



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Implementación del mantenimiento preventivo para  
reducir costos de reparación en la empresa Impacto  
Visual SG S.A.C, Lima, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTORES:**

Salazar Chero, Luis Alberto (ORCID: 0000-0001-8083-2111)

Yaurima Martinez, Wendy Pamela (ORCID: 0000-0003-1787-3652)

**ASESOR:**

Doctor Carrión Nin, José Luis (ORCID: 0000-0001-5801-565X)

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mi hija Tracy por ser la fuerza que me impulsó a salir adelante a pesar de los obstáculos, por quien me esfuerzo a diario para ser su ejemplo a seguir, a mis padres que son mis guías desde el cielo y que me enseñaron a no rendirme sin dar lo máximo de mí y que siempre fueron mi soporte a lo largo de mi camino.

Luis Salazar

A mis papás Yesenia y Lito, por su dedicación, motivación y fortaleza para seguir adelante, su enseñanza de culminar lo que se empieza, me hace terminar con éxito esta investigación. Agradezco también a mi mamita Susana, por haberme entregado todo su amor desde que nací, por haber sido la persona más amorosa, atenta, comprensiva y humilde, por haberme formado desde pequeña. Desde el cielo me acompaña y me guía en esta etapa de mi vida cumpliendo una de mis metas.

Wendy Yaurima

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por su guía y su protección, a mi hija Tracy por su amor, a mi asesor el Doctor José Carrión, a mis padres y familiares y por último a cada profesor que me brindó sus enseñanzas, así como a la Universidad César Vallejo.

Luis Salazar

En primer lugar, a Dios Todopoderoso, por guiarme en cada etapa de mi vida y permitirme llegar hasta este momento. Gracias a mis padres por sus consejos, constancia y paciencia de ver realizar mi proyecto de vida, por los valores y principios inculcados desde niña, también a toda mi familia por su apoyo incondicional. Asimismo, agradezco a mi asesor, el Doctor José Carrión, por la orientación durante el proceso de elaboración de esta tesis.

Wendy Yaurima

## Índice de Contenidos

Índice de tablas

Índice de gráficos y figuras

Resumen

Abstract

<b>I. INTRODUCCIÓN:</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO:</b> .....	6
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	17
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación</b> .....	17
<b>3.2 Variables y operacionalización</b> .....	19
<b>3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis</b> .....	23
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	24
<b>3.5 Procedimientos</b> .....	26
<b>3.6 Método de análisis de datos</b> .....	40
<b>3.7 Aspectos éticos</b> .....	49
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	51
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	69
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	73
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	74
<b>REFERENCIAS</b> .....	75
<b>ANEXOS</b> .....	85

## Índice de Tablas

Tabla 1. Validez de juicio de expertos .....	26
Tabla 2. Datos generales de Impacto Visual .....	27
Tabla 3. Planificación de producción de Impacto Visual SG S.A.C.....	35
Tabla 4. Asignación de máquinas .....	42
Tabla 5. Limpieza y mantenimiento de máquinas.....	43
Tabla 6. Plan de capacitación de mantenimiento .....	45
Tabla 7. Insumos .....	46
Tabla 8. Herramientas.....	47
Tabla 9. Costos de reparación pre - test y post – test .....	51
Tabla 10. Costo de mano de obra pre - test y post – test .....	53
Tabla 11. Costos de materiales pre - test y post – test.....	54
Tabla 12. Análisis descriptivo.....	55
Tabla 13. Pruebas de normalidad .....	56
Tabla 14. Estadígrafo a utilizar.....	57
Tabla 15. Estadísticos descriptivos .....	58
Tabla 16. Estadísticos de prueba .....	58
Tabla 17. Determinación de ahorro de costos .....	65
Tabla 18. Inversión.....	65
Tabla 19. Flujo de caja económico.....	66
Tabla 20. Valor Actual Neto .....	67
Tabla 21. Tasa Interna de Retorno.....	67
Tabla 22. Análisis Beneficio-costos.....	68

## Índice de Figuras

Figura 1 Disponibilidad.....	20
Figura 2 Localización de la empresa.....	28
Figura 3 Organigrama de Impacto Visual SG .....	29
Figura 4 Principales productos de Impacto Visual .....	30
Figura 5 Principales clientes de Impacto Visual .....	31
Figura 6 Área de impresiones .....	32
Figura 7 Máquina en alta calidad .....	33
Figura 8 Máquina Handtop.....	34
Figura 9 Máquina multicortadora.....	34
Figura 10 Cotización de pedido solicitado .....	36
Figura 11 Diagrama de flujo actual del proceso de impresión .....	37
Figura 12 Diagrama de flujo mejorado del proceso de impresión .....	39
Figura 13 Insumos .....	46
Figura 14 Kit de herramientas .....	48
Figura 15 Comparativo Pre - test y Post – test.....	52
Figura 16 Comparativo costo de mano de obra.....	53
Figura 17 Comparativo costos de materiales .....	54
Figura 18 Asignación de máquinas .....	59
Figura 19 Lubricación de engranaje de máquinas.....	60
Figura 20 Purga de residuos de tinta en cabezal .....	61
Figura 21 Inspección.....	62
Figura 22 Capacitación en el área de impresiones.....	62
Figura 23 Insumos utilizados.....	63
Figura 24 Herramientas utilizadas.....	64

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021, mediante un cronograma de actividades para reducir los costos por mantenimiento correctivo.

Para la metodología se utilizó como muestra la cantidad de reparaciones a las máquinas impresoras durante los meses de setiembre a diciembre del 2020, el tipo de investigación fue aplicada, con nivel explicativo y de diseño cuasi experimental. Para este estudio se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, abarcando el área de impresiones, una vez identificado el problema, se analizaron las causas raíces en un diagrama de Ishikawa las cuales generaron mayor impacto en la problemática, representando una suma de S/. 18, 245 antes de la implementación.

Finalmente, con la información obtenida y analizada, se concluyó que los costos de reparación luego de la implementación redujeron a S/. 2, 220 con una variación porcentual de 88 %, además se obtuvo un VAN de S/. 1, 222, un TIR del 29% y un B/C de S/. 2.24, afirmando que el estudio resultó viable para la empresa Impacto Visual SG S.A.C.

**Palabras clave:** Mantenimiento, mantenimiento preventivo, costos, reparación, disponibilidad.

## Abstract

The general objective of this research work is to determine how the implementation of preventive maintenance reduces repair costs in the company Impacto Visual SG SAC, Lima, 2021, through a schedule of activities to reduce costs for corrective maintenance.

For the methodology, the number of repairs to the printing machines was used as a sample during the months of September to December 2020, the type of research was applied, with an explanatory level and a quasi-experimental design. For this study, a diagnosis of the current situation of the company was carried out, covering the area of impressions, once the problem was identified, the root causes were analyzed in an Ishikawa diagram which generated the greatest impact on the problem, representing a sum of S /. 18, 245 prior to implementation.

Finally, with the information obtained and analyzed, it was concluded that the repair costs after implementation decreased to S /. 2,220 with a percentage variation of 88%, and a NPV of S /. 1,222, an IRR of 29% and a B / C of S /. 2.24, stating that the study was viable for the company Impacto Visual SG S.A.C.

**Keywords:** Maintenance, preventive maintenance, costs, repair, availability.

## I. INTRODUCCIÓN:

Con el pasar de los años las empresas de los diferentes sectores buscan sobresalir frente a la alta competencia a nivel local, nacional e internacional, puesto que hoy en día en un mundo más globalizado se necesita identificar las oportunidades y amenazas que se presenten ya que implica la fuente de ingresos para su crecimiento. Es por ello que, para las empresas de la industria gráfica, que utilizan máquinas para ofrecer el servicio de publicidad de tipo interior como exterior de las tiendas por departamentos que hay en el país, están sometidos a diferentes cambios como la tecnología, nuevos modelos de trabajo, innovación, transformación, personalización y valor agregado que actualmente exigen los consumidores; y debido a esto, este tipo de sector se ve forzado por mejorar sus estrategias y nuevas técnicas de gestión de mantenimiento y ofrecer un producto y servicio a las expectativas del cliente. El mantenimiento implica considerar las herramientas de manufactura, como equipos y máquinas que se utilizan constantemente, las cuales repercuten en altos costos de reparación por lo mismo que están expuestos a una producción continua y masiva dependiendo de su particularidad. Para los autores Aquino y Obregón (2020) alegan en su investigación que las empresas en la actualidad no cuentan con un mantenimiento preventivo correctamente planificado y mediante ello se originan desde paradas inesperadas ocasionadas por las fallas constantes, provocando la incomodidad de los clientes, pero a la vez esto produce que no se llegue a la producción planteada según la orden de trabajo, de tal manera esto produce altos costos de reparaciones, compra de repuestos para subsanar dichas fallas y por ultimo gastos en mano de obra por personal externo. (p. 4)

Según en el INEI, en el Perú el sector de servicios prestados aumentó a 2.73 % en el presente año y este incremento se obtuvo debido a cuatro componentes, siendo el principal de ellos, la publicidad, que tuvo un incremento del 7.06 % debido a la alta demanda generada por lanzamientos de campañas publicitarias por temporada de verano, innovación en publicidad exterior, posicionamiento de marcas, eventos en los puntos de venta, etcétera, hasta enero del 2020 (Ver anexo 1), demostrando así el gran desenvolvimiento de este sector y su evolución.

La publicidad en la actualidad es una pieza clave para el aumento de clientes a las diferentes empresas del sector retail, en lo que concierne a Impacto Visual SG S.A.C es una empresa ubicada en el distrito de Ate que brinda servicios de impresiones e instalaciones de banner y vinil a diferentes tiendas, convirtiéndolos en un proveedor que cumple con las expectativas de los clientes, ya que esta era digital se expone a nuevos modelos de trabajo que deben estar aptos a cualquier cambio o pedido del cliente, ello implica la alta inversión en materiales a usar, además de maquinarias eficientes y la alta calidad en sus distintas presentaciones, además dependen de artes a prueba de color, luminosidad, brillo en máquinas impresoras de gran formato, las más usadas son la impresora handtop o cama plana, impresora de alta calidad e impresoras de alta producción son algunas con las que cuenta esta empresa, y a raíz de ello genera una carga de trabajo a las máquinas a las cuales solo se les realiza un tipo de mantenimiento correctivo, es decir, solo se reparan cuando se genera una falla y posteriormente pasa a ser arreglada por lo que se tiene que comprar algunos repuestos o insumos y además contratando una persona para el servicio de mantenimiento, generando un costo por reparación. Como indica Eulogio (2019) las empresas de años anteriores tenían costos elevados en mantenimiento en lo que se refiere a la conversión de autos, por lo consiguiente esto demanda una alta inversión en mano de obra e insumos por parte de tercero con la finalidad de satisfacer la demanda, sin embargo, esto generaba altos costos por reparaciones. (p. 25) En base a lo mencionado, la presente investigación busca plantear una solución mediante la implementación del mantenimiento preventivo con un cronograma de actividades para reducir los costos de reparación obtenidos por un mal manejo de gestión de mantenimiento.

Para dar a conocer las causas relacionadas al problema, se realizó reuniones de trabajo con los trabajadores del área involucrada, reuniones en las cuales se pudieron analizar las evidencias de las causas del problema, las cuales finalmente quedaron graficadas en un diagrama de Ishikawa (Ver anexo 2) en donde se mencionan algunas de ellas: falta de herramientas para mantenimiento, mantenimiento inadecuado, supervisión deficiente del trabajador, etc. Asimismo, se cuantificaron estas causas estableciendo su frecuencia e igualmente se graficó esta operación mediante un diagrama de Pareto, con el cual se evaluará cuáles son las causas que dan como resultado las fallas que se generan en las máquinas de

impresión lo que provoca el 80% de costos de reparación. (Ver anexo 3). En él se muestra que las seis primeras causas entre ellas están: la primera causa es la falta de herramientas para el mantenimiento que se da debido a que el servicio de reparación es contratado, solo cuando ocurren las fallas y el técnico trae sus implementos para la corrección de la máquina; la segunda causa es el mantenimiento inadecuado, esto se da debido a que la empresa no brinda mantenimiento preventivo las máquinas, sino por el contrario el correctivo recalcando que el primero sería de menor tiempo; la tercera causa es el funcionamiento inadecuado de máquinas, que quiere decir que muchas veces los maquinistas realizan acciones incorrectas como por ejemplo: usar el material inadecuado en la impresora que tienes especificaciones técnicas de uso; la cuarta causa es la carencia indicadores, dado porque no existe una secuencia de procesos que cumpla con la planificación de los objetivos trazados en la producción representado por la unidad gerencial; la quinta causa es la tercerización de mantenimiento, en donde se costea este servicio a un personal externo cuando en realidad se puede capacitar a los maquinistas para realizar el mantenimiento preventivo; la sexta y última causa a mejorar es la supervisión deficiente del trabajador, debido a la carga de trabajo el personal de área deja de lado la supervisión de la producción que se está realizando en secuencia, ya que en plena campaña trabajan todas las máquinas y no existe una buena organización por parte de ellos.

Para esta investigación se utilizó la escala de Likert para medir el nivel de frecuencia que tiene cada causa dándole un puntaje para poder identificarlo. Luego de determinar las causas más comunes, mediante dicha escala (Ver anexo 4) se realizó un cuadro de frecuencias de mayor a menor, en la que se demostró que la causa más frecuente se debe a la falta de herramientas para el mantenimiento (Ver anexo 5).

Con la problemática encontrada se procedió a realizar la matriz de coherencia (Ver anexo 6) y a partir de las causas identificadas se formuló el siguiente problema general: ¿De qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021?

Asimismo, se plantearon los problemas específicos: ¿De qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021? y ¿de qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021?

El presente estudio tiene como justificación teórica que, mediante el mantenimiento preventivo se maximiza la disponibilidad de máquinas y recursos necesarios para las operaciones a realizar, evitando altos costos, tiempos improductivos en los procesos y alargando el periodo de validez de los recursos. (Arango, Rosero y Montoya, p. 39, 2020) En Impacto Visual SG las máquinas impresoras de gran formato solo se realizan mantenimiento correctivo ocasionando retrasos en la producción y más aún sobrecostos operativos por materiales e insumos a comprar para la reparación y a su vez el contrato por mano de obra, esto trae consigo altos egresos por una mala gestión de mantenimiento en dicha empresa, es por ello que con la aplicación de la programación del mantenimiento preventivo con un cronograma de actividades se evitarán fallos o averías imprevistas para reducir costos excesivos.

Por otro lado, la justificación práctica es tomada de dos puntos diferentes: Desde una perspectiva empresarial, lo que brinda la investigación es relevante para las empresas sobre la gestión de mantenimiento, una herramienta que le proporcionará evaluar sus indicadores, así como también, organizar y mejorar su sistema; y desde el punto de vista académico, brinda al educando una guía para entender mejor el mantenimiento y la interrelación de las variables. (Ortiz, Rodríguez e Izquierdo, 2013, p. 88) Para ello, este trabajo propone una estrategia de gestión de mantenimiento en donde se pondrá en práctica a las impresoras para medir, verificar, monitorear e inspeccionar los procesos, de tal manera de controlar los componentes para su respectivo funcionamiento, previniendo las condiciones de las maquinarias con una programación diaria y semanal, así mismo disminuyendo los costos innecesarios. Mediante la aplicación del mantenimiento preventivo y los resultados obtenidos de la presente investigación, servirá también como guía para posteriores trabajos que busquen solucionar la problemática relacionada a la metodología usada.

Finalmente, la justificación económica consiste en que el mantenimiento intervenga en el proceso sin necesidad de alterar su secuencia ni los costos de repuestos, de tal forma que se reduzca costos grandes frente a averías que detienen los procesos. (López, 2016, p. 37) A través del mantenimiento preventivo se logrará reducir altos costos generados por reparación tanto de mano de obra como de materiales de las diferentes máquinas, con la finalidad de que la empresa obtenga beneficios económicos positivos en base a la TIR (Tasa Interna de Retorno), el VAN (Valor Actual Neto) y el Beneficio/Costo de la implementación.

Luego de plantear la formulación de preguntas para definir la problemática, se procede a describir los objetivos. El objetivo general del presente estudio es: Determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

De la misma manera se describen los objetivos específicos, estos son: Determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021 y determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

Siguiendo el orden secuencial, se procede a formular las hipótesis que servirá para comprobar la veracidad del problema identificado. Se tiene como hipótesis general: La implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

Además, las hipótesis específicas son las siguientes: La implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021 y la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO:

En este capítulo, se redactarán los antecedentes que son trabajos de investigación precedentes al actual trabajo, aquellos que servirán como base para el presente estudio. A continuación, se presentarán los antecedentes nacionales por diferentes autores:

En su tesis titulada “Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo del sistema del filtrado de la empresa Talsa (FUNDO UPAO) para incrementar su productividad y reducir costos de operación”, Rojas (2019) tuvo como objetivo general incrementar la productividad y reducir los costos de operación en la empresa Talsa (FUNDO UPAO). El tipo de investigación fue aplicado y de diseño no experimental, teniendo como instrumentos el historial de equipos, reportes manuales, fichas, órdenes de trabajo, entre otros. Se concluyó que a raíz del plan de mantenimiento se logró ahorrar S/. 51, 030.34 en 6 meses, asimismo la disponibilidad del motor eléctrico aumentó de 82.27% a 90.35% y la confiabilidad, de 93.3% a 96.6%. Se recomendó que la empresa continúe llevando un control mediante el registro de plan de mantenimiento y que sigan aplicando los planes de mejora.

Asimismo, para optar el título de ingeniero industrial, García (2018) en su tesis titulada “Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial Molinera San Luis S.A.C, 2018” tuvo como objetivo proponer e implementar un plan de gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad en las máquinas que intervienen el proceso productivo de arroz. Mediante el diagnóstico de la problemática se identificó que las áreas críticas eran el pilado y el embolsado, aquellas que tenían un alto porcentaje de paradas no programadas de máquinas. En base a ello se aplicó la gestión de mantenimiento con el uso de cronogramas, registros, programas de capacitación e integración de grupos multidisciplinarios, logrando así reducir el porcentaje de paradas no programadas en 8% y a la vez, aumentando el tiempo entre fallas de 42 a 62 minutos, también se obtuvo un ahorro de S/. 2 000 mensuales, y se logró un aumento de la eficiencia global de los equipos en 15%.

En su investigación titulada “Gestión del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad de las máquinas selladoras en la empresa Wariplas Perú S.A.C, Lurigancho Chosica, 2018”, el autor Conovilca (2018) para obtener el título de ingeniero industrial tuvo por objetivo general: determinar cómo la gestión del mantenimiento preventivo mejora la productividad de la maquina selladora en la empresa Wariplas. El tipo de investigación fue aplicado, el diseño fue pre experimental, con nivel descriptivo-explicativo y de enfoque cuantitativo. Tuvo como muestra la cantidad de mantenimientos correctivos diarios durante un mes de 25 días y la técnica utilizada es la ficha de registro. Se concluyó que al aplicar la metodología se incrementó el tiempo de duración de las máquinas selladoras ya que la disponibilidad antes de la implementación fue de 94% y después, fue del 98%. Asimismo, la confiabilidad antes fue de 0.168 y después de la aplicación de la gestión del mantenimiento fue del 0.1292, esto permitió que las máquinas sean más productivas. Como recomendación se deben realizar programaciones de mantenimiento preventivo constantemente, de manera que se obtengan buenos resultados alargando la vida útil de las máquinas selladoras.

Además, en su tesis, Solís (2018): “Gestión de mantenimiento preventivo y confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatados de pollos empresa Agroindustria Supe S.A. Barranca, 2018 [sic].” El objetivo de la investigación fue determinar la relación existente entre la gestión de mantenimiento preventivo y la confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatado de pollos [sic]. El tipo de investigación fue aplicada con diseño no experimental, de nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La muestra estuvo conformada por 50 colaboradores y la técnica que se utilizó fue el análisis documental. Como conclusión se tuvo que conforme reduzca el sistema crítico y se incremente la planificación de actividades y programa de mantenimiento adecuado, la confiabilidad incrementará. Se recomendó que la gestión de mantenimiento preventivo se oriente a la reducción de los tiempos totales de reparación y tiempos de planificación de actividades, también, monitorear un programa de mantenimiento evitando gastos innecesarios y baja productividad, además es deseable que la empresa disponga de un software como el MP9 para gestionar el mantenimiento. Por otro lado, se recomendó llevar un control adecuado de máquinas y equipos relacionados a la producción para identificar sistemas críticos rápidamente.

Por otro lado, Vergaray (2018) en su tesis: “Plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de operación en los equipos Trackle Scoop LH 203 de la compañía minera Poderosa S.A, el objetivo fue proponer un programa de mantenimiento preventivo para disminuir los costos de operación. El tipo de investigación fue aplicativo. A través de un análisis preliminar se determinó que el mayor índice de fallas se debe a factores como falta de programas mensuales y anuales, falta de aplicación de controles para mantenimientos y falta de repuestos críticos. Se concluyó que con la propuesta del plan de mantenimiento se detectaron las causas de las fallas de los componentes y se determinaron cuadros de comparación de indicadores y costos de los mismos, siendo el 2017 el mayor costo de mantenimiento valorizado en 241.800\$, entonces mediante el análisis costo-beneficio se retorna la inversión de 34500\$ en un plazo de 2 años. Como recomendación se pretende seguir analizando los puntos en los que se está gastando más, de tal manera que se pueda modificar y alcanzar las metas planeadas por la empresa.

Internacionales:

Como primer antecedente internacional, el autor Garavito (2018), en su tesis “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para flota de generadores Empresa Generación y Sistemas S.P.A (Gensys)” tuvo como objetivo general dar una propuesta sobre un plan de mantenimiento preventivo aplicable a la flota de equipos generadores suministrados por la empresa Generación y Sistemas SPA (GenSys), el cual permita optimizar la disponibilidad de los equipos, disminuir el tiempo medio entre fallas y acotar los tiempos de mantenimiento preventivo de estos equipos. Se concluyó que para una correcta administración del mantenimiento es indispensable la creación de un método de órdenes de trabajo, como apoyo para la verificación histórica de fallos, participaciones, imputación de valor, asimismo, asegura un retorno más rápido y controlado de la inversión inicial, disminuyendo los gastos operacionales en al menos 20% del valor actual durante el primer año de funcionamiento. Se recomendó que la gerencia general deberá entregar los recursos necesarios como los implementos de seguridad, protección para los generadores, indumentaria nueva para el equipo de mantenimiento,

realización de talleres de capacitación, charlas de sensibilización, así como la implementación de Stock crítico de repuestos.

Asimismo, Wicaksana (2019) en su tesis "Aumentar la fiabilidad de la máquina recolectora de polvo idc001 utilizando mantenimiento preventivo con continua actividad de seguimiento en automotriz empresa". El objetivo de esta investigación fue conocer los componentes críticos de la máquina recolectora de polvo IDC001 como los que más contribuyen al tiempo de inactividad y lograr un 80% de confiabilidad, obtener más datos del desempeño de los componentes proponiendo el nuevo programa de mantenimiento preventivo y la actividad de monitoreo continuo. Se concluyó que, al implementar el programa de mantenimiento preventivo propuesto y las actividades de monitoreo continuo, el equipo de mantenimiento será capaz de obtener más datos para predecir la vida útil del componente y la confiabilidad de cada componente aumentará al 80% con ahorros totales de IDR 830.645.805, además hay cuatro componentes que causaron mayoritariamente un alto tiempo de inactividad de la máquina, que son el tubo de polvo, el eje, la correa en V y el cojinete. Se recomendó utilizar varios modelos estadísticos con los datos recopilados de las actividades de monitoreo para predecir el tiempo de vida del componente con precisión. Además, se debe integrar el cronograma con la planificación de la producción real.

También Shely (2018), en su tesis titulada "Enfoque de mantenimiento preventivo para aumentar la fiabilidad de la máquina sabman 4 en la fabricación de plástico rígido". El objetivo de esta investigación fue proponer la nueva programación de mantenimiento preventivo para lograr el 80% de confiabilidad. Después de varios cálculos de función de falla basados en la distribución de datos de falla, se obtuvo el intervalo de reemplazo para establecer una nueva programación. Al implementar el sistema propuesto, la confiabilidad aumentó en un 42% y tuvo un ahorro total de IDR 36,403,040. Las recomendaciones para la investigación futura fueron integrar la programación de mantenimiento con la planificación de producción real, enfocarse por el cálculo del inventario de repuestos y los recursos necesarios. Se sugirió desarrollar la programación alternativa de mantenimiento preventivo utilizando varios métodos de optimización de algoritmos.

Por otro lado, Cajsa (2017) en su trabajo de investigación titulado: “Encontrar un costo óptimo mantenimiento preventivo intervalo”. El objetivo general de esta tesis fue utilizar datos antiguos de fallos y mantenimiento de dispositivos de ECG en la región de Östergötland para encontrar la duración óptima del intervalo de PM desde una perspectiva de costes. Al analizar los datos sobre las acciones de mantenimiento previas y las fallas de los dispositivos de ECG en la Región Östergötland, se encontró un modelo que describió la relación entre la duración del intervalo de mantenimiento preventivo y el número de fallas, junto con los costos promedio de las acciones de mantenimiento, esto se utilizó para calcular los costos totales de mantenimiento para diferentes intervalos de mantenimiento preventivo. Se encontró que el intervalo óptimo fue de 450 días en una perspectiva de 10 años, pero disminuyó para perspectivas más largas. Se concluyó que a partir de datos antiguos de PM y de fallos, se descubrió que el número de fallos de los dispositivos de ECG en la región de Östergötland está aumentando con un factor exponencial que depende tanto de la edad como del tiempo desde la última PM realizada. Por lo tanto, el costo de reparar fallas (CM) aumentó los intervalos de MP más largos.

Consecuentemente, Nabila (2017) en su proyecto: “Aplicación de preventivos programación de mantenimiento en el conjunto principal 1 máquina en repuesto empresa fabricante”. La presente tesis tuvo como objetivo identificar qué componentes de la máquina provocan el tiempo de inactividad de la máquina y determinar la forma de reducir la pérdida de tiempo de inactividad. Se concluyó que los componentes más críticos que activaron el mayor tiempo de inactividad de la máquina son el eje del porta brocas, el anillo deslizante del porta brocas y el pasador b. A la empresa se le asignó el objetivo de fiabilidad a alcanzar que es del 70%. Al implementar la programación de mantenimiento preventivo, la confiabilidad de la máquina aumentó en 21.65% y el costo de mantenimiento se redujo en un 14.56%. Se recomendó que, debido a la limitación de tiempo y fuente, existe una sugerencia de investigación adicional que es formular el algoritmo para integrar los dos factores importantes; cronograma de la producción y mantenimiento preventivo.

La variable independiente Mantenimiento Preventivo está definido como una propuesta frente a fallas imprevistas del manejo normal de instalaciones con la

finalidad de minorarlas. Este, advierte una compleja programación basada en inspecciones regulares que prevenga futuras condiciones anormales. (De Simón, Díez, González, De la Puente, Vega y Martínez, 2019, p. 9)

El mantenimiento consiste en acciones con la única finalidad de mantener o restaurar un elemento hasta un estado en el cual pueda seguir efectuando su función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de acciones técnicas y administrativas correspondientes. (Roque, 2016, p. 6)

El mantenimiento preventivo es una secuencia de actividades preventivas en intermedio de tiempos mientras se persevera el estado de operatividad de uso considerado, de manera que pueda aumentar su fiabilidad. (Salgado, Martínez del Castillo y Santos, 2018, p. 157). Por otro lado, Marqués (2015) menciona que dentro del mantenimiento preventivo requiere el cambio de algunos accesorios y realizar el tiempo de vida de útil de las máquinas dentro de su estado de funcionalidad, de tal forma que estas sigan cumpliendo con un alto desempeño. (p.84) Asimismo, Pardo (2015) indica que el mantenimiento preventivo es indispensable para una alta disponibilidad en los aparatos que requieren trabajo continuo, sin paros no programados y más aún si la demanda de trabajo debe cumplir con la producción diaria o por horas, de lo contrario, si los aparatos no necesitan trabajar de manera activa y se tenga suficientes aparatos relevar una máquina fallida se puede efectuar el mantenimiento correctivo. (p. 214)

También Alavedra [et al.] indica que el mantenimiento preventivo se basará en una lista de actividades definidas, y ejecutadas por los encargados y operarios del área, asegurando el buen funcionamiento de todas las máquinas. (2016, p. 12)

Con respecto a la disponibilidad de un equipo este es considerado dentro del tiempo en que la máquina está en su funcionalidad u operacionalidad para realizar los trabajos programados, a la vez debe estar en óptimas condiciones. (Juran, 2018, p. 10). Asimismo, Rivas (2021) menciona que es la continuidad de los trabajos o productos, realizados en el proceso de producción, considerando las fallas que esté presente y su rápida acción de mejora. (p. 48)

La disponibilidad es mencionar de tiempo de utilidad que el equipo está funcionando o permanece activo en el entorno de la productividad que incluye ciertos términos

y que es una parte fundamental del mantenimiento ya que brinda una mejor visibilidad de producción. (Ramírez, 2017, p. 233)

El Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) menciona Rivas (2018) que esto hace relación entre el periodo en el que ocurre una avería en la máquina y el tiempo que se mantiene inactiva hasta su pronta reparación. (p. 290)

La programación en el mantenimiento preventivo, es coordinar la secuencia de actividades a ejecutar, ya sea para una revisión o una corrección en los equipos de trabajo dentro de la industria, estas se pueden dar en fechas establecidas o gestionadas según se requiera para la mejora continua de los equipos y finalmente se ejecutan de acorde con la orden de trabajo generada en la entidad. (López, 2017, p. 30)

Para la variable dependiente Costos de reparación según Bustamante (2016), es imprescindible llevar un control de costos de mantenimiento sobre todas las actividades que implican estas reparaciones, de esa forma se podrá evaluar su rentabilidad, esto quiere decir que se debe estimar los costos en base a los resultados obtenidos por materiales físicos (repuestos y herramientas) y mano de obra (operarios de mantenimiento) en un periodo de tiempo con el fin de aminorar los paros imprevistos por fallos. En cuanto a costos Cárdenas (2016) sostiene que es la sumatoria de las inversiones al adquirir todos los elementos que incurren en la fabricación y venta de un producto o servicio, particularmente en este estudio va referido al mantenimiento.

De igual manera que en la producción, en el tema de mantenimiento hay que mencionar a los costos variables y costos fijos. Se manifiesta que los costos variables son los que cambian en relación directa con el grado de eficacia del área de mantenimiento; podemos mencionar como ejemplo, los costos que se requieren en aceites, aun cuando estos costes variables estarán permanentes por unidad de producto. Se menciona que los costos fijos serán los que no cambian con la conexión a la cantidad de producción a lo largo de un definido periodo; en este caso mencionamos como ejemplo, el salario del encargado del área de mantenimiento.

Asimismo, Chamorro y Bernardo (2016, p. 10) los costos variables son aquellos que varían directamente a la alteración de la actividad o volumen de producción,

mientras que los costos fijos permanecen constantes dentro de la actividad o producción, sino que varían inversamente proporcional a la alteración en el volumen de actividad o producción, como por ejemplo el alquiler de un edificio seguro, depreciación por línea recta.

La reparación o acciones de mantenimiento tal como nos indica Oviedo (2021), estos trabajos son los que se operan de manera manual por personal ya sea externo (proveedores) o internos (personal de la empresa) en el momento de las correcciones de las máquinas y estas deben estar registradas en los formatos de mantenimiento como son fichas con identificas a los equipos tal como la hora el tipo de reparación y por quien fue efectuado (p. 5)

Asimismo, es importante recalcar que la función de las reparaciones por fallo o avería es aumentar eficiencia y eficacia de los recursos, ya sean máquinas, mano de obra y métodos, aumentando así la productividad y cumpliendo con el servicio al cliente. (Herrera, Morán, Gallardo y Silva, 2020, p. 22)

Para Vallejos y Chilibingua (2017) el costo de mano de obra está denominado como el segundo complemento dentro de las órdenes de los costos de producción, el cual es parte del esfuerzo físico e intelectual de un trabajador en la transformación de nuevos productos completos o semicompletos en las diferentes áreas de una compañía. (p. 99) El costo de mano de obra está representado por la diferencia entre la tarifa estándar y la tarifa real, multiplicada por las horas reales trabajadas.

La elaboración de estas tarifas recae en la importancia para el cálculo de los costos de mantenimiento, y se debe considerar en base al costo hora-hombre que variará dependiendo de la máquina para dar mantenimiento o en otros casos, que involucre el costo de la máquina en la tarifa de mano de obra. Estas tarifas, además, se obtienen de acuerdo a la categoría de las personas para dar mantenimiento. (Guarnizo y Cárdenas, 2020, p. 20)

Al respecto Chilibingua y Vallejos, sostienen que la mano de obra directa es la fuerza de trabajo que participa directamente con la producción de una orden determinada, dicho de otro modo, forma parte de la alteración de los materiales en un producto terminado o semi terminado. Por otro lado, la mano de obra indirecta

es la fuerza de trabajo que interviene indirectamente en la fabricación de un producto terminado, el cual corresponde a los gastos generales de fabricación pero que a su vez se subdivide de acuerdo a la variedad de sus conceptos, tales como el trabajo indirecto del personal de producción, departamento de control de calidad, jefatura y supervisión, trabajo indirecto de la mano de obra directa, prestaciones sociales de trabajadores indirectos, horas extras, entre otros. (2017, p. 101)

Para Bustamante (2016), el costo de materiales o suministros consiste en el costeo de compra o adquisición de materiales que se utilizarán en las diferentes reparaciones o en los constantes mantenimientos de los equipos que presentan fallas o averías. (p. 96) Por otro lado, los costos de materiales representan la diferencia entre el precio estándar por unidad y el precio real por unidad, multiplicada por la cantidad real comprada de materia prima.

Según Arredondo (2015), el precio estándar se denomina a aquello que está reflejado dentro de los precios actuales que están prevalentes en el mercado y que estos serán utilizados en un periodo de tiempo estimado para la compra de elementos dentro del uso del mantenimiento y que con el paso del tiempo este puede variar según la demanda. (p.262) y el autor Pardo (2015, 214), sostiene que existe una gran diferencia entre mantenimiento correctivo y preventivo, ya que el primero se realiza para identificar y solucionar los fallos en las impresoras luego de que ocurren, mientras que el segundo tiene la finalidad de “prevenir” los problemas antes de que ocurran y que de manera general estos mantenimientos se realicen de manera manual o mediante un software.

Según Janoudi (2015), nos menciona que el mantenimiento correctivo es muy efectivo pero que no implica ser planificado puesto que este se manifiesta según el tipo de falla detectada en el equipo, este se debe operacionalizar de manera inmediata para aminorar los tiempos improductivos en la empresa y dentro de los procesos de producción. (p.174)

Ramírez (2017, p. 234), indica que el mantenimiento correctivo podría parecer el más económico, pero con el paso del tiempo pueden ocurrir consecuencias por pérdidas de servicio como los tiempos improductivos generados por paradas imprevistas y el incremento de costos basado en repuestos, de esta manera

considera a este tipo de mantenimiento con baja efectividad para análisis de fallos. El autor Romero (2018), sostiene que, durante los últimos años las empresas han optado por el mantenimiento preventivo, dejando de lado el mantenimiento correctivo por diferentes razones, estas son: los costos de mantenimiento se redujeron con relación al primero, además aumenta la productividad disminuyendo paradas, aumenta la seguridad en relación a la disminución de accidentes, aumenta la calidad del producto, se satisface la necesidad al cliente y se aumenta la vida útil de sus maquinarias. (p. 168) En conclusión, estos costos se reducen logrando una menor inversión de reparaciones y en consecuencia existe un ahorro progresivo por parte de la empresa que finalmente es a lo que se pretende llegar en este estudio.

Las fallas son aquellas que perjudican directamente el sistema económico de una organización ya sea por pérdidas de producción, transformación de productos en mal estado, impacto del entorno, cambio de repuestos, accidentes laborales y muchos más, según Íntegra Markets (2017, p. 28). Al respecto Espejo y Hernández (2017) menciona que las fallas suceden por anomalías o imperfecciones cuando las figuras de las piezas cambian parcialmente o en su totalidad de manera constante, así mismo puede haber cambios condiciones vibratorias por motivo de aceleraciones, velocidades o amplitudes fuera de lugar, también existen fallas por fractura, estas se deben a grietas formadas en las piezas debido a la ejecución de cargas en su funcionamiento. (p. 29)

Por su parte, Torres (2021, "Tintas", párr. 4) agrega que las impresoras de gran formato digital están basadas en tecnología de tintas tipo UV o también llamado base solvente las cuales son similares a las pequeñas impresoras ya que cuentan con componentes similares como cabezales, carro, encoder, inyector, entre otros, sin embargo, se distinguen en su sistema de alimentación y consumibles, además del mantenimiento y la conservación.

Los repuestos son también conocidos como partes o componentes sustituibles dentro de un elemento funcional tal como indica Romero (2018, p. 170), en el presente trabajo es referente a una impresora de gran formato que también tienen partes fijas insustituibles.

Los costos primos son todos los costos directos de fabricación (materia prima y mano de obra directa), los cuales son denominados por el orden en los procesos de producción o fabricación. En el presente estudio es equivalente a los materiales o repuestos, y a la mano de obra del mantenimiento. (Guarnizo y Cárdenas, 2020, p. 22)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación aplicada llamada también práctica o empírica, parte de los conocimientos prácticos de una persona para una investigación y se desarrolla con el fin de solucionar un acontecimiento dado. (Escudero y Cortez, 2018, p. 19)

En el caso de la presente tesis es de tipo aplicado ya que buscará solucionar una problemática identificada y concreta como son los altos costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C a partir de los conocimientos adquiridos por los autores.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Según Benítez (2016), el diseño cuasi experimental es aquel en el que el investigador no designa los objetos de estudio a grupos, puesto que ya están deliberados de manera natural de acuerdo a sus características. (p. 29)

Al respecto, Cabezas, Andrade y Torres (2018) indican que este tipo de diseño señala la aleatoriedad de grupos, no son estipulados al azar sino más bien de manera espontánea. Los grupos de control de variable independiente y dependiente no necesariamente tienen que ser iguales, además la manipulación de la variable independiente se verá reflejado en el efecto de la variable dependiente. (p. 77)

En este sentido, tanto variable dependiente (Costos) como la independiente (Mantenimiento Preventivo) serán medidos en pre test y post test, lo que significa, comparar un antes y después de los resultados obtenidos sobre los costos de las reparaciones luego de la intervención, es decir, luego de aplicar el Mantenimiento Preventivo, a través de una muestra que se obtiene del resultado de la operación de las máquinas ubicadas en el área de impresiones durante un periodo de 4 meses para el pre test y 4 meses para el post test.

La representación de este tipo de diseño se esquematiza de la siguiente manera:

**G.E. O1 X O2**

.....

**G.C. O3 X O4**

Dónde:

G.E.: Grupo Experimental

G.C.: Grupo de Control

O: Observación

O1 y O3: Mediciones pre - test de la variable dependiente

O2 y O4: Mediciones post - test de la variable dependiente

X: Manipulación de la variable independiente

### **3.2.3 Nivel de Investigación**

García (2016) nos dice que el nivel de investigación está dado por la complejidad del objeto de estudio a tratar, detallar a profundidad el tema, la forma en que se desarrollará el proyecto, de manera que cumpla con los objetivos propuestos por el mismo. (p. 89)

Para esta investigación el nivel de investigación es explicativo, porque se analizará el efecto de la variable independiente (intervención) sobre la variable dependiente (costos). Es decir, se explicará las causas y efectos de los costos de mano de obra y costos de materiales que incurre la reparación de máquinas con información obtenida de campo para poder abordar el tema.

### **3.2.4 Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo consiste en una sucesión de procesos y es demostrativo, inicia con un concepto delimitado y procede con interrogantes de estudio, a partir de ahí se formula una teoría como parte de la investigación. De las preguntas

derivan las hipótesis y las variables para posteriormente ser probadas y evaluadas, haciendo uso de métodos estadísticos, y en base a ello se presentan resultados, interpretación, discusión, conclusiones y recomendaciones. (Domínguez, 2015, p. 14)

En relación a esta investigación las variables de mantenimiento preventivo y costos de reparación serán representadas de manera numérica, y se determinarán a partir de las preguntas formuladas e hipótesis general y específicas.

### **3.2 Variables y operacionalización**

En este acápite se hará mención de las variables estudiadas para la presente investigación, asimismo se considerará la matriz de operacionalización de variables incluyendo la definición conceptual, definición operacional, indicadores y escala de medición. (Ver anexo 7)

#### **3.2.1 Variable independiente: Mantenimiento preventivo**

**Definición conceptual:** Son los hechos que se realizan por anticipado y que evitan desperfectos en los equipos e instalaciones, tienen la finalidad de prevenir o disminuir sus efectos. El mantenimiento preventivo ayuda a minorar los costos, evita dificultades con la población y aumenta la eficiencia del servicio [...] (Sánchez, Guerrero, Garrido y Amat, 2015, p. 83).

**Definición operacional:** Se basa en procedimientos que desarrollan las empresas para prevenir daños o deficiencia de máquinas y equipos, los cuales serán medidos por su disponibilidad y la programación de sus actividades con el objetivo de reducir los costos de reparación de los mismos.

Sus componentes o dimensiones son:

- Disponibilidad
- Programación

#### **Dimensión 1: Disponibilidad**

La disponibilidad es mencionar de tiempo de utilidad que el equipo está funcionando o permanece activo en el entorno de la productividad que incluye ciertos términos

y que es una parte fundamental del mantenimiento ya que brinda una mejor visibilidad de producción. (Ramírez, 2017, p. 233)

Mediante la fórmula del índice de disponibilidad se determina la disponibilidad de que el equipo esté operativo.

-Indicador:

- Índice de disponibilidad:

$$ID (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Esta fórmula equivale también a la siguiente:

$$ID (\%) = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo de producción planificado}} \times 100$$

Leyenda:

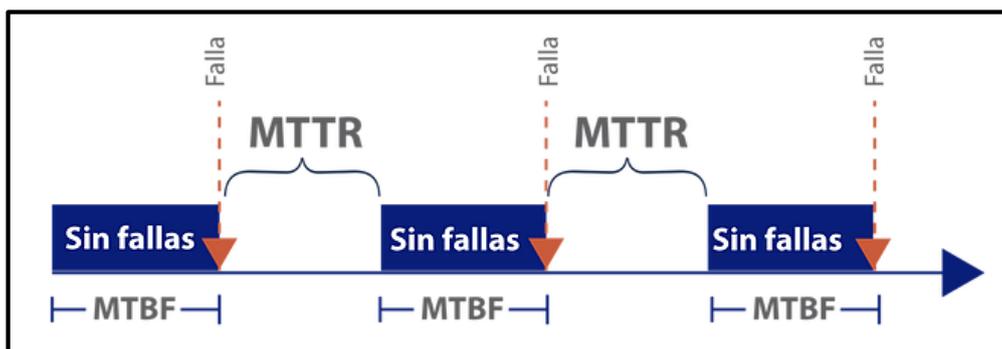
ID: Índice de disponibilidad (%)

MTBF: Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)

MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean Time To Repair)

En la siguiente figura se muestra el riesgo que existe si el tiempo medio de fallas se prolonga, el cual debe ser controlado; sin embargo, de no controlarse se generaría la detención de la producción.

Figura 1 Disponibilidad



Fuente: <https://www.produccion.com.mx/copia-de-tpm>

## Dimensión 2: Programación

El referirnos a la programación en el mantenimiento preventivo, es coordinar la secuencia de actividades a ejecutar, ya sea para una revisión o una corrección en los equipos de trabajo dentro de la industria, estas se pueden dar en fechas establecidas o gestionadas según se requiera para la mejora continua de los equipos y finalmente se ejecutan de acorde con la orden de trabajo generada en la entidad. (López, 2017, p. 30)

-Indicador:

- Índice de tiempo de mantenimiento programado:

$$\text{ITMP (\%)} = \frac{\text{TUM}}{\text{TPM}} \times 100$$

Leyenda:

ITMP: Índice de tiempo de mantenimiento programado

TUM: Tiempo utilizado en mantenimiento

TPM: Tiempo programado en mantenimiento

### 3.2.2 Variable dependiente: Costo de reparación

**Definición conceptual:** Es de suma importancia ya que define el costo óptimo del mantenimiento que se logra a través de una revisión constante teniendo en cuenta la información exacta e identificada oportunamente, este costo considera todos los repuestos o materiales y mano de obra necesarios frente a una avería y además futuras reparaciones no previstas, incluye todos los costos que incurren para que las máquinas continúen con su estado operativo. (Zegarra, 2016, p. 27)

**Definición operacional:** Se refiere a los costos que producen las máquinas y equipos en su estado operativo, esta variable será medida por el costo de mano de obra y los costos de materiales que serán usados para dicho mantenimiento.

Sus componentes o dimensiones son:

- Costo de mano de obra
- Costo de materiales

## **Dimensión 1: Costo de mano de obra**

El costo de mano de obra son las prestaciones o pagos por fuerza laboral que se le abona a las personas, operarios o trabajadores que son partícipes para la realización real de una producción, alterando la materia prima en un producto terminado, sea de bien o de servicio que esté apto para la comercialización. (Guarnizo y Cárdenas, 2020, p. 51)

-Indicador:

- Índice de costo de mano de obra

$$\text{ICMO} = (\text{TR} - \text{TS}) \times \text{HRT}$$

Leyenda:

ICMO: Índice de costo de mano de obra

TR: Tarifa real

TS: Tarifa estándar

HRT: Horas reales trabajadas

## **Dimensión 2: Costo de materiales**

Para tomar la definición de costos de materiales de debe representar también como costos de materia prima, que son lo que se genera en el proceso de transformación de algún producto o que dentro del mantenimiento están ligado a la adquisición de repuestos o insumos que se utilizarán en la mejora de los equipos. (Hoyos, 2017 p. 17)

Indicador:

- Índice de costo de materiales

$$\text{ICM} = (\text{PR} - \text{PS}) \times \text{CRC}$$

Leyenda:

ICM: Índice de costo de materiales

- PR: Precio real  
PS: Precio estándar  
CRC: Cantidad real comprada

### **3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población**

Cárdenas (2018) nos indica que población es la agrupación de individuos, objetos o cosas que comparten algunas características y que son aquellas unidades de análisis con los que se responderá la pregunta de investigación. (p. 28)

En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por la cantidad de reparaciones de máquinas de impresión digital (impresoras de gran formato, cama plana y multicortadora), que producen el vinil o banner impreso, llevado a cabo en un periodo de 4 meses.

- **Criterios de inclusión:** Se tiene en cuenta la producción de los meses de enero, febrero, marzo y abril.
- **Criterios de exclusión:** Aquí se excluirán a los operarios de otras áreas como lo son administrativos y acabados.

#### **Muestra**

Niño (2021), nos manifiesta que la muestra es un porcentaje representativo de un conjunto pequeño de la población con un mismo objeto de estudio con características en común, el cual será investigado con el fin de estudiarlas o medir sus propiedades. (p.54)

La muestra está definida por la cantidad de reparaciones de máquinas de impresión digital durante 4 meses, las cuales son utilizadas diariamente en el área de impresiones por producción masiva de diferentes clientes que requieren el servicio.

Para el pre-test se tomaron en cuenta 4 meses (setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020) y para el post test de igual manera se consideraron 4 meses (enero, febrero, marzo y abril del 2021).

### **Muestreo:**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) consiste en una serie de operaciones cuya finalidad es la distribución de determinadas características de un subconjunto de la población, llamada muestra. (p. 93)

En el presente trabajo, el muestreo es no probabilístico debido a que la población es igual a la muestra.

### **Unidad de análisis:**

La unidad de análisis para esta investigación es cada una de las reparaciones de máquinas de impresión digital.

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

### **3.4.1 Técnica**

Tal como explica Passos (2015), la observación es la exploración deliberada y reflexionada, que se lleva con cautela y premeditación por el investigador. Es el registro visual de lo que ocurre en tiempo y espacio real, de la que se hace una clasificación y se consignan los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se está estudiando. (p. 75)

En lo que concierne a la investigación presentada, la técnica a utilizar será la observación directa, con ello se podrá recolectar los datos necesarios para registrar y determinar las fallas y costos de las máquinas en el área de impresiones dentro de la empresa Impacto Visual, cabe recalcar que se utilizará el mantenimiento y las capacitaciones al personal que operan las máquinas. Por lo tanto, no solo se aplicará la observación directa sino también la intervención o aplicación de una herramienta de gestión para registrar a través de instrumentos los comportamientos observados antes y después de la implementación.

### **3.4.2 Instrumentos**

Para Baena (2017) las fichas son aquellos instrumentos clásicos con el objetivo de conseguir información de un estudio planteado, los mismos que tienen un manejo factible con datos sintetizados por parte de los autores, permitiendo un trabajo simplificado. (p. 107)

En este contexto, se emplearán diferentes formatos que proporcionarán información necesaria para la recolección de datos, los cuales darán sustento al presente trabajo de investigación.

**Formato A:** Ficha de registro de costos de reparación, este formato ayudará a tener un control de los indicadores tanto de mano de obra como de materiales. (Ver anexo 8)

**Formato B:** Hoja de vida de máquinas, este formato permite tener información detallada con especificaciones técnicas de cada equipo. (Ver anexo 9)

**Formato C:** Historial de mantenimiento, en este formato conlleva a tener un correcto control de mantenimientos que permite detallar la frecuencia con la que se realizan y además evidenciar las fallas más comunes. (Ver anexo 10)

**Formato D:** Orden de trabajo, es un documento que se entrega al encargado o supervisor de área para ejecutar la inspección en las máquinas por requerimiento de la empresa. (Ver anexo 11)

**Formato E:** Ficha de disponibilidad de máquinas, registro que servirá para evaluar el rendimiento de las maquinarias de manera que aumente su capacidad productiva. (Ver anexo 12)

### **3.4.3 Validez**

La validez según Cohen y Gómez (2019, p. 114) “es la medida en que se mide lo que se pretende medir”.

La validez del presente trabajo de investigación se corroborará mediante el juicio de expertos, en la presente investigación se ha solicitado la validación de estos instrumentos a tres expertos como se muestra en el anexo 13.

En este trabajo, el juicio de expertos da validez a los instrumentos que se usarán para el registro y evaluación de datos. El juicio de expertos está constituido por 3 profesionales especializados de la Universidad César Vallejo de la escuela profesional de Ingeniería Industrial, sede Lima Este, quienes se encargarán del correcto valor a los instrumentos verificando validez.

**Tabla 1.** *Validez de juicio de expertos*

<b>Jurado</b>	<b>Pertinencia</b>	<b>Relevancia</b>	<b>Claridad</b>
Dr. José Luis Carrión Nin	Sí	Sí	Sí
Dr. Javier Francisco Panta Salazar	Sí	Sí	Sí
Mgtr. Betsy Roxana Cerna Garnique	Sí	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia.

#### **3.4.4 Confiabilidad**

La confiabilidad permitirá obtener datos objetivos mediante los instrumentos evitando errores al medir las variables, por ello se requiere que estos instrumentos sean confiables. Esta confiabilidad ha sido posible al obtenerse información por intermedio de las facilidades brindadas por la empresa. En ese sentido, se cuenta con la autorización de la empresa para recabar información e igualmente para registrar el contenido de la tesis en el repositorio de la universidad, la citada autorización se encuentra en el anexo 14.

#### **3.5 Procedimientos**

El objetivo de esta investigación es reducir costos por reparación o mantenimientos correctivos mediante el establecimiento de un cronograma de actividades para realizar la implementación del mantenimiento preventivo en donde se describan las actividades a realizar de manera rutinaria, con el compromiso y participación de los colaboradores, identificación de máquinas, herramientas e insumos necesarios, inspección y seguimiento a las funcionalidades de cada máquina.

#### **Situación actual de la empresa**

##### **A. Información General de la empresa**

Impacto Visual SG S.A.C es una empresa que se dedica al servicio de impresiones e instalaciones de banner y vinil para la publicidad de distintas empresas, centros comerciales, sector retail, entre otros. La empresa lleva más de 4 años en el rubro ofreciendo productos de alta calidad que exige el mercado. Esta empresa brinda servicios como por ejemplo vinil en cajas de luz, pegado de vinil en vitrinas y/o paredes, atriles, display, tótem, muebles, etc, así como también banner en paneles de estructura metálica o de madera, colgantes de banner de grandes dimensiones en centros comerciales, y muchos más.

**Tabla 2.** *Datos generales de Impacto Visual*

Datos de la empresa	
Razón social	Impacto Visual SG S.A.C
RUC	20601534623
Dueño de la empresa	Saúl Rully Huincho Aguilar
DNI	10602586
Dirección legal	Av. los Castillos Mz. V Lote 5, Urb. Matazango
Departamento	Lima
Distrito	Ate
Actividad Comercial	Impresión

Fuente: Impacto Visual SS S.A.C

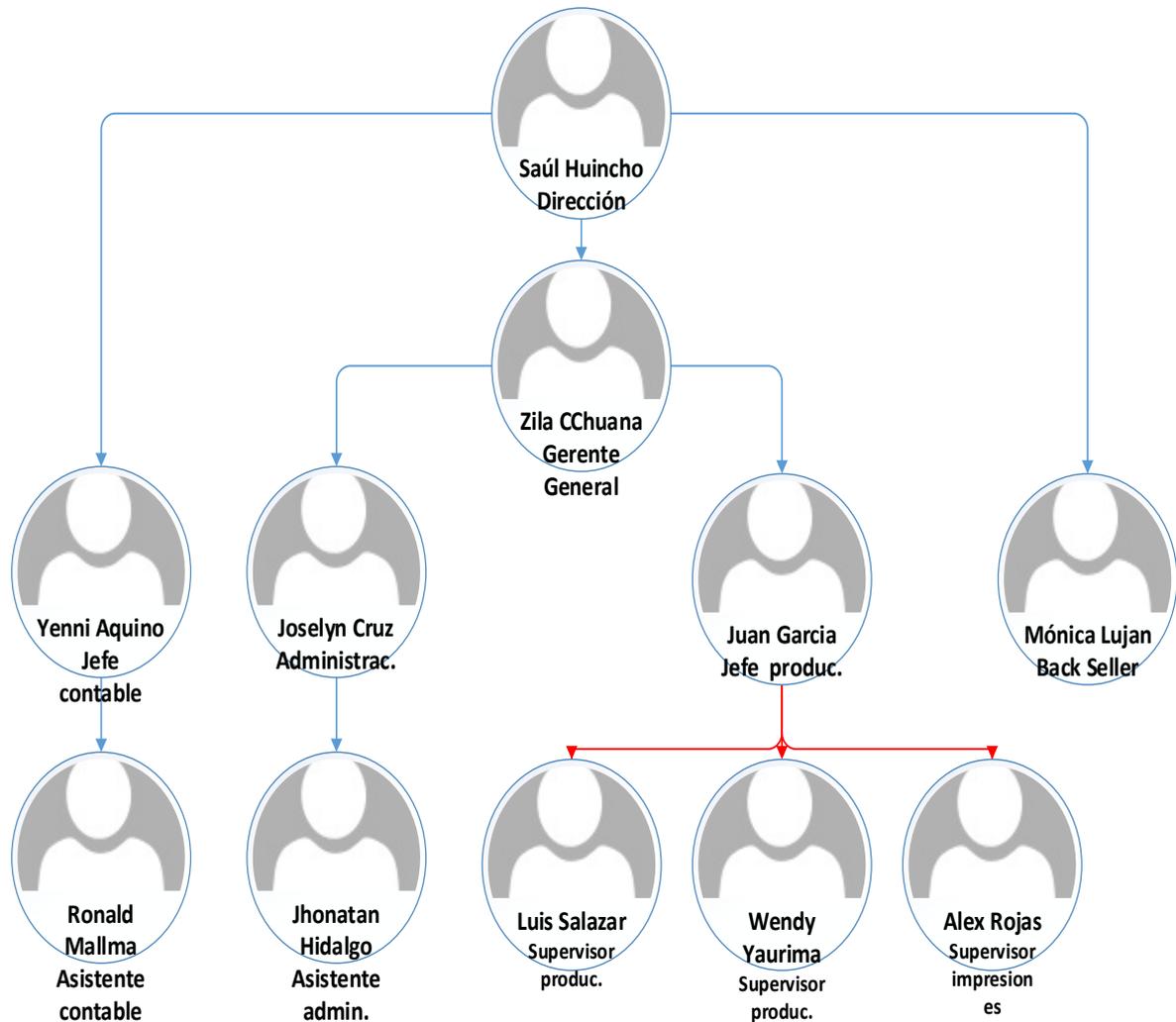
## **B. Localización de la empresa:**

La empresa está situada en el distrito de Ate, en la Av. los Castillos Mz. V Lote 5, Urb. Matazango, donde realizan todas sus actividades.



planificadamente las funcionalidades de la empresa de acuerdo a la jerarquía mostrada en la siguiente imagen.

Figura 3 Organigrama de Impacto Visual SG



Fuente: Elaboración Propia.

### E. Principales productos:

En la siguiente figura se aprecian los diferentes productos que brinda la empresa, mencionados anteriormente, asimismo ofrece el servicio de instalación de pegado de vinil en vitrinas, paredes, pisos; colgantes; y, por otro lado, banner de variadas dimensiones.

Figura 4 Principales productos de Impacto Visual

<p>Vinil en vitrinas</p> 	<p>Colgantes de vinil</p> 	<p>Vinil en pared</p> 
<p>Tottem</p> 	<p>Troquelados</p> 	<p>POP</p> 
<p>Cenefa de góndola</p> 	<p>Cubresensores</p> 	<p>Ploteos</p> 
<p>Atril</p> 	<p>Brandeo</p> 	<p>Banner</p> 

Fuente: Empresa Impacto Visual SG S.A.C

## F. Principales Clientes

Impacto Visual SG S.A.C, cuenta como una amplia cartera de clientes, algunos de ellos serán presentados en la figura 5, cada cliente realiza sus pedidos para la región Lima, así como también a cada una de sus provincias en todo el Perú. Es por ello que, Impacto Visual como proveedor de estas empresas y/o centros comerciales, tiene el compromiso de hacer llegar productos en buen estado y entregar o instalar todo correctamente para seguir fidelizando a sus clientes.

Figura 5 Principales clientes de Impacto Visual



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

## G. Descripción del área

La empresa Impacto Visual cuenta con diferentes áreas que en secuencia realizan sus actividades de servicio de impresión tanto de banner, vinil o papel trisol. El área de impresiones actualmente está a cargo de 3 personas quienes constantemente trabajan directamente con las máquinas.

Figura 6 Área de impresiones



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

En síntesis, como diagnóstico podríamos decir que todas las máquinas del área de impresiones funcionan durante todo el día sin interrupción, más aún si la fecha de entrega de un pedido es a corto plazo; sin embargo, estas impresoras presentan fallas debido a que no se les da un uso correcto durante el trabajo de las mismas y tan solo se le hace mantenimiento correctivo, es decir, cuando la falla ya ha ocurrido, generando tiempos muertos sin producción y en consecuencia generando retrasos.

✓ **Actividad imprimir**

El proceso de impresión se procede a realizar en diferentes máquinas como el de alta calidad, que consiste imprimir con un recubrimiento de tinta transparente que ayuda a que la imagen mantenga mayor protección ante la luz solar, para lo cual procede a ser se secado instantáneo a través de la luz infrarroja como se muestra en la figura 7, la cual ayuda en el proceso de secado de impresión ya que su efecto es permanente, esto facilita y evita que se dañe la impresión.

Figura 7 Máquina en alta calidad



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

En esta segunda imagen de la figura 8, se está realizando impresiones en la máquina cama plana (Handtop) que a diferencias de las demás máquinas no solo imprime en rollos de papel, sino que también se puede imprimir en materiales como son la madera, vidrio, metal, plástico, entre otros sustratos para formar una imagen mediante el uso de un sistema de suministro de tinta.

Esta máquina consiste en imprimir utilizando inyección de tinta “UV”, esta tinta se refiere a la luz ultravioleta y esto significa que pequeñas gotas de tinta forman una imagen en la pieza. Después de ello, una luz UV brilla para curar instantáneamente la tinta, el curado instantáneo evita que las gotas de tinta se extiendan o manchen, y proporciona una imagen más nítida.

De esta manera, en la máquina Handtop es usada en su mayoría de veces en paneles y vallas publicitarias de gran altura que usualmente son más propensas a descolorarse con el paso del tiempo.

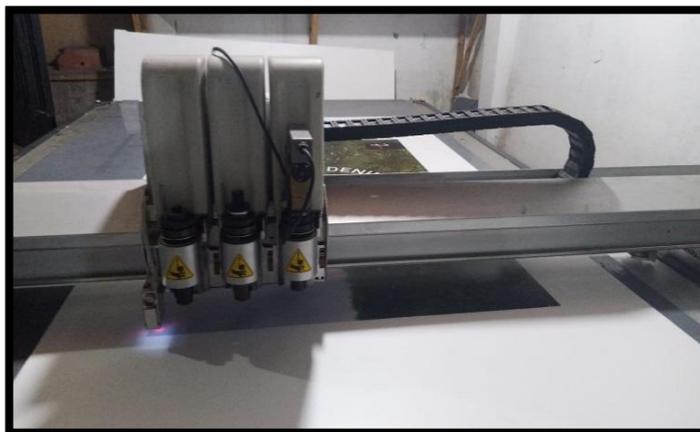
Figura 8 Máquina Handtop



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

Mediante esta tercera figura 9 se muestra el trabajo que realiza la multicortadora, mediante un sensor de reconocimiento visualiza el área de corte y de manera automatizada ejecuta dicha operación, teniendo en cuenta el material a trabajar y el espesor que se requiere, realizando cortes de manera isométricas y diferentes figuras en dos ejes X e Y.

Figura 9 Máquina multicortadora



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

Luego de observar algunas producciones de las diferentes máquinas como lo son la máquina de alta, de producción, cama plana (handtop) y multicortadora, se hace mención de que la mayoría de veces falla ya que suelen usarla constantemente sin prevención en el funcionamiento de las máquinas y solo se procede suministrarle mantenimiento correctivo. Debido a estas reparaciones, se detiene la producción de grandes pedidos por parte de los clientes y debido a ello se alargaban las fechas de entrega de varias órdenes de trabajo, además de perder clientes.

Por ejemplo, para una producción de 2000 unidades de stickers en papel autoadhesivo o también llamado trisol, se cotizó el 16 de octubre del 2020 y se coordinó un periodo de producción de 2 semanas (días hábiles) debido a otros pedidos que estaban en espera, con lo cual la fecha de entrega se programó para el 03 de noviembre del mismo año, pero los días de reparación atrasaron lo planificado y se tuvo que postergar el plazo de entrega para el cliente Vendtech. De manera resumida se presentará el siguiente cuadro:

**Tabla 3.** *Planificación de producción de Impacto Visual SG S.A.C*

Planificación de producción		
Cliente	:	Vendtech S.A.C
Cotización	:	16/10/2020
Plazo de entrega	:	15 días hábiles
Inicio de producción	:	17/10/2020
Fin de producción	:	03/11/2020
Fecha de entrega	:	04/11/2020
Reparaciones	:	25/10/2020
		26/10/2020
		27/10/2020
Nueva fecha de entrega	:	09/11/2020

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla, las fechas de reparación postergaron la fecha de entrega del pedido al cliente, y así sucedía con otros clientes.

A continuación, se adjunta también la orden de trabajo que fue cotizada para comenzar a producir el pedido mencionado, en donde se podrá visualizar el logo de la empresa, con sus respectivos datos como RUC, dirección y distrito, además menciona el nombre del cliente o la empresa (Vendtech S.A.C), a quien se le

brindará el servicio de impresión; asimismo, el nombre de la ejecutiva de venta, que viene a ser la persona con quien se coordina el pedido y, finalmente, se asigna el título de la campaña que lleva por nombre “Stickers”, este último lo define la empresa en base a la producción que se realiza. La cotización completa será visible en los anexos del presente trabajo (Ver anexo 15)

Figura 10 Cotización de pedido solicitado



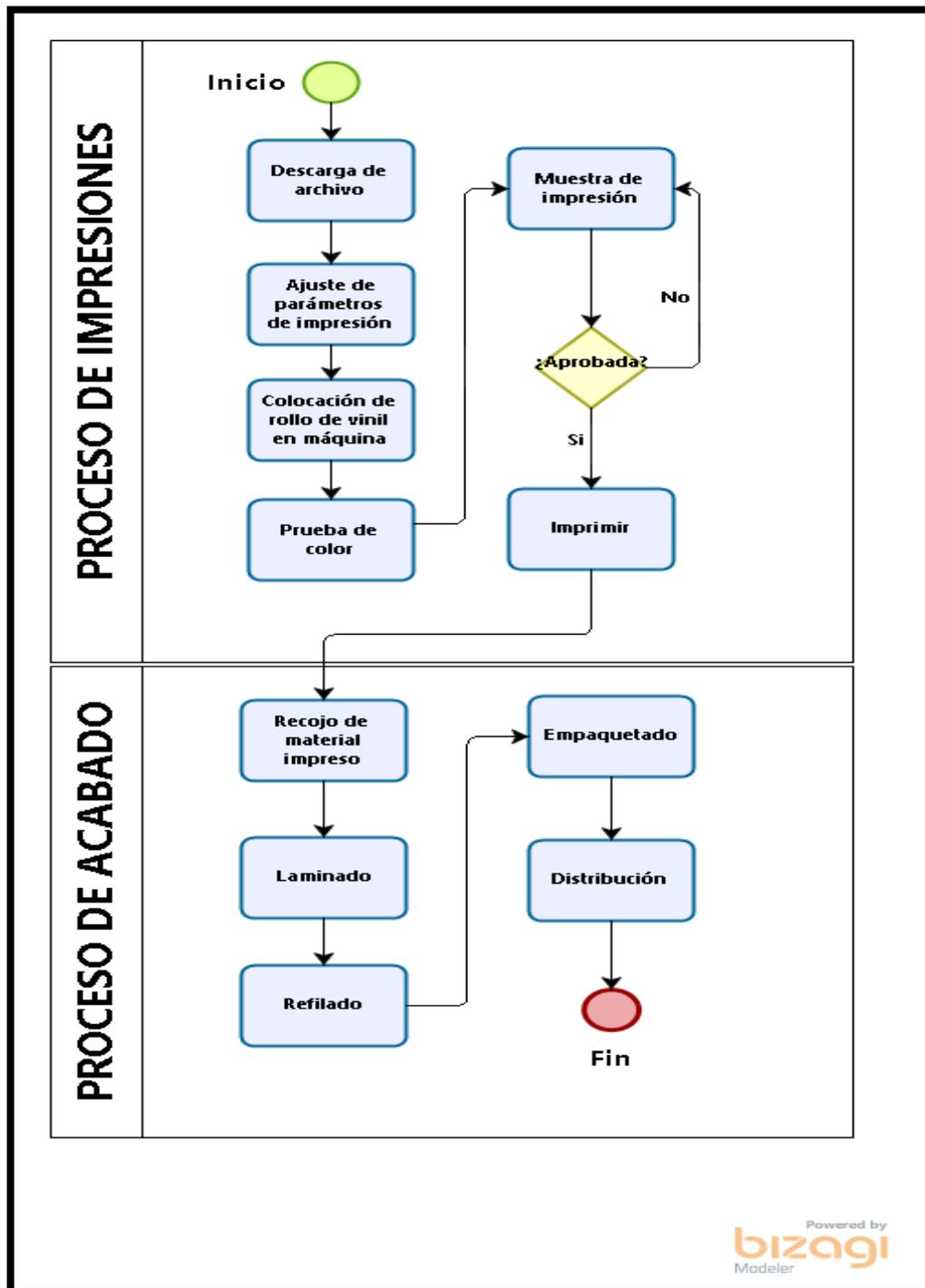
Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

## H. Proceso de impresión

El proceso que se analizará es de impresiones de stickers para la empresa Vendtech S.A.C, de tal manera que se hace mención a cada uno de los pasos que se siguen hasta llegar al producto final.

El siguiente diagrama de flujo se observa las actividades que se realizan desde que llega el archivo o también llamado “arte” para ejecutar la producción por cantidades, siendo el proceso actual mostrado en el diagrama siguiente; es por ello que se requiere mejorar estos procesos con un diagrama de flujo nuevo.

Figura 11 Diagrama de flujo actual del proceso de impresión



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama actual consta de 6 operaciones que inicia desde la descarga de archivo, ajuste de parámetros de impresión (diseño, color, dimensiones), colocación de rollo de vinil en máquina, prueba de color, muestra de impresión y

finalmente se procede a imprimir, en este proceso actúan los diseñadores y/o maquinistas (quienes cumplen ambas funciones), pero sucede que estos últimos solamente se concentran en realizar siempre las mismas funciones, es decir, imprimir, sin tener en cuenta cuál es el estado actual de la máquina y solo la encienden para empezar a trabajar y la apagan al finalizar su jornada laboral.

Al ser muy recurrente las fallas en las máquinas, generaban pérdidas de material, paradas de máquina, tiempos improductivos, y al tener en cuenta que la falla era considerable mencionada por el técnico que reparaba dicha máquina, se optaba por tercerizar el trabajo de impresión, esto ocasionaba un gasto general, pero a su vez al no llegar a los tiempos programados en la entrega, causaba molestias con el cliente.

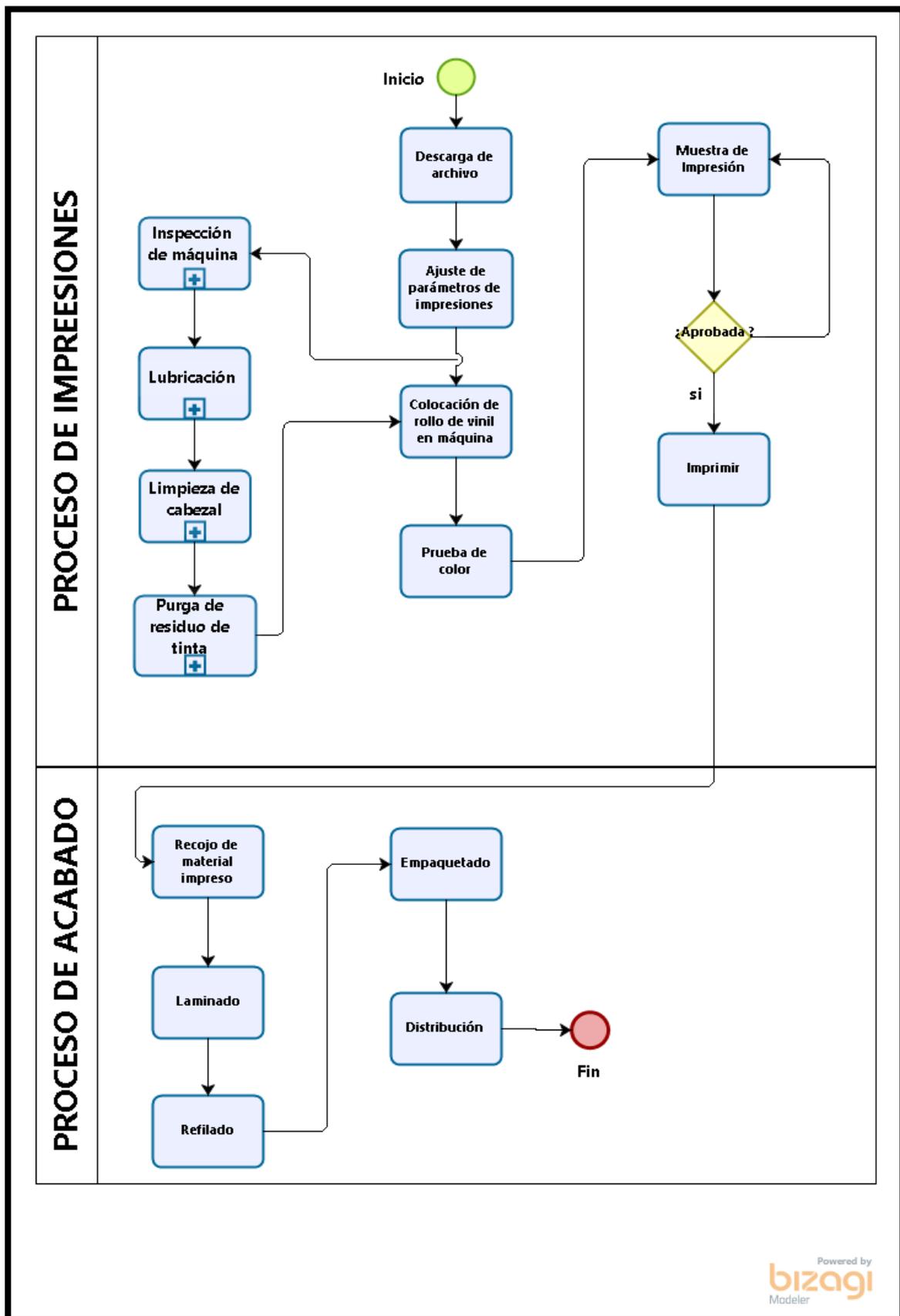
Después del análisis en el proceso de impresiones, se realizó la secuencia de implementación a través de un diagrama de flujo mejorado, el cual será supervisado diariamente y de esta manera garantizar que se esté cumpliendo, hasta que el personal este totalmente familiarizado y lo realice con total normalidad, dando las indicaciones correspondientes tanto al encargado de área, así como a los maquinistas.

El diagrama de flujo nuevo o mejorado, se diseñó con la finalidad de que cada uno de los trabajadores del área de impresiones mantengan una secuencia de tareas que van desde la primera tarea u operación denominada descarga de archivos, ajuste de parámetros de impresión (diseño, color, dimensiones), y, es en esta segunda tarea donde se hace un subproceso que consiste en 4 tareas, estas son:

- ✓ Inspección de la máquina
- ✓ Lubricación
- ✓ Limpieza de cabezal
- ✓ Purga de residuo de tinta

Mediante lo mencionado, se pretende mejorar la disponibilidad de las máquinas de impresión, posteriormente se procede a continuar con las demás tareas, las cuales ya están predeterminadas. El diagrama de flujo nuevo o mejorado se presenta a continuación:

Figura 12 Diagrama de flujo mejorado del proceso de impresión



Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Método de análisis de datos

En este acápite se hará mención a los instrumentos a usar para la recolección de datos, mediante formatos o fichas en las cuales se obtendrá información de cada una de las máquinas con el objetivo de hacer un seguimiento minucioso basado en el mantenimiento preventivo, reduciendo los costos por reparaciones o mantenimiento correctivo. Los instrumentos son los siguientes:

- **Formato A: Ficha de registro**

Para mejorar la performance económica de la empresa y reducir los costos, se propone crear un formato de ficha de registro para evidenciar los índices de costo que se realizan en cada fecha, de acuerdo con los indicadores ya identificados. Esta ficha será de gran utilidad porque a través de los registros quincenales se determinarán los índices costos generados por reparación.

- **Formato B: Hoja de vida de máquinas**

Se propone también, el uso de hoja de vida de máquinas para tener información exacta de las mismas, con sus respectivas especificaciones y características únicas que los identifiquen permitiendo un correcto funcionamiento, evidenciando el reporte del mantenimiento. La “hoja de vida” también es conocida como la Bitácora de reparaciones, donde se describe el número de orden, nombre de la máquina, especificaciones técnicas, la falla, repuestos, y el responsable de ejecutar el mantenimiento. Este documento es muy importante porque garantiza el buen manejo por parte del operador lo cual alarga la vida útil de la máquina reduciendo costos de repuestos y mano de obra.

- **Formato C: Historial de mantenimiento**

Para llevar un correcto control de reparación de máquinas, es imprescindible contar con un historial de mantenimiento permitiendo tener información completa para detallar la frecuencia de reparaciones, evidenciando las fallas más comunes, el tipo de mantenimiento, las operaciones a realizar y el tiempo ejecutado. Esto permitirá prevenir posibles fallas posteriores.

- **Formato D: Orden de trabajo** Es un documento que se entrega al responsable de operar la máquina requerida en el preciso momento y a la persona adecuada. Mediante la generación de órdenes de trabajo se hará la

inspección de las máquinas para mejorar el control de cada uno de ellos y anticiparnos a las fallas, esto se realizará cada 15 días de cada mes, haciendo más efectiva la disponibilidad de las máquinas de impresión.

La OT posee los siguientes campos: número de orden, descripción de la máquina a ser intervenida, datos del responsable, el tipo de trabajo (en caso de que se necesitara personal externo para el mantenimiento), fecha de ejecución y firma. Luego de concluir con la OT, el ejecutante debe retroalimentar el trabajo describiendo el control de tiempos, los repuestos o insumos y materiales a utilizar, con todo lo mencionado puede estimar los recursos, asimismo el encargado de área podrá procesar la información registrada por el ejecutante para el correcto funcionamiento en el área.

- **Formato E: Ficha de disponibilidad de máquinas**

Esta ficha consiste en registrar la disponibilidad de máquinas, evidenciando de esta forma el desempeño del índice de disponibilidad para asegurar los tiempos medios entre falla y los tiempos medios de reparación.

## **Implementación de la mejora**

El mantenimiento preventivo busca reducir costos de reparación generados por las máquinas existentes en Impacto Visual SG S.A.C, de manera que mejore la calidad del servicio que ofrece y la disponibilidad de las máquinas.

De acuerdo a la implementación, se pretende desarrollar una cultura de mantenimiento asignando un responsable para el seguimiento, control y estableciendo una rutina. El cronograma de actividades para el mantenimiento preventivo estará adjuntado en el anexo 16.

- ✓ Actividad 1: Asignación de máquinas
- ✓ Actividad 2: Limpieza de máquinas
- ✓ Actividad 3: Inspección
- ✓ Actividad 4: Capacitaciones
- ✓ Actividad 5: Compra de insumos
- ✓ Actividad 6: Compra de herramientas
- ✓ Actividad 7: Seguimiento a las máquinas

Se tomará en cuenta 7 actividades las cuales ayudarán a mejorar el desempeño de las máquinas y de los operarios quienes realizan los trabajos en la empresa.

Los indicados en mención son:

- ✓ Alex Rojas (supervisor de área)
- ✓ Carlos Aramat (maquinista 1)
- ✓ David Llamoca (maquinista 2)

### Actividad 1: Asignación de las máquinas

Primeramente, se consideró colocar un nombre a cada una de las máquinas que hay en el área de impresiones para poder identificarlas al momento que se genere una orden de trabajo y que facilite la ejecución del mantenimiento. Es necesario identificar cada una de las máquinas y por ello se efectuó la asignación de cada una para diferenciarlas de las demás.

**Tabla 4.** *Asignación de máquinas*

MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO	CAPACIDAD	ASIGNACIÓN
Producción 1	THUNDERJET C1601	AD1802S	13,3 m <sup>2</sup> /h	PR-01
Producción 2	THUNDERJET C1601	AD1802S	13,3 m <sup>2</sup> /h	PR-02
Producción 3	MIMAKI JV400LX	JV400– 130/160LX	18 m <sup>2</sup> /h	PR-03
Alta 1	GONGZHENG	GZM3204SG	13,9 m <sup>2</sup> /h	AL-01
Alta 2	GONGZHENG	GZM3204SG	13,9 m <sup>2</sup> /h	AL-02
Handtop	HANDTOP HT3200-K	HT3200UV - K	25 m <sup>2</sup> /h	HT-01
Multicortadora	IECHO BK3	BK32517	25 m <sup>2</sup> /h	MC-01

Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 2: Limpieza y mantenimiento de máquinas

En este aspecto se tiene programado de manera rutinaria, mediante la limpieza por parte de los operarios a cada máquina; estos requerimientos se basaron en los manuales, información disponible de las asociaciones de la industria de comunicación gráfica e internet, conocimiento del operario y del encargado.

Entre estas acciones tenemos las siguientes:

**Tabla 5.** *Limpieza y mantenimiento de máquinas*

Lista de tareas para limpieza y mantenimiento de máquinas		
N°	Actividad	Frecuencia
1	Limpiar mesa de impresión	Diario
2	Limpiar el encoder lineal	Diario
3	Limpiar el riel de encoder lineal	Diario
4	Retirar residuo de tinta de la botella de residuo	Diario
5	Lubricar con grasa autorizada el riel del carro	Semanal
6	Limpiar los rodillos de presión de material con alcohol isopropilico	Semanal
7	Lubricación a engranajes con aceite en spray (WD – 40)	Semanal
8	Abrir la llave de tinta	Diario
9	Purgar de residuos de tinta en el cabezal	Diario
10	Mandar un test de impresión	Diario

Fuente: Elaboración propia.

## Actividad 3: Inspección

La inspección será de manera constante para saber el estado de la maquinaria, identificando el deterioro o estado en el que se encuentra cada uno de los elementos de las máquinas, para estas inspecciones se utilizará un formato de hoja

de vida de la máquina para tener un reporte diario de las máquinas y de esta manera tenga una adecuada disponibilidad para la realización de las producciones.

#### **Actividad 4: Capacitaciones**

Dado que el Mantenimiento Preventivo fue diseñado y validado por la gerencia, se procedió a efectuar capacitaciones con la finalidad de explicar al personal del área de impresiones los diferentes formatos y el cronograma de ejecución de actividades para realizar el mantenimiento.

La realización de esta capacitación al personal consistió en dar inicio a un proceso de implementación, brindándoles a los maquinistas la capacitación en base al uso y acciones que se deben tomar al momento de iniciar la jornada de labores y qué factores se deben tener en cuenta de acuerdo al plan elaborado adjuntando técnicas que aplicarán al momento que se presente alguna falla, como parte de una solución preventiva, teniendo en cuenta que si la falla es crítica se avisará al supervisor para hacer las coordinaciones correspondientes con el técnico externo de manera que asegure las funcionalidades de las máquinas.

Para el plan de capacitación de mantenimiento preventivo se tomaron en cuenta diferentes temas a capacitar, ya que haciendo un estudio no existían formatos que evalúen el desempeño de las máquinas como la hoja de vida, ficha de registros y el historial de maquinarias, otra debilidad encontrada es que no realizaban capacitaciones regulares, además los trabajadores aplicaban técnicas empíricas (según su criterio) al momento de identificar un falla, es decir, no ejecutaban a conciencia ni de manera adecuada.

Con lo mencionado, se coordinó con gerencia para aplicar un plan de capacitación basado en 3 temáticas como se muestran a continuación:

- Determinación de funciones
- Mantenimiento y seguridad de las máquinas
- Capacitación técnica

La 1ra temática se desarrollará en el mes de enero; la 2da, en febrero y la 3ra, en los meses de marzo y abril.

**Tabla 6.** Plan de capacitación de mantenimiento

<b>Plan de capacitación de mantenimiento preventivo</b>		
<b>Secuencia</b>	<b>Tema a capacitar</b>	<b>Participantes</b>
1	<b>Determinación de funciones</b>	Alex Rojas Carlos Aramat David Llamoca
	-Nuevas formas de trabajar -Participación de los trabajadores con nuevas responsabilidades	
2	<b>Mantenimiento y seguridad de máquinas</b>	
	-Parámetros de funcionamiento y seguridad de las máquinas -Reacción ante fallas o paradas imprevistas.	
3	<b>Capacitación técnica</b>	
	-Técnicas de aplicación (lubricación y engrases) -Conocimiento básicos de reparación -Manejo de insumos y herramientas con epps. -Técnicas para revisión de filtros en los cabezales.	

Fuente: Elaboración propia.

### **Actividad 5: Compra de insumos**

En lo que a este punto se refiere, una de las partes más importantes del mantenimiento preventivo son los insumos que se utilizarán para darle un buen desempeño a las máquinas, los cuales ayudarán a la limpieza como se menciona

en la acción 2, la compra de estos insumos es considerado de manera mensual de acuerdo a la cantidad que cada uno posea, entre estos tenemos los siguientes:

**Tabla 7. Insumos**

Insumos			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Alcohol isopropílico	6	S/. 65	S/. 390
Lubricante (WD – 40)	12	S/. 18,9	S/. 227
Guantes de látex	6	S/. 49,9	S/. 299
Bencina	6	S/. 40	S/. 240
Pañitos blancos	12	S/. 42,8	S/. 514
Agua destilada	1	S/. 24	S/. 24

Fuente: Elaboración propia

Los insumos mencionados en la tabla anterior, se pueden apreciar en la figura 13

**Figura 13 Insumos**



<p style="text-align: center;">Guantes de látex</p> 	<p style="text-align: center;">Bencina</p> 
<p style="text-align: center;">Pañitos blancos</p> 	<p style="text-align: center;">Agua destilada</p> 

Fuente: Elaboración propia

### Actividad 6: Compra de herramientas

En el área de impresiones es necesario tener un kit de herramientas para realizar el mantenimiento preventivo según la programación, esta se realizará por parte de los operarios de las máquinas, dichas herramientas estarán en almacén y se proporcionará según se haga el requerimiento por parte del encargado del área de impresiones, entre estas herramientas tenemos las siguientes:

**Tabla 8. Herramientas**

Kit de herramientas		
Ítem	Descripción	Costo
1	Juego de alicate de corte	S/. 35
2	Juego de alicate de punta	S/. 25

3	Juego de desarmadores	S/. 26
4	Juego de desarmadores perilleros	S/. 168
5	Set de dados milimétricos	S/. 500
6	Juego de llaves allen	S/. 320

Fuente: Elaboración propia.

Algunas de estas herramientas se pueden apreciar en la siguiente figura:

Figura 14 Kit de herramientas



Fuente: Elaboración propia

### Actividad 7: Seguimiento de máquinas

Finalmente, y no menos importante, es dar seguimiento a cada una de las máquinas para que esta práctica forme parte de una cultura organizacional y ser partícipes de la mejora en el ambiente laboral.

Con la implementación de mejora, se espera que se reduzca los índices de costos de mano de obra y materiales, además que aumente la disponibilidad de máquinas, y se programen los tiempos de mantenimiento preventivo a las máquinas y continuar con su funcionamiento sin tener que afectar las actividades de impresión. Esta última acción se basa en la ficha de registro de costos de reparación, que consiste en evaluar los índices de costos por mano de obra y materiales, estos datos son obtenidos por los maquinistas luego de realizar las inspecciones coordinadas por el supervisor de área. Por otro lado, en el historial de mantenimiento se lleva un reporte de las fallas más comunes y la frecuencia de estas, ayudando a tener un control para detectar una posible falla y poder prevenirla con el mantenimiento preventivo.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para el desarrollo teórico de la presente investigación realizada en la empresa Impacto Visual SG S.A.C se debe a todos los recursos que forman parte de su desarrollo tales como tesis, libros, revistas, con el fin de recolectar información para sustentar este trabajo.

Se toma la muestra en un periodo de cuatro meses, estos son los índices de costo de mano de obra y costo de materiales que miden el costo, base de la problemática y servirán para medir la reducción de los altos costos de reparación. Por tal motivo, la recolección de datos será usada estrictamente con fines académicos y hará posible la construcción del capítulo metodológico en adelante, puesto que este estudio debe contrastar la información obtenida con datos reales, contribuyendo a la incorporación de nuevos conocimientos aplicados en el marco de la investigación científica. Asimismo, se adjuntará la carta de autorización por parte de la Gerencia General de la empresa en el anexo 14, en donde los autores se hacen responsables del uso de la información confidencial de la misma.

Se identificaron los siguientes aspectos éticos para esta labor:

- El principio del beneficio a la empresa y comunidad: Los autores de la investigación informarán el propósito del estudio a la empresa Impacto Visual SG S.A.C, la misma que nos brindó su conformidad y autorización para su

desarrollo, de tal manera que permita resolver el problema de la empresa y, por otro lado, los autores brinden un aporte a la comunidad con la labor.

- El principio del respeto a la auditoría de las fuentes de información: Para dar sustento al trabajo es necesario redactar citas textuales y referencias bibliográficas correspondientes a cada autor(es) en base a la Norma ISO-690-2, respetando la autenticidad de los recursos físicos y/o digitales utilizados para dar soporte a este proyecto.
- El principio de la honestidad: La información brindada por la empresa deben ser datos reales y que permitan ejecutar la investigación, puesto que el contenido impulsará el desarrollo profesional de los autores y los lectores.

## IV. RESULTADOS

En el presente acápite se evidenciarán los resultados obtenidos luego de la implementación de la variable independiente con las mejoras de la variable dependiente.

### Costos de reparación

Los costos de reparación, se redujeron en un 88% mensual. Estos costos de reparación están conformados por los costos por mano de obra y los costos por compra de materiales y repuestos utilizados en las que se aplican a las máquinas de impresión, así mismo las reparaciones disminuyen con el mantenimiento preventivo, ya que se procede a realizar inspecciones en las máquinas y hacer seguimiento para evitar fallas en pleno proceso de producción. Los costos de reparación durante los meses de setiembre a diciembre 2020 (Pre - test) ascendieron a **S/ 4,561** mensuales. Luego de la aplicación del Plan de Mantenimiento preventivo, los costos de reparación en los meses de enero a abril 2021 (Post - test) redujeron a **S/ 555** mensuales como se muestra en la siguiente tabla:

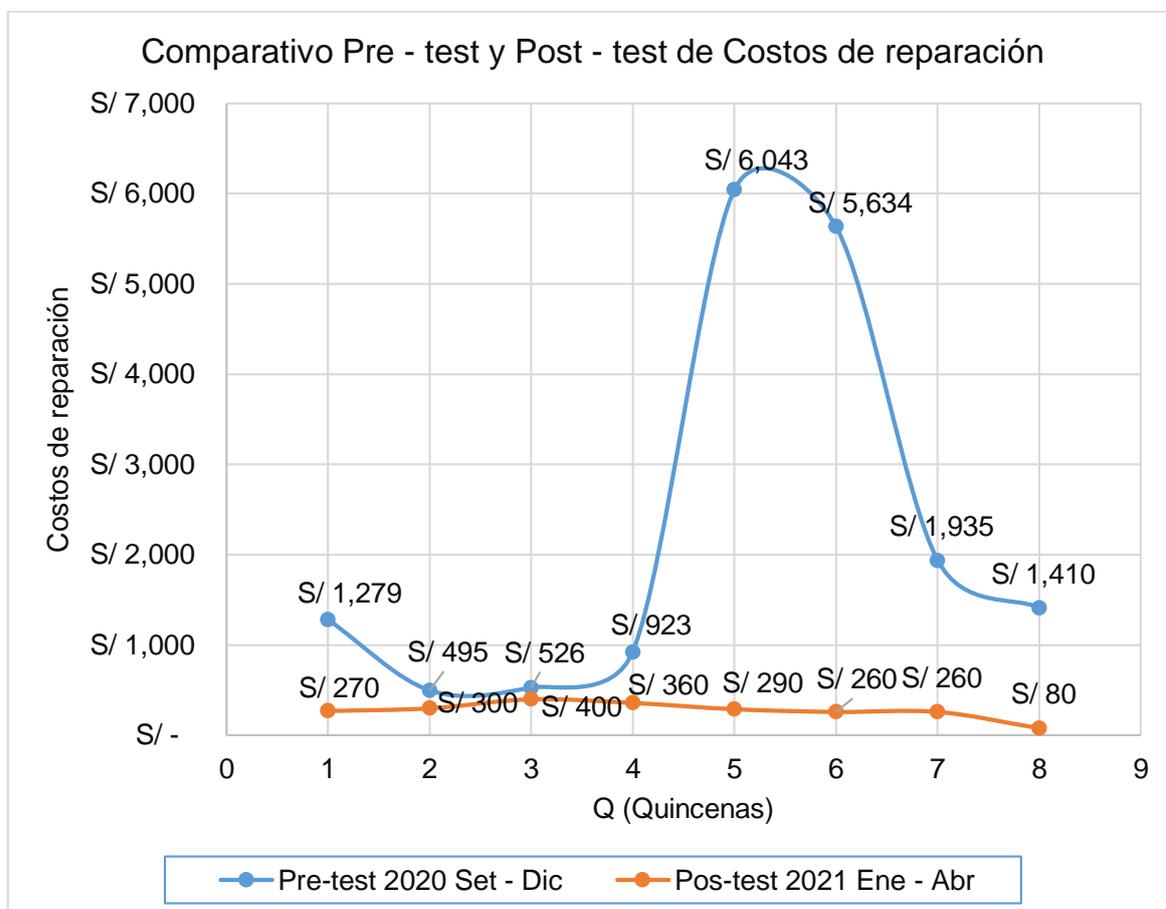
**Tabla 9.** Costos de reparación pre - test y post – test

Costos de Reparación (soles)				
Año	Pre - test		Post - test	
	2020		2021	
	Quincena	Set - Dic	Ene - Abr	
Q1	S/	1.279	S/	270
Q2	S/	495	S/	300
Q3	S/	526	S/	400
Q4	S/	923	S/	360
Q5	S/	6.043	S/	290
Q6	S/	5.634	S/	260
Q7	S/	1.935	S/	260
Q8	S/	1.410	S/	80
<b>Costo 4 meses</b>	<b>S/</b>	<b>18.245</b>	<b>S/</b>	<b>2.220</b>
<b>Costo mensual</b>	<b>S/</b>	<b>4.561</b>	<b>S/</b>	<b>555</b>
<b>Costo quincenal</b>	<b>S/</b>	<b>2.281</b>	<b>S/</b>	<b>278</b>
<b>Variación porcentual</b>				<b>-88%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se puede observar mediante un diagrama de dispersión la comparación de costos de reparación en pre - test y post – test, considerándose la misma cantidad de muestra para la aplicación de la mejora.

Figura 15 Comparativo Pre - test y Post – test



Fuente: Elaboración propia

- **Costo de mano de obra**

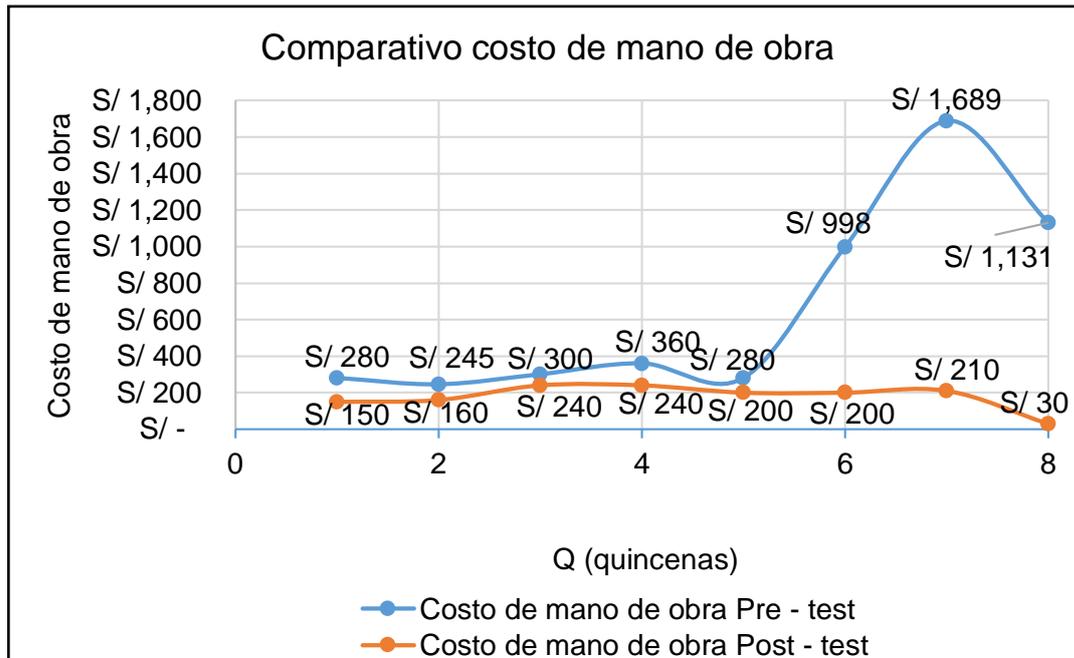
Los costos de reparación antes de la implementación para los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020 se aprecian en la siguiente tabla, en donde se consideran los costos incurridos por cada quincena cuando se hacían dichas reparaciones en base al mantenimiento correctivo. En el anexo 17 se puede visualizar los costos del pre-test y en el anexo 18, los costos del post test a mayor detalle.

**Tabla 10. Costo de mano de obra pre - test y post – test**

Costo de mano de obra				
Quincena	Pre - test		Post - test	
Q1	S/	280	S/	150
Q2	S/	245	S/	160
Q3	S/	300	S/	240
Q4	S/	360	S/	240
Q5	S/	280	S/	200
Q6	S/	998	S/	200
Q7	S/	1,689	S/	210
Q8	S/	1,131	S/	30
<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>5,283</b>	<b>S/</b>	<b>1,430</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 16 Comparativo costo de mano de obra



Fuente: Elaboración propia.

- **Costo de materiales**

Luego de la implementación del mantenimiento preventivo, para los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2021, se observa que los costos de reparación

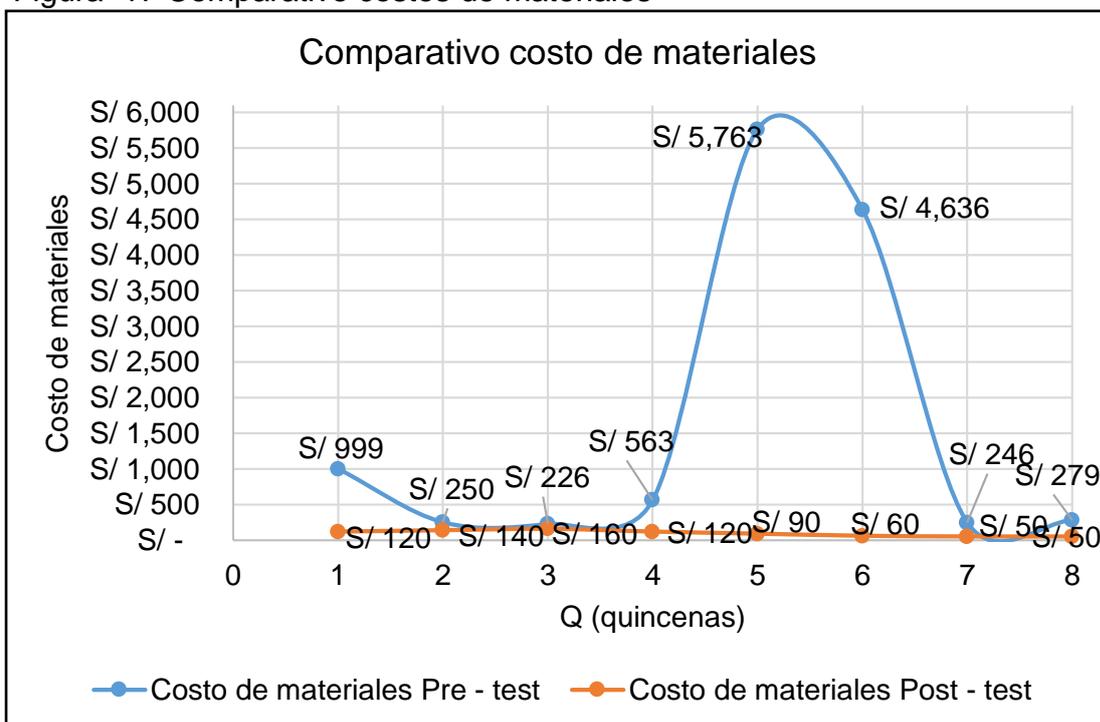
reducen considerablemente, estos están señalados en el eje vertical, en donde el rango de costos está en variación a cientos de soles y el tiempo de plan de mantenimiento preventivo está señalado en el eje horizontal. En el anexo 19 se evidencia con mayor detalle los costos del pre-test, asimismo en el anexo 20, los costos del post-test.

**Tabla 11.** Costos de materiales pre - test y post – test

Quincena	Costo de materiales			
	Pre - test		Post - test	
Q1	S/	999	S/	120
Q2	S/	250	S/	140
Q3	S/	226	S/	160
Q4	S/	563	S/	120
Q5	S/	5,763	S/	90
Q6	S/	4,636	S/	60
Q7	S/	246	S/	50
Q8	S/	279	S/	50
<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>12,962</b>	<b>S/</b>	<b>790</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17 Comparativo costos de materiales



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1. Análisis descriptivo

Después de obtener los datos de los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, fue necesario también hacer uso de las estadísticas para poder corroborar los hallazgos encontrados. Esto será calculado mediante el programa estadístico SPSS.

**Tabla 12.** Análisis descriptivo

		Descriptivos		
		Estadístico	Desv. Error	
PRE-TEST	Media	2280,6250	794,97976	
COSTOS DE REPARACIÓN	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	400,7966	
		Límite superior	4160,4534	
	Media recortada al 5%		2170,8056	
	Mediana		1344,5000	
	Varianza		5055942,554	
	Desv. Desviación		2248,54232	
	Mínimo		495,00	
	Máximo		6043,00	
	Rango		5548,00	
	Rango intercuartil		4084,00	
	Asimetría		1,268	,752
	Curtosis		-,186	1,481
	POS-TEST	Media	277,5000	33,31398
COSTOS DE REPARACIÓN	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	198,7249	
		Límite superior	356,2751	
	Media recortada al 5%		281,6667	
	Mediana		280,0000	
	Varianza		8878,571	
	Desv. Desviación		94,22617	
	Mínimo		80,00	
	Máximo		400,00	
	Rango		320,00	
	Rango intercuartil		85,00	
	Asimetría		-1,207	,752
	Curtosis		2,900	1,481

Fuente: Software SPSS

Por medio del análisis descriptivo se determinaron los principales estadísticos de la muestra, donde se puede observar que la media antes de la implementación del mantenimiento preventivo es de S/. 2, 280.63, mientras que la media después de la aplicación de la mejora, es de S/. 277.5. Además, se presentan los valores mínimos y máximos alcanzados en el pretest, estos son S/. 495 y S/. 6, 043 respectivamente, mientras que después de la implementación, estos valores mínimos y máximos se reducen a S/. 80 y S/. 400 respectivamente, lo que confirma una mejora en los costos de reparación.

## 4.2. Análisis inferencial

### 4.2.1 Análisis de la hipótesis general

H1: Los datos de costos de reparación de la empresa Impacto Visual SG S.A.C no siguen una distribución normal.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, se requiere determinar si los datos de los costos de reparación antes y después, tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico. Como se sabe, al tener una serie de 8 datos, se procederá con el análisis de la normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

**Tabla 13.** Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE-TEST	,311	8	,022	,751	8	,008
POS-TEST	,301	8	,031	,876	8	,174

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS

En la tabla anterior se verificar que los datos obtenidos en el pre-test tienen un valor de 0.008 y; por otro lado, en el post test tiene un valor de 0.174, siendo menor y mayor al nivel de significancia respectivamente. Por lo tanto, de acuerdo a la regla de decisión los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico y no paramétrico.

**Tabla 14.** *Estadígrafo a utilizar*

<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Estadígrafo</b>
Paramétrico	Paramétrico	Tstudent
Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon
No Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia.

Dada la tabla 13, se podrá identificar el estadígrafo a utilizar con los valores encontrados. Por consiguiente, lo que se quiere es determinar si los costos de reparación han mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

### **Contrastación de hipótesis general**

Esta contrastación permitió, mediante un proceso, estimar si las propiedades o rasgos de la población fueron compatibles con la muestra estipulada estadísticamente.

Para aprobar la hipótesis alterna, el nivel de significancia debió ser menor a 0.05, es por ello que al arrojar este resultado se procedió a utilizar la prueba de Wilcoxon con las siguientes hipótesis:

H0: La implementación del Mantenimiento Preventivo no reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

H1: La implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pr} \geq \mu_{Po}$$

$$H_1: \mu_{Pr} < \mu_{Po}$$

Donde:

- Pr: Pre-test Costos de reparación
- Po: Post-test Costos de reparación

**Tabla 15.** *Estadísticos descriptivos*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
PRE-TEST	8	2280,6250	2248,54232	495,00	6043,00
POS-TEST	8	277,5000	94,22617	80,00	400,00

Fuente: Software SPSS

De la anterior tabla se demuestra, que la media de los costos de reparación en el pre - test (2280,63) es mayor que la media de los costos de reparación en el post - test, por consiguiente, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula. Asimismo, al fin de confirmar si el análisis es el correcto, se procederá al análisis mediante el  $p_{valor}$  o significancia de los resultados de la aplicación de prueba de Wilcoxon a ambos costos de reparación.

Si  $p_{valor}$  es  $\leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

Si  $p_{valor}$  es  $> 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 16.** *Estadísticos de prueba*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	POSTEST - PRETEST
Z	-2,521 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,012

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Software SPSS

En la tabla 15 que detalla la prueba de Wilcoxon, se verifica que el nivel de significancia fue de 0.012, el cual es menor a 0.05, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna. Con ello se puede afirmar que la implementación del Mantenimiento Preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

### 4.3 Mejoras resultantes de la investigación

#### ➤ Mejora 1: Asignación de máquinas

Con el propósito de poder identificar cada una de las máquinas, se colocó el nombre descriptivo de la máquina por el que comúnmente se conoce (producción, alta calidad, handtop, multicortadora), tomando las 2 primeras letras para las impresoras, las 2 siglas que identifican a la handtop y a la multicortadora; seguido de la numeración correspondiente y de manera ascendente. Dichas asignaciones fueron diseñadas en forma de rótulo en la tapa principal de la máquina.

Figura 18 Asignación de máquinas



Fuente: Elaboración propia.

## ➤ Mejora 2: Limpieza y mantenimiento de máquinas

Anteriormente el personal de impresiones, no tomaba en consideración limpiar cada uno de los engranajes ubicados en la parte inferior de las máquinas en donde ingresa el rollo de vinil o banner, extendiéndose hacia la parte superior por donde pasa el carrete de impresión, luego el mismo vinil baja por la parte delantera volviéndose a enrollar en otro cono de cartón que a su vez puesto en el otro engranaje para volverlo a enrollar ya impreso sin que se dañe la impresión.

Con lo mencionado en el párrafo anterior, sobre los engranajes que ocasionaban la obstrucción por falta de lubricación no solo se perdía tiempo de producción, sino que se dañaba el vinil impreso provocando reimpressiones, esto a su vez elevaba el costo de producción.

Figura 19 Lubricación de engranaje de máquinas



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

Dentro de esta mejora, otra de las tareas a considerar es la purga de residuos de tinta en los cabezales, que consistió en limpiar los cabezales de manera individual con paños blancos recomendados para dicha actividad ya que estos no dejan impurezas impregnada por el contacto del cabezal. Cabe recalcar que esta tarea fue muy importante debido a que ayudó a mejorar la vida útil de los cabezales, teniendo en cuenta la aplicación incorrecta produjo obstrucción y, por consiguiente, estos se dañaban.

Figura 20 Purga de residuos de tinta en cabezal



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

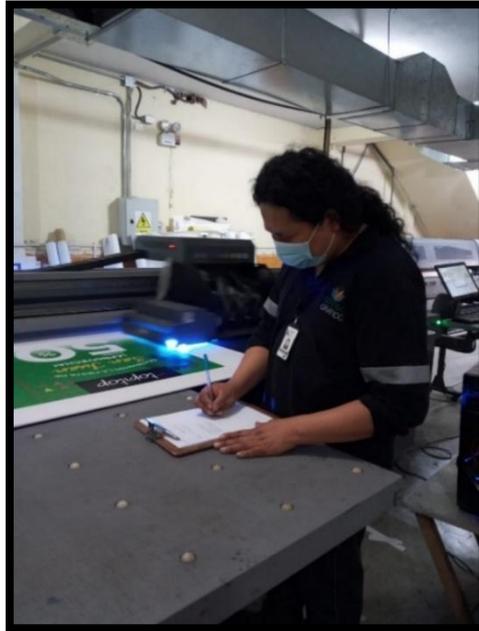
### ➤ **Mejora 3: Inspección**

En la actividad 3 se mencionó que la inspección de máquinas debió ser de manera semanal a todas las máquinas por parte de los operarios del área. Esta mejora consistió en que el maquinista revisara cada una de las máquinas y registrara alguna anomalía anotando en sus apuntes para poder posteriormente reportarlo con el formato establecido (hoja de vida).

Como resultado se obtuvo que fue determinante la inspección ya que mediante ella se observó y diagnosticó las funcionalidades de máquinas, se visualiza la hoja de vida con información recopilada por el maquinista cuando se inspeccionó una de las máquinas. (Ver anexo 21)

En dicho anexo se detalló que el servicio de inspección fue realizado por el supervisor del área y cuya máquina observada fue la Handtop, la falla encontrada fueron los residuos de tinta seca en los cabezales y los insumos a utilizar fueron los pañitos blancos, guantes de látex y bencina. Asimismo, esta máquina también llamada “cama plana” no contaba con manual, era un modelo antiguo del año 2012 y fue firmada en cada uno de sus campos.

Figura 21 Inspección



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

#### ✓ **Mejora 4: Capacitaciones**

En la actividad 4 se realizaron las capacitaciones al personal con las temáticas respectivas, a su vez se contó con el compromiso y la presencia del personal del área de impresiones (supervisor de área, los 2 maquinistas y 2 capacitadores).

Figura 22 Capacitación en el área de impresiones



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

### ✓ Mejora 5. Compra de insumos

Tal como se menciona en las tareas de la actividad 2 (limpieza y mantenimiento de máquinas), los insumos usados son el alcohol isopropílico para limpiar los rieles del carro y cabezales de tinta, la bencina se usó para la manguera de los inyectores de tinta, también se usaron guantes, pañitos y WD 40 (visualizadas en la figura 19 y 20 para las limpiezas).

Figura 23 Insumos utilizados



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

### ✓ Mejora 6: Compra de herramientas

Las herramientas se adquirieron durante el mes de enero, es decir, al comienzo de la implementación de la mejora, con la finalidad de inspeccionar cómo se encontraba el sistema interno de las impresoras en especial el de los cabezales, ya que estos siempre contienen residuos de tinta solidificadas obstruyendo el flujo continuo de la impresión. Entre ellas se utilizaron la llave allen, desarmadores, alicates, entre otros.

Figura 24 Herramientas utilizadas



Fuente: Impacto Visual SG S.A.C

#### ✓ **Mejora 7: Seguimiento de máquinas**

La última de las actividades consistió en dar seguimiento a cada máquina de manera minuciosa, de tal manera que se anotaron las observaciones dadas por el supervisor de turno o en su defecto por el encargado de turno con el objetivo de tener un control cronológico el cual se detalla en el historial de mantenimiento de acuerdo a la fecha, máquina y el tipo de falla en que se encuentre. Y a raíz de la gravedad de la falla programar el tipo de servicio de mantenimiento ya sea interno o externo. Además, con el apoyo de la ficha de registro de los costos de reparación se obtuvieron los niveles de desempeño de los indicadores por mano de obra y materiales.

#### **4.4 Análisis económico financiero**

En este acápite se hará análisis de la rentabilidad que conlleva la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa mediante información recopilada. A continuación, se evaluarán los siguientes puntos:

- ✓ Ahorro de costos
- ✓ Inversión
- ✓ Flujo de caja económico

- **Ahorro de costos**

Para la determinación del ahorro de costos se tomaron los costos de reparación del pre – test y post – test, obteniendo ahorros mensuales de S/. 4, 006.

**Tabla 17. Determinación de ahorro de costos**

PRE - TEST	SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
	S/ 1,279	S/ 495	S/ 526	S/ 923	S/ 6,043	S/ 5,634	S/ 1,935	S/ 1,410
Costos mensuales	S/ 1,774		S/ 1,449		S/ 11,677		S/ 3,345	
Promedio mensual de ahorro en costo de reparación	S/ 4,561							
	S/ 4,561		S/ 4,561		S/ 4,561		S/ 4,561	
POST - TEST	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
	S/ 270	S/ 300	S/ 400	S/ 360	S/ 290	S/ 260	S/ 260	S/ 80
Costos mensuales	S/ 570		S/ 760		S/ 550		S/ 340	
Promedio mensual de ahorro en costo de reparación	S/ 555							
	S/ 555		S/ 555		S/ 555		S/ 555	
<b>AHORRO DE COSTOS</b>	<b>S/ 4,006</b>		<b>S/ 4,006</b>		<b>S/ 4,006</b>		<b>S/ 4,006</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- **Inversión**

Luego de la obtención de los ahorros mensuales en la tabla 17, se estima una inversión de S/. 5, 000, asumiendo que este último financiará los gastos para el mantenimiento preventivo.

**Tabla 18. Inversión**

INVERSIÓN	<b>S/ 5.000</b>
-----------	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

- **Flujo de caja económico**

Para la obtención del flujo caja económico en la tabla 19, se realizó con los valores de los ahorros de costos, los gastos de mantenimiento de inversión que se puede ver más detallado en el anexo 22, para este último valor se considera **S/. 3, 496** en el mes de enero por la compra de herramientas para la implementación del mantenimiento preventivo, luego a partir de febrero a diciembre son constantes (**S/. 1,994**). Además, se considera un costo de oportunidad de capital (COK) del 10% equivalentes a S/. 500 y finalmente el flujo de caja económico se analiza para un periodo de 1 año, obteniendo por resultado en el mes de enero **S/. 510** y desde febrero a diciembre **S/. 2, 012**.

**Tabla 19.** *Flujo de caja económico*

MESES	DIC	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>AHORROS (Ver tabla 17)</b>													
Ahorros generados por inversión		S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006	S/ 4,006
<b>GASTOS DE MANTENIMIENTO DE LA INVERSIÓN (Ver anexo 22)</b>													
Gastos de mantenimiento de la inversión		S/ 3,496	S/ 1,994										
<b>INVERSIÓN (Ver tabla 18)</b>	S/ 5,000												
<b>COK (10%)</b>	S/ 500												
<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	<b>-S/ 5,500</b>	<b>S/ 510</b>	<b>S/ 2,012</b>										

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.1 VAN

Para realizar el VAN (Valor Actual Neto) se tomó en cuenta la inversión efectuada por la empresa (S/. 5,000), así mismo el costo de oportunidad de capital (10%) indicada en la tabla anterior. Para dicho análisis económico se analizó el Valor Actual Neto (VAN), el cual se obtuvo un resultado positivo de **S/. 6, 844**, afirmando que el presente trabajo de investigación es viable para la empresa.

**Tabla 20.** *Valor Actual Neto*

<b>VAN</b>	<b>S/ 6, 844</b>
------------	------------------

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2 TIR

Después del análisis del VAN se procede a hallar la TIR (Tasa Interna de Retorno) para demostrar que el porcentaje obtenido es el beneficio de la empresa por la inversión efectuada, teniendo en cuenta que esta es del 29%, indicando que la tasa de rentabilidad es aceptable para esta investigación. Además,  $TIR > COK$  lo cual significa que la implementación es viable.

**Tabla 21.** *Tasa Interna de Retorno*

<b>TIR</b>	<b>29%</b>
------------	------------

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.3 Análisis Beneficio-costo

Para la obtención del resultado beneficio-costos está dado por los ahorros y los gastos respectivamente, donde:

AHORROS = **S/. 12, 344**

GASTOS = **S/. 5, 500**

Por consiguiente, se demostró que la relación entre ambos costos es de S/. 2,24, que quiere decir que por cada 1 sol que invierta la empresa en la implementación del mantenimiento preventivo, se tiene una ganancia de 1.24 céntimos de sol.

**Tabla 22.** *Análisis Beneficio-costo*

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	2.24
-----------------------------	------

Fuente: Elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN

1. Al ejecutar la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, se logró un resultado positivo en base al objetivo general ya que los altos costos de reparación se redujeron en S/. 16,025 a raíz de aplicar un cronograma de 7 actividades realizadas de manera diaria y semanal con el compromiso y colaboración de los trabajadores de la empresa recalcando que dichos operarios ya cuentan con las capacitaciones e inducciones necesarias para su mejora en las distintas máquinas dentro de las instalaciones de la empresa, lo que indica la importancia del mantenimiento preventivo de máquinas impresoras en la industria publicitaria y para ello los resultados fueron corroborados en el software SPSS mediante el análisis de las hipótesis, que finalmente con el estadígrafo de Wilcoxon se obtuvo un nivel de significancia de 0.012, permitiendo rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna lo cual da certeza de que nuestro trabajo de investigación cumple con los parámetros de efectividad.

A través de otras investigaciones como lo hace en la que le corresponde a Cordero y Che (2018) “Gestión de mantenimiento para reducir el costo de operación de un remolcador marítimo en el puerto de Bayovar Piura”, en donde reduce los costos de reparaciones con la aplicación del mantenimiento preventivo, dando fiabilidad a esta investigación y al hacer aplicado a la empresa en estudio se está reduciendo dichos costos. Por otro lado, Prado (2018), resalta en su investigación que la aplicación del mantenimiento preventivo ayudó a mejorar la disponibilidad de las máquinas en un 96.8% lo cual se afianza a la presente tesis y en su aplicación brindando la disponibilidad requerida en diferentes técnicas de mantenimiento, programando capacitaciones, inspecciones, limpieza de las máquinas de forma diaria o al momento de iniciar actividades en operaciones de producción en la distintas máquinas de impresión brindando mayor eficiencia a los equipos y eliminando las paradas ocasionadas por fallas o falta de mantenimiento preventivo.

No obstante parte del mantenimiento preventivo es contener el índice de fallas dentro de una empresa mediante diferentes técnicas que van desde una simple revisión técnica hasta un mantenimiento correctivo si el caso lo acreditara, sin embargo cabe decir que esto es factible con una buena planificación que esté

basada en el historial que se obtiene por análisis de cada máquina y sus diferentes averías que estas presentan en el día a día de su funcionalidad y es generado a través de un cronograma de actividades que van desde las acciones más simples como las más consideradas para obtener resultados positivos en la parte del mantenimiento de las máquinas y que las cuales se redactan a partir de toda la información obtenida en el transcurso de un pre test, con lo que posteriormente se aplicará para su mejora correspondiente dando fiabilidad en la investigación.

Al evaluar cada una de las máquinas en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, se tomó en cuenta que estas siempre requieren de un mantenimiento correctivo o reparaciones a raíz del uso frecuente de impresiones por campañas publicitarias las cuales son muy demandantes en el rubro de la publicidad e imprenta, dichas máquinas no son inspeccionadas por ningún operario en el área de impresiones al momento de ejecutar el proceso de impresiones, ocasionando fallas al intermedio de los trabajos de impresión las cuales en su mayoría son de consideración teniendo en cuenta su fluidez de operacionalización de acuerdo al tipo de trabajo que van ejecutando , teniendo como resultado paradas de máquinas y pérdidas de producción, pero a su vez el personal de dicha área de impresiones no cuenta con capacitaciones ni técnicas de mantenimiento preventivo para minimizar las paradas, por lo tanto en esta investigación se implementan capacitaciones de manera mensual, esta problemática también es percibida en el estudio de Vargas (2018) “Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018”, con el cual al implementar dichas técnicas e inclusive las capacitaciones se mejoró la disponibilidad de las máquinas y a su vez se redujeron las fallas y los costos de reparación.

2. Con referencia al primer objetivo específico, sobre la reducción de costo de mano de obra, en la mayoría de empresas este es un problema que perjudica no solo la producción, sino que también parte de la economía de la compañía ya que es un egreso que sale por mantenimiento correctivo, y, en esta investigación se tomó en cuenta ese aspecto con lo que al implementar dicho mantenimiento preventivo se redujeron los costos por mano de obra en S/. 3, 853, lo que hace más aceptable en el aspecto de minimizar los costos de mano de obra, por otro lado,

Torres (2019), hace mención de los buenos resultados que se obtuvieron en el contexto de estudio que se aplicó a una planta de productos químicos para lo cual los costos se redujeron en un 40% entre los años de 2019 y 2020, por lo que tiene similitud con esta tesis, que al momento de implementar las nuevas actividades en lo que concierne al mantenimiento preventivo, esto ayudó a disminuir los altos índices de costos por reparación en cuanto a mano de obra por lo cual brindó una mejora constante a partir de la primer mes.

En referencia al objetivo específico de esta investigación es considerable el uso del mantenimiento preventivo para reducir el costo de mano de obra y mediante la aplicación de diferentes actividades como lo son las capacitaciones e inducciones las mismas que fueron brindadas a través del equipo de la empresa Asia que brinda el mantenimiento a las diferentes máquinas y que están ligadas a mejorar el desempeño de cada una de ellas, pero que a su vez apoyen a mejorar el uso de las herramientas que se implementaron en la empresa Impacto Visual SG, esto toma un papel muy importante en la inspección de cada una de las máquinas dándole el uso adecuado según el nivel de criticidad que estas contenga, es por ello que Tacca (2018), en su trabajo de investigación coinciden con la presente investigación dando certeza de la hipótesis específica y a la vez generando mejoras económicas en los costos de mano de obra por parte del personal externo al momento de ejecutar un mantenimiento correctivo o las reparaciones en las máquinas de impresiones dentro de las instalaciones de la empresa Impacto Visual SG.

También se hace mención de que se redujeron los índices de mano de obra ya que estas son de manera indirecta, lo que significa que esto se realiza a través de un tercero, como cabe precisar el mantenimiento en la máquinas se reparaban por parte proveedor de la empresa Asia, sin embargo, mediante la aplicación del mantenimiento preventivo y un cronograma de actividades como está implementado en la empresa Impacto Visual SG se consiguió reducir esos costos elevados que implican la mano de obra; no obstante, Cubides (2018) en su plan de mantenimiento y mediante su aplicación se obtiene resultados prósperos y que ayudan a minimizar los costos de materia prima como de mano de obra, esto contribuye a dar credibilidad a la implementación de un mantenimiento preventivo.

3. En lo que se refiere al segundo objetivo específico sobre la reducción del índice de costo de materiales, en esta investigación se redujeron dichos costos que se hacían en la corrección de las fallas que se presentaban en las máquinas de impresión en la empresa Impacto Visual SG, todo esto se llevó a cabo a través del mantenimiento preventivo y al uso de las inspecciones que se realizaban a diario en el momento que se iniciaban los trabajos de las campañas publicitarias, las cuales las realiza el supervisor de área de la mano con diferentes formatos que se incluyeron en la mejora actividades en el mantenimiento, estos formatos fueron la ficha de registros, hoja de vida e historial de mantenimiento, los cuales le dan mayor visibilidad a las inspecciones en las máquinas que operan dentro de la empresa, estas actividades se coordinaron para mejorar y aminorar la compra de repuestos y materiales para la reparación de las máquinas, es por ello que en el trabajo de investigación de Rubio (2019), se manifiestan estas mejoras dando confiabilidad de las actividades que se realizan en el mantenimiento y el uso de un cronograma de actividades que reforzó las inspecciones y a la vez el generar todas estas actividades promueve las mejoras que se harán a las máquinas, teniendo como prioridad la reducción de costos en el mantenimiento.

Normalmente cuando se habla de costos de mantenimiento se entiende que las empresas tienen como problemática el incremento de los gastos por repuestos que se compran, y en lo que se refiere a este tema la empresa en mención no está ajena a esta problemática y precisamente en Impacto Visual tuvo incremento por costos en mantenimiento, ya que en el rubro de la publicidad e impresiones las máquinas están funcionando todo el día principalmente es los tiempos de campaña que, para esta empresa corresponde a los meses de julio y diciembre y dichas máquinas deben tener operativas las máquinas al 100%, en esos meses se obtuvo que los costos de materiales ascendían a S/. 12, 962, siendo excesivo en 4 meses del pretest que involucra los meses de setiembre a diciembre, por lo consiguiente Ponce (2018), menciona en su tesis que la reducción de costos está ligada a la mejora realizada en base al mantenimiento preventivo, asegurando una buena productividad y aminorando dichos costos. Con los diferentes autores citados en este acápite se puede dar la confiabilidad y sustento de la implementación del mantenimiento preventivo para reducir los costos por reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que la implementación del mantenimiento preventivo redujo los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C teniendo como resultados que los costos antes de la implementación fueron de **S/. 18, 245** y después de la implementación los costos redujeron a **S/. 2, 220**, determinando un ahorro de **S/. 16, 025** con una variación porcentual de **-88%** en un periodo de 4 meses, siendo una cantidad muy significativa para la empresa ya que minimiza los costos de reparación y prolonga la disponibilidad de las máquinas impresoras.
2. Asimismo, se concluyó que la implementación del mantenimiento preventivo redujo el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C. Antes de la implementación el costo era de **S/. 5, 283** y luego de dicho mantenimiento fue de **S./ 1, 430**. El ahorro de estos costos durante el periodo de 4 meses da como resultado **S/. 3, 853** siendo significativo mediante la reducción de horas por inspecciones y seguimiento constante del personal a las máquinas del área de impresiones.
3. Por otro lado, se concluyó que la implementación del mantenimiento preventivo redujo el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C. Antes de la implementación el costo era de **S/. 12, 962** dado por mantenimientos correctivos que solían ejecutarse al ocurrir una falla o parada de máquina, y después de la implementación del mantenimiento preventivo fue de **S/. 790** ya que se minimizó la compra de repuestos o insumos nuevos mediante el cronograma de actividades del mencionado mantenimiento. El ahorro de costo de materiales fue de **S/. 12,172** durante 4 meses.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer un seguimiento constante en base del mantenimiento preventivo, para lo cual se garantiza la continuidad de disponibilidad de las máquinas de impresión y a su vez ayudando y manteniendo los bajos índices de costos por reparación y controlando los tiempos improductivos por fallas.
2. También se recomienda capacitar constantemente al personal del área de impresiones para el buen manejo y funcionamiento de máquinas impresoras de manera que aumente su disponibilidad y reduzca los gastos por mano de obra al traer personal externo para realizar reparaciones, esto es de manera cronológica hasta el tiempo que se controle de manera adecuada y de ser posible aun futuro dichas capacitaciones podrán reducir y pasar de manera mensual a cada 6 meses.
3. Por último, se recomienda ejecutar la inspección correspondiente basada en la aplicación del mantenimiento preventivo a cada máquina, de manera cronológica para mantener bajos costos en la compra de materiales, esto contribuirá a controlar las fallas y a que cada uno de los operarios desarrollen un interés propio por mantener y detectar averías.

## REFERENCIAS

ARANGO, Jaime, ROSERO, Silvio y MONTOYA, Mario. Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. Lámpsakos [en línea]. Enero-junio 2020, (23). [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020].

Disponible

en:

<http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/3112>

ISSN: 2145-4086

AQUINO, Luis y OBREGÓN, Robert. Aplicación Mantenimiento Planificado para reducir Costos en el Área de Maestranza de la empresa Consolide Perú S.A.C. S.J.L. – Lima, 2020. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2020

Disponible

en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64292/Aquino\\_PLF-Obregon\\_MRF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64292/Aquino_PLF-Obregon_MRF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ARREDONDO, María. Contabilidad y análisis de costos. 2° ed. México D.F: Grupo Editorial Patria, 2015. 320 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=i9NUCwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9786077442837

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3.ª ed. Cd. De México: Grupo Editorial Patria, 2017. 157 pp.

ISBN: 9786077447481

BENÍTEZ, Lourdes. Metodología de la investigación social II. Querétaro: Cengage Learning Editores, 2016. 57 pp.

ISBN: 9786075228808

BUSTAMANTE, Laura. Contratación y supervisión de trabajos de preimpresión. [s.l.]: IC Editorial, 2016. 162 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=FVYpEAAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788416271993

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Rumiñahui: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. [fecha de consulta: 23 de octubre de 2020].

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

ISBN: 9789942765444

CAJSA, Andersson. Finding a cost-optimal preventive maintenance interval. Tesis (Proyecto de Grado en Tecnología y Salud). Estocolmo: Kth royal institute of technology school of technology and health, 2017.

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337826972>

CÁRDENAS, Julio. Investigación cuantitativa. Berlín: trAndeS – Programa de Posgrado en Desarrollo Sostenible y Desigualdades Sociales en la Región Andina, 2018. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/337826972>

CÁRDENAS, Raúl. Costos 1. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C, 2016. 507 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=nF9yDgAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9786078463107

COHEN, Néstor y GÓMEZ, Gabriela. Metodología de la investigación, ¿para qué?: La producción de los datos y los diseños. Buenos Aires: Editorial Teseo, 2019. 276 pp.

ISBN: 9789877231908

CORDERO, Oscar y CHE, Sandro. Gestión de mantenimiento para reducir el costo de operación de un remolcador marítimo en el puerto de Bayovar Piura. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2018. 155 pp.

CUBIDES, Fredy. Plan de Mantenimiento Integral para las extrusoras de plástico en las pequeñas y medianas empresas de Bogotá. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Bogotá: Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, 2018.

Disponible en:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13563/CubidesAlfonsoFedyYamith2018.pdf;jsessionid=35C782579C9725B3BA227DD7CC2A08D9?sequence=1>

DOMÍNGUEZ, Julio. Manual de Metodología de la Investigación Científica. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, 2015. 120 pp.

ENCUESTA mensual del Sector Servicios [en línea]. Lima: El Perú Primero, 2020. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2020].

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_servicios\\_enero2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_servicios_enero2020.pdf)

ESCUADERO, Carlos y CORTEZ, Liliana. A. Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica [en línea]. Machala: UTMACH, 2018 [fecha de consulta: 22 de setiembre del 2020].

Disponible en:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodosCualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>

ISBN: 9789942240927

ESPEJO, Édgar y HERNÁNDEZ, Héctor. Análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2017 [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZqzxDwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9789587830231

EULOGIO, José. Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 para reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la

empresa AutoGas H&D Automotriz Comas - 2019. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible

en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54445/Eulogio\\_AJL%20-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54445/Eulogio_AJL%20-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GARAVITO, Mario. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para flota de generadores empresa generación y sistemas S.P.A (GENSYS). Tesis (Licenciatura en Ingeniería de Ejecución en Mantenimiento Industrial). Santiago: Universidad Técnica Federico Santa María, 2018. 116 pp.

GARCÍA, María. Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa Comercial Molinera San Luis SAC, 2018. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Pimentel: Universidad de San Martín de Porres, 2018.

Disponible en:

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3953>

GESTIÓN de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013 por Carol Alavedra [et al.]. *Ingeniería Industrial* [en línea]. Enero-diciembre 2016. n° 34. [Fecha de consulta 15 de Setiembre de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

ISSN: 1025-9929.

GIL, Ana. Gestión auxiliar de reproducción en soporte convencional o informático. 5° ed. España: Editorial Elearning, S.L, 2015. 312 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=pXpXDwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788416199648

GUARNIZO, Fabio y CÁRDENAS, Sandra. Costos por órdenes de producción y por procesos. Arequipa: Universidad La Salle, 2020. 156 pp.

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=xe\\_6DwAAQBAJ&hl=es](https://books.google.com.pe/books?id=xe_6DwAAQBAJ&hl=es)

ISBN: 9789585136588

HERRERA, Gustavo, MORÁN, Luz, GALLARDO, José y SILVA, Alejandro. Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. Revista de Ingeniería Innovativa [en línea]. 4 (15): 18-28, diciembre 2020.

Disponible en:

[https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Innovativa/vol4num15/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Innovativa\\_V4\\_N15\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Innovativa/vol4num15/Revista_de_Ingenieria_Innovativa_V4_N15_2.pdf)

ISSN: 2523-6873

HOYOS, Álvaro. Contabilidad de Costos I. Manual Autoformativo. Huancayo: Universidad Continental, 2017. 98 pp.

Disponible en:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4256/1/DO\\_FCE\\_31\\_9\\_MAI\\_UC0131\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4256/1/DO_FCE_31_9_MAI_UC0131_2018.pdf)

JANOUDI, Fátima. Reparación de equipos mecánicos y eléctricos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras. 5° ed. Editorial Elearning, S.L, 2015. 392 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=xcZWDwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788416360123

MANTENIMIENTO preventivo de equipos y procesos de planta de tratamiento de agua y plantas depuradoras por Juan Sánchez [et al.] [en línea]. España: ELEARNING S.L, 2015 [fecha de consulta 15 de Setiembre de 2020]

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=wcZWDwAAQBAJ&pg=PA83&dq=MANTENIMIENTO+PREVENTIVO&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjY8vKj6OTrAhXKI7kGHTmiB3gQ6AEwBXoECAMQAq#v=onepage&q=MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO&f=false>

ISBN: 9788416360130

MANTENIMIENTO y mejora de las instalaciones en los edificios por Miguel de Simón [et al.] [en línea]. España: Paraninfo, 2019 [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=NAe1DwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788428344142

MARQUÉS, Luis. Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo de sistemas domóticos e inmóticos. España: IC Editorial, 2018. 256 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VVApEAAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788417343958

NABILA, Asdin. Implementation of preventive maintenance scheduling on main assembly 1 machine in spare part manufacturer company. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Cikarang: President University, 2017. 119 pp.

NIÑO, Victor. Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe. 2° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. 162 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=WCwaEAAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9789587920765

OVIEDO, Antonio. Procedimiento Gestión de Mantenimiento a Equipos y Máquinas. [s.l.]: Educa Digital, 2021. 14 pp.

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=Pb46EAAAQBAJ&hl=es>

PASSOS, Edgardo. Metodología para la presentación de trabajos de investigación: Una manera práctica de aprender a investigar, investigando. 2.ª ed. Cartagena De Indias: Institución Tecnológica Colegio Mayor de Bolívar, 2015. 108 pp.

Disponible en:

<https://colmayorbolivar.edu.co/files/Metodologia-presentacion-trabajos-investigacion.pdf>

PARDO, Francisco. Reparación de impresoras. Editorial Elearning, S.L, 2015. 386 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=G31XDwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788416424146

RAMÍREZ, Ramón. Gestión de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones. España: Ediciones Paraninfo, S.A., 2017. 302 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=Nv9IDgAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788428338677

ROJAS, José. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento del sistema de filtrado de la empresa Talsa (FUNDO UPAO) para incrementar su productividad y reducir costos de operación. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30301>

ROMERO, Pablo. Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas. España: Ediciones Paraninfo, SA, 2018. 208 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=YoNZDwAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788428338660

ROQUE, Daniel. Mantenimiento de máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC), diagnosis ciudades de El Alto y La Paz. Revista tecnológica [en línea]. Julio 2016. Vol. 12(18). [Fecha de consulta: 30 de abril del 2021].

Disponible en:

[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-75322016000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322016000100001&lng=es&nrm=iso)

ISSN 1729-7532

RUBIO, William. Plan de Mantenimiento Preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del Municipio de Motavita. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Tunja: Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, 2019.

Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19188/2019williamrubio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALGADO, Yorlandys, MARTÍNEZ DEL CASTILLO, Alfredo y SANTOS, Ariel. Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. Ingeniería energética. [en línea]. Setiembre-diciembre 2018, vol 39(3). [Fecha de consulta 15 de setiembre del 2020].

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1815-59012018000300003&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-59012018000300003&lng=pt&nrm=iso)

ISSN: 1815-5901

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y Mejía, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018.

Disponible en:

<https://isbn.cloud/9786124735141/manual-de-terminos-en-investigacion-cientifica-tecnologica-y-humanistica/>

ISBN: 9786124735141

SOLIS, Guiler. Gestión de mantenimiento preventivo y confiabilidad en la maquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatados de pollos empresa agroindustria Supe S.A. Barranca, 2018. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2018.

Disponible en:

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2316>

TACCA, Ronald. Mejora del mantenimiento preventivo en equipos de refrigeración para reducir los costos operativos de la empresa candy market campoy, 2018. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21767>

TACILLO, Elvis. Metodología de investigación científica [en línea]. Lima: Universidad Jaime Bausate y Meza, [2016?] [fecha de consulta 22 de setiembre del 2020].

Disponible en: [http://repositorio.bausate.edu.pe/bitstream/handle/bausate/36/Tacillo\\_Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bausate.edu.pe/bitstream/handle/bausate/36/Tacillo_Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TORRES, Álvaro. Gestión auxiliar de reproducción en soporte convencional o informático. 2º ed. Málaga: IC Editorial, 2021. 286 pp.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=zakuEAAAQBAJ&hl=es>

ISBN: 9788491989882

TORRES, Robert. Implementación de Metodología TPM para Reducir Costos de Mantenimiento en la Planta de Productos Químicos. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3094>

WICAKSANA, Tanyo. Increasing the reliability of dust collector machine IDC001 by using preventive maintenance with continuous monitoring activity in automotive company. Tesis (Licenciatura en ingeniería). Cikarang: President University, 2019.

VALLEJOS, Henry y CHILQUINGA, Manuel. Costos. Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2017. 224 pp.

ISBN: 9789942984463

VARGAS, Yitshak. Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. 149 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31532>

VERGARAY, Wilson. Plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de operación en los equipos trackle scoop LH203 de la compañía minera Poderosa S.A. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2018.

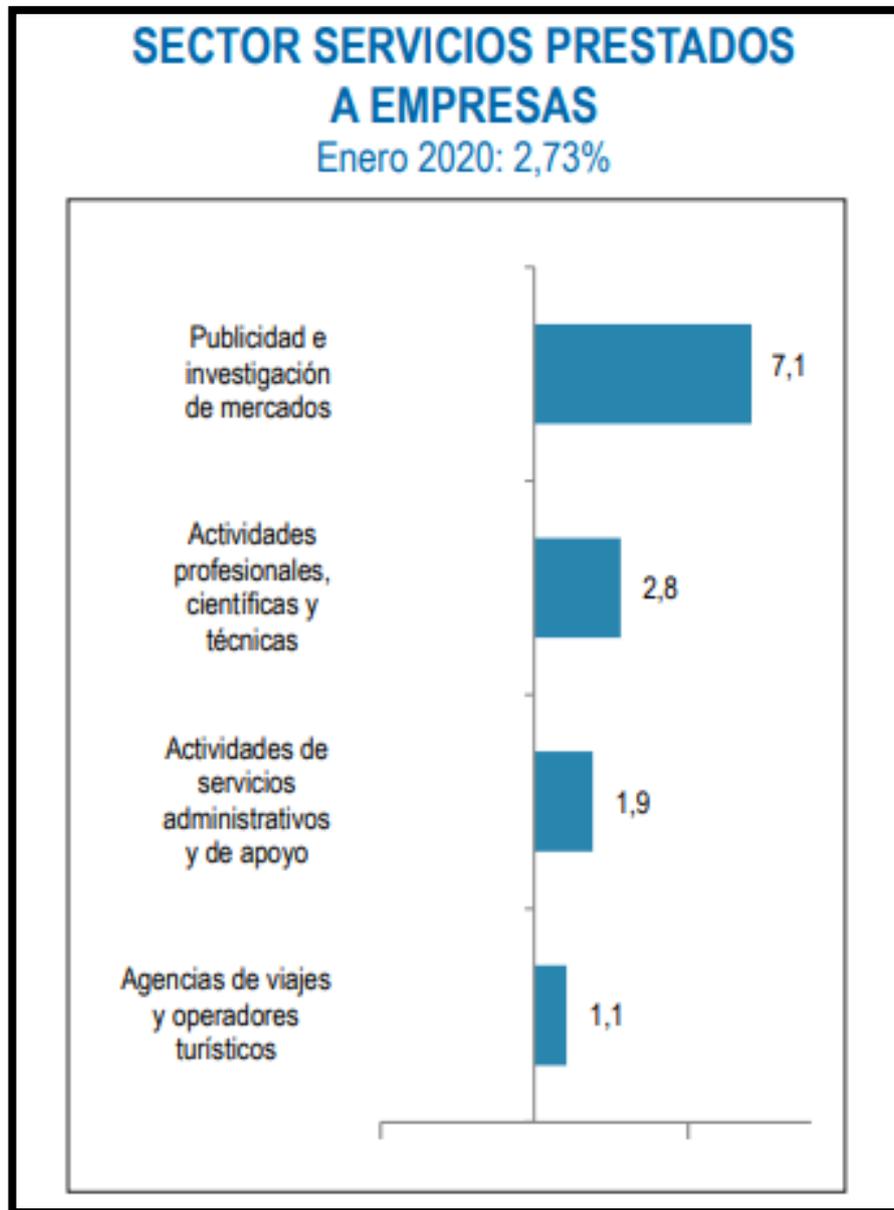
Disponible en:

<https://docplayer.es/147978322-Universidad-nacional-de-trujillo.html>

ZEGARRA, Manuel. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas [en línea]. 19(1): 25-37, enero-junio, 2016.

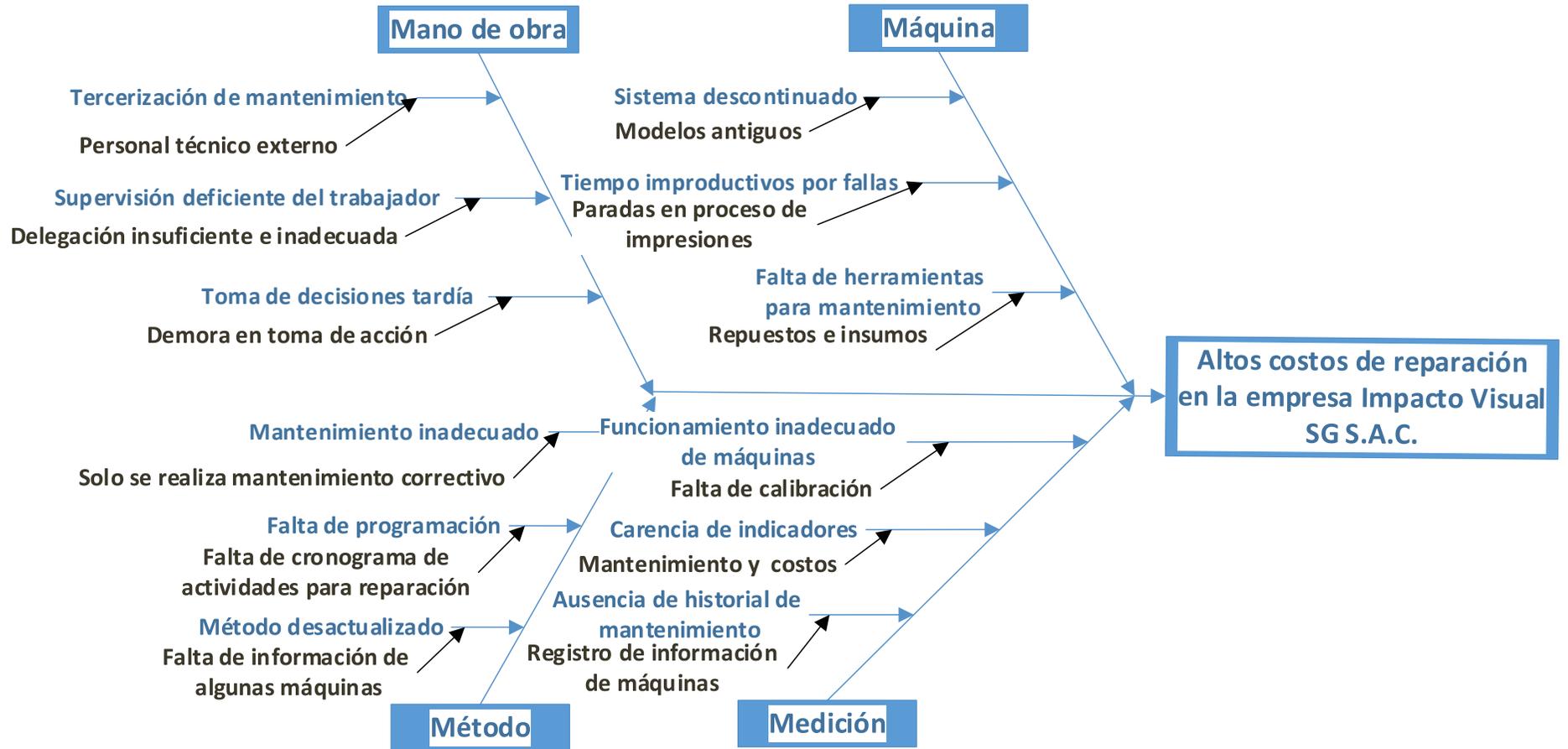
## ANEXOS

### Anexo 1 Sector empresarial



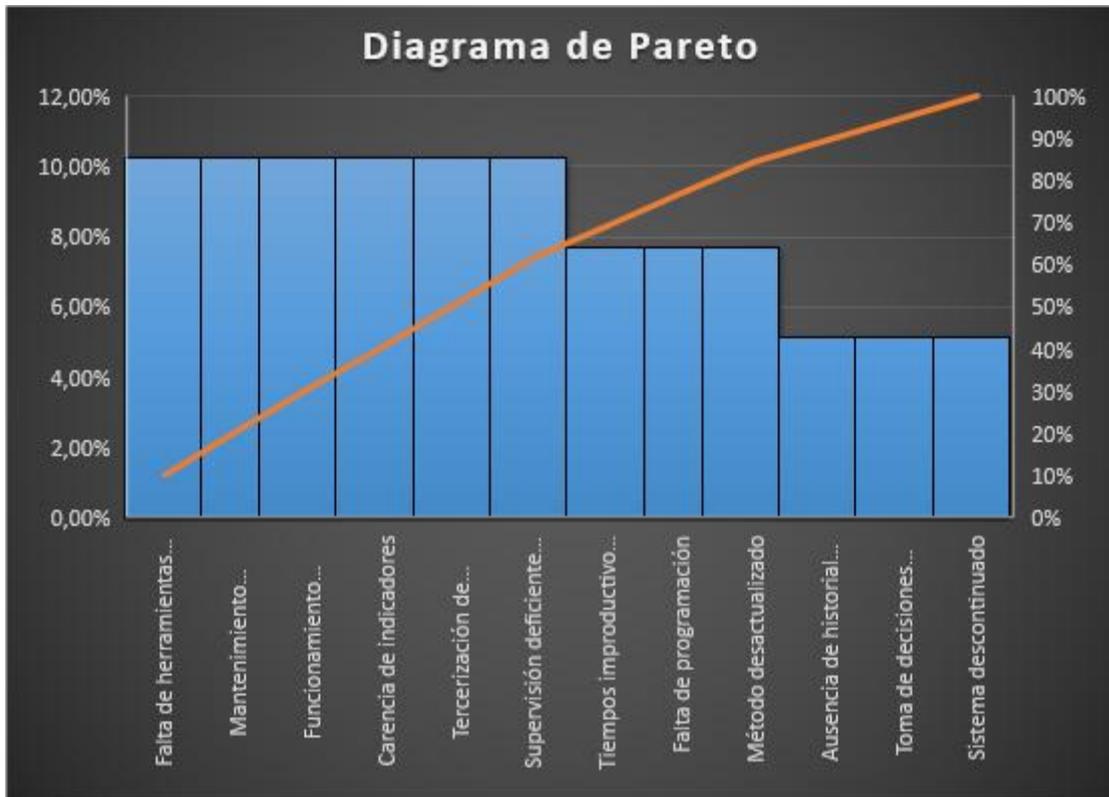
Fuente: INEI

Anexo 2 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3 Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 4 Escala de LÍkert

<b>Escala de Likert:</b>	
<b>Muy frecuente</b>	<b>8</b>
<b>Frecuentemente</b>	<b>6</b>
<b>Ocasionalmente</b>	<b>4</b>
<b>Raramente</b>	<b>2</b>
<b>Nunca</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5 Matriz de frecuencia

N°	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% ACUMULADO
Causa 6	Falta de herramientas para mantenimiento	8	10,26%	8	10%
Causa 8	Mantenimiento inadecuado	8	10,26%	16	21%
Causa 16	Funcionamiento inadecuado de máquinas	8	10,26%	24	31%
Causa 17	Carencia de indicadores	8	10,26%	32	41%
Causa 1	Tercerización de mantenimiento	8	10,26%	40	51%
Causa 2	Supervisión deficiente del trabajador	8	10,26%	48	62%
Causa 5	Tiempos improductivos por fallas	6	7,69%	54	69%
Causa 11	Falta de programación	6	7,69%	60	77%
Causa 12	Método desactualizado	6	7,69%	66	85%
Causa 18	Ausencia de historial de mantenimiento	4	5,13%	70	90%
Causa 3	Toma de decisiones tardía	4	5,13%	74	95%
Causa 4	Sistema descontinuado	4	5,13%	78	100%
<b>TOTAL</b>		<b>78</b>	<b>100,00%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6 Matriz de coherencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
PG: ¿De qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021?	OG: Determinar de qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.	HG: La implementación del mantenimiento preventivo reduce los costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
PE1: ¿De qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021?	OE1: Determinar de qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.	HE1: La implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de mano de obra en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.
PE2: ¿De qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021?	OE2: Determinar de qué manera la implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.	HE2: La implementación del mantenimiento preventivo reduce el índice de costo de materiales en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021.

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 7 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
<b>Variable Independiente: Mantenimiento preventivo</b>	Son los hechos que se realizan por anticipado y que evitan desperfectos en los equipos e instalaciones, tienen la finalidad de prevenir o disminuir sus efectos. El mantenimiento preventivo ayuda a minorar los costos, evita dificultades con la población y aumenta la eficiencia del servicio [...] (Sánchez, Guerrero, Garrido y Amat, 2015, p. 83).	Se basa en procedimientos que desarrollan las empresas para prevenir daños o deficiencia de máquinas y equipos, los cuales serán medidos por su disponibilidad y la programación de sus actividades con el objetivo de reducir los costos de reparación de los mismos.	Disponibilidad	<p>Índice de disponibilidad</p> $ID (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ <p>Leyenda:                      ID: Índice de disponibilidad                      MTBF: Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)                      MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean Time To Repair)</p>	Razón
			Programación	<p>Índice de tiempo de mantenimiento programado</p> $ITMP = \frac{TUM}{TPM} \times 100\%$ <p>Leyenda:                      ITMP: Índice de tiempo de mantenimiento programado                      TUM: Tiempo utilizado en mantenimiento                      TPM: Tiempo programado en mantenimiento</p>	Razón
<b>Variable dependiente: Costos de reparación</b>	Es de suma importancia ya que define el costo óptimo del mantenimiento que se logra a través de una revisión constante teniendo en cuenta la información exacta e identificada oportunamente, este costo considera todos los repuestos o materiales y mano de obra necesarios frente a una avería y además futuras reparaciones no previstas, incluye todos los costos que incurren para que las máquinas continúen con su estado operativo. (Zegarra, 2016, p. 27)	Se refiere a los costos que producen las máquinas y equipos en su estado operativo, esta variable será medida por el costo de mano de obra y los costos de materiales que serán usados para dicho mantenimiento.	Costo de mano de obra	<p>Índice de costo de mano de obra</p> $ICMO = (TR - TS) \times HRT$ <p>Leyenda:                      ICMO: Índice de costo de mano de obra                      TR: Tarifa real                      TS: Tarifa estándar                      HRT: Horas reales trabajadas</p>	Razón
			Costo de materiales	<p>Índice de costo de materiales</p> $ICM = (PR - PS) \times CRC$ <p>Leyenda:                      ICM: Índice de costo de materiales                      PR: Precio real                      PS: Precio estándar                      CRC: Cantidad real comprada</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8 Ficha de registros

		<b>IMPACTO VISUAL SG S.A.C</b>							
<b>FICHA DE REGISTRO DE COSTOS DE REPARACIÓN</b>									
RESPONSABLE DE PROYECTO		SALAZAR CHERO, LUIS ALBERTO YAIRIMA MARTINEZ, WENDY PAMELA				JEFE DE PROYECTO		HUINCHO AGUILAR, SAÚL RULLY	
PROYECTO		IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR COSTOS DE REPARACIÓN EN LA EMPRESA IMPACTO VISUAL SG S.A.C, LIMA, 2021.							
N°	FECHA	COSTO DE MANO DE OBRA				COSTO DE MATERIALES			
		TARIFA REAL	TARIFA ESTÁNDAR	HORAS REALES TRABAJADAS	ÍNDICE DE COSTO DE MANO DE OBRA $ICMO = (TR-TS) \times HRT$	PRECIO REAL	PRECIO ESTÁNDAR	CANTIDAD REAL COMPRADA	ÍNDICE DE COSTO DE MATERIALES $ICM = (PR-PS) \times CRC$
1	_/_/_								
2	_/_/_								
3	_/_/_								
4	_/_/_								
5	_/_/_								
6	_/_/_								
7	_/_/_								
8	_/_/_								
9	_/_/_								
10	_/_/_								

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9 Hoja de vida

	<b>EMPRESA IMPACTO VISUAL SG S.A.C</b>		N° ORDEN:		
	<b>HOJA DE VIDA DE MÁQUINAS</b>				
NOMBRE DE LA MÁQUINA:		ASIGNACIÓN:			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>					
CÓDIGO:		PROVEEDOR:			
MARCA:		INVENTARIO:			
MODELO:		POTENCIA (HP):			
CAPACIDAD:		VOLTAJE:			
REFERENCIA:		AMPERAJE:			
<b>FALLAS</b>			<b>REPUESTOS E INSUMOS</b>		
FECHA	OBSERVACIÓN		SERIE	DESCRIPCIÓN	
EQUIPO	<input type="text"/>	MÁQUINA	<input type="text"/>	SISTEMA	<input type="text"/>
CUENTA CON MANUAL		SI	NO	AÑO	<input type="text"/>
				CRITICIDAD	<input type="text"/>
ELABORÓ		REVISÓ		AUTORIZÓ	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10 Historial de mantenimiento

	IMPACTO VISUAL SG S.A.C						
HISTORIAL DE MANTENIMIENTO							
FECHA	MÁQUINA	TIPO DE MANTENIMIENTO	INTERNO O EXTERNO	SUPERVISOR DE TURNO	FALLA	OPERACIÓN	TIEMPO
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							
__/__/__							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11 Orden de trabajo

		<b>ORDEN DE TRABAJO N° 00015</b> jueves, 7 de enero de 2021	
Impacto Visual SG S.A.C. RUC: 20601534623 Av Los Castillos Mz V lote 5 Urb Matazango Ate - Lima - Peru <a href="http://www.sentidografico.com.pe">www.sentidografico.com.pe</a>			
Mantenimiento:	<input type="checkbox"/> Interno	<input type="checkbox"/> Externo	
Tipo de servicio:			
Asignado a:			
Fecha de realización:			
Trabajo realizado:			
Verificado por:		Fecha y firma:	
Aprobado por:		Fecha y firma:	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12 Ficha de disponibilidad

		<b>IMPACTO VISUAL SG S.A.C</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE COSTOS DE REPARACIÓN</b>				
RESPONSABLE DE PROYECTO		SALAZAR CHERO, LUIS ALBERTO	JEFE DE PROYECTO	HUINCHO AGUILAR, SAÚL RULLY
		YAURIMA MARTINEZ, WENDY PAMELA		
PROYECTO		IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR COSTOS DE REPARACIÓN EN LA EMPRESA IMPACTO VISUAL SG S.A.C, LIMA, 2021.		
N°	FECHA	DISPONIBILIDAD		
		MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS)	MTTR (TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN)	ID (%) = $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$
1	_/_/_/			
2	_/_/_/			
3	_/_/_/			
4	_/_/_/			
5	_/_/_/			
6	_/_/_/			
7	_/_/_/			
8	_/_/_/			
9	_/_/_/			
10	_/_/_/			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13 Validación de juicio de expertos



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LOS COSTOS DE REPARACIÓN**

VARIABLE / DIMENSIÓN		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Disponibilidad  $ID (%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	Leyenda: ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean Time To Repair)	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Programación  $ITMP (%) = \frac{TUM}{TPM} \times 100$	Leyenda: ITMP: Índice de tiempo de mantenimiento programado TUM: Tiempo utilizado en mantenimiento TPM: Tiempo programado en mantenimiento	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE:	COSTOS DE REPARACIÓN	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Costo de mano de obra  $ICMO = (TR - TS) \times HRT$	Leyenda: ICMO: Índice de costo de mano de obra TR: Tarifa real TS: Tarifa estándar HRT: Horas reales trabajadas	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Costo de materiales  $ICM = (PR - PS) \times CRC$	Leyenda: ICM: Índice de costo de materiales PR: Precio real PS: Precio estándar CRC: Cantidad real comprada	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** SI HAY SUFICIENCIA

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

**Apellidos y nombres del juez validador:** Dr. Carrión Nin, José Luis    **DNI:** 07444710

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial/Economista/Magister en Costos y Presupuestos/ Magister en Administración/Doctor en Administración.

**16...de...Junio....del 2021**

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

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



Dr. Ing. José Luis Carrión Nin  
Reg. CIP. 67913 - Reg. CEL. 7464

-----  
**Firma del Experto Informante**

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LOS COSTOS DE REPARACIÓN

VARIABLE / DIMENSIÓN		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Disponibilidad	Leyenda: ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean Time To Repair)	✓		✓		✓		
$ID (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$								
Dimensión 2: Programación	Leyenda: ITMP: Índice de tiempo de mantenimiento programado TUM: Tiempo utilizado en mantenimiento TPM: Tiempo programado en mantenimiento	✓		✓		✓		
$ITMP (\%) = \frac{TUM}{TPM} \times 100$								
VARIABLE DEPENDIENTE:	COSTOS DE REPARACIÓN	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Costo de mano de obra	Leyenda: ICMO: Índice de costo de mano de obra TR: Tarifa real TS: Tarifa estándar HRT: Horas reales trabajadas	✓		✓		✓		
$ICMO = (TR - TS) \times HRT$								
Dimensión 2: Costo de materiales	Leyenda: ICM: Índice de costo de materiales PR: Precio real PS: Precio estándar CRC: Cantidad real comprada	✓		✓		✓		
$ICM = (PR - PS) \times CRC$								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

---

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

DNI: 41848703

Especialidad del validador:

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

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

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

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

16.de junio del 2021



-----  
Firma del Experto Informante.

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LOS COSTOS DE REPARACIÓN

VARIABLE / DIMENSIÓN		Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Disponibilidad  $ID (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	Leyenda: ID: Índice de disponibilidad MTBF: Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) MTTR: Tiempo medio de reparación (Mean Time To Repair)	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Programación  $ITMP (\%) = \frac{TUM}{TPM} \times 100$	Leyenda: ITMP: Índice de tiempo de mantenimiento programado TUM: Tiempo utilizado en mantenimiento TPM: Tiempo programado en mantenimiento	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE:	COSTOS DE REPARACIÓN	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Costo de mano de obra  $ICMO = (TR - TS) \times HRT$	Leyenda: ICMO: Índice de costo de mano de obra TR: Tarifa real TS: Tarifa estándar HRT: Horas reales trabajadas	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Costo de materiales  $ICM = (PR - PS) \times CRC$	Leyenda: ICM: Índice de costo de materiales PR: Precio real PS: Precio estándar CRC: Cantidad real comprada	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

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

**Apellidos y nombres del juez validador:** Panta Salazar Javier Francisco    **DNI:** 02636381

**Especialidad del validador:** Ingeniería Industrial

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

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

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

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

17 de junio del 2021



Firma del Experto Informante

## Anexo 14 Carta de autorización

### AUTORIZACIÓN

Lima, 11 de setiembre del 2020  
Señores  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Escuela de ingeniería industrial

Estimado,

Yo, Zila Nic Ccahuana Gómez, identificada con DNI 46124303, en mi calidad de representante legal de la empresa Impacto Visual SG S.A.C, autorizo a Salazar Chero, Luis Alberto y Yaurima Martinez, Wendy Pamela, estudiantes de la universidad César Vallejo, a utilizar información confidencial de la empresa para la tesis denominada "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir costos de reparación en la empresa Impacto Visual SG S.A.C, Lima, 2021". Como condiciones contractuales, los estudiantes se obligan a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, contratos, estados de cuentas y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, les fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente información de algunas actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ningunos de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. Los estudiantes asumen que toda información y resultados del proyecto serán de uso exclusivamente académicos.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultados que se obtengan del mismo que podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye a la formación de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

En caso de que alguna(s) condiciones anteriores sea(n) infringida(s), los estudiantes quedan sujeto a la responsabilidad civil de daños y perjuicios que cause a la empresa, así como a las sanciones de carácter penal o legal a las que se hiciere acreedor.

Atentamente,

  
Zila Ccahuana Gómez  
GERENTE GENERAL  
IMPACTO VISUAL SG S.A.C.

---

Zila Ccahuana Gómez

Anexo 15 Cotización Vendtech S.A.C



**Impacto Visual SG S.A.C.**  
RUC: 20601534623  
Av Los Castillos Mz V lote 5 Urb Matanzango  
Ate - Lima - Perú  
www.sentidografico.com.pe

**COTIZACIÓN 000-0003609**  
viernes, 16 de Octubre de 2020



---

**SEÑORES**  
**VENDTECH SAC**  
Atención: Elizabeth Pumasupa  
RUC:  
CAMPAÑA: STICKERS

ITEM	IMAGEN REFERENCIAL	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	MEDIDA (CM)		CANTIDAD	PU	TOTAL
			BASE	ALTURA			
1	COD. 830970	<b>STICKER VAL. POST MIX INCA KOLA SIN AZUC</b>	5.50	6.50	500	0.27	135.00
		en papel autoadhesivo P4 full color + plastificado brillante, corte recto.					
2	COD. 830979	<b>STICKER VAL. POST MIX COLA COLA SIN AZUC</b>	5.50	6.50	500	0.27	135.00
		en papel autoadhesivo P4 full color + plastificado brillante, corte recto.					
3	COD. 830972	<b>STICKER POSTER POST MIX IK SIN AZUC</b>	5.10	3.20	500	0.25	125.00
		en papel autoadhesivo P4 full color + plastificado brillante, corte recto.					
4	COD. 830976	<b>STICKER POSTER POST MIX CC SIN AZUC</b>	5.10	3.20	500	0.25	125.00
		en papel autoadhesivo P4 full color + plastificado brillante, corte recto.					
<b>TOTAL</b>							<b>S/. 520.00</b>

**II. IMPORTANTE:**

- Propuesta válida durante 15 días hábiles
- Si el trabajo se realiza y en el transcurso es anulado, se cobrará el 100% del costo acordado.
- Los precios pueden variar si los archivos entregados por el cliente NO coinciden con el producto presupuestado (medidas, colores, materiales, otros)

Fuente: Impacto Visual SG S.A.

## Anexo 16 Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo

ACTIVIDAD 1: Asignación de máquinas		ENERO-FEBRERO-MARZO-ABRIL																								
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
1	Asignación de nombre a cada una de las máquinas (solo Enero)	x	x	x	x	x																				
ACTIVIDAD 2: Limpieza y mantenimiento de máquinas		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Limpiar mesa de impresión	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Limpiar el encoder lineal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Limpiar el riel del encoder lineal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Retirar residuo de tinta de la botella de residuo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Lubricar con grasa autorizada el riel del carro					x					x					x					x					x
6	Limpiar los rodillos de presión de material con alcohol isopropílico					x					x					x					x					x
7	Lubricación de los engranajes con aceite en spray (WD - 40)					x					x					x					x					x
8	Abrir la llave de tinta	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Purga de residuos de tinta en cabezal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Mandar un test de impresión	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ACTIVIDAD 3: Inspección		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Hoja de vida de la máquina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ACTIVIDAD 4: Plan de capacitación de mantenimiento preventivo		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Determinación de funcionalidades (Enero)					x																		
2	Mantenimiento y seguridad de máquinas (Febrero)										x															
3	Capacitación técnica (Marzo y Abril)					x															x					
ACTIVIDAD 5: Compra de insumos		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Compra de insumos para el mantenimiento preventivo (solo Enero)					x					x					x					x			
ACTIVIDAD 6: Compra de herramientas		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Compra de herramientas para la mejora de mantenimiento (solo Enero)					x										x								
ACTIVIDAD 7: Seguimiento de máquinas		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4									
		D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5					
		1	Seguimiento constante por parte del supervisor de área y maquinistas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17 Costo de mano de obra (Pre-test)

ÍNDICE DE COSTO DE MANO DE OBRA PRE-TEST								
N°	FECHA	MÁQUINA	MARCA	ASIGNACIÓN	TARIFA REAL	TARIFA ESTÁNDAR	HORAS REALES TRABAJADAS	ICMO = (TR - TS) * HRS
1	Del 01/09/20 al 15/09/20	IMPRESORA	SPEEDJET	MC-01	S/ 310	S/ 240	4	S/ 280
		SUB TOTAL			S/ 310	S/ 240	4	S/ 280
2	Del 16/09/20 al 30/09/20	IMPRESORA	SPEEDJET	HT-01	S/ 250	S/ 180	3,5	S/ 245
		SUB TOTAL			S/ 250	S/ 180	3,5	S/ 245
3	Del 01/10/20 al 15/10/20	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	S/ 250	S/ 150	3	S/ 300
		SUB TOTAL			S/ 250	S/ 150	3	S/ 300
4	Del 16/10/20 al 31/10/20	PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	S/ 280	S/ 160	3	S/ 360
		SUB TOTAL			S/ 280	S/ 160	3	S/ 360
5	Del 01/11/20 al 15/11/20	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	S/ 240	S/ 170	4	S/ 280
		SUB TOTAL			S/ 240	S/ 170	4	S/ 280
6	Del 16/11/20 al 30/11/2020	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	S/ 1.083	S/ 750	3	S/ 998
		SUB TOTAL			S/ 1.083	S/ 750	3	S/ 998
7	Del 01/12/20 al 15/12/20	PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	S/ 1.088	S/ 750	5	S/ 1.689
		SUB TOTAL			S/ 1.088	S/ 750	5	S/ 1.689
8	Del 16/12/20 al 31/12/20	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	S/ 1.073	S/ 750	3,5	S/ 1.131
		SUB TOTAL			S/ 1.073	S/ 750	3,5	S/ 1.131
<b>TOTAL DE COSTO DE MANO DE OBRA</b>								S/ 5.283

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18 Costo de mano de obra (Post-test)

ÍNDICE DE COSTO DE MANO DE OBRA POST-TEST									
N°	FECHA	MÁQUINA	MARCA	ASIGNACIÓN	TARIFA REAL	TARIFA ESTÁNDAR	HORAS REALES POR VISITAS	ICMO = (TR - TS) * HRS	
1	Del 01/01/21 al 15/01/21	MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	S/ 120	S/ 90	S/ 2	S/	45
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	S/ 90	S/ 70	S/ 2	S/	30
		SUB TOTAL				S/ 210	S/ 160	S/ 3	<b>S/ 150</b>
2	Del 16/01/21 al 31/01/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	S/ 90	S/ 70	S/ 2	S/	40
		PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	S/ 90	S/ 70	S/ 2	S/	40
		SUB TOTAL				S/ 180	S/ 140	S/ 4	<b>S/ 160</b>
3	Del 01/02/21 al 15/02/21	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	S/ 110	S/ 70	S/ 2	S/	60
		PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	S/ 110	S/ 70	S/ 2	S/	60
		SUB TOTAL				S/ 220	S/ 140	S/ 3	<b>S/ 240</b>
4	Del 16/02/21 al 28/02/21	PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	S/ 110	S/ 70	S/ 2	S/	60
		ALTA 1	GONGZHENG	AL-01	S/ 110	S/ 70	S/ 2	S/	60
		SUB TOTAL				S/ 220	S/ 140	S/ 3	<b>S/ 240</b>
5	Del 01/03/21 al 15/03/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	S/ 110	S/ 70	S/ 1	S/	40
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	S/ 110	S/ 70	S/ 2	S/	60
		SUB TOTAL				S/ 220	S/ 140	S/ 3	<b>S/ 200</b>
6	Del 16/03/21 al 31/03/21	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	S/ 110	S/ 80	S/ 2	S/	60
		MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	S/ 110	S/ 90	S/ 2	S/	40
		SUB TOTAL				S/ 220	S/ 170	S/ 4	<b>S/ 200</b>
7	Del 01/04/21 al 15/04/21	PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	S/ 100	S/ 70	S/ 2	S/	45
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	S/ 100	S/ 70	S/ 2	S/	60
		SUB TOTAL				S/ 200	S/ 140	S/ 4	<b>S/ 210</b>
8	Del 16/04/21 al 30/04/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	S/ 110	S/ 90	S/ 2	S/	30
		SUB TOTAL				S/ 110	S/ 90	S/ 2	<b>S/ 30</b>
		<b>TOTAL DE COSTO DE MANO DE OBRA</b>							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19 Costo de materiales (Pre-test)

ÍNDICE DE COSTO DE MATERIALES PRE-TEST									
N°	FECHA	MÁQUINA	MARCA	ASIGNACIÓN	REPUESTO	PRECIO REAL	PRECIO ESTÁNDAR	CANTIDAD REAL COMPRADA	ICM = (PR - PS) * CRC
1	Del 01/09/20 al 15/09/20	MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	CUCHILAS CUT BLADE	S/ 625	S/ 425	S/ 5	S/ 999
					SUB TOTAL				
2	Del 16/09/20 al 30/09/20	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	CUCHILLAS DE 18 mm	S/ 150	S/ 25	S/ 2	S/ 250
					SUB TOTAL				
3	Del 01/10/20 al 15/10/20	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	TUBO DE 4 LINEAS PARA TINTA SOLVENTE	S/ 198	S/ 85	S/ 2	S/ 226
					SUB TOTAL				
4	Del 16/10/20 al 31/10/20	PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	AGUA DESTILADA	S/ 27	S/ 21	S/ 4	S/ 25
		ALTA 1	GONGZHENG	AL-01	FILTRO DE AIRE TIPO C	S/ 433	S/ 360	S/ 1	S/ 73
					AGUA DESTILADA	S/ 36	S/ 21	S/ 1	S/ 15
SUBTOTAL					S/ 496	S/ 402	S/ 6	<b>S/ 563</b>	
5	Del 01/11/20 al 15/11/20	PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	CABEZAL SPECTRAL STARFIRE	S/ 14.323	S/ 8.560	S/ 1	S/ 5.763
					SUB TOTAL				
6	Del 16/11/20 al 30/11/2020	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	GUANTES DE VINIL	S/ 25	S/ 24	S/ 1	S/ 1
					CUCHILLAS DE PLOTTER	S/ 267	S/ 196	S/ 9	S/ 638
		MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	ALCOHOL HISOPROPILICO	S/ 214	S/ 185	S/ 7	S/ 200
					FILTRO DE TINTA	S/ 621	S/ 495	S/ 1	S/ 126
					BENCINA	S/ 27	S/ 22	S/ 2	S/ 10
SUBTOTAL					S/ 1.154	S/ 922	S/ 20	<b>S/ 4.636</b>	
7	Del 01/12/20 al 15/12/20	PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	HOJAS CUCHILLAS	S/ 169	S/ 152	S/ 4	S/ 66
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	HOJAS CUCHILLAS	S/ 59	S/ 45	S/ 2	S/ 29
		SUB TOTAL					S/ 228	S/ 187	S/ 6
8	Del 16/12/20 al 31/12/20	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	MANGO DADOS	S/ 46	S/ 40	S/ 1	S/ 6
					REPUESTOS SERVTEK	S/ 280	S/ 230	S/ 1	S/ 50
					REPUESTOS	S/ 216	S/ 180	S/ 1	S/ 36
					SUBTOTAL				
<b>TOTAL DE COSTO DE MANO DE OBRA</b>									<b>S/ 12.961</b>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20 Costo de materiales (Post test)

INDICE DE COSTO DE MATERIALES POST-TEST									
N°	FECHA	MÁQUINA	MARCA	ASIGNACIÓN	REPUESTO	PRECIO REAL	PRECIO ESTÁNDAR	CANTIDAD REAL COMPRADA	ICM = (PR - PS) * CRC
1	Del 01/01/21 al 15/01/21	MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	SENSOR OPTICO INFRAROJO	S/ 350	S/ 320	S/ 1	S/ 30
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 280	S/ 250	S/ 1	S/ 30
		SUB TOTAL					S/ 630	S/ 570	S/ 2
2	Del 16/01/21 al 31/01/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	CARTUCHO QUICK CHANGE	S/ 210	S/ 170	S/ 1	S/ 40
		PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	CODIFICADOR DE RASTER	S/ 180	S/ 150	S/ 1	S/ 30
		SUB TOTAL					S/ 390	S/ 320	S/ 2
3	Del 01/02/21 al 15/02/21	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	PLACA FORMATEADA	S/ 170	S/ 150	S/ 1	S/ 20
		PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	BIERA DE TINTA Y CONECTOR EN F	S/ 280	S/ 220	S/ 1	S/ 60
		SUB TOTAL					S/ 450	S/ 370	S/ 2
4	Del 16/02/21 al 28/02/21	PRODUCCION 3	MIMAKI JV400LX	PR-03	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 280	S/ 250	S/ 2	S/ 60
		ALTA 1	GONGZHENG	AL-01	TARJETA PARA EL CPU	S/ 260	S/ 250	S/ 1	S/ 10
		SUB TOTAL					S/ 540	S/ 500	S/ 3
5	Del 01/03/21 al 15/03/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 260	S/ 250	S/ 2	S/ 20
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	SISTEMA DE TUBO DE TINTAS	S/ 600	S/ 580	S/ 1	S/ 20
		SUB TOTAL					S/ 860	S/ 830	S/ 3
6	Del 16/03/21 al 31/03/21	ALTA 2	GONGZHENG	AL-02	BELT CONVEYOR	S/ 210	S/ 190	S/ 1	S/ 20
		MULTICORTADORA	IECHO BK3	MC-01	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 500	S/ 490	S/ 1	S/ 10
		SUB TOTAL					S/ 710	S/ 680	S/ 2
7	Del 01/04/21 al 15/04/21	PRODUCCION 2	THUNDERJET C1601	PR-02	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 520	S/ 500	S/ 1	S/ 20
		PRODUCCION 1	THUNDERJET C1601	PR-01	TINTA AMORTIGUADOR	S/ 200	S/ 195	S/ 1	S/ 5
		SUB TOTAL					S/ 720	S/ 695	S/ 2
8	Del 16/04/21 al 30/04/21	HANDTOP	HANDTOP HT3200-K	HT-01	CABEZAL RICOH GEN5	S/ 950	S/ 900	S/ 1	S/ 50
		SUB TOTAL					S/ 950	S/ 900	S/ 1
<b>TOTAL DE COSTO DE MATERIALES</b>									<b>S/ 790</b>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21 Hoja de vida de máquina Handtop

		<b>EMPRESA IMPACTO VISUAL SG S.A.C</b>		N° ORDEN: <i>03</i>	
<b>HOJA DE VIDA DE MÁQUINAS</b>					
NOMBRE DE LA MÁQUINA: <i>Hand Top.</i>		ASIGNACIÓN: <i>HT-01</i>			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>					
CÓDIGO:	<i>HT 3200 UV-K.</i>	PROVEEDOR:	<i>Interno.</i>		
MARCA:	<i>Hand Top HT 3200-K.</i>	INVENTARIO:	<i>—</i>		
MODELO:	<i>—</i>	POTENCIA (HP):	<i>—</i>		
CAPACIDAD:	<i>25 m<sup>2</sup>/H.</i>	VOLTAJE:	<i>220 v.</i>		
REFERENCIA:	<i>Cama plano.</i>	AMPERAJE:	<i>20 A. (9.0KW)</i>		
<b>FALLAS</b>			<b>REPUESTOS E INSUMOS</b>		
FECHA	OBSERVACIÓN	SERIE	DESCRIPCIÓN		
<i>19/01/2021</i>	<i>Se encontraron residuos de tinta seca en los cabezales.</i>	<i>—</i>	<i>- Pañitos blancos. - Guantes de látex. - Bencina.</i>		
EQUIPO <input type="checkbox"/>		MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>		SISTEMA <input type="checkbox"/>	
CUENTA CON MANUAL <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	AÑO <i>2012.</i>	CRITICIDAD <input type="checkbox"/>
ELABORÓ 		REVISÓ 		AUTORIZÓ 	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 22 Gastos de mantenimiento de inversión

GASTOS DE MANTENIMIENTO DE LA INVERSIÓN													
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	PERSONAL PARA CAPACITACIÓN	S/ 180	S/ 180	S/ 180	S/ 180								
HERRAMIENTAS	JUEGO DE ALICATE DE CORTE	S/ 210	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
	JUEGO DE ALICATE DE PUNTA	S/ 149	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
	JUEGO DE DESARMADORES	S/ 155	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
	JUEGO DE DESARMADORES PERILLEROS	S/ 168	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
	JUEGO DE LLAVES ALLEN	S/ 320	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
	SET DE DADOS MILIMETRICOS	S/ 500	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -							
INSUMOS	ALCOHOL ISOPROPILICO	S/ 390	S/ 390	S/ 390	S/ 390								
	DW - 40 SPRAY (8 UNIDADES)	S/ 227	S/ 227	S/ 227	S/ 227								
	GUANTES DE LATEX (5 UNIDADES)	S/ 299	S/ 299	S/ 299	S/ 299								
	BENCINA (4 GALONES)	S/ 240	S/ 240	S/ 240	S/ 240								
	PAÑOS BLANCOS	S/ 514	S/ 514	S/ 514	S/ 514								
	AGUA DESTILADA	S/ 24	S/ 24	S/ 24	S/ 24								
MOVILIDAD	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	S/ 80	
IMPRESIONES	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	S/ 40	
<b>SUBTOTAL</b>		S/ 3.496	S/ 1.994	S/ 1.994	S/ 1.994	S/ 1.994							

Fuente: Elaboración propia.