificación	
			Si	No
Planear	Definición y análisis de la magnitud del problema	Revisión de información histórica de la empresa	x	
		Realizar una lluvia de ideas	x	
	Búsqueda de las causas posibles	Realizar el diagrama Ishikawa	x	
		Realizar matriz de correlación	x	
		Realizar el diagrama Pareto	x	
	Implementación de posibles soluciones	Actualización, elaboración e implementación de procedimientos	x	
		Elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo de equipos	x	
		Elaborar e implementación de check list de equipos y herramientas	x	
		Elaborar e implementación del manual de funciones	x	
		Elaborar e implementar el programa de capacitación	x	
		Identificar y señalar zona de captación de residuos		
		Elaborar e implementar formato de vale de consumibles	x	
		Programar y ejecutar inventario de consumibles	x	
		Solicitar aprobación de procedimientos, programas y manuales propuestos a la Gerencia	x	

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando en la fórmula:

$$Planear = \frac{AP}{AN} \times 100 = \frac{14}{14} \times 100 = 100\%$$

Donde:

AP = número de actividades planeadas

AN = número de actividades requeridas

Es decir se tuvo un cumplimiento de 100% para las actividades en esta etapa.

### b. Dimensión hacer

Los resultados para las actividades propuestas fueron los siguientes:

**Tabla 16**

*Verificación de actividades en la dimensión hacer, post test*

Nombre y descripción del paso	Actividad identificada	Actividad ejecutada	
		Si	No
Plan de acción	Actualización, elaboración e implementación de procedimientos	x	
	Elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo de equipos	x	
	Elaborar e implementación de check list de equipos y herramientas	x	
	Elaborar e implementación del manual de funciones	x	
	Elaborar e implementar el programa de capacitación	x	
	Identificar y señalar zona de captación de residuos	x	
	Elaborar e implementar formato de vale de consumibles	x	
	Programar y ejecutar inventario de consumibles	x	
	Solicitar aprobación de procedimientos, programas y manuales propuestos a la Gerencia	x	

*Fuente: Elaboración propia*

Obteniéndose un cumplimiento de 100% para las actividades en esta etapa.

$$Hacer = \frac{9}{9} \times 100$$

Donde:

AE = Número de actividades ejecutadas

AP = Número de actividades planeadas

### c. Dimensión verificar

Para la ejecución de esta etapa se programaron 16 actividades, las cuales fueron evidenciadas con 188 entregables, los cuales se especifican en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Verificación de actividades en la dimensión verificar, post test*

Actividad	Descripción	Actividades planeadas	Actividades ejecutadas
Entrega de procedimientos y manuales, al personal	Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	1	1
	Plan de mantenimiento preventivo de equipos	1	1
	Manual de funciones	1	1
Entrega de check list y formatos implementados, por parte del personal operario	Check list de herramientas manuales	8	8
	Check list de herramientas eléctricas	8	8
	ATS	56	4
	Formato de vale de consumibles	104	104
Ejecución de capacitaciones	Ciclo PHVA	1	1
	Aplicación de recubrimiento y resanes	1	1
	Mantenimiento de equipos y herramientas	1	1
	Correcto uso del vale de consumibles	1	1
	Orden y limpieza, 5s	1	1
	Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS	1	1
	Difusión del manual de funciones	1	1
Señalización	Identificar y señalar zona de captación de residuos	1	1
Entrega de reporte de inventario y verificación	Inventario de consumibles	1	1
Total		188	136

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se aplicará la fórmula:

$$Verificar = \frac{136}{188} \times 100 = 70.2\%$$

Donde:

AEC = número de actividades ejecutadas controladas

AP = número de actividades planeadas

Es decir se tuvo un cumplimiento de 70.2% para las actividades en esta etapa.

#### d. Dimensión actuar

Para esta dimensión se consideró aquellas actividades que cumplieron con la ejecución de los controles programados, especificados en la etapa anterior.

**Tabla 18**

*Verificación de actividades en la dimensión actuar, post test*

Descripción	Actividades planeadas	Actividades ejecutadas
Procedimiento de aplicación de recubrimiento y resanes	x	x
Plan de mantenimiento preventivo de equipos	x	x
Manual de funciones	x	x
Check list de herramientas manuales	x	x
Check list de herramientas eléctricas	x	x
ATS	x	---
Formato de vale de consumibles	x	x
Ciclo PHVA	x	x
Aplicación de recubrimiento y resanes	x	x
Mantenimiento de equipos y herramientas	x	x
Correcto uso del vale de consumibles	x	x
Orden y limpieza, 5s	x	x
Correcto llenado de check list de herramientas y equipos y ATS	x	x
Difusión del manual de funciones	x	x
Identificar y señalizar zona de captación de residuos	x	x
Inventario de consumibles	x	x
Total	16	15

Fuente: Elaboración propia

La dimensión se evaluará mediante la fórmula:

$$Actuar = \frac{15}{16} \times 100 = 93.75\%$$

Donde:

AC = Número de actividades ejecutadas adecuadamente

AP = Número de actividades planeadas

Es decir se tuvo un cumplimiento de 93.75% para las actividades en esta etapa

### e. Variable dependiente

Luego de la implementación se obtuvo un incremento de la calidad a un 84%.

**Tabla 19**

*Verificación de la variable calidad, post test*

Mes	Semana	Estructuras procesadas	Estructuras que presentaron no conformidad o reclamos	% calidad
Septiembre	1	49	8	84%
	2	44	8	82%
	3	47	7	85%
	4	50	8	84%
Octubre	5	34	5	85%
	6	26	5	81%
	7	42	6	86%
	8	49	8	84%

### a. Dimensión no conformidad

Luego de la implementación se obtuvo una reducción de las no conformidades a un 13%.

**Tabla 20**

*Verificación de la dimensión no conformidad, post test*

Mes	Semana	Estructuras procesadas	Estructuras no conformes	Porcentaje de estructuras no conformes
Septiembre	1	49	6	12%
	2	44	7	16%
	3	47	5	11%
	4	50	7	14%
Octubre	5	34	4	12%
	6	26	4	15%
	7	42	5	12%
	8	49	7	14%

Fuente: Elaboración propia

### b. Dimensión satisfacción del cliente

Luego de la implementación se obtuvo un incremento de la satisfacción del cliente a un 88%.

**Tabla 21***Verificación de la dimensión satisfacción, post test*

Mes	Semana	Estructuras despachadas	Estructuras despachadas que presentaron reclamos	Porcentaje de estructuras con reclamos	Porcentaje de satisfacción de los clientes
Septiembre	1	49	7	14%	86%
	2	44	5	11%	89%
	3	47	5	11%	89%
	4	50	6	12%	88%
Octubre	5	34	5	15%	85%
	6	26	3	12%	88%
	7	42	4	10%	90%
	8	49	6	12%	88%

Fuente: Elaboración propia

**Análisis económico**

Para este análisis se consideró los costos de inversión, mantenimiento y egresos, obtenidos por la implementación del ciclo PHVA; con los cuales se determinó el VAN, TIR y la relación beneficio/costo.

El análisis inicio con la determinación de los costos de inversión.

**Tabla 22***Costo de inversión*

Descripción	Personas	Horas	Costo x	
			hora	Total
Charlas de capacitación	1	5	S/6.25	S/31.25
Investigador	1	256	S/6.25	S/1,600.00
Materiales				S/286.00
				S/1,917.25

Fuente: Elaboración propia

También se tiene los gastos de mantenimiento, como parte del análisis económico los cuales se reportan en la Tabla 23.

**Tabla 23***Gastos de mantenimiento*

Descripción	Horas	Costo x	
		hora	Total
Capacitación y revisión de formatos	4	6.67	S/26.67
Materiales			S/24.00
		Total	S/50.67

Fuente: Elaboración propia

Así como los ingresos, es decir los beneficios de la implementación.

**Tabla 24***Ingresos*

Descripción	Costo	
	Pre test	Post test
Costo de supervisión por supervisor	S/195.00	S/60.00
Costo de reparación por HH-operario	S/225.63	S/0.00
Costo de reparación por HH-ayudante	S/112.50	S/105.00
Costo de insumos	S/236.80	S/127.00
Costo de pintura	S/364.80	S/121.60
Total	S/939.73	S/353.60
Diferencial	S/586.13	

Fuente: Elaboración propia

Seguido se realizó el análisis económico, como se detalla en la Tabla 25. La tasa de interés considerada fue de 15.8%, la cual se detalla en el Anexo 17.

**Tabla 25***Análisis económico*

Concepto	Inversión	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión (-)	1917.25												
Ingresos (+)		586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13	586.13
Egresos - Mantenimiento (-)		50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67	50.67
Flujo efectivo	-1917.25	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46	535.46
VAN	S/891.21												
Tasa de interés	15.8%												
TIR	26.22%												

Como se observa se obtuvo un VAN de S/. 891.21, el cual es positivo, es decir la inversión será recuperada. Con lo cual el proyecto es aceptable.

Con respecto al TIR obtenido un valor de 26.22%.

A su vez se realizó el cálculo del beneficio/costo, obteniéndose:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\text{S}/3,074.21}{\text{S}/2,182.99} = 1.41$$

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Se usó hojas de cálculo en Excel. Así como también el software SPSS versión 26 para el análisis de resultados descriptivos e inferenciales. Para determinar la normalidad de distribución de datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, y para la prueba de hipótesis se aplicó el estadígrafo T-Student.

El análisis descriptivo consistió en el conteo de casos para las categorías que conforman una variable a fin de determinar su tendencia (Hernández y Mendoza, 2018, p.328). Mientras el análisis inferencial incluyó probar las hipótesis y estimar parámetros, a fin según Wiersma y Jurs (como se citó en Hernández y Mendoza, 2018, p. 338) probar la congruencia de la hipótesis poblacional con los resultados de la muestra.

### **3.7 Aspecto ético**

El trabajo de investigación cumplió los buenos principios y conductas durante la investigación, utilizando la norma ISO 690, así como respetando la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo. Respecto a los datos y procedimientos relacionados a la empresa, fueron tomados con el consentimiento de la misma, como se evidencia en los Anexos 4, 5, 6.

## IV. RESULTADOS

### Análisis descriptivo

#### A. Variable calidad

Como parte de los resultados para la variable dependiente se especifican los datos obtenidos del programa SSPS versión 26, en la Tabla 26. El reporte completo se muestra en el Anexo 18.

**Tabla 26**

*Resultados descriptivos para la variable calidad*

Variable	Descriptivos	Estadístico	
		Pre test	Post test
Calidad	Media	70.50	83.88
	Mediana	70.50	84.00
	Varianza	6.00	2.70
	Desviación estándar	2.45	1.64
	Rango	8.00	5.00

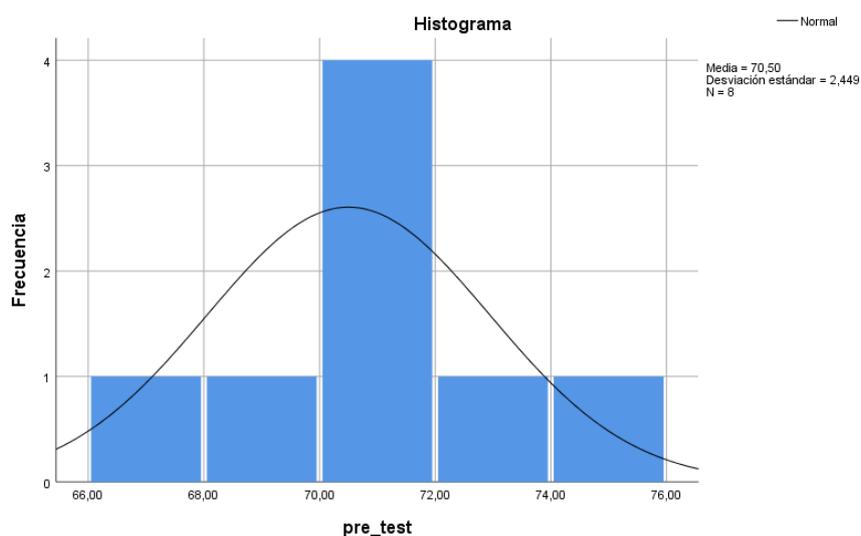
Fuente: Elaboración propia

Para la variable calidad la media muestra un incrementado de 13.38% y la desviación estándar disminuyó de 2,45 a 1.64.

En relación a la asimetría, la cual se muestra en las Figuras 16 y 17, es positiva para el pre test y negativa para el post test.

**Figura 18**

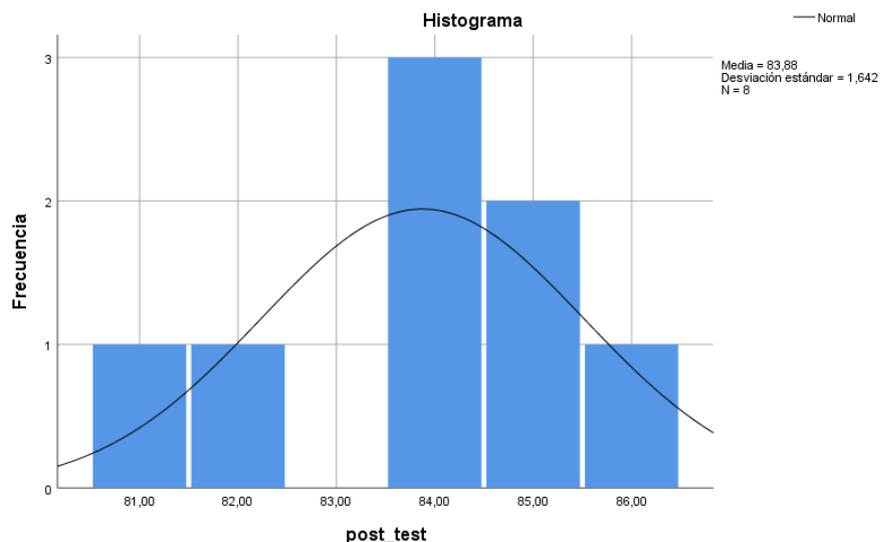
*Histograma para la variable calidad pre test*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 19**

*Histograma para la variable calidad post test*



Fuente: Elaboración propia

En relación a la curtosis es positiva para ambos casos, como se muestra en las Figuras 16 y 17.

### **B. No conformidad**

Como parte de los resultados para la primera dimensión se especifican los datos obtenidos del programa SSPS versión 26, en la Tabla 27. El reporte completo se muestra en el Anexo 18.

**Tabla 27**

*Resultados descriptivos para la dimensión no conformidad*

Dimensión	Descriptivos	Estadístico	
		Pre test	Post test
No conformidad	Media	22.50	13.25
	Mediana	23.00	13.00
	Varianza	43.71	3.07
	Desviación estándar	6.61	1.75
	Rango	17.00	5.00

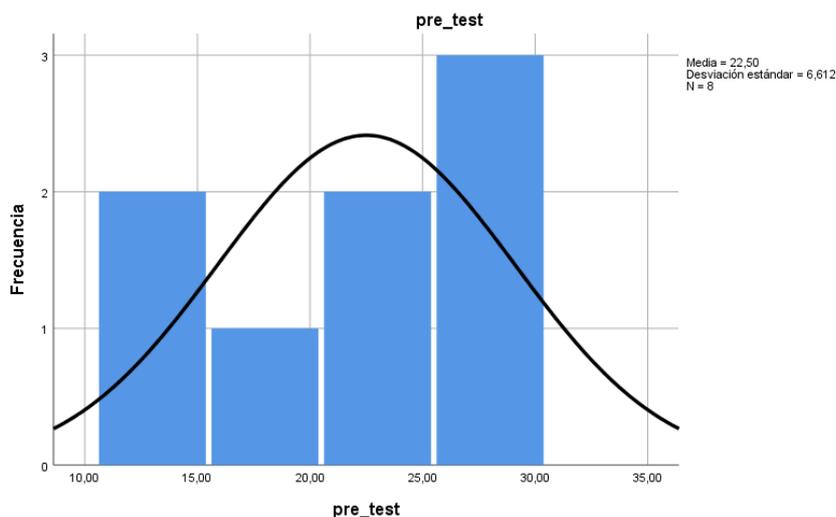
Fuente: Elaboración propia

Para la dimensión no conformidad la media se redujo en 9.25% y la desviación estándar disminuyó de 6.61 a 1.75.

En relación a la asimetría, la cual se muestra en las Figuras 18 y 19, es negativa para el pre test y positiva para el post test.

**Figura 20**

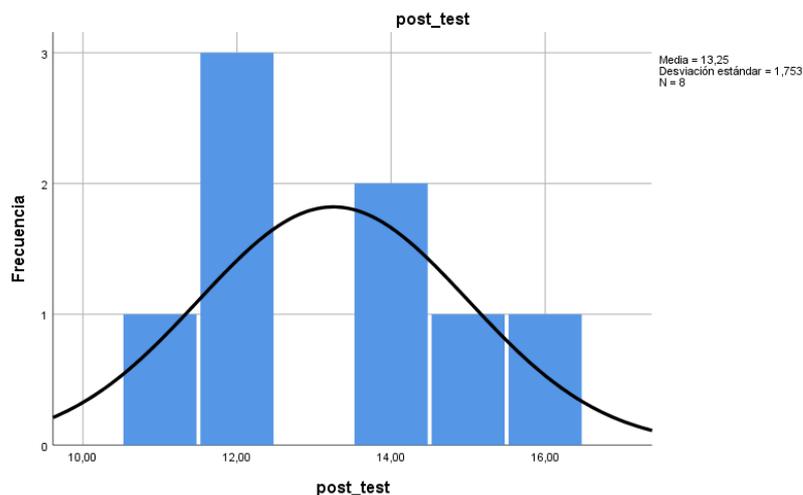
*Histograma para la dimensión no conformidad pre test*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 21**

*Histograma para la dimensión no conformidad post test*



Fuente: Elaboración propia

En relación a la curtosis es negativa para ambos casos, como se muestra en las Figuras 18 y 19.

### **C. Satisfacción del cliente**

Como parte de los resultados para la segunda dimensión se especifican los datos obtenidos del programa SSPS versión 26, en la Tabla 28. El reporte completo se

muestra en el Anexo 18.

**Tabla 28**

*Resultados descriptivos para la dimensión satisfacción*

Dimensión	Descriptivos	Estadístico	
		Pre test	Post test
Satisfacción	Media	79.38	87.88
	Mediana	79.50	88.00
	Varianza	13.13	2.70
	Desviación estándar	3.62	1.64
	Rango	11.00	5.00

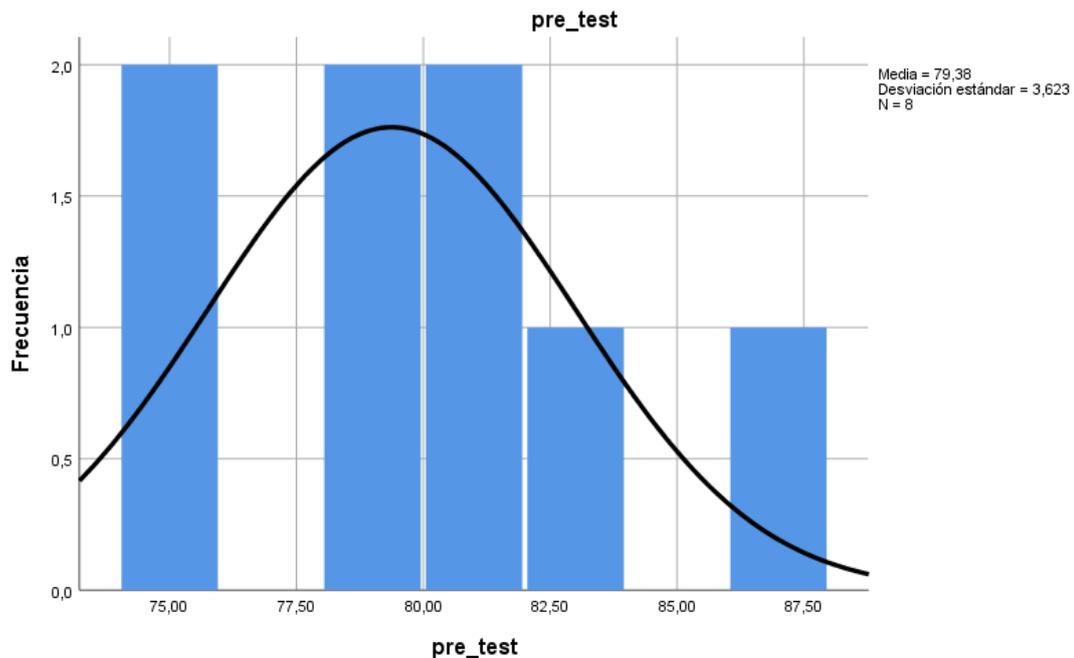
Fuente: Elaboración propia

Para la dimensión satisfacción del cliente la media incremento en 8.5% y la desviación estándar disminuyo de 3.62 a 1.64.

En relación a la asimetría, la cual se muestra en las Figuras 20 y 21, es negativa para el pre test y positiva para el post test.

**Figura 22**

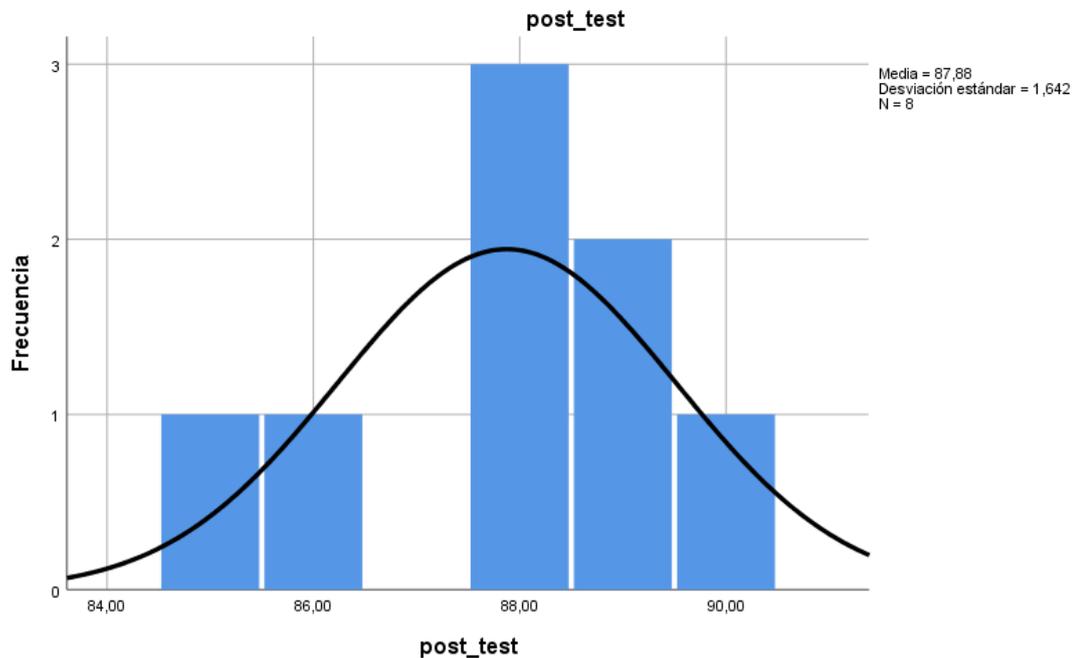
*Histograma para la dimensión satisfacción del cliente pre test*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 23**

*Histograma para la dimensión satisfacción del cliente post test*



Fuente: Elaboración propia

En relación a la curtosis es positiva para ambos casos, como se muestra en las Figuras 20 y 21.

## **Análisis inferencial**

### **A. Determinación de la normalidad**

Se considero la prueba de Shapiro - Wilk ( $n < 30$ )

Donde:

$n$  = número de muestras

Condiciones:

Si "p-valor" (significancia)  $> 0,05$ , los datos tienen una distribución normal, se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ )

Si "p-valor" (significancia)  $\leq 0,05$ , los datos no tienen una distribución normal, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

#### **a. Prueba de normalidad para la hipótesis general**

$H_a$ : la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. tienen una distribución normal

$H_0$ : la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. no tienen una distribución normal

**Tabla 29***Prueba de normalidad para la variable calidad*

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre test calidad	0.956	8	0.773
Post test calidad	0.912	8	0.369

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene un grado de significancia  $> 0,05$ , es decir se tiene una distribución normal.

**b. Prueba de normalidad para la primera hipótesis específica:**

Ha: la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., tiene una distribución normal

Ho: la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., no tiene una distribución normal

**Tabla 30***Prueba de normalidad para la dimensión no conformidad*

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre test no conformidad	0.907	8	0.332
Post test no conformidad	0.916	8	0.397

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene un grado de significancia  $> 0,05$ , es decir se tiene una distribución normal

**c. Prueba de normalidad para la segunda hipótesis específica:**

Ha: la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., tiene una distribución normal

Ho: la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., no tiene una distribución normal

**Tabla 31***Prueba de normalidad para la dimensión satisfacción*

Descripción	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre test satisfacción	0.937	8	0.578
Post test satisfacción	0.912	8	0.369

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene un grado de significancia  $> 0,05$ , es decir se tiene una distribución normal.

**B. Contrastación de hipótesis**

Al tener los datos una distribución normal se usó para la contrastación de hipótesis el estadígrafo T-Student.

Criterio de decisión:

Ho:  $\mu_1 = \mu_2$  (las medias son iguales, no hay diferencia significativa entre el pre y post)

Ha:  $\mu_1 \neq \mu_2$  (las medias son diferentes, si hay diferencia significativa entre el pre y post)

Si sig  $\leq 0.05$ , rechazamos la hipótesis Ho y aceptamos la hipótesis Ha

Si sig  $> 0.05$ , aceptamos la hipótesis Ho y rechazamos la hipótesis Ha

**a. Contrastación de hipótesis general**

Ha: la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

Ho: la aplicación del ciclo PHVA no mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

**Tabla 32***Resultados de estadística emparejada para la variable calidad*

	Media	N	Desv.	Desv. Error	
			Desviación	promedio	
Par 1	Pre test calidad	70.50	8.00	2.45	0.87
	Post test calidad	83.88	8.00	1.64	0.58

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33***Contrastación de hipótesis general*

		Diferencias emparejadas							
		95% de intervalo de confianza de la diferencia					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par	pre test	-	2.50	0.89	-	-	-15.111	7	0.000
1	calidad - post test calidad	13.38			15.47	11.28			

Fuente: Elaboración propia

La significancia para el pretest y post test es  $0.00 < 0.05$ , por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

**b. Contrastación de primera hipótesis específica**

$H_a$ : la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L

$H_o$ : la aplicación del ciclo PHVA no reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., no tiene una distribución normal.

**Tabla 34**

Resultados de estadística emparejada para la dimensión no conformidad

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre test no conformidad	22.50	8.00	6.61	2.34
	Post test no conformidad	13.25	8.00	1.75	0.62

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35***Resultados del T-Student para la primera hipótesis específica*

		Diferencias emparejadas						Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t		gl
					Inferior	Superior			
Par 1	pre test no conformidad - post test no conformidad	9.25	7.42	2.62	3.05	15.45	3.53	7.00	0.01

Fuente: Elaboración propia

La significancia para el pretest y post test es  $0.01 < 0.05$ , por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

**c. Contrastación de segunda hipótesis específica**

$H_a$ : la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

$H_o$ : la aplicación del ciclo PHVA no mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

**Tabla 36***Resultados de estadística emparejada para la dimensión satisfacción*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre test satisfacción	79.38	8.00	3.62	1.28
	Post test satisfacción	87.88	8.00	1.64	0.58

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37***Resultados del T-Student para la segunda hipótesis específica*

		Diferencias emparejadas						Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t		gl
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre test satisfacción - post test satisfacción	8.50	4.93	1.74	12.62	4.38	4.88	7.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

La significancia para el pretest y post test es  $0.00 < 0.05$ , por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.

## V. DISCUSIÓN

Como parte de los resultados obtenidos producto de la aplicación del ciclo PHVA en el proceso de recubrimiento, al considerar la variable dependiente calidad se tuvo un incremento de 13.38%; en relación a sus dimensiones no conformidad se obtuvo una reducción de 9.25% y en la dimensión satisfacción del cliente se obtuvo un incremento de 8.5%. Dichos resultados fueron confirmados con la prueba T-Student en la cual se obtuvo unas significancias menores a 0.05, es decir las medias para el pre y post test tuvieron una variación significativa. En cuanto al análisis económico se obtuvo una relación beneficio costo de 1.41 y un VAN positivo.

Lo cual concuerda con resultados positivos obtenidos por otros investigadores que aplicaron el ciclo PHVA para la mejora de la calidad en diferentes procesos.

Es así que investigaciones como la de Sjarifudin y Kurnia, en la cual obtienen una reducción de 33.7% de productos defectuosos por mes en la producción de chaquetas en Indonesia, además de un ahorro de \$4282.00; como resultado de la aplicación del ciclo PHVA, la cual permitió identificar los factores causantes de los mismos y proponer soluciones para resolver los problemas, así como la ampliación de la implementación de la metodología en otras áreas de la empresa. En este caso la reducción de producto no conforme es mayor para lo cual implementaron mejoras en la capacitación del personal, en el mantenimiento de equipos e identificación de equipos antiguos con discontinuidad de repuestos y señalizaciones en el área en caso de problemas.

Por su parte Arredondo, Blanco, Miranda, Solís, Real y García en su investigación realizada en una empresa de fabricación de dispositivos médicos en México, en el cual lograron una mejora económica significativa de \$89,058.21 anual, resultado de la reducción del 20% de residuos generados, todo producto de la metodología PHVA. Proponiendo como alternativa de solución la estandarización, propuesta de nuevos métodos y monitoreo de resultados. En este caso el tiempo de implementación fue de dos años, incluyendo cambio de tecnología que representó un ahorro significativo.

Por su parte del Solar, del Río y Villoria en su investigación consiguieron elevar el índice de calidad en un 20% producto de la detección de defectos y una reducción de los costos de reparación en 336.07€, por las medidas preventivas que se

implementaron producto del ciclo PHVA. Por lo cual recomiendan el uso de la metodología PHVA por su fácil aplicación en proyectos de construcción para la mejora de la calidad, mediante la implementación de procedimientos y listas de verificación. En comparación con la presente investigación, los beneficios obtenidos por del Solar [et al] fueron mayores, siendo el mayor logro la reducción de costos derivados de defectos en un 45% y el incremento del índice de calidad, a su vez se coincidió en el uso de herramientas como la implementación de procedimientos y el uso de listas de verificación.

Nguyen, Nguyen, Schumacher y Tran en su investigación buscaron aplicar el ciclo PHVA en la producción de envases sostenibles en Vietnam, con el objetivo de mejorar la calidad y reducir los defectos por embalaje mediante el uso de materiales amigables con el medio ambiente, logrando un nuevo diseño con un costo 12% menor al esperado con el uso de materiales amigables con el medio ambiente y de esta manera reducir el tiempo de embalaje y las pérdidas por productos dañados. Esta investigación considero un nuevo método de embalaje.

Chojnacka-Komorowska y Kochaniec en su investigación proponen mejorar la calidad en la producción de vehículos eléctricos, mediante el uso del ciclo PHVA, obteniéndose una mejora de 58% en un año de implementación, en el cual se propuso un cambio en el control, trasladando el mayor porcentaje de esta tarea al área de montaje, reuniones de calidad e implementación de herramientas de gestión. Por lo cual sostienen que el ciclo PHVA permite logros positivos, rápidos y continuos, a su vez recomienda no limitarse a un solo ciclo.

En el entorno nacional se presentan investigaciones como la de Velásquez y Muñante los cuales aplicaron el ciclo PHVA en el área de clasificación y empaque de la empresa la Calera, obtuvieron una reducción de la media de productos no conformes de 0.39 a 0.13, una reducción de la media de costos por merma de 70 a 42.5 y una reducción de la media de reclamos de 3.25 a 2.25. Estos resultados fueron confirmados con la prueba T-Student donde obtuvieron valores de significancia menores a 0.05, en todos los casos, con lo cual confirman que la variación de las medias entre el pre y post test es significativa; evidenciando que la aplicación del ciclo PHVA es beneficiosa en la mejora de calidad de los procesos. Entre las propuestas de mejora consideradas estuvieron la elaboración y aplicación de instructivos para selección de personal, capacitaciones relacionadas a los

procesos y orden y limpieza. En este caso los resultados son mayores a los obtenidos en la presente investigación.

Lévano y Pariona en su investigación de aplicación del ciclo PHVA en una empresa frutícola, obtuvieron para la variable dependiente calidad un incremento de 85.84% a 90.69%, las no conformidades se redujeron de 14.15 a 9.36 y los reclamos también disminuyeron de 2.68 a 1.84, a su vez en todos los casos la desviación se redujo. Estos resultados fueron confirmados con la prueba T-Student donde obtuvieron valores de significancia menores a 0.05, en todos los casos, con lo cual confirman que la variación de las medias entre el pre y post test es significativa y la aplicación del ciclo PHVA es beneficiosa en la mejora de calidad de los procesos. Para lo cual aplicó mejoras como incremento de personal, selección de personal, limpieza, mantenimiento y calibración y abastecimiento. En este caso las alternativas de soluciones son similares en su mayoría y el periodo de implementación mayor cuatro meses, sin embargo obtuvo resultados menores a los obtenidos en la presente investigación.

Guerrero y Torres en su investigación que buscó aplicar el ciclo PHVA en una empresa dedicada a la carpintería para mineras y muebles para mejorar la calidad, obtuvieron para la dimensión atributo del producto un aumento de 32.88%, para la dimensión conformidad se obtuvo un incremento de 26.09% y para la variable calidad un aumento de 29.48%, a su vez en todos los casos la desviación se redujo. Estos resultados fueron confirmados con la prueba T-Student donde obtuvieron valores de significancia menores a 0.05, en todos los casos, con lo cual confirman que la variación de las medias entre el pre y post test es significativa y la aplicación del ciclo PHVA es beneficiosa en la mejora de calidad de los procesos. Para lo cual aplicaron como parte de las soluciones: adquisición de equipos de protección personal, así como maquinaria nueva, capacitaciones y orden y limpieza, en un periodo de trece meses, obteniendo resultados superiores a los obtenidos en la presente investigación.

Cieza en su investigación propuso la aplicación del ciclo PHVA en el proceso de almacenaje de tubos en Aceros Arequipa, obteniendo como resultado un aumento de la calidad de 34.61%, para la dimensión durabilidad una reducción de 9.33% y para la dimensión defectos de la calidad una reducción de 15.42%, a su vez en todos los casos la desviación se redujo. Estos resultados fueron confirmados con la

prueba de Wilcoxon donde obtuvieron valores de significancia menores a 0.05, en todos los casos, con lo cual confirman que la variación de las medias entre el pre y post test es significativa y la aplicación del ciclo PHVA es beneficiosa en la mejora de calidad de los procesos. En relación al análisis económico obtuvo un VAN de S/.19,253.70. Planteando como soluciones elaboración y difusión de protocolos de almacenaje, capacitaciones, mejora de iluminación, mantenimiento de equipos e implementación de pausas activas; y como recomendación continuar con las capacitaciones y el compromiso de las jefaturas con la mejora continua. Obteniendo resultados superiores a los obtenidos en la presente investigación en un periodo de implementación de seis meses.

Dueñas propuso aplicar el ciclo PHVA en la mejora de la calidad en la producción de cartón corrugado obteniendo como resultado un aumento de la calidad de 0.82 a 0.89, para la dimensión satisfacción del cliente reporto un aumento de 0.5 a 0.85 de igual manera para la conformidad de 0.90 a 0.96. Estos resultados fueron confirmados con la prueba de Wilcoxon donde obtuvieron valores de significancia menores a 0.05, en todos los casos, con lo cual confirman que la variación de las medias entre el pre y post test es significativa y la aplicación del ciclo PHVA es beneficiosa en la mejora de calidad de los procesos. Además reporta una relación beneficio y costo de 4.56. Planteando como soluciones la creación e implementación de instructivos y procedimientos, redistribución de espacios y capacitaciones, las cuales fueron implementadas en ocho semanas, obteniendo resultados similares a la presente investigación.

En su totalidad las investigaciones usaron el diagrama causa-efecto y el diagrama de Pareto para la priorización de causas. Y entre las alternativas de solución propuestas en las investigaciones consideradas tenemos: capacitación tanto en relación a la metodología a aplicar como también en procedimientos, los cuales deben continuar para afianzar los conocimientos adquiridos; mantenimiento de equipos para asegurar el óptimo funcionamiento, reduciendo las fallas producto del mal funcionamiento de los mismos; orden y limpieza de los ambientes de trabajos; selección de personal para lo cual propusieron manuales de funciones y procedimientos de selección de personal; e implementación de procedimientos tanto de calidad como para procesos específicos. Los cuales concuerdan con las alternativas de solución propuesta en la presente investigación.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la aplicación del ciclo PHVA mejoró la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. de manera positiva, el valor de la media entre el pre y post test incrementando la calidad en un 13.38%, y una reducción de la desviación estándar. La influencia positiva del ciclo PHVA se confirmó con la prueba T-Student en la cual se obtuvo una significancia menor a 0.05, es decir los valores de medias para el pre y post test tienen una variación significativa.
2. Se determinó que la aplicación del ciclo PHVA redujo las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L., lo cual se evidencia con la reducción del valor de la media entre el pre y post test en un 9.25% y una reducción de la desviación estándar. La influencia positiva del ciclo PHVA se confirmó con la prueba T-Student en la cual se obtuvo una significancia menor a 0.05, es decir los valores de las medias para el pre y post test tienen una variación significativa.
3. Se determinó que la aplicación del ciclo PHVA mejoró la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L, de manera positiva, el valor de la media entre el pre y post test incrementando de 8.5% y una reducción de la desviación estándar. La influencia positiva del ciclo PHVA se confirmó con la prueba T-Student en la cual se obtuvo una significancia menor a 0.05, es decir los valores de las medias para el pre y post test tienen una variación significativa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La metodología aplicada al ser cíclica permite una mejora constante de los procesos, por lo cual se recomienda la reevaluación de las posibles causas al problema planteado, su respectiva priorización y una nueva propuesta de posibles soluciones. De tal manera que se puedan identificar oportunidades de mejora que contribuyan con la mejora de la calidad, a su vez ampliar la implementación a otros procesos de la empresa.
2. A su vez se recomienda realizar inspecciones continuas para asegurar la continuidad de las actividades aplicadas y su correcta ejecución. Además de continuar con las inspecciones a las estructuras para continuar con el control de los indicadores y poder tomar medidas correctivas o de mejora.
3. También se recomienda continuar con los temas de las capacitaciones, pero de manera resumida y disgregando en temas cortos de tal manera que puedan ser considerados en las reuniones diarias de trabajo y efectuar capacitaciones que profundicen en temas específicos de manera periódica.

## REFERENCIAS

AHMAD Taufik, Deni. PDCA Cycle Method implementation in Industries: A Systematic Literature Review. Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management [en línea]. 3 de octubre del 2020, vol 1, no 13. [Fecha de consulta: 20 de septiembre del 2023].

Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/fa9e/aa629904858cccb9bdb4c5b0be5b57aa84c5.pdf>

ISSN (Print) : 2614-7327 ISSN (Online) 2745-9063

ALBARI Antunes, Júnior y EVANDRO Eduardo, Broday. Adopting PDCA to los reduction: a case study in a food industry in southern Brazil. International Journal for Quality Research [en línea]. 2019 , vol. 13. [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023].

Disponible en [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85068204874&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=37970758bfc386f8b7f05da90b18a9ae&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscofreetoread%2C%22all%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2Bscoscoexactkeywords%2C%22PDCA%22%2Ct%2C%22Quality+Control%22%2Ct%2C%22Quality+Management%22%2Ct%2C%22PDCA+Cycle%22%2Ct%2C%22Article%22%2Ct&s=TITLE-ABS-](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85068204874&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=37970758bfc386f8b7f05da90b18a9ae&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscofreetoread%2C%22all%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2Bscoscoexactkeywords%2C%22PDCA%22%2Ct%2C%22Quality+Control%22%2Ct%2C%22Quality+Management%22%2Ct%2C%22PDCA+Cycle%22%2Ct%2C%22Article%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28pdca+and+quality%29&sl=31&sessionSearchId=37970758bfc386f8b7f05da90b18a9ae)

KEY%28pdca+and+quality%29&sl=31&sessionSearchId=37970758bfc386f8b7f05da90b18a9ae

ISSN: 1800-6450

AMARAL, Vitória, FERREIRA, Ana y RAMOS, Bruna. Internal Logistics Process Improvement using PDCA: A Case Study in the Automotive Sector. Business Systems Research [en línea]. 2022, vol. 13, No. 3. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]

Disponible en <https://doi.org/10.2478/bsrj-2022-0027>

ISSN: 1847-9375

ARREDONDO Soto, Karina, BLANCO Fernández, Julio, MIRANDA Ackerman,

Marco, SOLÍS Quinteros, María, REALYVÁSQUEZ Vargas, Arturo y GARCÍA Alcaraz, Jorge. A Plan-Do-Check-Act Based Process Improvement Intervention for Quality Improvement. Journal & magazines IEEE [en línea]. 2021, vol. 9. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]  
Disponibile en [10.1109/ACCESS.2021.3112948](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112948)  
ISSN: 2169-3536

AZZEMOU, Rabia y NOUREDDINE, Myriam. DEPLOYMENT OF PDCA BY INTEGRATING LEAN MANUFACTURING TOOLS. JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY [en línea]. 31 de agosto 2021, vol 15, no 2. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]  
Disponibile en <https://jamt.utem.edu.my/jamt/article/view/5893>  
ISSN: 1985-3157 | e-ISSN: 2289-8107

BENITES Aliaga, Ricardo, BENITES Aliaga , Alex, VALLADARES Javez, Santos. Application of the PHVA cycle to increase productivity in the Frescor production area of ARY Servicios Generales S.A.C, 2020. Journal of business and entrepreneurial studies [en línea]. 2021, vol. 5. n°3. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]  
Disponibile en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573669774004>  
ISSN: 2576-0971

CIEZA Pardo, Joel Martin. Aplicación del ciclo PDCA para mejorar la calidad del almacenamiento de los tubos Electrosoldados en Aceros Arequipa S.A. Callao, 2020. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2020.  
Disponibile en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73399>

CHEN ,Sin, LIU, Ming y SUN, Tingting. Quality Control of Waterproof and Drainage Construction for Planting Roof of Underground Garage Based on PDCA – Take A Project in Q City for Example. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. E3S Web Conferences [en línea]. Enero 2019, Conferences 79. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023].  
Disponibile en [10.1051/e3sconf/20197902007](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20197902007)

CHEN, Yan y LI, Haoqi. Research on engineering quality management base don PDCA cycle. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2023, vol. 490, n°6. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023].

Disponibile en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/490/6/062033/meta>

ISSN: 1757-899X

CHOJNACKA-KOMOROWSKA, Anna y KOCHANIEC, Sebastian. Improving the quality control. *Prace naukowe uniwersytetu ekonomicznego we [en línea]*. 2019, vol 63, n°4. [Fecha de consulta 7 de mayo del 2023]

Disponibile en 10.15611/pn.2019.4.06

ISSN: 2392-0041

CRIVELLARO, Fernanda Furio y DE CARVALHO Pazin, Vitoriano Marcia. Mapeamento de Processos como ferramenta para Gestão de Documentos. *Em Questão [en línea]*. 2022, vol. 28, n°1. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2023]

Disponibile en <https://doi.org/10.19132/1808-5245281.90-127>

ISSN: 1807-8893 / 1808-5245

DEL SOLDAR Serrano, Patricia, DEL Río Merino, Mercedes y VILLORIA Sáez, Paola. Methodology for Continuous Improvement Projects in Housing Constructions. *Buildings [en línea]*. Noviembre 2020, vol. 10, pp. 1-16. [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023].

Disponibile en 10.3390/buildings10110199

ISSN: 20755309

DE OLIVERA Santos, Hannah, SILVA Alves, Jordabia, COUNTINHO De Melo, Fagner y DINMKE de Medeiros, Denise. An approach to implement cleaner production in services: Integrating quality management process. *Journal of cleaner production [en línea]*. Febrero 2020, vol. 246. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]

Disponibile en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619338557>

ISSN: 118985

DUEÑAS Hinostraza, Lucyla Aurora. Aplicación del Ciclo de Deming para la mejora de la calidad en el área de producción de la empresa Emcapsac S.A.C. Villa el Salvador, 2018. Tesis (Ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponibile en Aplicación del ciclo de Deming para la mejora de la calidad en

el área de producción de la Empresa Emcapsac. S.A.C. Villa El Salvador, 2018 (ucv.edu.pe)

EDDINE Aichouni, Ahmed Baha y HASLAILE Abdullah, Faizir Ramlie. Process improvement methodology selection in manufacturing: A literatura review perspective. International Journal of Advanced and Applied Sciences [en línea]. 2021, vol. 25, n°2, pp. 12-20. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023].

Disponible en <https://science-gate.com/IJAAS/Articles/2021/2021-8-3/1021833ijaas202103002.pdf>

ISSN: 2313-3724

ECONOMY. World Bank Data, datos de cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos de la OCDE. 2023.

Disponible en <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/themes/economy.html>

FERNANDEZ Bedoya, Víctor Hugo. Tipos de justificación en la investigación científica. Espíritu Emprendedor TES [en línea]. Julio-septiembre 2020, vol. 4, n°3, pp. 63-76. [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2023]

Disponible en <https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>

ISSN: 2602-8093

FONDO Editorial Universidad Cesar Vallejo (Perú). Referencias estilo ISO 690 y 690-2, adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO). Lima: 2017. 34 pp.

FOULA, Boulesnane. Quality problema solving with PDCA cycle. Journal of Excellence for Economics and Management Research [en línea]. 2021, vol. 5, n°2, pp. 249-268. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023].

Disponible en <https://doi.org/10.34118/jeemr.v5i2.2046>

ISSN: 2572-0171

GOOGLE MPAS. 16 de julio de 2023. Disponible en:

[https://www.google.com/maps/place/J.E.+ZEA+E.I.R.L./@-11.921524,-76.9582177,17z/data=!3m1!4m6!3m5!1s0x9105db74664f7e35:0x10535965cc36e466!8m2!3d-11.9215293!4d-76.9556428!16s%2Fg%2F11jyl\\_sjb2?entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/J.E.+ZEA+E.I.R.L./@-11.921524,-76.9582177,17z/data=!3m1!4m6!3m5!1s0x9105db74664f7e35:0x10535965cc36e466!8m2!3d-11.9215293!4d-76.9556428!16s%2Fg%2F11jyl_sjb2?entry=ttu)

- GUERRERO, Cristian y TORRES, Eleana. Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la calidad del producto en la empresa TRANSMAD S.A.C., Comas 2022. Tesis (Ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94253>
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Interamericana editores S.A., 2018. 714 pp. [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023]. Disponible en [https://www.academia.edu/44551333/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_LAS\\_RUTAS\\_CUANTITATIVA\\_CUALITATIVA\\_Y\\_MIXTA](https://www.academia.edu/44551333/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTAS_CUANTITATIVA_CUALITATIVA_Y_MIXTA) ISSN: 978-1-4562-6096-5
- HERRERA Marín, Susan. Improving service quality offered by lodging industry SMEs located in emerging Peruvian destinations using the Application of Good Practices System. Revista Industrial Data [en línea]. 2019, vol. 22, n°1. [Fecha de consulta 1 de mayo del 2023]. Disponible en [https://www.redalyc.org/journal/816/81661270005/81661270005\\_2.pdf](https://www.redalyc.org/journal/816/81661270005/81661270005_2.pdf) ISSN: 1810-9993
- HIBARKAH, Kurnia, CHOESNUL, Jaqin y HUMIRAS Hardi, Purba. The PDCA approach with oee methods for increasing productivity in the garment industry. Jurnal Ilmiah Teknik Industri [en línea]. 2022, vol. 10, n°1. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://journal.untar.ac.id/index.php/industri/article/view/15430> ISSN: 2355-6528
- HIDALGO Ávila, Argelio Antonio; ZAMBRANO Vera, Mónica Janeth; PINARGOTE Vásquez, Nancy Fabiola. Validación de las dimensiones para auditorías de gestión de la calidad en empresas pesqueras mantenses [en línea]. Mayo-agosto 2020, vol. 13, n°2, p. 53-70. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=588571220005> ISSN: 2528-7896
- HUANG, Yongdeng, HUANG, Yan, YI, Liangying, PAN, Wei y CHEN, Yanhua. A

FOCUS-PDCA quality improvement model for reducing the distribution defect rate of sterile packages. Scientific reports [en línea]. 2023, vol 6, artículo número 15016. [Fecha de consulta: 20 septiembre del 2023]

Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41598-023-42295-8>

ISSN: 2045-2322

ISNIAH, Sarah, HARDI Purba, Humiras y DEBORA, Fransisca. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. Jurnal Sistem dan Manajemen Industri [en línea]. 2020, vol. 4, n°1. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023].

Disponible en <http://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/JSMI>

ISSN: 2580-2895

ISO 9000:2015(2015)Sistema de gestión de calidad: Fundamento y vocabulario. 4ta edición. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2023].

Disponible en <http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/ISO%209000-2015.pdf>

JAGUSIAK Kocik, Marta. PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study. Production Engineering Archives [en línea]. 2020, vol. 14. [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023].

Disponible en <https://sciendo.com/article/10.30657/pea.2017.14.05>

ISSN: 2353-7779

KUMAR, Lalith, IBNE, Hossain, FAZIO, Steven, AWASTHI, Anjali, JARADAT, Raed y BADSKI-REEVES, Kari. A data driven decision model for assessing the enablers of quality dimensions: Context of industry 4.0. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology [en línea]. 2021, vol 35. [Fecha de consulta: 5 de diciembre del 2023].

Disponible en A data driven decision model for assessing the enablers of quality dimensions: Context of industry 4.0 - ScienceDirect

ISSN: 1755-5817

LÉVANO Mansilla, Annie y PARIONA Arango, María. Aplicación del ciclo de Deming para mejorar calidad de productos de exportación en corporación Frutícola de Chinca S.A.C., 2021. Tesis (Ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91811>

- MONTGOMERY, Douglas. Introduction to statistical quality control. 8th edición. Estados Unidos: Wiley, 2019, 768 pp.  
ISBN: 9781119634225
- MORALES Londoño, Natalia, LANDAZÁBAL Carrillo y CASTILLO Salgado. Propuesta metodológica en la implementación del enfoque itls para la contribución a la calidad y a la mejora continua. SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión [en Línea]. Julio 2020, vol. 12, no. 2. [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2023]  
Disponibile en <https://doi.org/10.15332/24631140.5940>  
ISSN: 2145-1389 / 2463-1140
- MONTESINOS Gonzáles, Salvador, VÁZQUEZ Cid de León, Carlos, MAYA Espinoza, Ivonne, GRACIDA, Enrique. Mejora continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. Revista venezolana de gerencia [en línea]. 2020, vol. 25, n°92. [Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023].  
Disponibile en : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29065286036>  
ISSN: 1315-9984
- MOYANO Hernández, Faber y VILLAMIL Sandoval, Diana. Analisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental. Revista Politécnica [en línea]. Julio 2021, vol. 17, no 34 [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2023]  
Disponibile en <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a4>  
ISSN: 1900-2351 / 2256-5353
- MURRIETA Saavedra, Yaritza, OCHOA Ávila, Eneida y CARBALLO Mendívil, Blanca. Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. En Contexto revista de investigación [en línea]. 2020, vol. 8, n°12. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023].  
Disponibile en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551865938006>  
ISSN: 2346-3279
- NGUYEN, Vi, NGUYEN, Nam, SCHUMACHER, Bastian y TRAN, Thanh. PRACTICAL. Application of Plan–Do–Check–Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. Applied Sciences [en línea]. Septiembre 2020, vol. 10. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023].  
Disponibile en <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/18/6332>  
ISSN: 2076-3417

OAKLAND, John, OAKLAND, Robert y TURNER, Michael. Total Quality Management and Operational Excellence: Text with cases. 5th edición. New York: Routledge, 2021, pp. 19.

REPORTE de Inflación, marzo 2023: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2023-2024 [en línea]. Perú: Banco Central de Reserva del Perú. Marzo 2023 [ Fecha de consulta: 1 de mayo del 2023]

Disponible en <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2023/marzo/reporte-de-inflacion-marzo-2023.pdf>

ISSN: 1728-5739

RABIATUL Adawiyah, Wiwiek, AGUS Pramuka, Bambang y SHOLIKHAH, Zahrotush. Deming's Quality Management Practices by Small Businesses in Rural Areas. ECP Sciences [en línea]. 20 de noviembre de 2020, vol. 18. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023].

Disponible en <https://doi.org/10.1051/shsconf/20208601030>

Resolución de presidencia N°215-2018-CONCYTEC-P

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/concytec/normas-legales/673232-215-2018-concytec-p>

RODRÍGUEZ Cermeño, Iveth Cristina. Desarrollo de valor agregado en la auditoría de certificación en organizaciones de alta complejidad en Colombia con sistemas de gestión. Signos-Investigación en Sistemas de Gestión [en línea]. Julio-diciembre 2020, vol. 12, n°2 [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560467941003>

ISSN: 2145-1389 / 2463-1140

SARI, D., HETHARIA, D., SARASWATI, D. y MARIZKA, R. Design of Flat Shoes Quality Control System using PDCA (Case Study at PT DAT). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2023, vol. 528, n°6. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2023].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/528/1/012073/meta>

ISSN: 1755-1315

SÁNCHEZ Flores, Fabio Anselmo. Fundamentos epistémicos de la investigación

cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria [en línea]. Junio, 2019, vol. 13, nº1. [Fecha de consulta: 21 de mayo del 2023].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

ISSN: 2223-2516

SÁNCHEZ Molina, Arturo Alexander y MURILLO Garza, Angélica. Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. Scielo [en línea]. Junio 2022, vol 9, no 2. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023]

Disponible en <https://doi.org/10.54167/debates-por-la-historia.v9i2.792>

ISSN-e: 2594-2956

SJARIFUDIN, Didin y KURNIA, Hibarkah. The PDCA Approach with Seven Quality Tools for Quality Improvement Men's Formal Jackets in Indonesia Garment Industry. Jurnal Sistem Teknik Industri [en línea]. Julio 2022, vol.24, nº2. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2023].

Disponible en <https://doi.org/10.32734/jsti.v24i2.7711>

ISSN: 2527-9408

TASAS de interés activa promedio de mercado efectiva al 29 de octubre del 2023. Superintendencia de Banca, Seguros y AFP.

Disponible en <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaMercado.aspx?tip=B>

TEJERO, D., REZVANI, M., MCDONALD, A., HUSSAIN, T. Beyond Traditional Coatings: A Review on Thermal-Sprayed Functional and Smart Coatings. Journal of Therm Spray Tech. 2019, vol 32 [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2023]

Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/S11666-019-00857-1>

ISSN: 598-644

URBANO, José, GARCÍA, Luis Enrique, DE LA MORA, Tomas, VARGAS, Jaqueline; CRUZ, Víctor. MEJORA de la Productividad en una Empresa Manufacturera del Norte del Estado de Veracruz. Conciencia Tecnológica [en línea]. 2021, no 61 [Fecha de consulta: 07 de mayo del 2023]

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94467989005>

ISSN: 1405-5597

VELASQUEZ Gálvez, Aracelly y MUÑANTE Ortiz, Eugenio. Aplicación de la mejora continua de procesos para mejorar la calidad en el área de clasificación y empaquetado de huevos de la Empresa La Calera S.A.C., Alto Larán-chinca, 2021. Tesis (Ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100038>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnicas
General	¿En qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L. ?	Determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.	La aplicación del ciclo PHVA mejora la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.	Variable independiente: ciclo PHVA	Observación directa
Específico	¿En qué medida la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades en el proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.?	Determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.	La aplicación del ciclo PHVA reduce las no conformidades del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.	Variable dependiente: calidad	Observación directa
	¿En qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.?	Determinar en qué medida la aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.	La aplicación del ciclo PHVA mejora la satisfacción del cliente del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J. E. Zea E.I.R.L.		

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Variable independiente: ciclo PHVA	Es un método que aplicado en manufactura reduce desperdicios por tiempo, defectos, etc. y mejora la calidad de manera temporal o permanente (Isniah, Hardi y Debora, 2020, p.73)	El ciclo PHVA es una metodología iterativa que puede resolver problemas complejos, que está conformada por cuatro fases (Nguyen, Nguyen, Shumacher y Tran, 2020, p. 3)	Planear	$Planear = \frac{AP}{AN} * 100$ AP = número de actividades planeadas AN = número de actividades requeridas	Razón
			Hacer	$Hacer = \frac{AE}{AP} * 100$ AE = número de actividades ejecutadas AP = número de actividades planeadas	
			Verificar	$Verificar = \frac{AEC}{AP} * 100$ AEC = número de actividades ejecutadas controladas AP = número de actividades planeadas	
			Actuar	$Actuar = \frac{AC}{AP} * 100$ AC = número de actividades ejecutadas correctamente AP = número de actividades planeadas	
Variable dependiente: calidad	Según Juran, calidad significa libertad de deficiencias: ausencia de errores que requieran reelaboración (como se citó en Kumar, Ibne, Fazio, Awaxthi, Jaradat y Babski, 2021, p. 897)	Calidad es la medida en que el producto o servicio alcanza los requisitos acordados, los cuales están ligados a la conformidad con el diseño e integrados con la satisfacción del cliente (Oakland, Oakland y Turner, 2021, p. 10)	No conformidad	$No\ conformidad = \frac{EO}{ET} * 100$ EO = número de estructuras observadas ET = total de estructuras	Razón
			Satisfacción del cliente	$Satisfacción\ del\ cliente = \frac{TED - RE}{TED} * 100$ TED = Total de estructuras despachadas RE = Total de reclamos	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

#### Anexo 3.1. Instrumento de recolección de datos, dimensión planear

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA</b>			Versión: 001	
					Actualización:	
					1/05/2023	
<b>DIMENSIÓN: PLANEAR</b>				Fecha: <u>semana de trabajo</u>		
Formula: $Planear = \frac{AP}{AN} * 100$ AP= Número de actividades planeadas AN = Número de actividades requeridas				Responsable: _____		
Ítem	Fecha	Actividades requeridas		Número de actividades planeada (AP)	Observación	
		Descripción de la actividad	Número de actividades requeridas (AN)			
Total de actividades requeridas						
Total de actividades planeadas						
<b>Planear (% de cumplimiento)</b>						

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3.2. Instrumento de recolección de datos, dimensión hacer

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA DIMENSIÓN: HACER</b>		Versión: 001	
				Actualización:	
				1/05/2023	
Formula: $Hacer = \frac{AE}{AP} * 100$ AE=Número de actividades ejecutadas AP = Número de actividades planeadas				Fecha: <u>semana de trabajo</u>  Responsable: _____	
Ítem	Fecha	Actividades planeadas		Número de actividades ejecutadas (AE)	Observación
		Descripción de la actividad	Número de actividades planeadas (AP)		
Total de actividades planeadas					
Total de actividades ejecutadas					
<b>Hacer (% de cumplimiento)</b>					

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3.3. Instrumento de recolección de datos, dimensión verificar

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA</b>		Versión: 001	
				Actualización	
				1/05/2023	
<b>DIMENSIÓN: VERIFICAR</b>					
Formula $Verificar = \frac{AEC}{AP} * 100$ AEC=Número de actividades ejecutadas controladas AP = Número de actividades planeadas				Fecha: <u>semana de trabajo</u>  Responsable: _____	
Ítem	Fecha	Actividades planeadas		Número de actividades ejecutadas controladas (AEC)	Observación
		Descripción de la actividad	Número de actividades planeadas (AP)		
Total de actividades planeadas					
Total de actividades ejecutadas controladas					
<b>Verificar (% de cumplimiento)</b>					

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3.4. Instrumento de recolección de datos, dimensión actuar

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE IMPLEMENTACIÓN DEL CICLO PHVA</b>		Versión: 001	
				Actualización:	
				1/05/2023	
<b>DIMENSIÓN: ACTUAR</b>					
Formula: $Actuar = \frac{AC}{AP} * 100$ AC=Número de actividades ejecutadas correctamente AP = Número de actividades planeadas				Fecha: <u>semana de trabajo</u>  Responsable: _____	
Ítem	Fecha	Actividades planeadas		Número de actividades ejecutadas correctamente (AEC)	Observación
		Descripción de la actividad	Número de actividades planeadas (AP)		
Total de actividades planeadas					
Total de actividades ejecutadas correctamente					
<b>Actuar (% de cumplimiento)</b>					

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3.5. Instrumento de recolección de datos, dimensión no conformidad

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE NO CONFORMIDAD</b>			Versión: 001 Actualización: 1/05/2023	
Formula: $No\ conformidad = \frac{EO}{ET} * 100$ EO = Número de estructuras observadas ET = Total de estructuras				Fecha: <u>semana de trabajo</u> Responsable: _____		
Ítem	Fecha	Codigo de estructura	Cantidad	Cantidad		Descripción de la observación (no conformidad)
				Conforme	No conforme	
Total de estructuras						
Total de estructuras no conformes						
Total de estructuras conformes						
<b>No conformidad (%)</b>						

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3.6. Instrumento de recolección de datos, dimensión satisfacción del cliente

<b>J. E. ZEA E.I.R.L</b>		<b>FORMATO DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE</b>				Versión: 001 Actualización: 1/05/2023
Formula : $Satisfacción\ del\ cliente = \frac{TED - RE}{TED} * 100$ TED = Total de estructuras despachadas RE = Total de reclamos					Fecha: <u>semana de trabajo</u> Responsable: _____	
Ítem	Fecha	Estructura despachada		Presentaron reclamo		Observación
		Código	Cantidad	Si	No	
Total de estructuras despachadas						
Total de estructuras que presentaron reclamos						
Total de estructuras que no presentaron reclamos						
<b>Satisfacción del cliente (%)</b>						

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 4: Evaluación por juicio de expertos

### Anexo 4.1. Juicio de experto Dr. Prado Macalupu Fidel



#### Carta de presentación

Señor: Dr. Prado Macalupu Fidel

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Nos dirigimos a Usted en calidad de estudiantes de Ingeniería Industrial del IX Ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, expresándole el requerimiento de validación de los instrumentos, de los cuales se recopilará la información necesaria para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

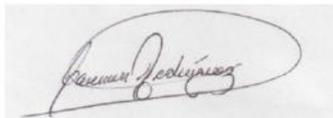
Nuestro proyecto de investigación tiene como título: “**Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L.**”, y considerando su connotada experiencia en temas referentes a Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicitamos validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Sin otro particular, aprovechamos la oportunidad de expresar nuestra consideración y estima personal.

Atentamente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Carmen Beatriz Rodríguez Rodríguez", enclosed in a light grey rectangular box.

Rodríguez Rodríguez, Carmen Beatriz

DNI: 40614369

**CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN LA EMPRESA J.E. ZEA E.I.R.L-2023**

N°	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Independiente: ciclo PHVA</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
1	Dimensión 1: Planear $Planear = \frac{AP}{AN} * 100$ AP = número de actividades planeadas AN = número de actividades requeridas	x		x		x		
2	Dimensión 2: Hacer $Hacer = \frac{AE}{AP} * 100$ AE = número de actividades ejecutadas AP = número de actividades planeadas	x		x		x		
3	Dimensión 3: Verificar $Verificar = \frac{AEC}{AP} * 100$ AEC = número de actividades ejecutadas controladas AP = número de actividades planeadas	x		x		x		
4	Dimensión 4: Actuar $Actuar = \frac{AC}{AP} * 100$ AC = número de actividades ejecutadas correctamente AP = número de actividades planeadas	x		x		x		
	<b>Variable Dependiente: calidad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
1	Dimensión 1: No conformidad $No\ conformidad = \frac{EO}{ET} * 100$ EO = número de estructuras observadas ET = total de estructuras	x		x		x		
2	Dimensión 2: Satisfacción del cliente $Satisfacción\ del\ cliente = \frac{TED - RE}{TED} * 100$ TED = Total de estructuras despachadas RE = Total de reclamos	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: Prado Macalupu, Fidel DNI: 09086863

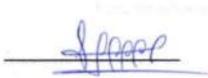
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial Lima, 15 de junio de 2023

**1Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

  
 Fidel Prado Macalupu

## Anexo 4.2. Juicio de experto Mg. Izarra Boza José Alfredo



### Carta de presentación

Señor: Mg. Ing. José Alfredo Izarra Boza

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Nos dirigimos a Usted en calidad de estudiantes de Ingeniería Industrial del IX Ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, expresándole el requerimiento de validación de los instrumentos, de los cuales se recopilará la información necesaria para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

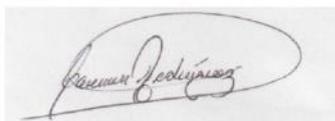
Nuestro proyecto de investigación tiene como título: **“Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L-2023”**, y considerando su connotada experiencia en temas referentes a Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicitamos validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Sin otro particular, aprovechamos la oportunidad de expresar nuestra consideración y estima personal.

Atentamente:



Rodríguez Rodríguez, Carmen Beatriz

DNI: 40614369

**CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA  
MEJORAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS  
EN LA EMPRESA J.E. ZEA E.I.R.L-2023**

N°	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>Variable Independiente: ciclo PHVA</b>								
1	Dimensión 1: Planear $Planear = \frac{AP}{AN} * 100$ AP = Número de actividades planeadas AN = Número de actividades requeridas	X		X		X		
2	Dimensión 2: Hacer $Hacer = \frac{AE}{AP} * 100$ AE = número de actividades ejecutadas AP = número de actividades planeadas	X		X		X		
3	Dimensión 3: Verificar $Verificar = \frac{AEC}{AP} * 100$ AEC = Número de actividades ejecutadas controladas AP = Número de actividades planeadas	X		X		X		
4	Dimensión 4: Actuar $Actuar = \frac{AC}{AP} * 100$ AC = Número de actividades ejecutadas correctamente AP = Número de actividades planeadas	X		X		X		
<b>Variable Dependiente: calidad</b>								
1	Dimensión 1: No conformidad $No\ conformidad = \frac{EO}{ET} * 100$ EO = Número de estructuras observadas ET = Total de estructuras	X		X		X		
2	Dimensión 2: Satisfacción del cliente $Satisfacción\ del\ cliente = \frac{TED - RE}{TED} * 100$ TED = Total de estructuras despachadas RE = Total de reclamos	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA \_\_\_\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Ing. Izarra Boza, Jose Alfredo DNI:42798357

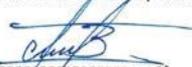
Especialidad del validador: Ingeniero Industrial, Gerencias de operaciones y logística Lima, 14 de julio de 2023

**1Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

  
 JOSE ALFREDO  
 IZARRA BOZA  
 Ingeniero Industrial  
 CIP N° 301341

**Firma del Experto Informante.**

## Anexo 4.3. Juicio de experto Mg. Leguía Cupe Susan Tania



### Carta de presentación

Señora: Susan Tania Leguía Cupe

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Nos dirigimos a Usted en calidad de estudiantes de Ingeniería Industrial del IX Ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, expresándole el requerimiento de validación de los instrumentos, de los cuales se recopilará la información necesaria para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

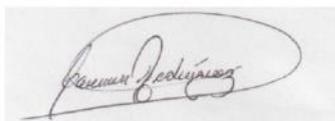
Nuestro proyecto de investigación tiene como título: **“Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. Zea E.I.R.L-2023”**, y considerando su connotada experiencia en temas referentes a Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicitamos validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Sin otro particular, aprovechamos la oportunidad de expresar nuestra consideración y estima personal.

Atentamente:



Rodríguez Rodríguez, Carmen Beatriz

DNI: 40614369

**CERTIFICADO DE VALIDEZ QUE MIDE LA APLICACIÓN DEL CICLO PHVA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL PROCESO DE RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN LA EMPRESA J.E. ZEA E.I.R.L.-2023**

N°	VARIABLE/DIMENSION	Coherencia 1		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Independiente: ciclo PHVA</b>							
1	Dimensión 1: Planear $Planear = \frac{AP}{AN} * 100$ AP = Número de actividades planeadas AN = Número de actividades requeridas	X		X		X		
2	Dimensión 2: Hacer $Hacer = \frac{AE}{AP} * 100$ AE = número de actividades ejecutadas AP = número de actividades planeadas	X		X		X		
3	Dimensión 3: Verificar $Verificar = \frac{AEC}{AP} * 100$ AEC = Número de actividades ejecutadas controladas AP = Número de actividades planeadas	X		X		X		
4	Dimensión 4: Actuar $Actuar = \frac{AC}{AP} * 100$ AC = Número de actividades ejecutadas correctamente AP = Número de actividades planeadas	X		X		X		
	<b>Variable Dependiente: calidad</b>							
1	Dimensión 1: No conformidad $No\ conformidad = \frac{EO}{ET} * 100$ EO = Número de estructuras observadas ET = Total de estructuras	X		X		X		
2	Dimensión 2: Satisfacción del cliente $Satisfacción\ del\ cliente = \frac{TED - RE}{TED} * 100$ TED = Total de estructuras despachadas RE = Total de reclamos	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador: Liza Cope Sison DNI: 70945855

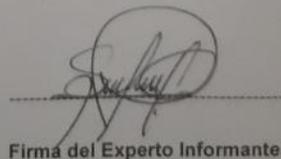
Especialidad del validador: Sistemas Integrados Lima, 14 de julio de 2023

**1Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

**2Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

  
Firma del Experto Informante.

## Anexo 5: Modelo de consentimiento o asentimiento informado UCV.

Ciudad, 28 de abril de 2023

Señor:  
**Edmundo Zea Pelalza**  
CARGO  
**Gerente General de la empresa J.E. ZEA E.I.R.L.**  
Presente.-

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del noveno ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi carrera.

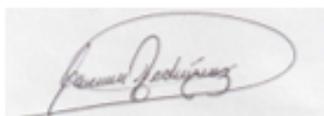
En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. ZEA E.I.R.L.....".

En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



**Estudiante: Carmen Beatriz Rodríguez Rodríguez**  
**DNI 40614369**

**AUTORIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PARA PUBLICAR SU IDENTIDAD  
EN LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES**

**Datos Generales**

Nombre de la organización	J.E. ZEA E.I.R.L.
RUC:	20517969185
Nombre del titular o representante legal	Edmundo Zea Pelaiza
DNI	10400892

**Consentimiento:**

De conformidad con lo establecido en el artículo N°7, del literal "f" del código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo (\*), autoriza [ ], no autorizo [ ] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del trabajo de investigación	
Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.E. ZEA E.I.R.L.	
Nombre del Programa Académico: Pregrado PFA	
Autor: Carmen Beatriz Rodriguez Rodriguez	DNI: 40614369

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente a la autora del estudio.

**Lugar y Fecha:**

J.E. ZEA E.I.R.L.

Firma: \_\_\_\_\_

Gerente General: Sr. Edmundo Zea Pelaiza

Titular o Representante legal de la institución

(\*). Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo. Artículo 7, literal "f". Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en los informes o tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, pero si será necesario describir sus características.

### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo ...Edmundo Zea Pelaiza .....  
identificado con DNI 10400892 en mi calidad de Gerente General .....  
de la empresa... J.E. ZEA E.I.R.L .....  
con R.U.C N°...20517969185....., ubicada en la ciudad de ..Lima....

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A la señorita .... Carmen Beatriz Rodriguez Rodriguez.....  
Identificado(s) con DNI N°...40614369....., de la (x) Escuela de Ingeniería Industrial, para  
que utilice la siguiente información de la empresa:

Datos relacionados a la calidad de las estructuras en el proceso de recubrimiento e  
implementación del ciclo PHVA para la mejora de la calidad .....

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico, (x) Trabajo de Investigación,  
(x) Tesis para optar el Título Profesional.

(x) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

( ) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(x) Mencionar el nombre de la empresa.

J.E. ZEA E.I.R.L.

Edmundo Zea Pelaiza  
Gerente General

Firma y sello del Representante Legal

DNI:

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son  
auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del  
procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles  
acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Estudiante

DNI: 40614369

## Anexo 6: Resultado de reporte de similitud de Turnitin

The screenshot shows the CLEMENTINA virtual platform interface. The main content area displays a table with submission details:

Título	Fecha de inicio	Fecha Esperada	Fecha de publicación	Puntos disponibles
Sesion 14 (luego de levantamiento de observaciones) - Parte 1	6 dic 2023 - 18:33	9 dic 2023 - 22:00	13 dic 2023 - 18:33	100

Below the table, there is a 'Refrescar Envíos' button and a detailed submission record:

Ver Recibo Digital	Título del Envío	Identificador del trabajo de Turnitin	Enviado	Similitud	Calificación
	Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubrimiento de estructuras en la empresa J.F. Zea E.I.R.L. - 2023	2250645667	7/12/2023 20:39	16%	-- Entregar Trabajo

The screenshot shows the Turnitin Feedback Studio interface. The main content area displays the student's name and the title of the submission:

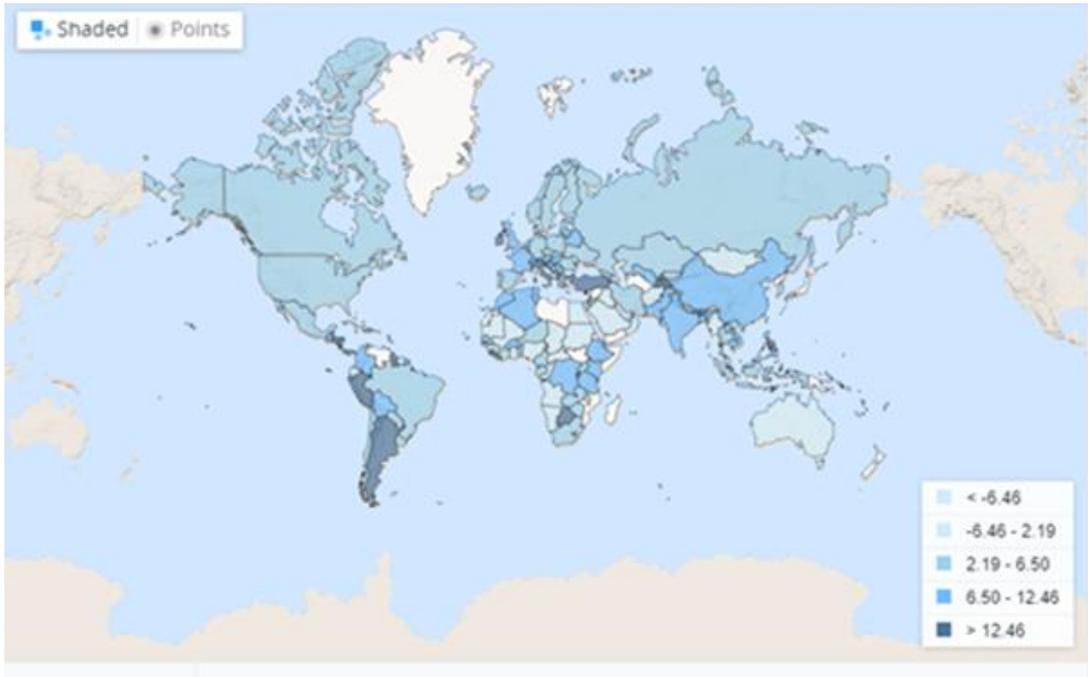
**CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ RODRIGUEZ** | Aplicación del ciclo PHVA para mejorar la calidad del proceso de recubri...

The similarity score is **16%**. The report shows the following sources:

Rank	Source	Similarity
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%

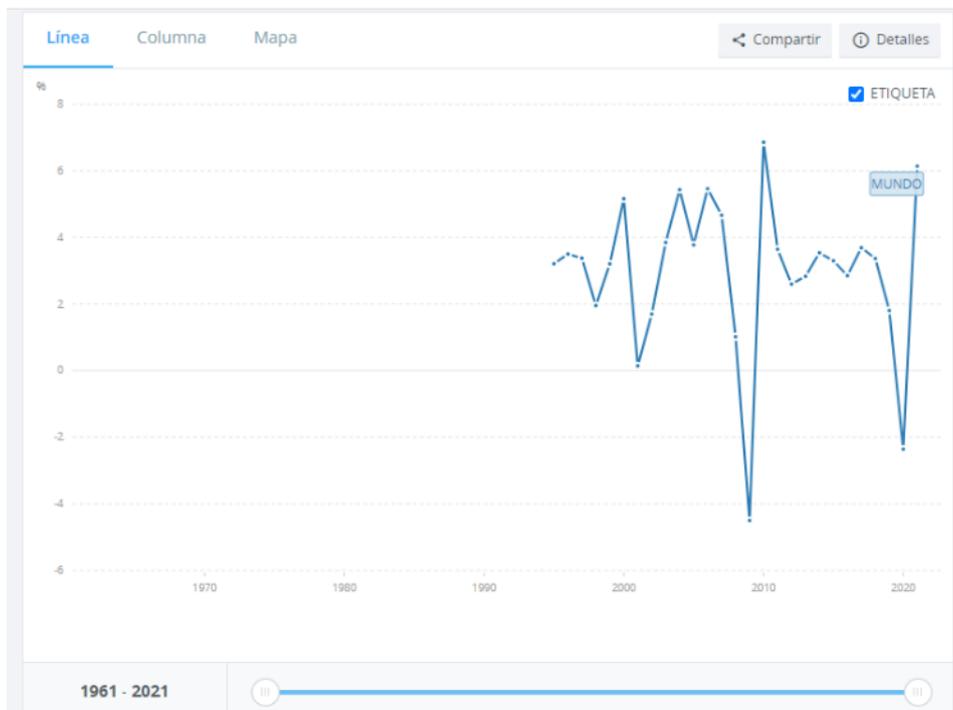
The document content shows the logo of **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO** and the text: **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** and **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

## Anexo 7. Variación del % de valor agregado en el sector industrial (incluye construcción) por país



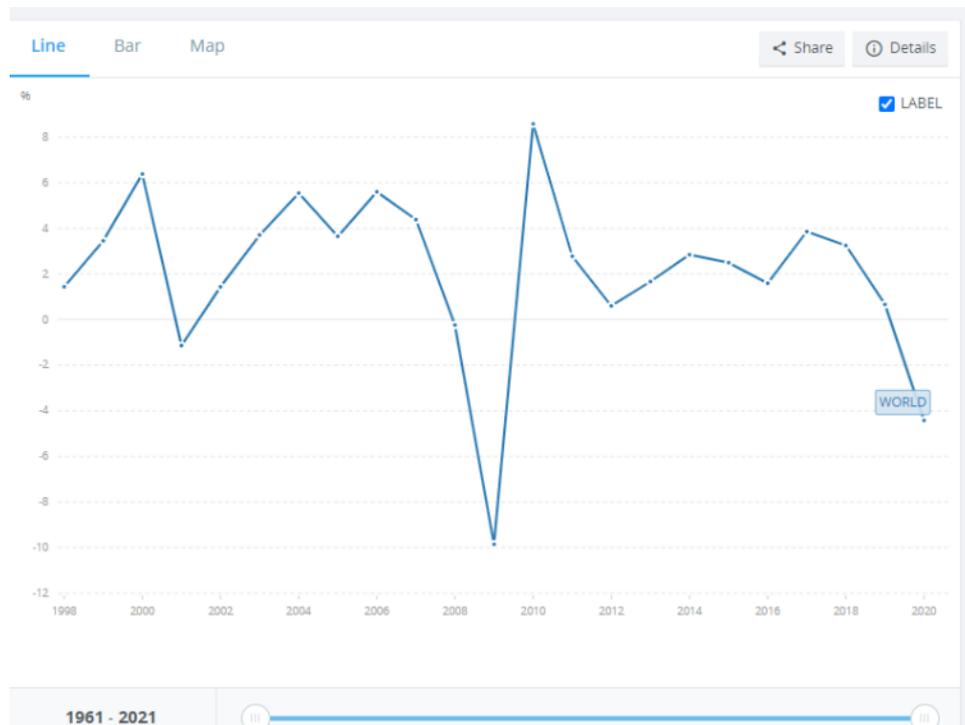
Fuente: The World Bank, 2023

## Variación del % de valor agregado en el sector industrial (incluye construcción) por país



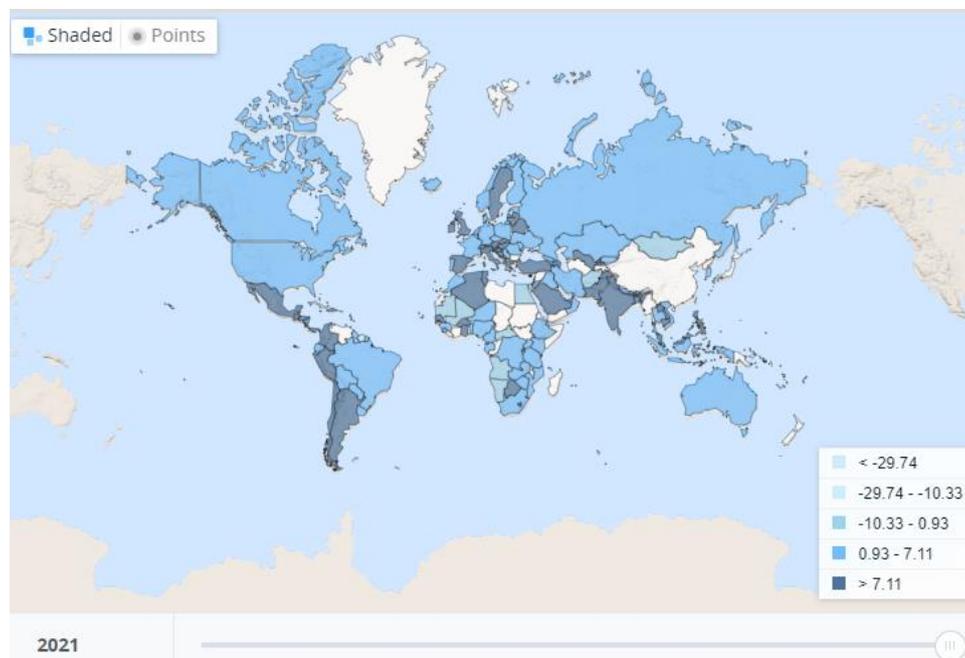
Fuente: The World Bank, 2023

## Anexo 8. Manufactura, valor agregado (% de crecimiento anual)



Fuente: The World Bank, 2023

## Manufactura, valor agregado (% de crecimiento anual)



Fuente: The World Bank, 2023

**Anexo 9. Perú: Producto bruto interno. Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo período del año anterior (año base 2007=100)**

Actividad	2021/2020					2022/2021				
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	IV Trim.	Año	I Trim.	II Trim.	III Trim.	IV Trim.	Año
<b>Economía Total (PBI)</b>	<b>4,5</b>	<b>41,2</b>	<b>11,9</b>	<b>3,2</b>	<b>13,4</b>	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	<b>2,7</b>
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	1,3	1,4	11,7	7,2	5,0	5,0	5,7	3,8	2,4	4,3
Pesca y acuicultura	50,6	25,2	-29,6	-4,0	9,8	-27,7	-10,3	14,5	-16,2	-13,7
Extracción de petróleo, gas y minerales	1,0	37,3	7,6	-2,0	8,7	1,2	-1,1	-4,3	5,4	0,3
Manufactura	17,1	58,9	9,5	1,9	18,4	1,8	3,5	1,1	-2,2	1,0
Electricidad, gas y agua	2,8	25,4	6,4	3,1	8,6	3,4	2,6	4,3	5,2	3,9
Construcción	38,5	211,1	20,4	-5,4	34,9	-0,4	3,5	3,6	4,7	3,0
Comercio	0,8	84,2	9,1	3,1	17,2	5,9	2,6	2,4	2,5	3,3
Transporte, almacenamiento, correo y mensajería	-13,3	76,3	28,6	15,1	19,0	12,5	13,5	8,9	6,2	10,2
Alojamiento y restaurantes	-32,6	429,5	99,6	44,5	42,3	48,3	37,3	12,2	7,9	23,2
Telecomunicaciones y otros servicios de información	12,0	11,8	10,5	9,8	11,0	4,0	0,7	-3,0	-6,8	-1,3
Servicios financieros, seguros y pensiones	16,9	10,4	2,1	-11,3	4,3	-5,3	-7,2	-6,5	-5,0	-6,0
Servicios prestados a las empresas	-5,9	63,2	12,8	4,6	14,1	3,0	1,8	2,0	1,7	2,1
Administración pública y defensa	5,1	5,7	3,3	3,8	4,4	3,8	3,4	2,7	2,2	3,0
Otros servicios	-1,1	15,2	10,9	4,9	7,0	3,3	4,1	3,6	2,8	3,4
<b>Total Industrias (VAB)</b>	<b>4,3</b>	<b>40,3</b>	<b>11,7</b>	<b>3,1</b>	<b>13,1</b>	<b>3,7</b>	<b>3,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>2,5</b>
Otros impuestos a los productos y DM	5,9	50,4	14,4	4,4	16,5	5,1	4,5	6,1	0,7	4,1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

## Anexo 10. PBI por sectores económicos (variaciones porcentuales reales)

	2021	2022	2023*			2024*	
			Enero	RI Dic.22	RI Mar.23	RI Dic.22	RI Mar.23
<b>PBI primario</b>	<b>6,4</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>6,3</b>	<b>5,1</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>
Agropecuario	4,6	4,3	1,9	2,4	2,2	2,7	2,7
Pesca	9,9	-13,7	33,0	11,6	5,0	3,5	3,5
Minería metálica	10,5	-0,2	-3,6	8,6	7,0	2,8	3,1
Hidrocarburos	-4,6	4,0	-3,5	4,7	4,7	4,9	4,9
Manufactura	3,2	-2,9	13,3	6,9	5,3	2,0	2,0
<b>PBI no primario</b>	<b>15,7</b>	<b>3,2</b>	<b>-1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>
Manufactura	25,2	2,3	-3,3	2,0	1,0	3,0	3,0
Electricidad y agua	8,5	3,9	3,3	5,0	4,6	3,9	3,9
Construcción	34,9	3,0	-11,7	1,3	1,0	3,2	3,2
Comercio	17,8	3,3	1,2	2,4	2,2	3,5	3,5
Servicios	11,9	3,4	-1,2	2,0	2,1	2,9	2,9
<b>Producto Bruto Interno</b>	<b>13,6</b>	<b>2,7</b>	<b>-1,1</b>	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>

RI: Reporte de Inflación.

\* Proyección.

Fuente: BCRP.

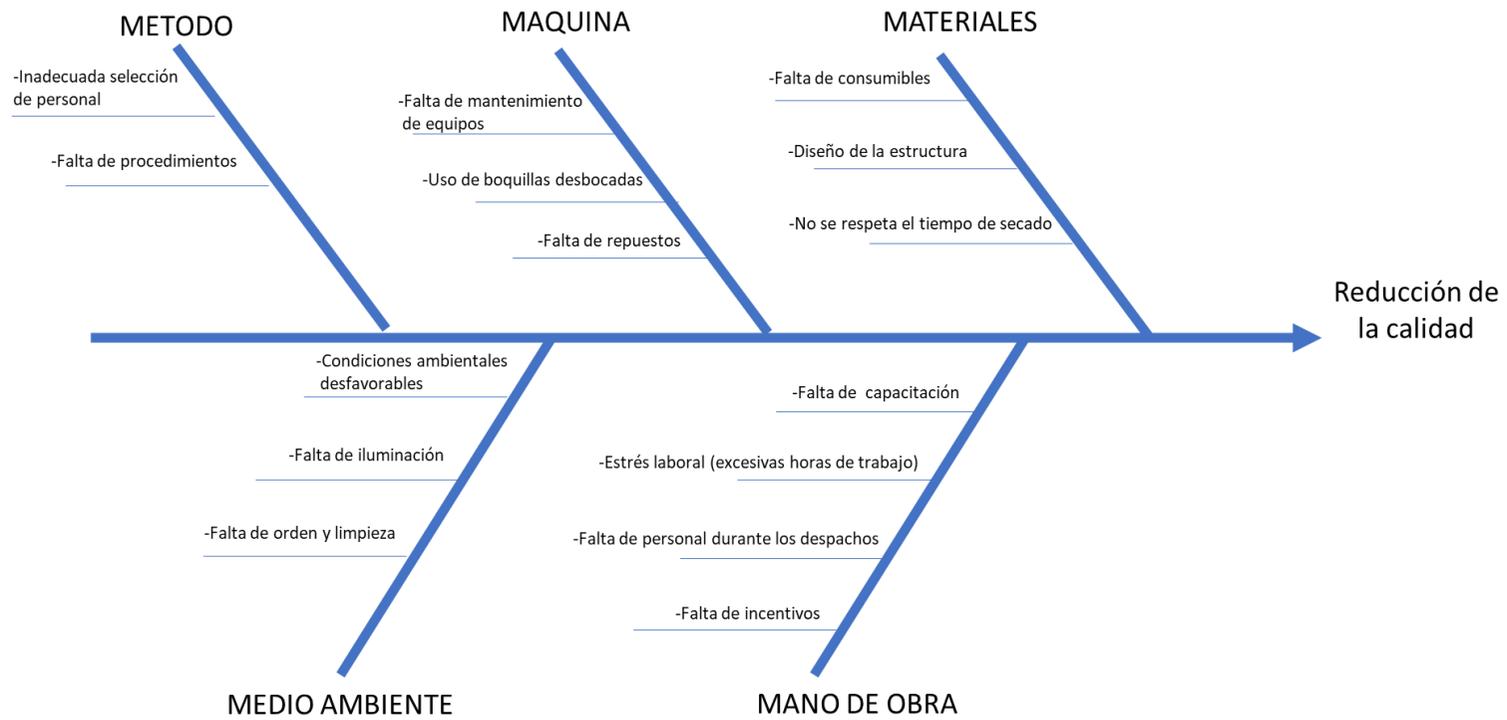
Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

## Anexo 11. Estructuras observadas por mes

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Calidad	70%	70%	79%	72%	72%	69%
No conformidad	27%	28%	16%	25%	24%	21%
Satisfacción	82%	78%	86%	78%	80%	79%

Fuentes: base de datos de la empresa, 2023.

## Anexo 12. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

### **Anexo 13. Codificación de causas**

Código	Descripción
C1	Falta de consumibles
C2	No se respeta el tiempo de secado
C3	Diseño de la estructura
C4	Falta de mantenimiento de equipos
C5	Uso de boquillas desbocadas
C6	Falta de repuestos
C7	Inadecuada selección de personal
C8	Falta de procedimientos
C9	Condiciones ambientales desfavorables
C10	Falta de iluminación
C11	Falta de orden y limpieza
C12	Falta de capacitación
C13	Estrés laboral
C14	Falta de personal
C15	Falta de incentivos

Fuente: Elaboración propia

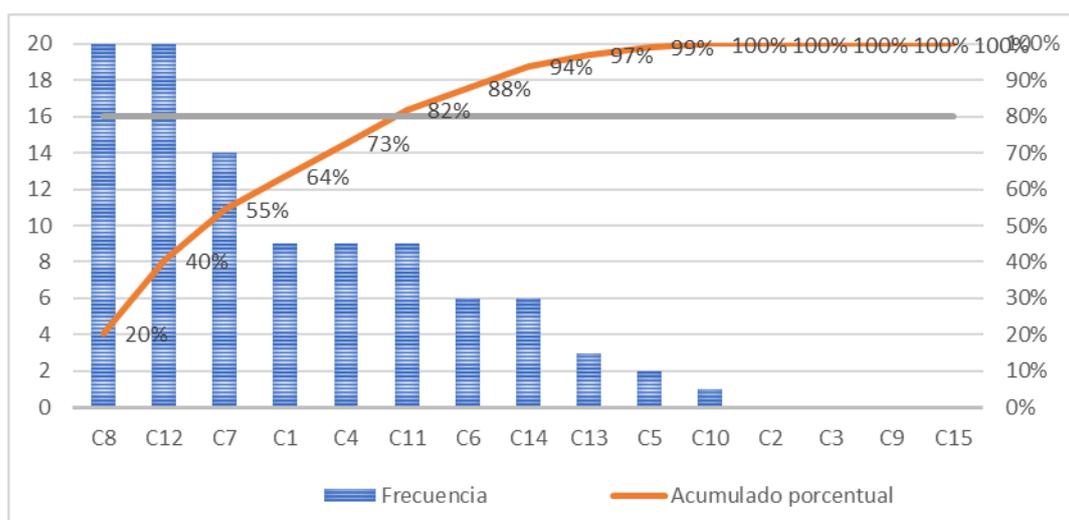
## Anexo 14. Matriz de correlación

Causas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Total activos	
C1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C4	0	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	9	
C5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
C6	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
C7	1	3	0	3	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	14	
C8	3	0	0	3	2	2	3	0	0	1	3	3	0	0	0	20	
C9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
C11	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
C12	2	3	0	3	3	2	0	0	0	3	3	0	1	0	0	20	
C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	
C14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	6	
C15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
																Total	99

Fuente: Elaboración propia

Criterio de evaluación	
No existe relación	0
Existe una relación de causa débil	1
Existe una relación de causa mediana	2
Existe una relación de causa fuerte	3

## Anexo 15. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Tabla de diagrama de Pareto

Código	Descripción	Frecuencia	Acumulado	Frecuencia porcentual	Acumulado porcentual
C8	Falta de procedimientos	20	20	20%	20%
C12	Falta de capacitación	20	40	20%	40%
C7	Inadecuada selección de personal	14	54	14%	55%
C1	Falta de consumibles	9	63	9%	64%
C4	Falta de mantenimiento de equipos	9	72	9%	73%
C11	Falta de orden y limpieza	9	81	9%	82%
C6	Falta de repuestos	6	87	6%	88%
C14	Falta de personal	6	93	6%	94%
C13	Estrés laboral	3	96	3%	97%
C5	Uso de boquillas desbocadas	2	98	2%	99%
C10	Falta de iluminación	1	99	1%	100%
C2	No se respeta el tiempo de secado	0	99	0%	100%
C3	Diseño de la estructura	0	99	0%	100%
C9	Condiciones ambientales desfavorables	0	99	0%	100%
C15	Falta de incentivos	0	99	0%	100%
		99			

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 16. Confiabilidad del instrumento

### Determinación de la normalidad: prueba de Shapiro - Wilk (n<30)

Ha: La distribución de los datos es normal

Ho: La distribución de los datos no es normal

Si "p-valor" (significancia) < 0,05, se rechaza Ha, los datos no tienen una distribución normal.

Si "p-valor" (significancia) > 0,05, se acepta Ha, los datos tienen una distribución normal.

### Prueba de normalidad: variable calidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
mayo	,382	4	.	,801	4	,103
junio	,214	4	.	,963	4	,798

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Prueba de normalidad: dimensión no conformidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
No conformidad-test-junio	,290	4	.	,809	4	,119
No conformidad-test-mayo	,248	4	.	,925	4	,564

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Prueba de normalidad: dimensión satisfacción del cliente

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Satisfacción del cliente-test mayo	,250	4	.	,963	4	,797
Satisfacción del cliente-test-junio	,162	4	.	,989	4	,952

a. Corrección de significación de Lilliefors

Ambas variables presentaron un p-valor > 0.05, por lo tanto ambas corresponden a datos con distribución normal.

## Determinación de la confiabilidad: prueba de Pearson

### Coeficiente de correlación

Valor	Descripción
<= -0.90	Correlación negativa fuerte
<= -0.75	Correlación negativa considerable
<= -0.50	Correlación negativa media
<= -0.25	Correlación negativa débil
<= -0.1	Correlación negativa muy débil
<= 0.00	No existe correlación alguna entre las variables
<= 0.1	Correlación positiva muy débil
<= 0.25	Correlación positiva débil
<= 0.50	Correlación positiva media
<= 0.75	Correlación positiva considerable
<= 0.90	Correlación positiva muy fuerte
<= 01.00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Hernández y Mendoza (2018, p.346)

### Confiabilidad: variable calidad

#### Correlaciones

		mayo	junio
mayo	Correlación de Pearson	1	,898
	Sig. (bilateral)		,102
	N	4	4
junio	Correlación de Pearson	,898	1
	Sig. (bilateral)	,102	
	N	4	4

## Confiabilidad: dimensión no conformidad

### Correlaciones

		No conformidad-test mayo	No conformidad-test junio
No conformidad-test mayo	Correlación de Pearson	1	,948
	Sig. (bilateral)		,052
	N	4	4
No conformidad-test junio	Correlación de Pearson	,948	1
	Sig. (bilateral)	,052	
	N	4	4

Coeficiente de correlación de Pearson es 0.948, por lo tanto existe una correlación positiva perfecta

## Confiabilidad: satisfacción del cliente

### Correlaciones

		Satisfacción del cliente-test mayo	Satisfacción del cliente-test junio
Satisfacción del cliente-test mayo	Correlación de Pearson	1	,663
	Sig. (bilateral)		,337
	N	4	4
Satisfacción del cliente-test junio	Correlación de Pearson	,663	1
	Sig. (bilateral)	,337	
	N	4	4

Coeficiente de correlación de Pearson es 0.663, por lo tanto existe una correlación positiva considerable

## Anexo 17. Tasa de interés activa de mercado

 SUPERINTENDENCIA  
DE BANCA, SEGUROS Y AFP  
República del Perú

**TASAS DE INTERÉS ACTIVAS DE MERCADO**

Ingrese fecha: 23/10/2023  (dd/mm/aaaa) [Consultar](#) [Exportar](#)

**Tasa de Interés Activa Promedio de Mercado Efectiva al 23/10/2023**

Moneda Nacional(TAMN)	15.78%	Anual	Factor Diario	0.00041
			*Factor Acumulado <sup>1</sup>	7.839.76482
Moneda Nacional(TAMN + 1)	16.78%	Anual	Factor Diario	0.00043
			*Factor Acumulado <sup>1</sup>	15.225.52052
Moneda Nacional(TAMN + 2)	17.78%	Anual	Factor Diario	0.00045
			*Factor Acumulado <sup>1</sup>	29.394.43954
Moneda Extranjera(TAMEX)	10.81%	Anual	Factor Diario	0.00029
			*Factor Acumulado <sup>1</sup>	30.91558

**Tasa de Interés Promedio de las Operaciones Realizadas en los últimos 30 Días Útiles al 23/10/2023**

No existe información para la fecha elegida

Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP.

## Anexo 18. Reporte completo SSPS

### Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
pre_test_calidad	Media	70,5000	,86603	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,4522	
		Límite superior	72,5478	
	Media recortada al 5%	70,4444		
	Mediana	70,5000		
	Varianza	6,000		
	Desviación estándar	2,44949		
	Mínimo	67,00		
	Máximo	75,00		
	Rango	8,00		
	Rango intercuartil	3,25		
	Asimetría	,467	,752	
	Curtosis	,857	1,481	
	post_test_calidad	Media	83,8750	,58056
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	82,5022	
		Límite superior	85,2478	
Media recortada al 5%		83,9167		
Mediana		84,0000		
Varianza		2,696		
Desviación estándar		1,64208		
Mínimo		81,00		
Máximo		86,00		
Rango		5,00		
Rango intercuartil		2,50		
Asimetría		-,770	,752	
Curtosis		,017	1,481	

## Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
pre_test_noconformidad	Media		22,5000	2,33758
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	16,9725	
		Límite superior	28,0275	
	Media recortada al 5%		22,6111	
	Mediana		23,0000	
	Varianza		43,714	
	Desviación estándar		6,61168	
	Mínimo		13,00	
	Máximo		30,00	
	Rango		17,00	
	Rango intercuartil		13,25	
	Asimetría		-,403	,752
	Curtosis		-1,435	1,481
	post_test_noconformidad	Media		13,2500
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	11,7848	
		Límite superior	14,7152	
Media recortada al 5%			13,2222	
Mediana			13,0000	
Varianza			3,071	
Desviación estándar			1,75255	
Mínimo			11,00	
Máximo			16,00	
Rango			5,00	
Rango intercuartil			2,75	
Asimetría			,345	,752
Curtosis			-1,260	1,481

## Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
pre_test_satisfacción	Media	79,3750	1,28087	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	76,3462	
		Límite superior	82,4038	
	Media recortada al 5%	79,2500		
	Mediana	79,5000		
	Varianza	13,125		
	Desviación estándar	3,62284		
	Mínimo	75,00		
	Máximo	86,00		
	Rango	11,00		
	Rango intercuartil	5,75		
	Asimetría	,558	,752	
	Curtosis	,495	1,481	
	post_test_satisfacción	Media	87,8750	,58056
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	86,5022	
		Límite superior	89,2478	
Media recortada al 5%		87,9167		
Mediana		88,0000		
Varianza		2,696		
Desviación estándar		1,64208		
Mínimo		85,00		
Máximo		90,00		
Rango		5,00		
Rango intercuartil		2,50		
Asimetría		-,770	,752	
Curtosis		,017	1,481	