



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para
a mejorar la confiabilidad de los tornos frigoríficos**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Teran Marin, Erick Steveent (orcid.org/0000-0003-4572-9826)
Valladares Huaman, Marcos Mijael (orcid.org/0000-0002-1144-5908)

ASESORA:

Dra. Perez Campomanes, Maria Delfina (orcid.org/0000-0003-4087-3933)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a todos mis profesores que me han brindado los conocimientos necesarios para realizar esta investigación, también hago mención a mi familia que me han dado las facilidades económicas para terminar mi formación profesional y por último, dedico esta investigación a mis compañeros de estudio que me han ofrecido experiencias de su entorno profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad Cesar Vallejo por brindarme el apoyo necesario para cumplir mis metas profesionales y esta oportunidad única para sacar mi título profesional; agradezco a la empresa Varayoc Agro S.A.C. por brindarme los datos de su situación actual y darme la facilidad de modificar los programas de mantenimiento presentes en la investigación, agradezco también a mis asesores por brindarme esta guía hasta el término de mis estudios.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	17
Tabla 2. Método de análisis de datos	20
Tabla 3. Resultados del Check list por equipo	22
Tabla 4. Resultados del registro de temperatura -2021	24
Tabla 5. Evaluación inicial del OEE - 2021	25
Tabla 6. Evaluación de la confiabilidad por equipos	27
Tabla 7. Evaluación de la confiabilidad del sistema	28
Tabla 8. Análisis de criticidad de los túneles de criticidad.....	29
Tabla 9. Puntaje final ordenado de la evaluación AMFE, 2021	31
Tabla 10. Evaluación de la frecuencia de falla para cada túnel frigorífico, 2021	32
Tabla 11. Evaluación de la frecuencia de falla para cada túnel frigorífico, 2021	32
Tabla 12. Resumen del plan de mantenimiento preventivos y asignación de recursos, 2021	36
Tabla 13. Cronograma para charlas informativas y de capacitación	38
Tabla 14. Índices de mantenimiento después de la aplicación, 2022.....	40
Tabla 15. Confiabilidad antes y después de los túneles frigoríficos del proceso de enfriado.....	41
Tabla 16. Pruebas de normalidad.....	42
Tabla 17. <i>Prueba de muestras emparejadas</i>	42

Índice de gráficos y figuras

Figura 01: Flujograma del proceso de investigación	19
Figura 02: Resultados finales del Check List.....	23
Figura 03: Resultados finales del OEE – 2021	26
Figura 04: Puntaje final del AMFE, 2021	30
Figura 05: Plan de mantenimiento del túnel frigorífico 1	33
Figura 06: Plan de mantenimiento del túnel frigorífico 3.....	34
Figura 07: Plan de mantenimiento del túnel frigorífico 4.....	35
Figura 08: Distribución de tiempos para el mantenimiento preventivo del mes de setiembre y octubre.....	37
Figura 09: Flujograma para la realización de mantenimiento preventivo	39

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo general elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022; para ello se estableció un estudio con una metodología aplicada del tipo cuantitativa y de diseño preexperimental. La muestra seleccionada fue los tres túneles de refrigeración en la empresa Varayoc Agro S.A.C. los resultados mostraron serias deficiencias en la realización de los mantenimientos dado que las inspecciones recurrentes mostraron un incumplimiento de 23% en la limpieza y 20% en los dispositivos de control, esto provoca hasta 14 horas de mantenimiento correctivo y 30 pallet perdidos al mes; en tanto al OEE se alcanzó un 73% en los equipos de refrigeración 1 y 3, solo el equipo de refrigeración 4 alcanzó un 66%. La confiabilidad se determinó una base a una semana para el cálculo, por esta razón los equipos alcanzan un 41% de confiabilidad promedio con un mínimo de 27% de confiabilidad, un punto muy deficiente para este tipo de equipos costosos; en tanto a la implementación se realizó una programación basada en el AMFE y el MTBF para establecer las actividades y la frecuencia, con ello se aumentó la confiabilidad a una semana en un 20%. Bajo estos resultados se concluye que un plan de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad de los túneles frigoríficos.

Palabras clave: OEE, mantenimiento preventivo, MTBF, MTTR, confiabilidad

ABSTRACT

The general objective of the research is to prepare a proposal for a preventive maintenance plan to improve the reliability of the refrigerated tunnels of the company Varayoc Agro S.A.C., 2022; For this, a study with an applied methodology of the quantitative type and pre-experimental design is established. The selected sample was the three refrigeration tunnels in the company Varayoc Agro S.A.C. The results showed serious deficiencies in carrying out maintenance given that the recurring irregularities showed a non-compliance of 23% in cleaning and 20% in control devices hours, this causes up to 14 corrective maintenance and 30 lost pallets per month; while OEE was achieved 73% in refrigeration equipment 1 and 3, only refrigeration equipment 4 achieved 66%. Reliability will be extended to a base of one week for the calculation, for this reason the equipment reaches an average reliability of 41% with a minimum of 27%, a very poor point for this type of expensive equipment; As for the implementation, a programming based on the AMFE and the MTBF was carried out to establish the activities and the frequency, thereby increasing the reliability to one week by 20%. Based on these results, it is concluded that a preventive maintenance plan increases the reliability of refrigerated tunnels.

Keywords: OEE, preventive maintenance, MTBF, MTTR, Reliability

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación analiza los errores que presentan los equipos de refrigeración, bajo este aspecto se aplica un plan de mantenimiento preventivo para mejorar las condiciones y la vida útil de los equipos, este tipo de plan de mantenimiento debe ser considerado actualmente dentro de las industrias, y en especial en equipos de enfriamiento, dado que juegan un rol importante, ya que sin ello existiría un riesgo de consumir alimentos descompuestos y también no se conseguiría almacenar productos.

En los diferentes países del mundo no se tiene un porcentaje alto de concientización en relación al mantenimiento preventivo en los diferentes tipos de equipos, en especial los equipos de refrigeración ya que su propia complejidad y diferentes piezas generan una gran variedad de errores que gastan una cantidad considerable de tiempo debido a que son elementos herméticos; en la industria alimentaria este es un problema de suma importancia ya que la refrigeración es un elemento importante para exportación, es uno de los pilares de preservación de alimentos preferidos por el consumidor ya que mantiene la frescura del producto, pero también trae varios riesgos debido a que depende principalmente de equipos de gran costo para las empresas y si estos fallan pueden afectar a los productos en su interior; esta problemática se presenta en todo el mundo como en España donde las empresas que tienen o hacen uso de cámaras frigoríficas dentro de su proceso productivo, señalan que la mayor problemática común es el crecimiento del moho, y esto se debe a que los sistemas están sometidos a un incorrecto mantenimiento (Gutiérrez y toala, 2020; p. 10); este punto es crucial debido que la necesidad de una cámara frigorífica se da para mantener la inocuidad de un producto y debido a estos fallos el equipo está faltando a este propósito; otros tipos de problemas encontrados son la corrosión del equipo esto se debe principalmente a que los procesos de refrigeración presentan mucha humedad y en muchos casos existen piezas en el equipo que no están protegidas correctamente, así mismo sin un mantenimiento adecuado las partes protegidas contra la corrosión estarán expuestas y contaminarán al producto.

En el Perú, la problemática con el mantenimiento es que existe una baja confiabilidad de sus maquinarias y equipos; esto se debe a que la mayoría de

gestiones no realizan una evaluación de mantenimiento preventivo, enfocándose solo en el correctivo, para aquellas que si lo realizan lo hacen de manera deficiente debido a que no se llevan registros actualizados y no se tiene capacitado al personal; algunos autores establecen que esto se debe a la carencia de toma de decisiones por la alta gerencia hacia los trabajadores que están encargados de estos activos (Palomino, Tokumuri, Castro, Raymundo y Domínguez, 2020; p. 20). Así mismo este problema no solo afecta a los activos sino también a la seguridad del trabajador, esto se debe a que cualquier desperfecto puede dar como consecuencia un accidente laboral esto ha sucedido en varias ocasiones ya que los estándares de mantenimiento en el Perú no están correctamente definidos y la necesidad de uno no queda clara en empresa de pequeña y mediana escala. A esto se suma que la demanda de instalación de equipos frigoríficos en el Perú aumenta, por ende, es crucial contar con personal capacitado para el mantenimiento con el objetivo de aprovechar este elemento ya que como indica Arango, Rosero y Montoya (2020) un entorno productivo debe asegurar la máxima disponibilidad de los equipos para evitar sobrecostos sin interrupciones en el proceso (p. 39).

La investigación se centra en la empresa Varayoc Agro S.A.C. la cual se encarga de la venta y distribución de fruta congelada de las variedades de uvas, paltas y moras; así mismo sus principales clientes se encuentran en el extranjero por lo cual tienen que cumplir con parámetros de calidad muy exigentes para su venta al por mayor. Es por este motivo que aplican procedimientos de refrigeración muy avanzados que garantizan la temperatura adecuada evitando cambios en sus propiedades elementales, es así que se utiliza la refrigeración californiana la cual tiene como objetivo enfriar y mantener la MP. a una temperatura íntegra de $-0,5\text{ C}^{\circ}$; este cuidado les permite obtener diferentes certificaciones; para lograr este nivel de refrigeración la empresa cuenta con 4 túneles frigoríficos, los cuales tienen una capacidad de 10 pallet por proceso de enfriamiento a excepción del cuarto que tiene una capacidad de 20 pallets por ciclo; actualmente la empresa solo utiliza 3 túneles de enfriamiento debido a que el túnel 2 se ha averiado permanentemente por la falla de una pieza importante de la cual no se tiene la capacidad económica para ser reemplazada, esto termina en una sobrecarga de trabajo de los demás enfriadores que están presentando fallas con más regularidad empeorando su capacidad de enfriamiento.

Es por este motivo que la empresa debe prestar especial atención a todos los factores que pueden afectar al proceso de refrigeración, un punto el cual presenta cierta deficiencia ya que últimamente no se alcanza la temperatura ideal estableciendo temperaturas promedio entre 1 a 3 C°; esto permite que al pasar al proceso de almacenamiento se formen cúmulos condensados de agua en diversos productos, lo cual es completamente inaceptable debido a que pueden rechazar un lote de productos por parte de SENASA que se encarga de controlar las entradas y salidas internacionales que puedan ser peligrosas. Así mismo, la falta de un seguimiento constante del equipo de refrigeración permite que se acumule moho en las piezas internas del equipo, esto resulta crítico ya que contamina el producto sin que el equipo de calidad se pueda dar cuenta es bajo este peligro que se deben realizar inspecciones más frecuentes.

Aun si el producto pasa por este primer filtro también se corre el riesgo de que este mismo llegue en mal estado al cliente ya que no se puede conservar la temperatura adecuada; esto ha ocurrido en varias ocasiones por lo que la empresa tiene que hacerse cargo de cubrir los costos de devolución y multas, sin mencionar la pérdida de la confianza del cliente. La principal razón por este descontrol de temperatura se debe a los errores en los equipos, los cuales no registran las temperaturas actuales de manera precisa (error en los sensores) o incluso se pueden encontrar problemas en el mismo sistema interno permitiendo que no congele con rapidez.

Actualmente el sistema de mantenimiento que maneja la empresa es muy deficiente ya que trabaja en función de mantenimiento correctivos esperando que existan desviaciones de temperatura para realizar las inspecciones y correcciones respectivas; otro punto es que al esperar el fallo permite que muchas de las piezas de los túneles frigoríficos se desgasten sin propósito alguno; estas piezas generan un gran costo de reposición por la urgencia con la que se necesita. La falta de un mantenimiento constante permite que los procesos planeados no se realicen correctamente, bajo estos hechos se plantea el siguiente problema ¿Cuál es el efecto de un plan de mantenimiento preventivo sobre la confiabilidad de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C.?

La investigación se justifica de manera teórica debido a que se generó información muy importante sobre el manejo de sistemas de refrigeración; de tal forma en que

se redujo la tasa de errores no solo en esta empresa sino en distintas empresas emergentes que no cuentan con la capacidad de contratar servicios de mantenimiento especiales o cuenten con planificadores de mantenimiento completamente capacitados en este tema; bajo esta perspectiva la investigación está disponible para todo público. En un aspecto práctico la investigación se justifica por la aplicación del mantenimiento preventivo ya que se realiza en un entorno nuevo con diferentes problemas y obstáculos únicos de la empresa, por lo tanto, se mostró una investigación que ajuste el medio teórico a una industria alimenticia en el control de temperaturas bajo cero.

La investigación se justifica de manera metodológica ya que diseñaron herramientas de recolección de información para sistemas de refrigeración, estos elementos fueron evaluados para garantizar su confiabilidad. La investigación se justifica económicamente debido ya que un mantenimiento preventivo permitió que la empresa elimine los sobrecostos de los repuestos pedidos por emergencia; así mismo, se reduce la tasa de productos rechazados por las partes interesadas lo que permitió un ahorro en costos y gastos. Por último, la investigación se justifica de manera social debido a que se promovió la planificación entre los trabajadores y los beneficios que trae a largo plazo, estas actividades preventivas pueden extrapolarse a otras actividades realizadas por los trabajadores.

Para la presente investigación se establece como objetivo general el elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022. Por lo tanto, los objetivos específicos son: Diagnosticar la situación del sistema de mantenimiento con respecto a los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C. Determinar la confiabilidad de los túneles frigoríficos en el periodo 2021 de la empresa Varayoc Agro S.A.C. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Varayoc Agro S.A.C. Calcular el efecto del plan de mantenimiento sobre la confiabilidad de los túneles frigoríficos en la empresa Varayoc Agro S.A.C. Así mismo se establece como hipótesis el plan de mantenimiento preventivo mejorará la confiabilidad de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C. 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Es importante considerar los trabajos previos en base a antecedentes internacionales y nacionales lo cual tendrá relevancia y consistencia para la investigación, y así dar soluciones para mejorar la problemática. Según Martínez (2021) planteó como objetivo general implementar un plan de optimización en base al mantenimiento preventivo en el sistema de turbinas para garantizar la confiabilidad. La metodología fue aplicada con diseño cuantitativo, la población fueron las máquinas pertenecientes a la empresa de estudio, y la muestra fue las turbinas, para la recolección de datos se hizo uso de registro de fallas, registro de accidentes, ficha de RCM. Como resultado, se menciona que el plan de mantenimiento se aplicó en tres etapas, la primera fue trimestral donde se comprobó los circuitos de medida y control, así como también se hizo un cambio de filtros; la segunda fue el mantenimiento anual, en esta etapa se presentó paradas por descarga hidráulica y vaciado de aspiración, esto se detectó por medio de una inspección visual; por último, el mantenimiento predictivo anual, en el cual se hizo toma de muestra de aceite. Se concluyó que, a través de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se redujo las fallas de las turbinas, aumentando la confiabilidad en un 50%.

Rodríguez, Fernández, Pedraza y Hernández (2021) tuvo como objetivo general desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para cada laboratorio, pero aplicado a los instrumentos no automáticos. La metodología usada fue en base a un inventario de un total de 29 de instrumentos con sus características respectivas, y con ello poder establecer las actividades enfocadas al mantenimiento de acuerdo a la marca de fabricante. Entre sus resultados destaca que el mantenimiento preventivo fue aplicado a cinco instrumentos con el fin de determinar los tiempos de calibración adecuada, además que se diseñó un software donde se tuvo toda la información. Concluyó que, se realizó una evaluación económica, siendo esta factible y favorable para la Universidad, así mismo este plan ayudó en determinar la periodicidad de calibración, para el primer instrumento el tiempo fue de 330 días, para el segundo pasó de cada 360 días a 234 días y en el último de igual forma pasó de 320 a 256 días, aumento la confiabilidad en 40%.

Mohammed, Ghaithan, Al-Saleh y Al-Of (2020) estableció como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento preventivo y estrategias para aumentar la confiabilidad de las máquinas de descarga. La metodología fue aplicada no experimental, la población y muestra fueron las máquinas de descarga que tiene la empresa, dado que son las únicas con las cuales trabaja; para la recolección de datos se hizo uso de formatos y fichas relacionadas al mantenimiento ya establecidos por el lugar de estudio. Como resultado se obtuvo que, el mejor cronograma para llevar a cabo el mantenimiento preventivo del sistema, se determinó en base a la confiabilidad cada 45 días, para poder así mantenerla constante, es decir, por encima de 0.9. Llegando a la conclusión que, la confiabilidad de las máquinas de descarga mejoró considerablemente, pasando en un año a un 80%.

Por su parte, Moreano y Pérez (2020) en su artículo investigativo, el objetivo general fue diseñar una propuesta enfocada a un plan de mantenimiento preventivo para disminuir las fallas en los equipos industriales. La metodología utilizada fue en base a la investigación documental, el método fue la recopilación de información necesaria dentro de las áreas del hospital, la documentación brindada por el fabricante de los equipos, y una entrevista aplicada al equipo de trabajo encargado del mantenimiento. Como resultado se obtuvo que el plan de mantenimiento preventivo facilitó las actividades a los responsables del área, a través de un cronograma; además que se realizó una bitácora para registrar las fallas y tener un mejor control de la información. Se llegó a la conclusión que el plan de mantenimiento debe estar sujeto a cualquier modificación que sea necesaria, finalmente el plan fue elaborado gracias la búsqueda de información en las áreas involucradas, logrando reducir las fallas en un 30% luego de implementar la propuesta.

Naula y Tapia (2019) tuvo como objetivo de investigación proponer una metodología con enfoque en el mantenimiento centrado de la confiabilidad destinada a los sistemas y equipos que abarcan la línea de producción de corte de la materia prima. La metodología empleada fue MCC, así mismo se hizo de instrumentos como formatos de equipos, fichas, AMEF. El resultado tanto técnico como económico logró centrar esfuerzo dentro del área de mantenimiento en los

equipos que presentaban mayor índice de criticidad, se redujo las horas de parada inesperada en la producción (cuellos de botella), aumento la disponibilidad de la línea, así como también disminuyo el costo de mantenimiento. Se concluyó que la pérdida del costo de oportunidad proyectada presentó un cambio, es decir de \$194 700 pasó a \$39 600; en caso los modos de falla sucedan nuevamente, el valor MTBF se estimó en menos de 108 horas, pero con la implementación se calcula un total de 604 horas para el año 2021, por ende, se ve mejoras en historiales de la empresa ya que estos tienen 376 puntos.

Naranjo, et al (2018) en su artículo de investigación, el objetivo general fue diseñar e implementar un plan de mantenimiento acorde al avance tecnológico del mismo. La metodología usada en este estudio fue cualitativa, dentro de los instrumentos empleados fueron los formatos de inspección y fichas de acuerdo a la norma API 63. Como resultado de esta investigación fue que, el plan de mantenimiento preventivo permitió detallar las actividades a ejecutar, así como señalar el personal encargado del mantenimiento, el tiempo en que se debe realizar es de 2 horas cada mes, todo ello con la finalidad de evitar los daños en un largo plazo, de acuerdo a las condiciones de operación. Entre sus conclusiones, se destacó que la implementación del plan minimizó el tiempo durante el proceso del mantenimiento de 4 horas a 2 horas, y también los costos de mano de obra que pasó de S/51,896.321 a S/43,477.461, siendo viable la propuesta con un costo total del mantenimiento preventivo.

En esa misma línea, Salmasnia y Mirabadi (2017) tuvo como objetivo de investigación proponer un plan de mantenimiento preventivo a través de un modelo integrado, para minimizar las fallas y costos de manteamiento, pero aumentar la confiabilidad. La metodología fue aplicada con diseño cuantitativo, la población fueron las máquinas que estaban dentro del proceso productivo, y como muestra se tuvo solo una de estas, dado que era la que más presentaba fallas en su funcionamiento; los instrumentos fueron registro de fallas y registro de costos de mantenimiento. El resultado principal fue que, se logró reducir los costos totales de almacenamiento en un 10%, de igual forma en las fallas en un 25% y aumento en la confiabilidad de un 60%, Como conclusión se tuvo que, la máquina está sujeta a fallas aleatorias, por ello se consideró acciones correctivas para esto, además que

la cantidad óptima de acciones de mantenimiento preventivo que minimiza el costo total de mantenimiento es de dos veces en dos años.

En el contexto nacional, se tiene el trabajo de investigación de Gonzales (2020) para lo cual el objetivo general fue realizar una correcta gestión en el mantenimiento preventivo que acrecentaba la productividad en el área mecánica de la empresa. La metodología fue descriptiva y cuantitativa, la población fue la empresa Guvi Servis E.I.R.L y la muestra los equipos del área de mecánica de la misma; las técnicas que se emplearon fueron la encuesta y la entrevista con el fin de recopilar datos, como herramienta el cuestionario. El resultado fue que la disponibilidad de las máquinas aumentó en un 9% luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. La conclusión es que el plan de mantenimiento es un conjunto de tareas, que las actividades forman parte de ello, junto con los recursos y el tiempo; también se disminuyó los costos por mantenimiento ya que pasó de S/76,526.34 a S/42,871.54, ahorrando en un 43.98% el costo, que involucra repuestos por piezas en mal estado y reparaciones.

De igual manera, Silva (2020) planteó en su trabajo de investigación como objetivo general diseñar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos que forman parte del proceso productivo de la curtiembre. El tipo de investigación fue aplicada y el método fue cuantitativo y el diseño descriptivo; la población estuvo conformada por las máquinas presentes en el proceso productivo de la curtiembre y la población fueron ocho de estas: tambor, secadora, compresor de aire, rebajadora, montacargas, descarnadora, bomba centrífuga y divididera; entre los instrumentos de recolección se utilizó guías documentales y guía observacional. Como resultado se tuvo que, el plan de mantenimiento elaborado fue en base a la metodología RCM, además que, los indicadores presentaron incrementos, como en la disponibilidad que aumentó en 5%, mantenibilidad en 12.97% y en la confiabilidad en 12.74%. Se concluyó que, mediante el análisis de costo beneficio se determinó una inversión de S/ 18 400, con un retorno de 31 meses, lo que hizo que la aplicación sea viable.

Guevara (2020) en su tesis, el objetivo general fue realizar una propuesta de un plan de mantenimiento basándose en la confiabilidad de la línea de producción, para poder lograr la reducción en las utilidades no percibidas. La metodología

usada en este trabajo, fue el Mantenimiento enfocado en la Confiabilidad (RCM), haciendo uso de las herramientas tales como análisis de criticidad, diagrama de Pareto, análisis de Weibull, árbol de fallas y el AMEF. Se consiguió disminuir el tiempo de paradas inesperadas en un total de 320,11 horas; así mismo se incrementó la disponibilidad a 83,21%, de igual forma el OEE a 69,25%; y se redujo las utilidades no percibidas a S/ 131 724,27. Finalmente, se concluye que el costo beneficio se analizó por medio del VAN donde este fue de S/ 70 521,14 más; el TIR de 17,4% de rentabilidad cada mes; con respecto al indicador de costo beneficio fue de S/ 2,71 demostrando ser un trabajo viable.

Para afianzar lo encontrado con anteriores investigaciones se procedió a realizar una recopilación de teorías relacionadas a las variables de estudio; para lo cual se identificó el concepto de mantenimiento que para Jiménez (2018) significa una estrategia basada en un conjunto de actividades que permite mantener en estado óptimo los equipos, es así que se puede afianzar la producción obteniendo una utilización máxima de cada uno sin perder la calidad (p. 6); así mismo se debe tener como meta el mantener el estado de operación en todo momento (Enrico, 2018; p. 4). En un punto más detallado se encuentra la gestión de mantenimiento, que se puede describir como una función muy importante de la empresa para preservar los activos y conservar su eficiencia, esto resulta vital ya que representa la inversión de los accionistas; para ello se necesita una organización de los recursos, costos, medios de comunicación, etc.; que permita optimizar todo el sistema de manera integrada. Otro punto es el seguimiento y corrección de observaciones los cuales están relacionados a la selección de las actividades que funcionan y modificar aquellas que no (Mohammad, Arunesh, Pavan y Harish, 2020; p. 141).

Continuando con la evolución de mantenimiento se encuentra la ingeniería de mantenimiento, en donde se encuentra una naturaleza similar a la mejora continua; juntando conocimiento, inteligencia y análisis para lograr un resultado global que permita obtener una productividad cada vez mejor. Para ello se alinea con la programación y planificación de la empresa para que evite sobrecostos; así mismo este análisis permite que se ejecuten cambios grandes como el remplazo de equipos, ya que se da un seguimiento al ciclo de vida del producto y a la seguridad de los trabajadores (Ajith, Pranab, Azah y Niketa, 2017; p. 144).

En tanto a los tipos de mantenimiento el más simple, pero no menos importante es el correctivo que se encarga de corregir los errores que se presenten en los equipos; este se puede dividir en no planificado y planificado; el no planificado es el mantenimiento requerido con urgencia debido a que el equipo está seriamente comprometido y no puede continuar; esto se debe a que puede afectar al producto, la seguridad del trabajador o simplemente ya no realiza sus actividades; el planificado en cambio es un error que se ha detectado pero no se requiere con urgencia ya que no afecta a la integridad del equipo a corto plazo y no compromete a los operadores o producto, es decir se dañaría más el proceso si se detiene en ese momento por lo que es mejor planificarlo (Gackowiec, 2019; p. 128).

Otro mantenimiento de un nivel superior es el predictivo; consta de actividades enfocadas en determinar el estado del equipo a futuro bajo líneas de tendencia; en función a datos muy precisos de su condición física; esto resulta vital para equipos complejos de alto rendimiento ya que puede detectar fallas rápidamente y realizar análisis precisos con el fin de reemplazar elementos del equipo; obteniendo un ahorro sustancial que alarga la vida útil del equipo; claro está que este tipo de mantenimiento es muy costoso debido a que se necesitan sensores especializados para determinar este estado físico y gestores claramente capacitados que puedan dar una análisis detallado (Ansari, Glawar y Nemwth, 2021; p. 488).

Es así que se enmarca la primera variable denominada mantenimiento preventivo, se describe como una continua inspección de los equipos, en donde se realizan diferentes actividades con una frecuencia específica; tales frecuencias están ligadas a la cantidad de errores presentados por el equipo y los años de vida útil que ha tenido; estas actividades de mantenimiento son muy simples, ya que abarcan desde la limpieza hasta la lubricación y algunos casos especiales reemplazo de piezas; a diferencia del mantenimiento predictivo que realiza actividades especializadas en función a análisis detallados; aun así, es uno de los mantenimientos más usados debido a que presenta un costo muy reducido si se tiene en cuenta que previene la mayor cantidad de errores que pueden presentarse (Marques, 2018; p. 50).

Según Seyr y Muskulus (2019) el mantenimiento preventivo es el conocimiento sistemático de los equipos, es decir poder programar los mantenimientos en función

a los datos que se pueden conseguir con el análisis histórico de los equipos ya que en la mayoría de situaciones los errores y recambios suceden con una frecuencia específica; que no es exacta pero con un patrón continuo; bajo esta perspectiva se puede decir que los gestores de mantenimiento no esperan a que ocurra el fallo sino que se adelantan al mismo con el fin de eliminar los eventos inesperados (p. 11).

Este último punto es muy importante dado que la eliminación de errores imprevistos permite que se asignen los recursos de mejor manera con una planificación más detallada; por otro lado las suspensiones son mínimas lo que permite un aumento ligero de horas de producción y la reducción significativa de tiempo de ocio; de manera indirecta puede que muchos de los productos se vean protegidos evitando el reproceso, aun así es un mantenimiento poco preciso por lo que se pueden desperdiciar varios recursos en mantenimientos poco significativos (Machado, 2021; p. 134).

Una evolución del mantenimiento preventivo; es el denominado mantenimiento proactivo, ya que como se mencionó antes la mayor parte de las actividades de mantenimiento preventivo son simples y de realización rápida, en las que se encuentran la limpieza, lubricación e inspección que pueden ser realizadas con un mínimo de conocimiento (Gintautas y Dalsgaard, 2018; p. 3); bajo esta realidad el mantenimiento proactivo trata de integrar a los operadores para que realicen estos procedimientos ya que están más acostumbrados a sus equipos que el mismo gestor de mantenimiento, por tanto pueden hacer estas actividades de manera más efectiva ahorrando recursos en el proceso (Ebeling, 2019; p. 319).

Como se mencionó antes este tipo de mantenimiento requiere de una programación que depende de la frecuencia de las fallas; ya que con ello se asigna los recursos a invertir en los que se tiene los materiales, piezas y mano de obra; esta actividad es muy importante por lo que debe ser realizada por personal capacitado y con mucha experiencia. Partiendo del último punto una planificación más avanzada se considera al plan maestro de mantenimiento; en el cual se puede visualizar no solo las actividades y recursos planificados, sino que establece una prioridad en función a la criticidad de los equipos, de tal forma que se organicen los recursos para dar

prioridad a los equipos que son vitales para el sistema (Lakshman y Nikolovski, 2016; p. 27).

Para lograr una planificación adecuada se necesitan considerar diversos aspectos Ramírez, Viscaino y Mera (2018) establece diferentes pasos el primero de ellos es la determinación y análisis de los indicadores; el segundo paso es contar con una codificación para cada sistema con el fin de conocer el sistema en conjunto. El tercer paso es conocer el funcionamiento de cada sistema y las partes que lo componen con el fin de establecer un listado de funciones básicas. El cuarto plazo es clasificar los fallos según el tipo de efecto. El quinto paso es el relacionado al análisis de las causas, muy importante para la planificación dado que establece las actividades que uno necesita. El sexto paso es clasificar nuevamente los fallos en función a su nivel de emergencia con el fin de establecer una frecuencia o programación jerárquica. El séptimo paso es diseñar la planificación no solo con medidas correctivas sino con medidas preventivas para evitar errores futuros La fase ocho por último son las medidas preventivas clasificadas en importancia y necesidades críticas (p. 152).

Entre los diversos indicadores de mantenimiento los más importantes son la disponibilidad y mantenibilidad; el primero de ellos se refiere a un indicador que demuestra el tiempo de funcionamiento promedio del equipo mostrándolo a través de una probabilidad de encontrar al equipo en pleno funcionamiento durante todo un día de trabajo; el segundo indicador se refiere a la efectividad al realizar el mantenimiento en el cual se analiza la cantidad de tiempo que demora poner en marcha un equipo luego de que ocurriese un error. Las ecuaciones relacionadas con estos dos elementos son el MTBF (tiempo medio entre fallos) y MTTR (Tiempo medio del mantenimiento) los cuales son muy conocidos en la gestión de mantenimiento ya que permiten evaluar la efectividad de los mantenimientos con promedios específicos de la frecuencia de fallos, así mismo permiten ajustar la programación en función a sus frecuencias (Yang, Yu y Wang, 2016; p. 13). Un elemento importante en la inspección del proceso en torno al mantenimiento es el OEE o eficiencia global de los equipos la cual se define como una relación porcentual para la gestión productiva evaluando la disponibilidad, eficiencia y calidad de los procesos; esta evaluación permite conocer cómo se están

aprovechando los recursos siendo un % de la capacidad de la producción actual (García y Carrillo, 2016; p. 21).

Otro indicador muy importante presentándose como la segunda variable de estudio es la confiabilidad que se conceptualiza como la capacidad de una máquina para cumplir sus funciones bajo unas condiciones dadas y en un periodo determinado (Pérez, 2021; p. 23); según Guerrero (2018) se refiere a una probabilidad de un equipo o sistema presente una falla o deficiencia dentro de un tiempo o contexto en específico, para ello se debe expresar en un análisis sinérgico de los indicadores (p. 20). Otros autores como Calixto (2016) lo establece como una probabilidad de que un sistema o equipo pueda funcionar sin ninguna anomalía en un tiempo determinado; con unas condiciones específicas que se toman como constantes, el resultado se da entre 0 y 100% en donde el 100% es la actividad continua y sin fallas, según el autor para conseguir este nivel se necesita una gran inversión en materiales, repuestos y mano de obra, ya que se busca reducir la tasa de errores (p. 59).

Para gestionar los indicadores y realizar un análisis exhaustivo de las causas de fallas se tienen diversas herramientas como el formato AMFE; registro que contiene todas las fallas de los equipos y la descripción de las mismas; para ayudar a la interpretación de estos y buscar una solución adecuada (Stamatis, 2019; p. 13). Bajo este lineamiento, se considera como una herramienta analítica y metodológica que ayuda a los gestores de mantenimiento a dar un seguimiento histórico de los eventos de cada equipo y lograr establecer la edad del mismo. Otra herramienta precisa es el análisis de criticidad, esta resulta muy útil porque permite establecer que equipos son los más importantes para la empresa ya que sus fallos implican un gran costo, así mismo permiten enfocar los esfuerzos en ciertas zonas de los equipos; por otro lado, la jerarquización de los equipos ahorra recursos e incluso pueden ser viables para decidir el cambio de un equipo por otro. (Uribe, 2020; p. 21).

Por último se mencionan las metodologías más importantes de los mantenimientos, en primer lugar está el TPM o mantenimiento productivo total la cual es una serie de pasos enfocados en automatizar el mantenimiento, desde la inspección inicial, continuando por el análisis y terminando en la puesta en marcha, es por ello que

toma gran atención al mantenimiento proactivo ya que requiere la integración de los operadores para dar un tiempo de respuesta más corto a las correcciones que se deben realizar (Levitt, 2021; p. 15). Otra metodología importante es el mantenimiento centrado en la confiabilidad; el cual no solo se quiere adelantar a la falla, sino que elimina cualquier causa que pueda generar un error; en otras palabras, es un sistema que se centra en la detección de errores por lo que está muy ligado al mantenimiento predictivo, todo con el fin de asegurar que se cumpla con la demanda prevista con productos de calidad en un tiempo determinado; debido a su exigencia el mantenimiento preventivo no cuenta con las características mínimas para cumplir con esta metodología que es exigente (Integramarkets, 2018; p. 5).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Nicomedes (2018) indica que la investigación del tipo aplicada es una investigación que trata de resolver una problemática encontrada en un medio real a través de conocimientos teóricos ya establecidos y justificados (p. 3); es bajo este concepto que se seleccionó una investigación del tipo aplicada ya que permitió brindar conocimientos precisos sobre los mantenimientos preventivos que necesitan los equipos de refrigeración para las industrias alimenticias elemento que se puede aplicar para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria.

Salas (2013) establece que la investigación de diseño pre-experimental se enfoca en aplicar un estímulo sobre el elemento de estudio con el fin de detectar el nivel de los efectos de los cambios realizados; esto se conforma por una evaluación pre y una siguiente que es post (p. 136), es bajo este precepto que se selecciona un diseño pre-experimental presentado con la siguiente estructura:

$$G \longrightarrow O1 \text{ — } X \text{ — } O2$$

Dónde:

G = Los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022

O1= Confiabilidad inicial (Pre prueba).

X= Plan de mantenimiento preventivo de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C (Estímulo)

O2= Confiabilidad final (Post prueba).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo

Definición conceptual: Son actividades que son diseñadas para ser cumplidas con cierto límite de tiempo y están enfocadas en prevenir que ocurran futuras fallas con el fin de mantener un nivel de desempeño adecuado y elevar la vida útil del equipo (Moreano y Pérez, 2020; p. 312).

Definición operacional: Se define como las actividades planificadas mediante en un análisis previo sobre los equipos para mantener su integridad y efectividad al realizar sus funciones, la cual debe ser controlada regularmente.

Variable dependiente: Confiabilidad

Definición conceptual: Es la capacidad de un conjunto de equipos que conforman un sistema de no presentar errores, dentro de un contexto en específico y con ciertos límites dados (Díaz, Cabrera y Castillo, 2020; p. 10).

Definición operacional: Es un indicador que define la probabilidad de un equipo de funcionar en óptimas condiciones; siendo afectado directamente por el MTBF y MTTR.

Bajo lo enmarcado en la teoría se establece las dimensiones y sub dimensiones en la tabla de operacionalización de variables en el anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** se define como un conjunto de elementos que comparten características similares dentro de la problemática determinada y el medio de estudio seleccionado siendo de gran interés ya que generaliza los datos obtenidos posteriormente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014; p. 174); es bajo este punto que se establece como población los cuatro túneles de refrigeración en la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2021 - 2022. Los **criterios de inclusión** son los equipos de refrigeración referidos al proceso de enfriamiento bajo 0 °C y los **criterios de exclusión** son los equipos de refrigeración que no están asignados al proceso de enfriamiento bajo 0 °C. La **muestra** se define según Yuni y Urbano (2014) como la representación de la población en un tamaño que se adecue al método de estudio y recursos disponibles en la investigación, de tal forma que permita obtener datos que caractericen a la población (p. 20); se asigna la muestra tomando en cuenta que uno de los cuatro túneles frigoríficos está inoperativo, es así que el estudio se centra en los tres túneles de refrigeración en la empresa Varayoc Agro S.A.C. y todos sus componentes que los conforman. El **muestreo** se define como el método para obtener la muestra desde una población definida, bajo esta perspectiva se necesita una evaluación de la problemática para ajustarse a las necesidades de la investigación (Krippendorff, 2018; p. 98); es de ese modo que se asigna un

muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que se usará toda la población como muestra dentro del periodo de estudio. **Unidad de análisis;** se toma para este punto la confiabilidad diaria de cada unidad de refrigeración para el proceso de enfriamiento bajo 0 °C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) las técnicas se definen como un conjunto de métodos para recolectar datos de la muestra en el estudio; estos tienen una estructura única que se adaptan a la naturaleza del objeto de estudio (p. 14); es por ello que se seleccionaron como técnicas de investigación la observación y el análisis documental ya que son importantes para el análisis del mantenimiento. Hernández, Fernández y Baptista (2014) también define a los instrumentos como un medio para la recolección de datos; los cuales están diseñados de tal forma que se ajusten a los objetivos de estudio y las necesidades de los indicadores de control (p. 417). El primer instrumento es el Check List, el cual consta de 20 ítems que identifican el funcionamiento y tratamiento actual de los sistemas refrigerantes; otro instrumento seleccionado es el registro de mantenimiento, un formato que tiene datos sobre las fallas de los equipos y el tiempo de reparación; el formato AMFE por otro lado, analiza las fallas de los errores para obtener las causas en la gestión de mantenimiento; el registro de temperaturas, para analizar las desviaciones de calidad presentadas; el registro de indicadores OEE, para determinar los indicadores referentes a este punto y por último el registro de producción indicó la producción actual de los equipos y procesos.

Tabla 1.

Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Variable	Técnica de recolección	Instrumento	Fuente	Validación	
				%	Nivel
Plan de mantenimiento preventivo	Análisis documental	Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) – anexo 02	Área de mantenimiento	78,3	Alta
		Registro de mantenimiento – anexo 03	Área de mantenimiento	76,8	Alta
		Registro de temperaturas – anexo 04	Área de calidad	76,8	Alta
		Registro de indicadores del OEE – anexo 05	Área de calidad y mantenimiento	76,8	Alta
	Observación	Check list de túneles frigoríficos - anexo 06	Área de producción	78,3	Alta

Confiabilidad	Análisis documental	Formato de productividad – anexo 07 Registro de mantenimiento – anexo 03	Área de producción Área de mantenimiento	Pertenece a la empresa 76,8	Alta
----------------------	---------------------	---	---	--------------------------------	------

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la tabla 1 la validación de los instrumentos se encuentra en un nivel alto ya que alcanzó un puntaje de entre 76% a 79%, siendo los niveles más altos los relacionados al Check list y AMFE debido a que su estructura esta mejor definida y es conocida por varios autores e investigadores del rubro de mantenimiento; en tanto al formato de productividad al ser un instrumento utilizado por la empresa para el control de diario de la producción puede ser utilizado en la investigación como un instrumento validado debido a su función práctica.

3.5. Procedimientos

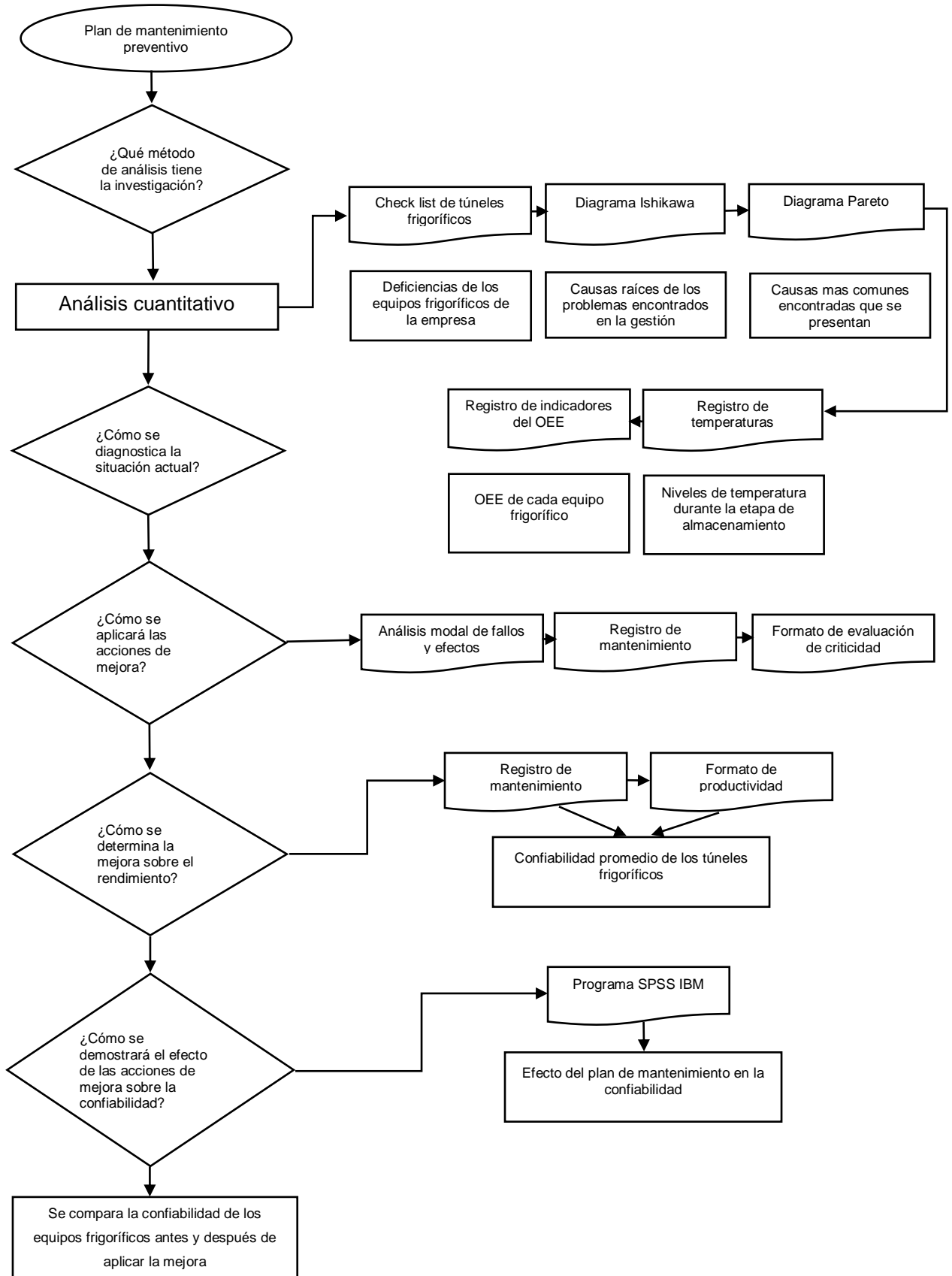


Figura 01: Flujoograma del proceso de investigación

3.6. Método de análisis de datos

Tabla 2.

Método de análisis de datos

Objetivo específico	Técnica de procesamiento	Instrumento	Resultados
Diagnosticar la situación del sistema de mantenimiento con respecto a los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022.	Estadística descriptiva	Base de datos de Check List de túneles frigoríficos	Deficiencias de los equipos frigoríficos de la empresa
		Base de datos de control de temperatura	Niveles de temperatura durante la etapa de almacenamiento
	Recolección de datos	Diagrama de Ishikawa	Causas raíces de los problemas encontrados en la gestión
		Evaluación de indicadores del OEE (anexo 05)	OEE de cada equipo frigorífico
Determinar la confiabilidad de los túneles frigoríficos en el periodo 2021 de la empresa Varayoc Agro S.A.C.	Estadística descriptiva	Diagrama Pareto	Causas más comunes encontradas que se presentan
		Registro de mantenimiento	Confiabilidad promedio de los túneles frigoríficos antes de la aplicación
Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022.	Recolección de datos	Microsoft Excel (anexo 03)	Diseño de las frecuencias y actividades de mantenimiento preventivo para túneles frigoríficos
		Formato de productividad	
	Análisis de frecuencias	Base de datos de los problemas (AMFE)	Confiabilidad promedio de los túneles frigoríficos después de la aplicación
		Registro de mantenimiento	
Calcular el efecto del plan de mantenimiento sobre la confiabilidad de los túneles frigoríficos en la empresa Varayoc Agro S.A.C., 2022.	Estadística descriptiva	Microsoft Excel (anexo 03)	Efecto del plan del mantenimiento en la confiabilidad
		Formato de productividad	
	Análisis comparativo	Tabla comparativa de la confiabilidad antes y después	Efecto del plan del mantenimiento en la confiabilidad
		Microsoft Excel	
	Análisis estadístico	Data de la confiabilidad	
		Programa SPSS IBM	

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

En función a la autorización de la empresa (anexo 11) y a la normativa expuesta por la universidad Cesar Vallejo en su resolución N° 0262-2020-UCV, en base al artículo 3 de la resolución se respeta la beneficencia de los integrantes de la investigación garantizando su bienestar en todo el proceso de aplicación; así mismo se tomó como base la no maleficencia dado que se evaluó la situación actual para comprobar la necesidad del estudio; también se tomó la autonomía ya que se respeta la libertad de los evaluados al momento de decidir participar en la aplicación y por último, el termino de justicia para tratar a todos los participantes de manera igualitaria; bajo los siguientes artículos se procede a garantizar la originalidad de los datos expuestos en la investigación; así mismo se establece que todos los datos son verdaderos y comprobables. Dado que la aplicación tomó en cuenta la efectividad de cada técnico de mantenimiento se procedió a guardar su anonimato; por otro lado, en base a las normativas presente en esta resolución los investigadores se comprometen a usar correctamente los recursos de la empresa. En base al artículo 15 de la resolución el autor alcanzó un 6% en la evaluación turnitin, esto con el fin de descartar cualquier copia (anexo 15); todos estos puntos son expresados en la declaratoria de autenticidad y diversos documentos que la universidad presenta como requisitos.

IV. RESULTADOS

Para iniciar con la realización de los resultados se procedió a diagnosticar la situación del sistema de mantenimiento con respecto a los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C.; para ello se evaluó los equipos por medio de un *Check List* con el fin de determinar si se encuentran en las condiciones correctas, este instrumento se aplicó antes de cada día de producción y siendo modificado según los errores que se presenten en las piezas del equipo; ya que cada ítem en este instrumento depende del buen estado del equipo; así mismo el análisis se separó en seis aspectos, formados por diferentes ítems que engloban cada característica del túnel de enfriamiento.

Tabla 3.

Resultados del Check list por equipo

Tipo	Ítems	Túnel frigorífico 4				Túnel frigorífico 3				Túnel frigorífico 1			
		Correcto		Incorrecto		Correcto		Incorrecto		Correcto		Incorrecto	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Estado general	1	18	67	9	33	21	78	6	22	20	74	7	26
Limpieza	3,7,10, 11,12, 14,17	137	72	52	28	150	79	39	21	149	79	40	21
Estado por piezas	2,5,8, 13,15,16, 21,24,26	210	86	33	14	211	87	32	13	217	89	26	11
Funcionamiento	4,22, 23,25	93	86	15	14	94	87	14	13	85	79	23	21
Instalación	19, 20	52	96	2	4	54	100	0	0	54	100	0	0
Dispositivos de control	5,9,18	62	77	19	23	65	80	16	20	68	84	13	16

Fuente: anexo 06

Como se puede observar existe una gran deficiencia en el estado de los equipos en especial para el túnel frigorífico 4 que tiene los índices de incumplimiento más altos de los tres túneles analizados; un punto importante a señalar son los bajos cumplimientos con la limpieza que llegan de un 21 a 28%, esto se debe a la gran cantidad de humedad que se acumula por los largos procesos de producción en las épocas de alta rotación. Otro punto a señalar son los dispositivos de control que alcanzan entre un 16 a 23% de incumplimientos, este punto es crítico ya que los principales errores de estos sistemas se encuentran en el control de temperatura y

este aspecto resulta ser muy importante ya que de ello depende la calidad de producto y si cumple con los estándares internacionales de exportación. Con lo que respecta al estado y funcionamiento de piezas ese encontró que existe de un 11 a 21% de incumplimiento, esto se debe principalmente a que no existe un correcto sistema de inspección que indique el cambio o mantenimiento de estos elementos.

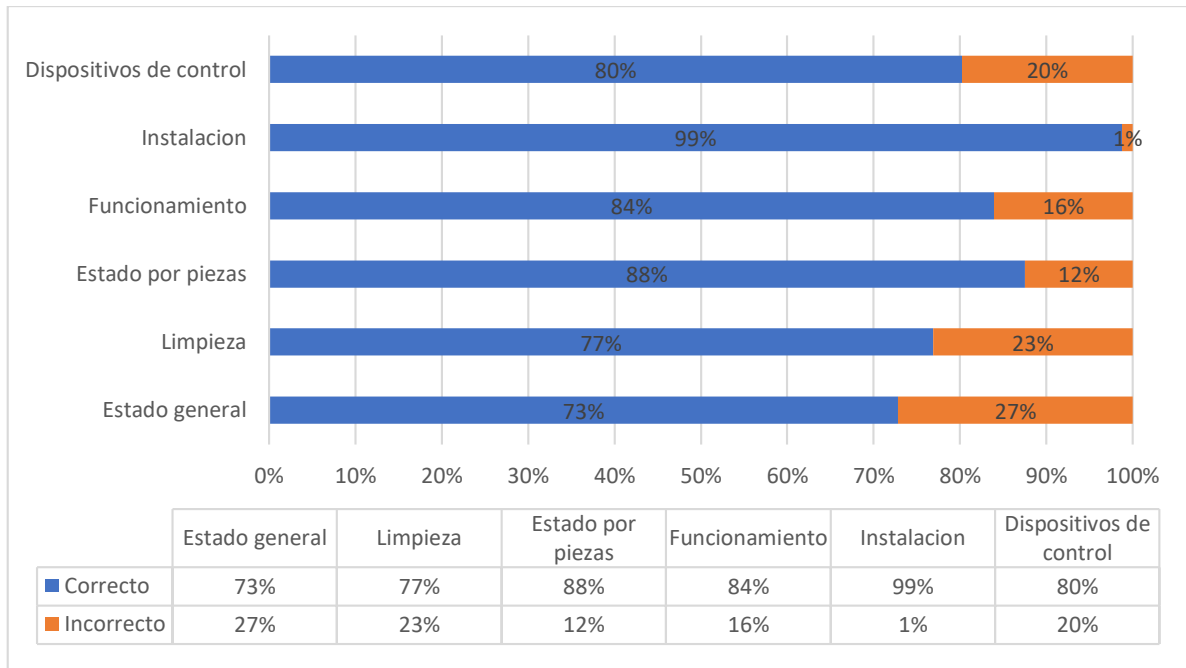


Figura 02: Resultados finales del Check List

En un análisis en conjunto de los tres túneles frigoríficos se encontró que el aspecto “estado general” tiene la mayor cantidad de deficiencias esto se da por que agrupa todos los elementos deficientes que componen la falla; analizando de manera más detallada la limpieza se encuentra entre las más deficientes con un 23% ya que es el elemento que tiene una frecuencia deficiente en su ejecución, los dispositivos de control llegan a un 20% de incumplimientos siendo los puntos más críticos que se deben solucionar para evitar reprocesos y devoluciones; entre los puntos más positivos se encontró que la instalación del equipo que solo presenta un 1% de deficiencias esto se debe a que el colaborador de mantenimiento conoce muy bien el equipo y sabe instalar correctamente cualquier pieza que retire para su mantenimiento por lo que se puede señalar una plena confianza en sus actividades; aun así con los datos encontrados se puede indicar que no es problema de las capacidades del trabajador sino de la gestión de esta capacidad para optimizar los procesos que se realicen.

El siguiente instrumento aplicado es el registro de temperatura que almacena información acerca de los errores en la calidad de producto por no conseguir la temperatura deseada para la exportación; esta información está ligada a los mantenimientos correctivos del registro de mantenimiento ya que se requiere revisar el sensor que genera el error; así mismo se registran la cantidad de pallets perdidos o que tienen que realizar un reproceso ya que al expuestos a una condensación no pueden seguir en el mismo empaque.

Tabla 4.

Resultados del registro de temperatura -2021

		2021		
		Julio	Agosto	Setiembre
Errores de temperatura		8	9	6
Pallets perdidos		28	27	43
Tiempo perdido	Túnel frigorífico 1	13:00:30	14:30:30	11:34:30
	Túnel frigorífico 3	13:10:30	14:59:00	16:29:30
	Túnel frigorífico 4	16:50:30	13:53:30	12:06:30
	TOTAL	43:01:30	43:23:00	40:10:30
% con producción		16,03	16,79	16,50

Fuente: anexo 04

Es bajo estas deficiencias que para los meses de julio a setiembre del 2021 la cantidad de errores ascendieron a 23 siendo agosto el que más presentó con nueve errores; así mismo presentó una pérdida de 98 pallet que tuvieron que realizar un reproceso para estar dentro de las condiciones de almacenamiento adecuados, esto sin contar que con el reproceso se pueden perder definitivamente materia prima importante; por otro lado, se calculó el tiempo perdido por la lentitud del enfriamiento y por los cambios de enfriadores, siendo el túnel frigorífico 3 el que más tiempo perdido tiene seguido del túnel frigorífico 4, acumulando más de 13 horas desperdiciadas por equipo, para este cálculo se tomó en cuenta el tiempo de enfriamiento esperado por la empresa bajo su diseño; por último, con la suma de tiempos de los tres equipos se alcanzan 40 horas desperdiciadas por distintos errores de temperatura representando un 16% del tiempo total de producción de los equipos de enfriamiento por mes; esto provoca un gran cúmulo de horas extra

y considerando que el enfriamiento solo se puede hacer en la noche los costos aumentan significativamente ya que necesitan otro turno completo de trabajo.

Para analizar los equipos de manera más detallada se realizó un cálculo de la OEE para cada uno de ellos; como se mencionó en la parte teórica este se divide en tres elementos el primero es la disponibilidad, segundo la calidad y tercero el rendimiento; cada uno de los indicadores se estructuran en función a distintas bases de datos como registro de producción, el registro de temperatura y el registro de mantenimiento; estos datos son de vital importancia ya que en su conjunto representan la efectividad del equipo dentro del periodo de julio a setiembre del 2021.

Tabla 5.

Evaluación inicial del OEE - 2021

	Disponibilidad			Calidad			Rendimiento		
	Julio	Agosto	Setiembre	Julio	Agosto	Setiembre	Julio	Agosto	Setiembre
TF₁	0,76	0,93	0,69	0,98	0,98	0,98	0,93	0,94	0,93
TF₃	0,79	0,79	0,93	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92
TF₄	0,84	0,82	0,63	0,96	0,96	0,89	0,92	0,93	0,91

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4

Fuente: anexo 05

La disponibilidad tiene el nivel más bajo de los tres indicadores esto se debe principalmente por los mantenimientos correctivos que desperdician el tiempo programado para la producción esto dado por errores en el enfriamiento de los productos, entre los tres equipos el túnel de enfriamiento 4 es el que alcanzó un nivel de 0,63 el más bajo registrado ya que presenta el mayor *ratio* de deficiencias como se observó en el anterior análisis; con respecto al *ratio* de la calidad se obtiene un mínimo de 0,89 alcanzado también por el túnel frigorífico 4 esto se debe a que este equipo tiene el doble de capacidad que los otros dos equipos es así que si se presenta alguna falla puede comprometer una mayor cantidad de productos; por último con lo que respecta al rendimiento se pudo comprobar que el ciclo ideal de refrigeración no es muy exigente y aun así, no alcanzan el máximo rendimiento es por esta razón que se necesita aumentar el ritmo de trabajo de estos equipos ofreciendo una mayor efectividad en el mantenimiento.

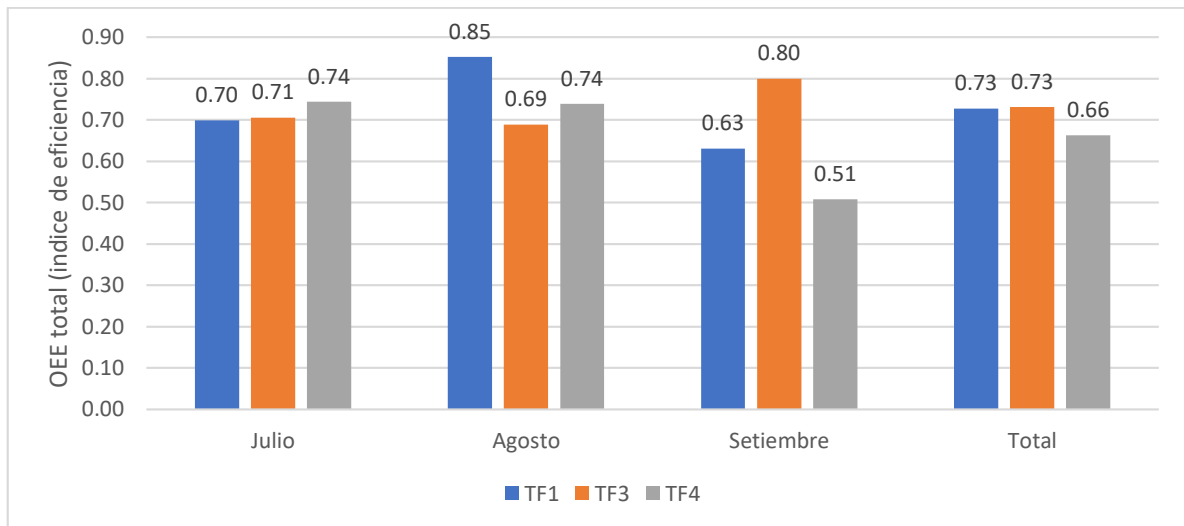


Figura 03: Resultados finales del OEE – 2021

Si se lo compara mensualmente se puede determinar que el mes de agosto es el más eficiente con lo que respecta al primer túnel frigorífico que alcanza un 0,85; en tanto en setiembre lo lidera el túnel frigorífico 3 con 0,8; se observa que existe todavía una gran posibilidad de mejora en especial para el túnel frigorífico 4 el cual presenta los menores índices; en total tanto el túnel 1 como 3 presentan un índice de 0,73 lo cual es muy mejorable en especial la disponibilidad del equipo que es muy baja. En tanto al túnel 4 se presenta con un índice de 0,69 por lo que se tiene que optimizar no solo la disponibilidad que es muy baja sino también la calidad ya que el equipo presenta una mayor cantidad de productos con fallos que necesitan ser reprocesados punto el cual es muy crítico ya que como es una empresa que trata de la exportación en su mayor parte, errores como estos pueden provocar una reducción en los precios y un corte de tratos comerciales, debido a que la empresa cuenta con varios competidores a nivel mundial.

Con todos los resultados presentados en el diagnostico se establece que existe una gran deficiencia en el seguimiento de los errores en los túneles frigoríficos en especial el túnel frigorífico 4 que tiene la mayor tasa de errores y una eficiencia menor al promedio; por otro lado tanto el túnel frigorífico 3 como el 1 también tienen un índice muy deficiente que genera varios fallos imprevistos que desperdician los recursos; todo ello se debe a la poca prevención en los mantenimientos programados que solo se centra en una revisión ligera de los equipos.

El siguiente objetivo de la investigación consiste en determinar la confiabilidad de los túneles frigoríficos en el periodo 2021 de la empresa Varayoc Agro S.A.C.; para ello se recolectó la *data* de los túneles dentro de los meses de julio a setiembre del 2021, por medio del registro de producción y el registro de mantenimiento así mismo se estableció una base de 48 horas para la medición del *ratio* de confiabilidad esta cantidad representa una semana de trabajo para el turno tarde-noche de ocho horas; la cantidad horas base seleccionada es mínima para un equipo de refrigeración como en este caso, aun así, establecer una mayor cantidad es inviable debido a la cantidad de errores presentados.

Tabla 6.

Evaluación de la confiabilidad por equipos

	Julio			Agosto			Setiembre			Total		
	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄
Tiempo total de producción (h)	189	197	209	222	191	198	156	208	140	566	596	546
Errores presentados	3	4	5	2	4	4	2	3	6	7	11	15
MTBF	63	49	42	111	48	49	78	69	23	81	54	36
Tiempo total para reparar (min)	495	577	739	301	615	526	147	449	1006	943	1641	2271
MTTR	165	144	148	151	154	132	74	150	168	135	149	151
Tiempo base (h)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Confiabilidad (%)	47	38	32	65	37	38	54	50	13	55	41	27

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4

Fuente: anexo 03 y 07

Los resultados mostraron que en ningún equipo supera el 70% y la mayoría se encuentran por debajo del 50%, en especial el túnel frigorífico 4 que tiene un pico del 38% esto se debe a la gran cantidad de errores presentados en ese periodo, lo sigue el túnel frigorífico 3 con un máximo de 50% este es un equipo con menor capacidad y que con el tiempo su *ratio* de fallos está aumentando, solo el túnel de enfriamiento 1 presenta un gran nivel de confiabilidad debido a que es el equipo en mejores condiciones aun así, con el estado actual del mantenimiento puede terminar presentando la misma frecuencia de fallo que los anteriores mencionados. Cabe mencionar que para todos los casos la confiabilidad es deficiente ya que se

está tomando como base una semana de trabajo, lo cual es mínimo en las etapas de producción larga es así que se necesita un seguimiento más adecuado de los equipos para evitar tiempos muertos en su reparación; ya que a pesar que exista espacio suficiente para ser cubierto por los otros equipos esto no es viable ya que permite que múltiples productos terminen afectados. Con respecto al *MTTR* se encontró un acumulado de entre 2 hasta 11 horas por mes, este tiempo afecta directamente a la producción ya que son errores que ocurren inesperadamente, si este tiempo se repartiera en todo el mes por medio de mantenimientos preventivos solo se utilizaría media hora por día evitando que los productos fueran dañados por el cambio de temperatura.

Por último, se calcula la confiabilidad de todo el sistema teniendo en cuenta que es un sistema paralelo se utiliza la ecuación que se ajusta a este parámetro, así mismo con respecto a la participación de cada equipo se tomó en cuenta su capacidad productiva dándole dos de peso al túnel frigorífico 4 ya que acepta 20 pallet a diferencia de los otros que solo aceptan 10 pallet; esto se realiza con el fin de dar importancia al equipo que puede cubrir los desperfectos de los otros dos, así mismo al este fallar el sistema puede estar en problemas debido a que la única forma de cubrirlo es con la capacidad de los dos equipos restantes en conjunto.

Tabla 7.

Evaluación de la confiabilidad del sistema

	Confiabilidad (%)				Participación del equipo
	Julio	Agosto	Setiembre	Total	
TF₁	47	65	54	55	1
TF₃	38	37	50	41	1
TF₄	32	38	13	27	2
Confiabilidad del sistema	37	44	32	38	

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4

Fuente: anexo 03 y 07

Bajo el análisis total del sistema se obtuvo un máximo de confiabilidad de 44% el mes de setiembre del 2021 con un promedio del 38% en los tres meses evaluados, esto indica una clara deficiencia ya que para una semana base de producción continua puede acumular una serie de consecuencias no solo en el producto final sino con su imagen frente al consumidor final. Es así que se puede determinar bajo

los resultados del segundo objetivo que la confiabilidad no es la óptima para este tipo de empresa en especial para el manejo de productos orgánicos, los cuales son muy frágiles al entorno en un periodo largo de tiempo; por lo que el enfriamiento se debe realizar con un profundo cuidado ya que la empresa con el afán de mantener la calidad tiene que descartar una gran cantidad de productos debido a los periodos de mantenimiento correctivo.

Para iniciar con el diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Varayoc Agro S.A.C.; se inicia con un análisis de criticidad para determinar cuáles son los equipos que actualmente causan un gran impacto a la empresa; es así que se pueden centrar el plan de mantenimiento preventivo en actividades especializadas para estos equipos, como se puede observar la evaluación consta del análisis de la frecuencia por consecuencia; en donde la consecuencia se basa en la seguridad, procesos y costos que son los pilares bases para la generación de ingresos de la empresa.

Tabla 8.

Análisis de criticidad de los túneles de criticidad

Equipos	MTBF	Seguri- dad	Ambi- ente	Impacto operacional	Costos	Flexibilidad operacional	Prom- edio	Frecuencia de falla	Critici- dad	Nivel
Túnel frigorífico 4	36	6	4	4	6	8	6	8	44,8	Alto
Túnel frigorífico 3	54	4	4	4	3	5	4	6	24	Medio
Túnel frigorífico 1	81	4	4	4	3	5	4	3	12	Bajo

Fuente: anexo 16

Como se puede observar en el análisis se tienen grandes consecuencias en la flexibilidad operacional del equipo frigorífico 4 debido a que se tiene el doble de capacidad que los otros lo que evita que el proceso se vuelva flexible con una falla presentada, esto obliga a los demás equipos que trabajen al doble de su capacidad; otros puntos como el coste y la seguridad también presentan una puntuación superior a la media a causa de las dimensiones de este equipo que a comparación

de los demás es muy grande; por otro lado, las demás puntuaciones son iguales en los tres equipos debido a que comparten características similares.

Se procede a realizar la evaluación del *AMFE* sobre los problemas y fallas registrados en el formato de mantenimiento, este instrumento anota todas las características del evento desde su ocurrencia hasta el tipo de mantenimiento realizado, según el registro la mayor parte de los problemas no se detectaron con anticipación y se tuvieron que realizar mantenimientos correctivos; es por ello que al realizar la puntuación tanto de ocurrencia como de detección muchos de los fallos sacaron puntuaciones críticas.

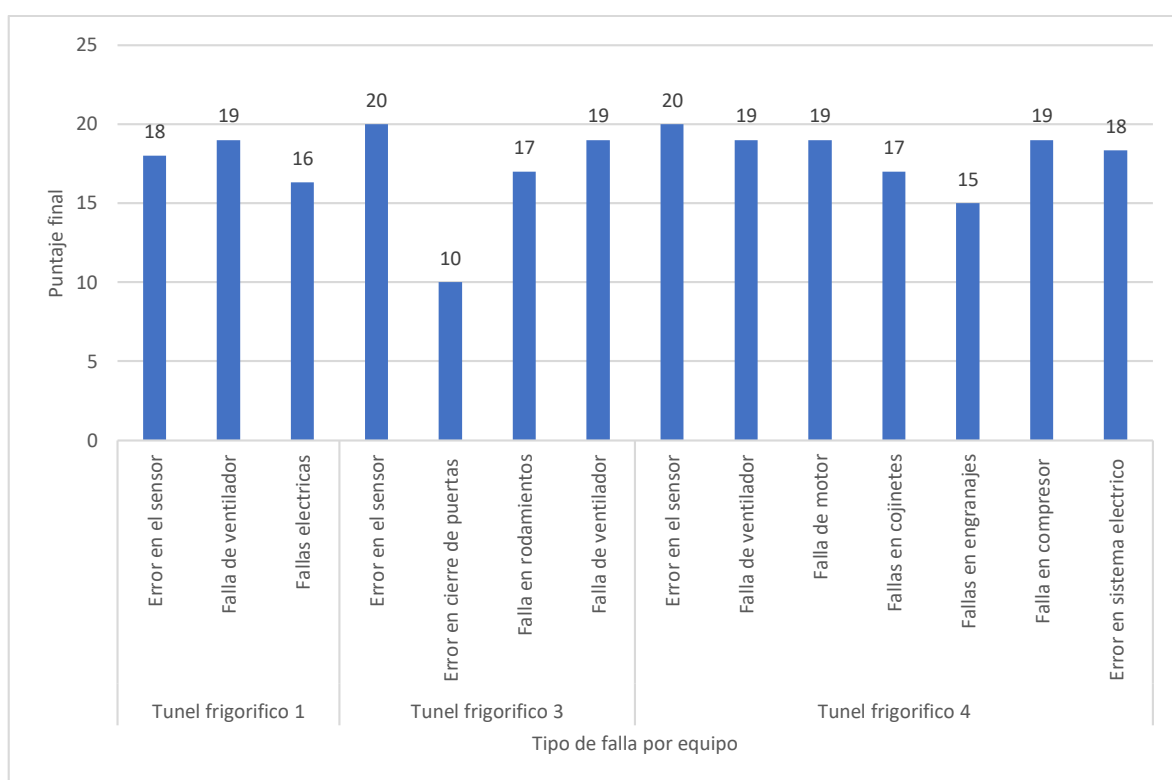


Figura 04: Puntaje final del *AMFE*, 2021

Los principales fallos críticos se centraron en el túnel frigorífico 4, que a diferencia de los otros dos túneles este presenta 7 fallos regulares de los cuales 3 tienen un puntaje de 19 punto que debe ser manejado con mucho cuidado ya que como se mencionó este equipo presenta una alta participación; el segundo equipo más crítico es el túnel frigorífico 3 con dos problemas con un puntaje mayor a 19, en donde el error en el sensor es el más peligroso de todos con un puntaje de 20 esto se debe a que sucede con una gran frecuencia afectando a una gran cantidad de productos; el que presenta menos errores es el túnel frigorífico 1 con un solo

problema que alcanza 19 puntos y solo 3 problemas frecuentes registrados; aun así, necesita urgentemente un mantenimiento preventivo para evitar que los problemas actuales se sigan acrecentando.

Tabla 9.

Puntaje final ordenado de la evaluación AMFE, 2021

Equipo	Tipo de falla	Puntaje final
Túnel frigorífico 4	Error en el sensor	20
	Falla de ventilador	19
	Falla de motor	19
	Falla en compresor	19
	Error en sistema eléctrico	18
	Fallas en cojinetes	17
	Fallas en engranajes	15
Túnel frigorífico 3	Error en el sensor	20
	Falla de ventilador	19
	Falla en rodamientos	17
	Error en cierre de puertas	10
Túnel frigorífico 1	Falla de ventilador	19
	Error en el sensor	18
	Fallas eléctricas	16

Fuente: anexo 02

Como se puede observar en la tabla 9 existen siete fallas que tienen un puntaje muy alto en la evaluación del *AMFE*, estos errores deben ser correctamente prevenidos para que no vuelvan a suceder de manera esporádica, ya que con el estado actual de los túneles es impreciso indicar que el fallo se vaya a solucionar completamente pero con un sistema de inspección y limpieza se puede programar las actividades de corrección sin afectar a los procesos actuales; esto podrá ayudar al área de producción a gestionar mejor sus recursos con una semana de anticipación. Como se puede observar la mayor parte de los mantenimientos se centran en el túnel frigorífico 4 que es el equipo con los peores indicadores en lo que respecta al MTBF y la confiabilidad; esto permite que las actividades de mantenimiento estén más enfocadas y se desperdicien menos recursos; así también, para los túneles frigoríficos 1 y 3 se necesita una frecuencia de mantenimiento estable para evitar que el sistema presente un desgaste interno.

Tabla 10.*Evaluación de la frecuencia de falla para cada túnel frigorífico, 2021*

Tipo de falla	Túnel frigorífico 1			Túnel frigorífico 3			Túnel frigorífico 4		
	Crítico	Frecuente	Poco frecuente	Crítico	Frecuente	Poco frecuente	Crítico	Frecuente	Poco frecuente
Error en el sensor	X			X			X		
Falla de ventilador	X			X			X		
Falla de motor		X			X		X		
Falla en compresor		X			X		X		
Error en sistema eléctrico	X					X	X		
Fallas en cojinetes		X			X		X		
Fallas en engranajes			X			X		X	
Falla en rodamientos			X	X					X
Error en cierre de puertas			X		X				X

Fuente: anexo 02, 03 y 07

Es así que se asigna 3 niveles de criticidad para realizar los mantenimientos preventivos diferenciados por la frecuencia en que se realizó cada limpieza, inspección, lubricación y cambio de repuestos; el tiempo seleccionado se centra en los límites máximos y mínimos del *MTBF*, ya que es la frecuencia de fallo detectado y los mantenimientos preventivos deben adelantarse a ellos, para las fallas sin una frecuencia definida se establecen 500 horas que simbolizan un mes de trabajo esto se da para los fallos que no han ocurrido aun o tienen una frecuencia mínima pero que se deben dar seguimiento ya que es un evento que sucedió en otros equipos o en el mismo.

Tabla 11.*Evaluación de la frecuencia de falla para cada túnel frigorífico, 2021*

	MTBF		Frecuencia de intervención		
	MAX	MIN	Crítico	Frecuente	Poco frecuente
Túnel frigorífico 1	111	63	60	100	500
Túnel frigorífico 3	69	48	40	60	500
Túnel frigorífico 4	49	23	20	50	500

Fuente: anexo 02, 03 y 07

Para determinar la cantidad de recursos invertidos se realiza una cuantificación de los minutos por cada túnel frigorífico, es de ese modo que se puede determinar la cantidad de trabajadores se necesita para este nuevo diseño; esto se debe a que se necesita más tiempo de los trabajadores de mantenimiento para realizar estas correcciones y tomando en cuenta que los cambios no se notaran de inmediato, el tiempo invertido se debe gestionar cuidadosamente los primeros meses.

Tabla 12.

Resumen del plan de mantenimiento preventivos y asignación de recursos, 2021

	Tipo	TF₁	TF₃	TF₄	TFT
Tiempos asignados (min)	Sensores	370	420	550	1340
	Sistema de ventilación	470	540	890	1900
	Sistema eléctrico	175	35	385	595
	Motor	140	220	460	820
	Compresor	80	160	440	680
	Cojinetes	110	220	605	935
	Rodamientos	90	540	90	720
	Puertas	40	160	40	240
	Total		1475	2295	3460
	Tipo	Indicador			
Recursos necesarios (Colaboradores)	Número de trabajadores	2			
	Tiempo por trabajador	3615			
	Días disponibles	22			
	Minutos al día antes del uso	120			
	Tiempo disponible	2640			
	Trabajadores necesarios	3			
	Número de trabajadores	2			
Recursos necesarios (Tiempo disponible)	Tiempo por trabajador	3615			
	Días disponibles	22			
	Minutos al día antes del uso	180			
	Tiempo disponible	3960			
	Trabajadores necesarios	2			

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4; TFT= túnel frigorífico total

Fuente: anexo 14

La distribución de tiempos entre los tres túneles frigoríficos está relacionado a su cantidad de fallas es por ese motivo que el túnel frigorífico 4 tiene tres veces más minutos que el túnel frigorífico 1, esto puede cambiar en posteriores revisiones ya que todo el diseño está enfocado en el *MTBF* y este puede ir variando mes con mes. Por otro lado, se expresó dos tipos de distribución de recursos el primero sugiere conservar el tiempo inicial de preparación de equipos, pero aumentando a un trabajador más; la segunda opción sugiere aumentar en una hora diaria la

preparación del equipo conservando la misma cantidad de trabajadores; analizando en función a las características del sistema se recomienda la segunda opción, aunque quede la posibilidad de pagar horas extra en los primeros meses.

Un punto crucial para el diseño del plan de mantenimiento es el manejo de los minutos por día, ya que no se puede permitir que se acumulen actividades en un día de trabajo y no se cumpla con lo programado es por ello que el nuevo diseño se centró en reducir los picos de actividades en su conjunto, sin cambiar la frecuencia de mantenimiento la cual es muy importante para adelantarse a los errores que se presenten.

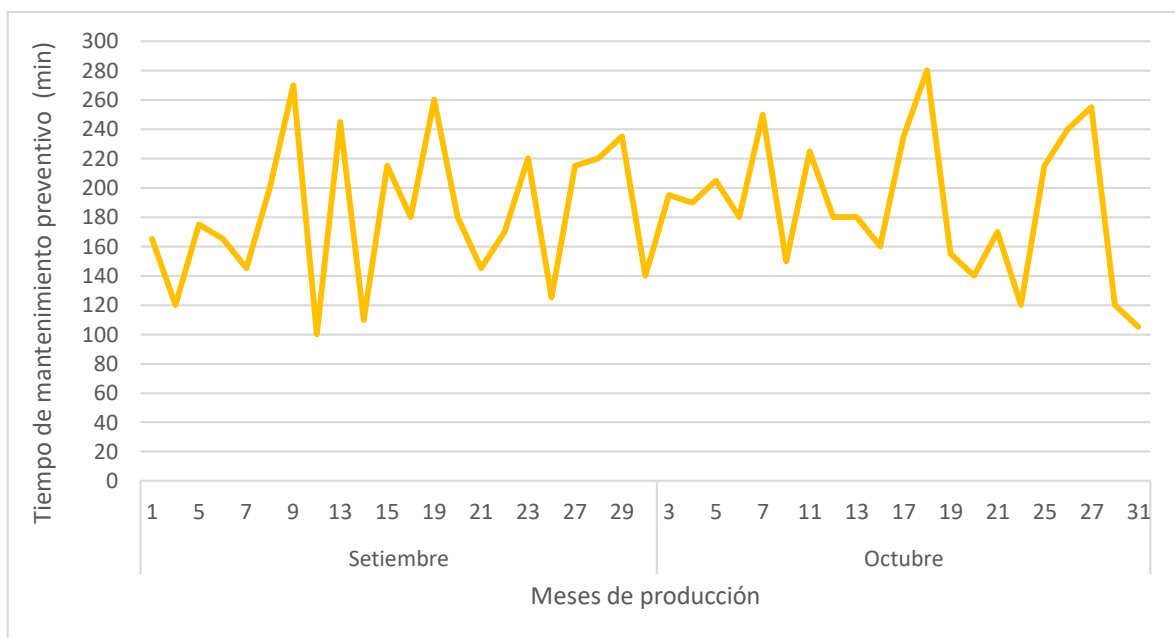


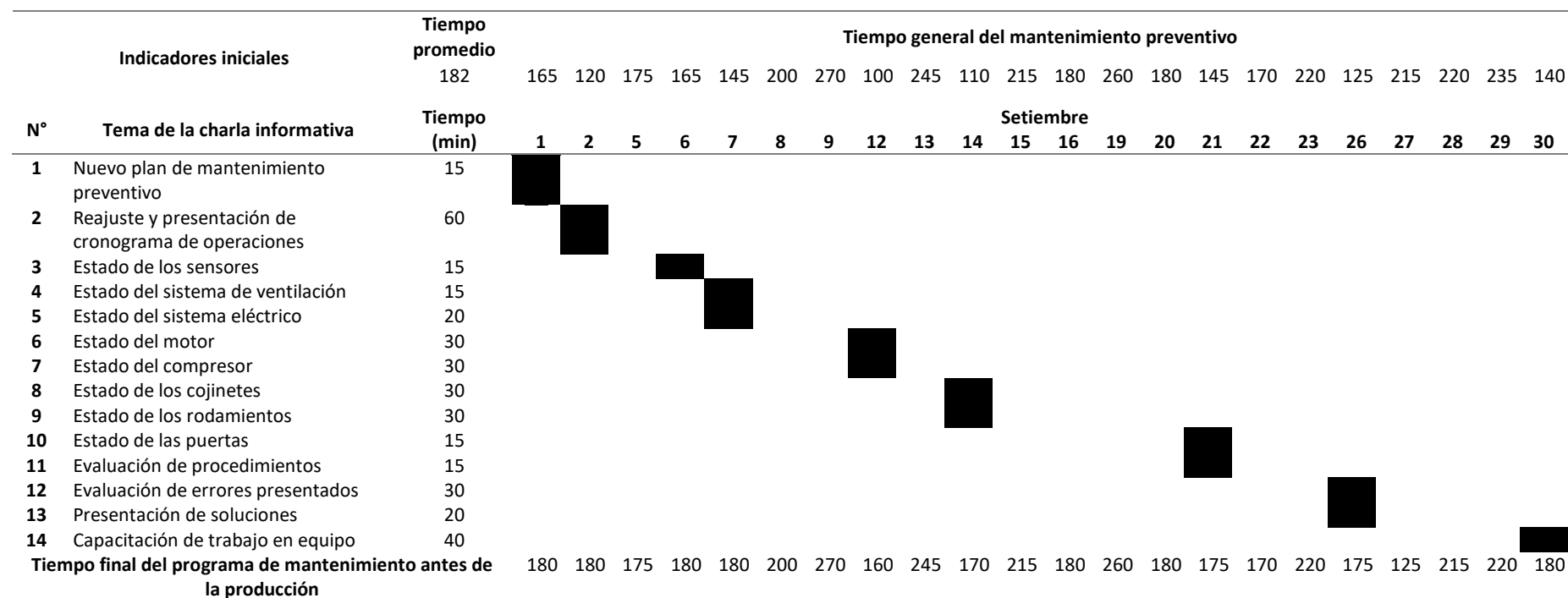
Figura 08: Distribución de tiempos para el mantenimiento preventivo del mes de setiembre y octubre

Como se puede observar se estableció un límite inferior de 100 minutos al día y un límite superior de 280 minutos al día, que se ajusta a los límites establecidos por la anterior evaluación; cabe señalar que estas actividades se realizaran antes y después de la producción contando con 180 minutos antes y 150 después ajustándose a lo indicado por la figura; así mismo para los días con los tiempos más bajos se usaran para charlas informativas y capacitaciones que mejoren la gestión del mantenimiento.

Es en este punto que se utilizan los días con más bajo tiempo en el mantenimiento preventivo para programar charlas informativas sobre el estado de cada equipo con el fin de proponer alternativas de solución óptimas que no solo reparen el error sino que lo eliminen por completo, en estas reuniones también se coordinará con los supervisores de producción para realizar revisiones en pleno proceso sin estorbar con lo programado; como se puede observar que en casi todos los días se superó los 170 minutos, llegando a una estabilidad promedio.

Tabla 13.

Cronograma para charlas informativas y de capacitación



Fuente: elaboración propia

Por último, para culminar con la implantación se procedió a diseñar un flujograma para la realización del mantenimiento preventivo, en donde se considere los múltiples eventos al realizar inspecciones y limpieza; esto permite que los colaboradores puedan resolver sus dudas de manera rápida en especial los nuevos ingresos.

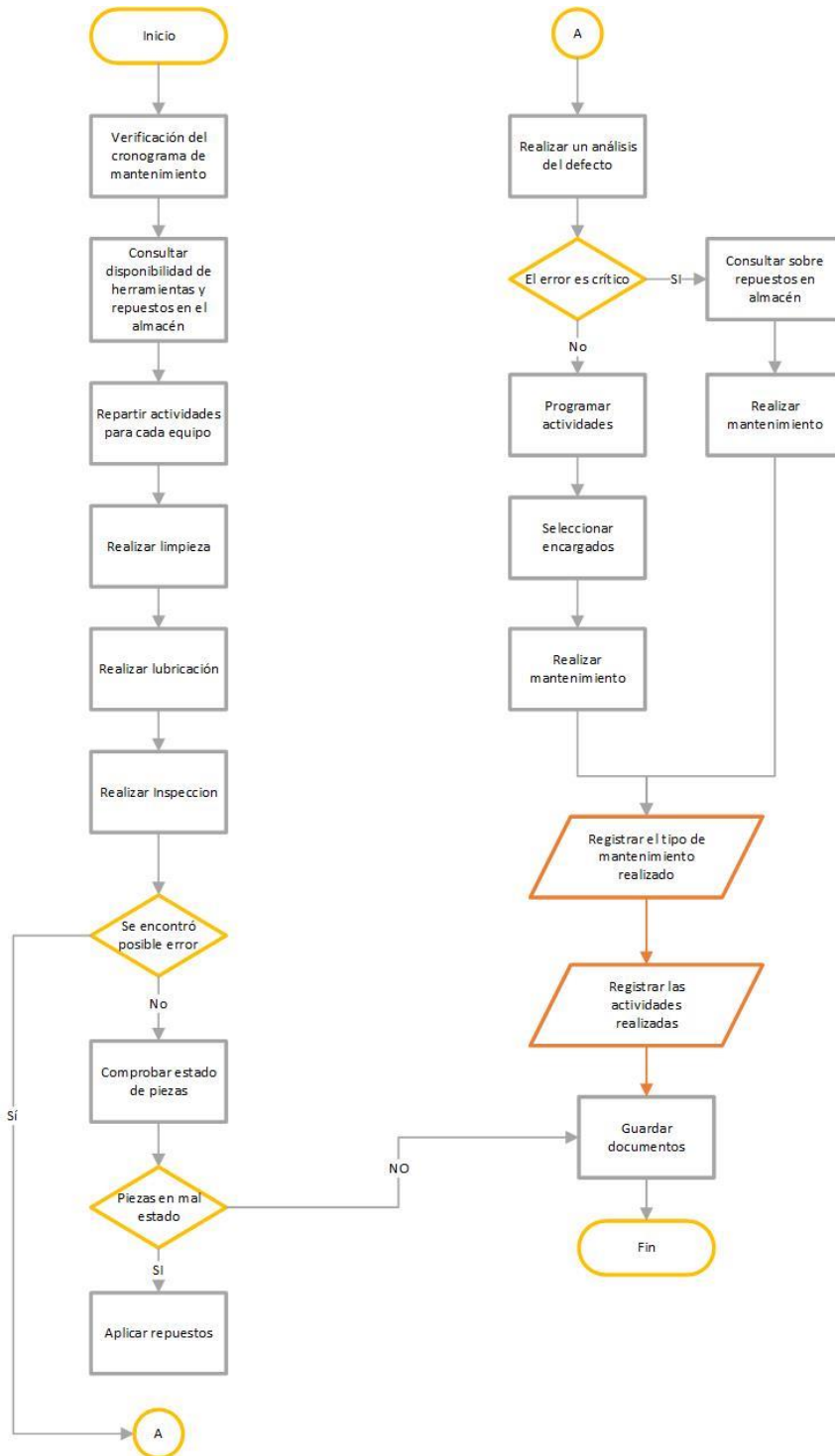


Figura 09: Flujograma para la realización de mantenimiento preventivo

El flujograma se compone de tres bloques, el primero de ellos es la realización del mantenimiento preventivo en los equipos seleccionados procedimiento que termina con la realización de una inspección con el cual se procede al segundo bloque en esta sección se analiza los errores encontrados y los recursos actuales para solucionarlos; cabe mencionar que en muchos casos no se encontrara error por lo que se saltaría este bloque hasta el final, para el último bloque se programan las actividades de mantenimiento por si existe algún cambio en las características del sistema.

Para calcular el efecto del plan de mantenimiento sobre la confiabilidad de los túneles frigoríficos en la empresa Varayoc Agro S.A.C. se examinó nuevamente la confiabilidad de los túneles frigoríficos para julio, agosto y setiembre del 2022 con el fin de determinar si existió un aumento o una disminución.

Tabla 14.

Índices de mantenimiento después de la aplicación, 2022

	Julio			Agosto			Setiembre			Total		
	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄	TF ₁	TF ₃	TF ₄
Tiempo total de producción (h)	131	132	116	147	149	163	119	156	119	398	437	397
Errores presentados	1	2	2	2	2	2	1	1	1	4	5	5
MTBF	131	66	58	74	75	81	119	156	119	100	87	79
Tiempo total para reparar (min)	94	218	201	195	132	186	92	76	85	381	426	472
MTTR	94	109	101	98	66	93	92	76	85	95	85	94
Tiempo base (h)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Confiabilidad (%)	69	48	44	52	53	55	67	74	67	62	58	55

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4

Fuente: anexo 15, 16 y 17

Cómo se puede observar el número de averías disminuyó en una gran medida esto se debió a que los mantenimientos preventivos han podido realizar la mayor cantidad de acciones correctivas antes de iniciar la producción, lo que conllevó a un ahorro de tiempo en las actividades realizadas por la empresa; también se vio una reducción en las horas para reparar debido a que los procedimientos se definen de antemano.

Tabla 15.*Confiabilidad antes y después de los túneles frigoríficos del proceso de enfriado*

	Confiabilidad (%)			
	TF ₁	TF ₃	TF ₄	Confiabilidad del sistema
Jul-22	69	48	44	51
Jul-21	47	38	32	37
Mejora	23	11	12	14
Ago-22	52	53	55	54
Ago-21	65	37	38	44
Mejora	-13	16	18	10
Set-22	67	74	67	68
Set-21	54	50	13	32
Mejora	13	23	54	36
Total después	62	58	55	57
Total antes	55	41	27	38
Mejora final	6	17	28	20

TF₁= túnel frigorífico 1; TF₃= túnel frigorífico 3; TF₄= túnel frigorífico 4

Fuente: anexo 16 y 17

En tanto a la confiabilidad se puede encontrar un aumento de más del 10% en todos los casos presentándose la mayor mejora en el mes de setiembre del 2022 con un 36%; entre los equipos que mejoraron en gran medida su confiabilidad se encuentra el túnel frigorífico 4 que para el mes de setiembre alcanzó una mejora del 54%; por otro lado, el túnel frigorífico 1 en el mes de agosto disminuyó su confiabilidad en 13% esto se debe principalmente a un aumento en la utilización de este equipo, así mismo debido a su bajo *ratio* de errores se estableció un programa de inspección ligero, punto que fue corregido inmediatamente el mes de setiembre. En el plano general la mejora de la confiabilidad se situó en un 20% lo que demostró la efectividad del plan de mantenimiento al momento de abordar un posible error; señalando que el tiempo invertido en la solución de errores no ha disminuido drásticamente pero actualmente se pueden organizar las acciones de la plana productiva para evitar un daño futuro del producto en refrigeración.

A continuación, se realiza la comprobación de hipótesis por medio del programa IBM SPSS, para iniciar con este proceso se evalúa la normalidad de los datos de confiabilidad siendo la variable dependiente de la investigación.

Tabla 16.*Pruebas de normalidad*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad_después	,955	16	,573
Confiabilidad_antes	,970	16	,842

Fuente: Software IBM SPSS

Como se puede observar ningún conjunto de datos superó la sig en 0,05 lo que demuestra que los datos tienen parámetros normales en su distribución por lo que se puede elegir una comprobación de hipótesis basados en la t de student.

Tabla 17.*Prueba de muestras emparejadas*

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bil)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Confiabilidad_despues - Confiabilidad_antes	,17875	,14296	,03574	,10257	,25493	5,001	15	,000

Fuente: Software IBM SPSS

La siguiente comprobación es a través de la t de student, que como se puede observar registra un aumento entre el antes y el después; así mismo se encontró que la sig bilateral es menor a 0,05 con lo que se demuestra que el cambio es estable y constante; es bajo estos dos datos que se puede asumir la hipótesis como verdadera en donde un plan de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad de los túneles frigoríficos de la empresa Varayoc Agro S.A.C.

V. DISCUSIÓN

Para iniciar con la etapa de diagnóstico se realizó un análisis mediante la herramienta del Check list donde se encontró que existen problemas en el mantenimiento de los equipos; en especial el túnel frigorífico 4 que alcanzó niveles de incumplimiento superiores al 20% en la mitad de los casos, solo encontrando un nivel del 4% en la etapa de funcionamiento, este tipo de Check list lo implementa Naranjo, et al (2018) debido a que necesita una guía detallada de los elementos más importantes que conforman los tanques atmosféricos que se investigan, así mismo una herramienta de este tipo permite que los colaboradores del área de mantenimiento no olviden verificar estas piezas y de ese modo prevenir una falla relacionada al desgaste y suciedad que puedan presentar; esto es un punto importante para la gestión de mantenimiento por lo que la empresa del presente estudio debe realizarlo frecuentemente. Debido a que son equipos frigoríficos las principales consecuencias de un error, se ven reflejados en los niveles de temperaturas encontrados en los registros de calidad, en el mes de agosto se presenta la mayor cantidad de temperaturas incorrectas siendo el mes con más cantidad de horas de reparación alcanzando 43 horas y media, a pesar de ello el mes de septiembre registró la mayor cantidad de pallet dañados alcanzando 43 que se tienen que reprocesar; una situación similar lo presenta Guevara (2020) que realiza un análisis de los errores encontrados en donde las fajas transportadoras son las que tienen mayor frecuencia al mes con cuatro horas de mantenimiento, en cambio los martillos presentan la mayor cantidad de horas de mantenimiento con un acumulado de 20 horas pero con una menor frecuencia; esta diferencia es común debido a que existen piezas que presentan gran dificultad en ser reparada pero no tiene una alta frecuencia, esto resulta en un gran problema debido a que los gestores de mantenimiento no pueden prevenir cuando ocurriría una falla. Para culminar el diagnóstico se calculó el OEE para cada equipo frigorífico, como se mencionó en un principio el túnel frigorífico 4 es el que presenta mayores deficiencias debido a que tiene un total de 0,66 que en comparación con los otros 2 túneles tiene una diferencia de 7%, aun así los dos casos presentan una deficiencia en especial la disponibilidad que alcanza mínimos de 0,63 con una media de 0,75; Guevara (2020) al realizar un análisis sobre este indicador alcanzó un 41%, teniendo problemas en dos factores tanto en la disponibilidad como en la

calidad elementos que van relacionados ya que con una gran cantidad de errores se puede afectar a muchos más productos; para la investigación este no fue el caso debido a que no se compromete una gran cantidad de productos ya que se reprocesan, y debido a que son elementos orgánicos se tiene que realizar un control exhaustivo para competir a nivel internacional, aun así para lograr este objetivo se realizan una gran cantidad de mantenimientos correctivos.

Para la realización del segundo objetivo se procedió a calcular los indicadores del mantenimiento empezando por el MTBF obteniendo un máximo del 111 horas por falla en el equipo frigorífico 1 y un mínimo del 23 horas por falla en el túnel frigorífico 4, esto demuestra que la frecuencia de errores es alta ya que si consideramos que lo máximo que trabaja a la semana los equipos de enfriamiento son 60 horas, en mucho de los casos se presenta una falla para este periodo; una situación menos crítica lo presenta Silva (2020) al calcular este indicador ya que obtiene 72,64 horas por falla punto que es superior a la investigación ya que se pueden tener semanas sin fallas, aun así sigue siendo crítico porque al mes se aseguran por lo menos dos fallas; este punto sucede también con Gonzales (2020) que alcanza 98,7 horas por falla siendo un inconveniente para los cálculos mensuales de la efectividad del mantenimiento, es en base a esto que la investigación establece como crítico la situación del túnel frigorífico 4 que alcanza una media de 36 horas por falla. Con respecto al MTTR se encuentra una situación compleja ya que se alcanza una media de 135 a 141 minutos por falla en los tres equipos de refrigeración, este punto es un inconveniente para el área de producción ya que tienen que esperar este tiempo para usar el equipo por lo que los túneles de refrigeración tienen que sobrecargarse para poder cubrirlo; Naula y Tapia (2019) al realizar una evaluación sobre este indicador demostró que con el pasar del tiempo los equipos experimentan un aumento progresivo de esta variable, ya que los problemas se acumulan o en todo caso una pieza importante para el sistema presenta fallas que al ser cambiada se tienen que desmontar el sistema por completo; esta situación se puede notar en los túneles frigoríficos ya que los equipos con más años en funcionamiento tienen una tendencia en acumular más tiempo de reparación a pesar de tener los mismo problemas que equipos más nuevos. Para culminar el segundo objetivo se procede a determinar la confiabilidad de los equipos con una semana de funcionamiento, encontrando que el equipo de refrigeración 1 posee

57% de confiabilidad siendo el mejor, en su contraparte el equipo frigorífico 4 presenta una confiabilidad de 27% presentando el índice más crítico punto que se tiene que tomar en cuenta al momento de planificar el mantenimiento preventivo; Mohammed, Ghaithan, Al-Saleh y Al-Of (2020) realizó un análisis de confiabilidad para uno, cinco y diez años; siendo el primer año el nivel más alto de confiabilidad con un mínimo de 80% en cambio a 10 años la probabilidad disminuyó a 14% en el peor de los casos; hay que señalar que mientras más tiempo se use para calcular el indicador la confiabilidad disminuye notablemente dado que el cálculo es más estricto; el autor en este caso escoge utilizar este criterio debido a que los equipos representan una inversión muy grande para la empresa y los costos de reparación no se pueden asumir de manera imprevista, esto es diferente a la empresa tomada para esta investigación debido a que los equipos de refrigeración no presentan problemas con un costo grande de reparación aun así el costo intangible para con sus clientes al recibir productos de mala calidad puede representar una pérdida considerable por lo que a futuro se recomienda usar indicadores más estrictos para evaluar la efectividad del mantenimiento.

Para iniciar con el tercer objetivo se realizó un análisis de criticidad en los túneles en donde se determinó que el túnel frigorífico 4 es el que presenta mayor puntaje (44,8 puntos) y obtiene una calificación de alta criticidad lo que justifica la aplicación de un plan de mantenimiento; Martínez (2021) al realizar un análisis de criticidad se enfocó en la evaluación de piezas en donde calificó el número de incidentes, costos y motivos de fallas de cada una, bajo esta evaluación determino que los dispositivos de control son los más críticos; para la investigación esto resulta inviable por la cantidad de piezas ya que el autor solo se centró en un equipo para realizar el RCM. Con respecto al análisis de fallas se utilizó el modelo AMFE esto con el fin de determinar las fallas con más impacto en los equipos y beneficios de la empresa; bajo este aspecto los errores en los sensores son los más comunes (20 puntos) seguido de las distintas fallas de los compresores, ventiladores y motores (19 puntos), esta información es vital para diseñar las actividades del mantenimiento preventivo; Silva (2020) realiza un análisis bajo la misma herramienta en donde evalúa diferentes fallas de cada equipo, es bajo este criterio que clasifica las fallas como aceptables e inaceptables, este análisis solo arrojó 2 fallas aceptables que solo se deben monitorear por si empeora, en tanto las otras fallas deben

solucionarse inmediatamente y prevenirse; este último punto es importante para la investigación ya que las fallas inaceptables deben tener actividades de prevención altamente frecuentes que las de bajo puntaje, esto con el fin de reducir las ocurrencias inesperadas. Para la planificación del mantenimiento se utilizó los puntajes del AMFE y los resultados del MTBF; para determinar la frecuencia de mantenimiento asignando el menor MTBF para las actividades enfocadas en los fallos más problemáticos y el MTBF más alto para las actividades enfocadas en los fallos más leves; Rodríguez, Fernández, Pedraza y Hernández (2021) realiza una programación para los mantenimientos preventivos enfocados en la limpieza, calibración e inspección, tomando como pilar la necesidad en los procesos productivos en el laboratorio los cuales son muy exigentes, es por ello que la frecuencia máxima es de un actividad por día y la frecuencia mínima es la de una actividad por día; como se puede notar la frecuencia de actividades varía según la exigencia del proceso en donde actividades que manejan grandes cantidades de materiales pueden tomar un rango de días más alto que otras que se enfocan en una cantidad mínima de producto, esto se debe a la necesidad de producir más a pesar de los fallas que puedan ocurrir es así que para ambos casos el mantenimiento es importante. La programación se centró en tres tipos de actividades las relacionadas con la lubricación, limpieza y la más importante la inspección con la cual se pueden detectar problemas antes de que ocurran; otro punto a considerar es lo expresado por Salmasnia y Mirabadi (2017) que programa su mantenimiento considerando el tiempo disponible del personal con el fin de que en cada actividad realizada solo se comprometa un equipo de ese modo no afecte a las actividades de otras áreas y se puede ejecutar un reemplazo óptimo hasta que esté disponible; esto se consideró en la investigación debido a que se niveló las horas programadas para el mantenimiento de tal forma que no sobrecargue el trabajo realizado por el personal de mantenimiento y no afecte al personal de producción en la realización de sus labores. Otro punto importante en la implementación es la programación de un plan de capacitación y charlas con el fin de compartir información de la gestión y fallos de los componentes de cada túnel frigorífico, la programación estuvo enfocada en llenar los días con pocas actividades de mantenimiento que acumulaban 100 minutos de procedimientos; Naula y Tapia (2019) también implementó un programa de capacitación pero

enfocado a capacitaciones técnicas con un valor de 2000 dólares, esto lo hizo con el fin de facilitar la adaptación de los nuevos equipos con el personal; en la investigación se hace necesario capacitaciones de terceros aun así con los recursos actuales de la empresa las charlas dan gran beneficio ya que los colaboradores de mantenimiento poseen alta experiencia con estos equipos. Por último se realizó un flujograma para el mantenimiento esto con el fin de que los colaboradores realicen las programaciones de manera efectiva y el personal de producción este avisado con anticipación para realizar los cambios oportunos; otros métodos enfocados en el mismo concepto lo presenta Moreano y Pérez (2020) que elabora un registro disponible para todo el personal donde se programa las actividades de mantenimiento para posteriormente registrar la causa del fallo esto con el fin de no solo comunicar al personal de mantenimiento sino al personal de producción; esta actividad es muy importante ya que integra las diferentes áreas de la empresa para aumentar la disponibilidad del equipo.

Se realizó un análisis de los indicadores de mantenimiento luego de la aplicación en donde se pudo obtener una frecuencia mayor a 79 horas por falla presentada así mismo el MTTR se redujo 20 minutos por falla debido a que los procedimientos esta mejor definidos y planteados con anterioridad; Gonzales (2020) al aplicar su plan de mantenimiento obtuvo un aumento del casi el triple pasando de 98 horas por falla a 271 horas por falla; aunque el aumento no estuvo a la par con la investigación se debe señalar que los equipos analizados por el autor no sufren desgaste por las condiciones en las que trabajan por lo cual se pueden mantener en condiciones óptimas; aun así el aumento reflejado en la confiabilidad es de 28% en el túnel frigorífico 4, que a lo largo de la investigación fue el equipo que más presento fallos, en cambio el equipo con menos cantidad de mejora es el túnel frigorífico 1 con un 6% esto se debe a que desde antes se encontraba en buenas condiciones; Silva (2020) alcanzó una confiabilidad mayor al 80% en todos los equipos luego de la aplicación del nuevo método de mantenimiento, a diferencia de la investigación los equipos analizados por el autor tienen una complejidad menor por lo que si se diseñan las actividades de inspección con una frecuencia adecuada se tiene un mayor efecto debido a que todas las piezas son altamente conocidas; los túneles frigoríficos en cambio tienen piezas que son difíciles de reparar ya que necesitan de cierta precisión en especial los sensores que son el principal foco del

problema. La evaluación final de los resultados para comprobar la hipótesis arrojó que el conjunto de datos tiene una distribución normal, por lo que al evaluarlo con la prueba de t de Student se encontró una sig. bilateral menor a 0,05 lo que demuestra la hipótesis en donde el plan de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad de los equipos frigoríficos; esto también ocurre con Guevara (2020) que al implementar su plan de mantenimiento muestra una mejora significativa en su confiabilidad que al ser comparado porcentualmente se puede indicar una clara relación de causalidad; bajo estas evidencias se puede afirmar que las empresas que tienen actividades dependientes en sus equipos necesitan de un plan de mantenimiento preventivo de manera inmediata ya que el costo por reparación es más alto que la inversión de un estudio a esta escala.

VI. CONCLUSIONES

Con los resultados encontrados con respecto a las pruebas estadísticas de la t de student que arrojaron una significancia bilateral menor a 0,05; además de los resultados de la confiabilidad con mejoras de hasta 36% se puede comprobar la hipótesis de que el mantenimiento preventivo fortalece la utilización de los recursos productivos, además se puede establecer las siguientes conclusiones para los objetivos específicos que fortalecen este hecho:

1. El diagnóstico inicial mostró que el sistema de mantenimiento es deficiente debido a que se concentran diferentes fallos en la temperatura que conllevan una pérdida por mes de hasta 14 horas en reparaciones; esto se da por los grandes porcentajes de incumplimientos tanto en los dispositivos de control (20%) como en la limpieza (23%), así mismo, se establece que el túnel frigorífico 4 es el más deficiente debido a que alcanza un máximo de 30% de incumplimientos y un OEE de 66% mostrando el índice más bajo; aun así los otros túneles frigoríficos también presentan deficiencias con solo 73% del OEE.
2. La evaluación de los indicadores de mantenimiento demostró la deficiencia del mantenimiento actual ya que se tiene una media 54 horas por falla, que para el trabajo actual de los túneles se traduce como una falla por semana, esto a su vez afecta directamente a la confiabilidad que alcanza un rango de 27 a 55% y una confiabilidad general del 38%.
3. Para la implementación se clasificaron los túneles frigoríficos según su criticidad siendo el número cuatro el que afecta más a los beneficios de la empresa, así mismo a través del AMFE se evalúan los problemas según el efecto que estas tienen encontrando que el error en los sensores es el más frecuente; se establece que para diseñar un programa de mantenimiento preventivo se debe centrar en las fallas importantes, así mismo se consideró el MTBF para determinar la frecuencia en la realización de estas actividades.
4. Los nuevos indicadores luego de aplicado el plan de mantenimiento preventivo mostraron una mejora del 10 a 14% en el mes de julio; así mismo en el último mes de evaluación se encontró una mejora del 36%, es por ello que se puede indicar que la mejora es continua y con el tiempo crece más debido a que las piezas se remplazan por unas nuevas que se protegen con este nuevo plan.

VII. RECOMENDACIONES

El encargado de mantenimiento debe continuar con la realización del Check list con el fin de detectar aquellas fallas del nuevo mantenimiento; así mismo, comprobar el estado de las inspecciones que deben ser realizados por personas competentes en el área con suficiente experiencia para brindar una conclusión optima sobre el funcionamiento del equipo.

Los supervisores de producción deben realizar una evaluación mensual de los pallets perdidos por fallos en las temperaturas, también se deben asignar responsables y un procedimiento estándar para cuando se presenten estas fallas y se inicie el procedimiento de reprocesamiento.

Los gestores encargados de la programación del mantenimiento deben conservar el nuevo programa de mantenimiento con un máximo de 6 meses luego de ello se tiene que realizar nuevamente el AMFE para determinar las nuevas actividades recurrentes y establecer las nuevas frecuencias.

El encargado de mantenimiento debe reducir las charlas informativas una vez que los errores más frecuentes se hayan reducido, así mismo en estas reuniones se deben realizar informes para que se puedan informar a la gerencia y el personal de productividad, las acciones pensadas para la mejora de los equipos.

El jefe de producción debe continuar monitoreando la mejora por lo menos seis meses más después de la aplicación, una vez establecida la confiabilidad promedio del sistema se procede con una nueva mejora ya sea en las piezas o el cambio del equipo completamente según su estado en ese momento.

REFERENCIAS

AJITH, Abraham; PRANAB, Muhuri; AZAH, Kamilah y NIKETA, Gandhi. *Intelligent Systems Design and Applications: 17th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications* [en línea] 2017, 736. 14-16 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-76348-4>. ISBN: 9783319763477

ANSARI, Fazel; GLAWAR, Robert y NEMETH, Tanja. *PriMa: a prescriptive maintenance model for cyber-physical production systems*. *International journal of computer integrated manufacturing* [en Línea] 2019, 32(4), 482–503 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0951192X.2019.1571236>. ISSN: 0951192X

ARANGO, Jaime; ROSERO, Silvio y MONTROYA, Mario. Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. *Lámpsakos* [en línea]. enero-junio, 2020, (23), 37-44 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7428904.pdf>. ISSN: 2145-4086.

CALIXTO, Eduardo. *Gas and Oil Reliability Engineering: Modeling and Analysis* [en línea]. 2da edición. Estados Unidos: Gulf Professional Publishing, 2016 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=4ocTDAAQBAJ&dqs>. ISBN: 0128111739

DIAZ, Armando; CASTILLO, Alfredo y CABRERA, Jesús. Estudio teórico para el análisis de la confiabilidad operacional [en línea]. Cuba: CEIM, 2020 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/345342800_Estudio_teorico_para_el_analisis_de_la_confiabilidad_operacional. ISBN: 978-959-261-604-2

EBELING, Charles. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering: Third Edition* [en línea]. 3ra edición. Estados Unidos: Waveland Press, 2019. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=rh2WDwAAQBAJ&dq>. ISBN: 1478639334

ENRICO, David. The evolution of system reliability optimization. *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier [en línea] 2019, 192, 106-259 [Fecha de

consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02428529/file/2018_The-evolution-of-system-reliability-optimization%20%281%29.pdf. ISSN 0951-8320.

GACKOWIEC, Paulina. General overview of maintenance strategies – concepts and approaches. MAPE [en Línea] 2019, 2(1), 126-139 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-666e1b24-17c3-474a-8b65-01d03c29610d/c/MAPE_01_2019_Gackowiec_General.pdf. ISSN 2545-282.

GARCÍA, Gustavo y CARRILLO, Myriam. Indicadores de gestión: Manual básico de aplicación para MIPYMES [en línea] Colombia: Ediciones de la U, 2016. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/318559845_Indicadores_de_Gestion_Manual_Basico_de_aplicacion_para_Mipymes. ISBN: 978-958-762

GINTAUTAS, Tomas y DALSGAARD, John. Reliability-Based Inspection Planning of 20 MW Offshore Wind Turbine Jacket. International Journal of Offshore and Polar Engineering [en Línea] setiembre 2018 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324248420_Reliability-Based_Inspection_Planning_of_20_MW_Offshore_Wind_Turbine_Jacket. ISSN: 1053-5381

GONZALES, Jorge. Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en el área mecánica de la empresa Guvi Servis E.I.R.L., 2020. Tesis (Ingeniero Industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2020. Disponible en <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7588>

GUEVARA, Karoll. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad de la línea de producción en la empresa Gemar Group E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2020. Disponible en <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2956>

GUERRERO, Ramón. Mantenimiento preventivo de sistemas domóticos e inmóticos. ELEM011. España: IC Editorial, 2018. ISBN: 8416629471

GUTIERREZ, Tomas y TOALA, Galvin. Bases que impulsaran la confiabilidad de cámaras frigoríficas del matadero industrial en Jipijapa. *Dominio de las ciencias* [en línea] Octubre-Diciembre 2020, 6(4), 1185-1200 (Fecha e consulta: 12 de abril de 2022). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1529>. ISSN: 2477-8818

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México: Mc Graw Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0

INTEGRAMARKETS. *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial* [en línea] 2da edición. México: Integramarkets, 2018 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://issuu.com/integramarkets/docs/gestion-y-planificacion-del-manteni>. ISBN: 9781370710768.

JIMÉNEZ, Fernando. *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial: ELEM0311* [en línea] España: IC Editorial, 2018 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=fkwpEAAAQBAJ&dq>. ISBN: 8491983392

KRIPPENDORFF, Klaus. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* [en línea] Estados Unidos: SAGE Publications, 2018 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://usu.instructure.com/files/70315935/download>. ISBN: 1506395678

LAKSHMAN, Tanay y NIKOLOVSKI, Srete. *Reliability Evaluation of Composite System* [en línea]. India: Rajsons Publications, 2016 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Reliability_Evaluation_of_Composite_System.html?id=IDY0EAAAQBAJ&redir_esc=y. ISBN: 8194359724

LEVITT, Joel. *Stories of PM: A Complete Primer of Preventive Maintenance* [en línea]. Estados Unidos: Amazon Digital Services LLC – KDP Print US, 2021. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Stories_of_PM.html?id=aTC2zgEACAAJ&redir_esc=y. ISBN: 9798496071154

MACHADO, José; SOARES, Filomena; TROJANOWSKA, Justyna y YILDIRIM, Sahin. *Innovations in Mechatronics Engineering* [en línea]. Suiza: Springer Nature,

2021. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-79168-1>. ISBN: 9783030791674

MARQUES, Luis. *Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo de sistemas domóticos e inmóticos: ELEM0111* [en línea]. España: IC Editorial, 2018 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VVApEAAAQBAJ&dq>. ISBN: 8417343954

MARTÍNEZ, Francisco. An approach to a maintenance plan for a turbine of hydroelectric power plant. Optimisation based in RCM and FMECA analysis. *Journal of Applied Research in Technology & Engineering* [en línea]. Enero 2021, n.o 1. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7726690>. ISSN: 1134-5764

MOHAMMAD, Muzammil; ARUNESH, Chandra; PAVAN, Kumar y HARISH, Kumar. *Recent Advances in Mechanical Engineering: Select Proceedings of ITME 2019* [en línea]. Singapur: Springer Nature, 2020 [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-8704-7>. ISBN: 9789811587030

MOHAMMED, Awsan, GHAITHAN, Ahmed, AL-SALEH, Mashel y AL-OF, Khalaf. Reliability-Based Preventive Maintenance Strategy of Truck Unloading Systems. *Applied Sciences* [en línea]. Setiembre 2020, n.o 19. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/19/6957#cite> ISSN: 2076-3417

MOREANO, Fabián y PEREZ, Efraín. Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. *Revista Científica Domino las Ciencias* [en línea] 2020, 4(6) [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1469>. ISSN: 2477-8818

NARANJO, Milton, et al. Proyecto de diseño de un Plan de Mantenimiento de tanques de almacenamiento: Techo de domo geodésico. *Polo del Conocimiento* [en línea]. Febrero-Mayo 2018, n.o 5. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/491>. ISSN: 2550 – 682X

NAULA, Cesar y TAPIA, Jorge. Propuesta de una metodología para el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la línea de corte de materia prima en la empresa Tugalt. Tesis (Ingeniero Mecánico). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2019. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18078/1/UPS-CT008586.pdf>

NICOMEDES, Esteban. Tipos de Investigación [en línea] Perú: Universidad Santo domingo, 2018. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2022]. Disponible en: https://core.ac.uk/display/250080756?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1

PALOMINO, Andrés, TOKUMURI, Wong, CASTRO, Pedro, RAYMUNDO, Cesar y DOMÍNGUEZ, Fernando. TPM Maintenance Management Model Focused on Reliability that Enables the Increase of the Availability of Heavy Equipment in the Construction Sector. Materials Science and Engineering [en línea].2020, n.o 1. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en <https://in.booksc.eu/book/81779775/a126ea> ISSN: 0921-5093

PERÉZ, Félix. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial [en línea] Colombia: Ediciones USTA, 2021. [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. ISBN: 978-958-8477-92-3

RAMIREZ, Martin; VISCAINO, Paul y MERA, Alvez. Evaluación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Polo del conocimiento [en línea] Marzo 2018, 17(3), 148-156 [Fecha de consulta: 08 de abril de 2022]. Disponible en: 10.23857/pc.v3i3.635. ISSN: 2550682x

RODRÍGUEZ, Norberto, FERNÁNDEZ, Albeiro, PEDRAZA, Cristian y HERNÁNDEZ, José. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a instrumentos no automáticos de pesaje en los laboratorios de la Universidad del Atlántico. Investigación e innovación en Ingenierías [en línea]. Septiembre – noviembre 2021, n.o 2. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.17081/invinno.9.2.3831>. ISSN-e: 2344-8652

SALAS, Edwin. Diseños preexperimentales en psicología y educación: una revisión conceptual. *Liberabit* [en línea] enero-junio 2013, 19(1) [Fecha de consulta: 6 de Mayo de 2022] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272013000100013&script=sci_arttext ISSN: 1729-4827

SALMASNIA, Ali y MIRABADI, Danial. Joint production and preventive maintenance scheduling for a single degraded machine by considering machine failures. *Top* [en línea]. Marzo 2017, n.o 3. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2022]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6793945>. ISSN: 2695-8821

SEYR, Helene y MUSKULUS, Michael. Decision Support Models for Operations and Maintenance for Offshore Wind Farms: A Review. *Applied sciences* [en línea] 2019, 9(278) [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/app9020278>. ISSN: 2076-3417.

SILVA, Santos. Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del proceso productivo de una Curtiembre. Tesis (Ingeniero Industrial). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51037?show=full>

STAMATIS D.H. *Risk Management Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* [en línea]. Inglaterra: Quality Press, 2019 [Fecha de consulta: 2 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=h-mPDwAAQBAJ&dq.:0873899784>

URIBE, Sophia. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. *Ingeniería Industrial* [en línea] junio 2020, n.º 38, 15-31 [Fecha e consulta: 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://10.26439/ing.ind2020.n038.4812>. ISSN 1025-9929

YANG, Yi; YU, Yong y WANG, Li. *Fluctuation Mechanism and Control on System Instantaneous Availability* [en línea] Estados Unidos: CRC Press, 2016. [Fecha e consulta: 12 de abril de 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=V3u9CgAAQBAJ&dq.> ISBN: 1498734685

YUNI, José y URBANO, Claudio. Técnicas para Investigar: Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación [en línea]. 2da

edición. Córdoba: Editorial brujas, 2014. [Fecha e consulta: 12 de abril de 2022].
Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>.
ISBN: 978-987-591-548-0

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Escala de medición
Plan de mantenimiento preventivo	Son actividades diseñadas para ser cumplidas con cierto límite de tiempo y están enfocadas en prevenir que ocurran futuras fallas con el fin de mantener un nivel de desempeño adecuado y elevar la vida útil del equipo (Moreano y Pérez, 2020; p. 312).	Se define como las actividades planificadas mediante en un análisis previo sobre los equipos para mantener su integridad y efectividad al realizar sus funciones, la cual debe ser controlada regularmente.	Análisis	Inspecciones	$\left(\frac{cT_b}{T_i}\right)^{\frac{1}{2}}$ <i>C = Constante de criticidad 1 a 5</i> <i>T_b = Tiempo de indisponibilidad por falla</i> <i>T_i = tiempo de indisponibilidad por inspeccion</i>	Razón
					Planificación	Cumplimiento (Actividades)
			Cumplimiento (Tiempo)	$\frac{\text{Tiempo realizado}}{\text{Tiempo programado}}$		Razón
			Control	Certeza	$\frac{\text{Fallos encontrados}}{\text{Fallos producidos}}$	Razón
				Condición	$\frac{\text{Items cumplidos (check list)}}{\text{Items evaluados (check list)}}$	Razón
			Efectividad	Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo de produccion realizado}}{\text{Tiempo de produccion programado}}$	Razón
				Rendimiento	$\frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{\text{Tiempo de produccion realizado}}$	Razón
				Calidad	$\frac{\text{Numero de productos en buenas condiciones}}{\text{Total de productos}}$	Razón
				OEE	<i>Disponibilidad x Rendimiento x Calidad</i>	Razón

Confiabilidad	Es la capacidad de un conjunto de equipos que conforman un sistema de no presentar errores, dentro de un contexto en específico y con ciertos límites dados (Díaz, Cabrera y Castillo, 2020; p.10).	Es un indicador que define la probabilidad de un equipo de funcionar en óptimas condiciones; siendo afectado directamente por el MTBF y MTTR.	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$\frac{\text{Temperaturas registradas fuera de los estándares}}{\text{Total de tiempo operativo}}$	Razón
			Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de errores producidos}}$	Razón
			Confiabilidad	$e^{\frac{-t}{MTBF}}$ $T = \text{Tiempo operativo que se desea analizar}$ $e = \text{Euler}$	Razón
			Confiabilidad en paralelo	$\frac{(Cf_1 \times Pr_1) + (Cf_2 \times Pr_2) + (Cf_3 \times Pr_3) \dots (Cf_n \times Pr_n)}{Pr_1 + Pr_2 + Pr_3 \dots Pr_n}$	Razón
			Nivel de mejora	$\frac{\text{Confiabilidad Después} - \text{Confiabilidad antes}}{\text{Confiabilidad Antes}} \times 100$	Razón

Anexo 02: Análisis modal de fallos y efectos

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS									Código: TF1-TF3-TF4			
									Mes: Julio-setiembre 2021			
									Área: Producción			
Nº	Equipo	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causas	Acción Tomada	Pallet comprometidos	Número de veces que ocurre el error	Tiempo de reparación	Evaluación (1 al 10)			
									Nivel de Ocurrencia	Nivel de Detección	Nivel de Severidad	Puntaje final
1	Túnel frigorífico 1	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Error en el sensor	Acción correctiva	1	4	120	8	6	4	18
2	Túnel frigorífico 1	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla de ventilador	Acción correctiva	2	2	300	4	5	10	19
3	Túnel frigorífico 1	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Fallas eléctricas	Acción correctiva	1	1	190	2	8	6	16
4	Túnel frigorífico 3	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Error en el sensor	Acción correctiva	1	6	120	10	6	4	20
5	Túnel frigorífico 3	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Error en cierre de puertas	Acción correctiva	1	1	180	2	2	6	10
6	Túnel frigorífico 3	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla en rodamientos	Acción correctiva	1	2	120	4	9	4	17
7	Túnel frigorífico 3	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla de ventilador	Acción correctiva	2	2	300	4	5	10	19
8	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Error en el sensor	Acción correctiva	1	5	120	10	6	4	20
9	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla de ventilador	Acción correctiva	1	2	300	4	5	10	19
10	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla de motor	Acción correctiva	1	1	300	2	7	10	19
11	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Fallas en cojinetes	Acción correctiva	1	3	60	6	9	2	17
12	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Fallas en engranajes	Acción correctiva	2	1	120	2	9	4	15
13	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Falla en compresor	Acción correctiva	2	1	300	2	7	10	19
14	Túnel frigorífico 4	Des calibración de temperatura	Degradación de la fruta	Error en sistema eléctrico	Acción correctiva	2	2	190	4	8	6	18
Realizado por:				Realizado por:					Aprobado por:			

Anexo 03: Registro de mantenimiento

							Área:
							Código:
Código del equipo	Fecha de Mantenimiento	Duración			Mantenimiento		Observaciones
		Inicio	Fin	Tiempo total (min)	Preventivo	Correctivo	
TF3	3/07/2021	20:55:00	21:27:00	32		X	
TF3	4/07/2021	01:05:00	04:52:00	227		X	
TF4	8/07/2021	02:00:00	02:36:00	36		X	
TF3	9/07/2021	22:00:00	01:03:00	183		X	
TF4	11/07/2021	20:45:00	21:56:00	71		X	
TF4	14/07/2021	02:10:00	04:38:00	148		X	
TF1	16/07/2021	21:45:00	00:18:00	153		X	
TF1	18/07/2021	23:00:00	02:44:00	224		X	
TF3	20/07/2021	02:15:00	04:30:00	135		X	
TF4	22/07/2021	20:35:00	01:04:00	269		X	
TF1	26/07/2021	20:55:00	22:53:00	118		X	
TF4	29/07/2021	22:35:00	02:10:00	215		X	
TF1	1/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	1/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	1/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	3/08/2021	23:05:00	01:43:00	158		X	
TF4	7/08/2021	02:35:00	04:09:00	94		X	
TF1	8/08/2021	02:30:00	04:04:00	94		X	
TF3	10/08/2021	02:20:00	04:14:00	114		X	
TF1	18/08/2021	23:15:00	02:42:00	207		X	

TF1	18/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	18/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	18/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	21/08/2021	02:05:00	04:19:00	134		X	
TF1	21/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	21/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	21/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	23/08/2021	02:00:00	05:43:00	223		X	
TF1	24/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	24/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	24/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	27/08/2021	01:25:00	05:17:00	232		X	
TF3	30/08/2021	21:15:00	23:39:00	144		X	
TF1	30/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	30/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	30/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	31/08/2021	01:20:00	02:02:00	42		X	
TF1	31/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	31/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	31/08/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF1	1/09/2021	23:50:00	00:48:00	58		X	
TF3	2/09/2021	20:55:00	23:43:00	168		X	
TF4	6/09/2021	01:10:00	02:07:00	57		X	
TF1	9/09/2021	22:20:00	23:49:00	89		X	
TF4	11/09/2021	23:10:00	01:01:00	111		X	
TF1	11/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	11/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		

TF4	11/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	12/09/2021	21:25:00	00:59:00	214		X	
TF1	12/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	12/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF4	12/09/2021	16:00:00	18:00:00	120	X		
TF3	18/09/2021	00:40:00	03:07:00	147		X	
TF3	19/09/2021	02:20:00	04:34:00	134		X	
TF4	20/09/2021	01:15:00	04:55:00	220		X	
TF4	22/09/2021	22:35:00	00:55:00	140		X	
TF4	26/09/2021	02:10:00	06:34:00	264		X	

Anexo 04: Registro de temperaturas

Registro de temperaturas

N°	Fecha	Hora de inicio	Tiempo esperado hasta cambio de flujo	Tiempo para el cambio de flujo	Temperatura primer bloque	Tiempo esperado final	Tiempo final	Temperatura producto	Equipo	Observación
1	1/07/2021	20:40:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
2	2/07/2021	22:15:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
3	5/07/2021	22:25:00	05:30	06:04:00	-0,5	02:30	02:36:00	-0,4	TF1	
4	6/07/2021	20:00:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF1	
5	8/07/2021	20:10:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,4	TF1	
6	9/07/2021	20:45:00	05:30	05:50:00	-0,3	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
7	10/07/2021	20:05:00	05:30	05:57:00	-0,5	02:30	02:33:00	-0,5	TF1	
8	11/07/2021	21:00:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,4	TF1	
9	12/07/2021	20:10:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,3	TF1	
10	13/07/2021	20:55:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,3	TF1	
11	14/07/2021	20:40:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF1	
12	15/07/2021	20:50:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,3	TF1	
13	19/07/2021	20:15:00	05:30	05:46:30	-0,3	02:30	02:28:30	-0,4	TF1	
14	20/07/2021	21:55:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,3	TF1	
15	22/07/2021	20:20:00	05:30	06:14:30	-0,3	02:30	02:40:30	-0,4	TF1	
16	23/07/2021	22:10:00	05:30	06:28:30	-0,5	02:30	02:46:30	-0,5	TF1	
17	24/07/2021	20:05:00	05:30	05:39:30	-0,5	02:30	02:25:30	-0,4	TF1	
18	27/07/2021	20:25:00	05:30	05:39:30	-0,3	02:30	02:25:30	-0,5	TF1	
19	28/07/2021	20:40:00	05:30	06:21:30	-0,5	02:30	02:43:30	-0,5	TF1	
20	29/07/2021	22:00:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF1	

21	30/07/2021	21:35:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF1	
22	31/07/2021	20:55:00	05:30	06:25:00	-0,5	02:30	02:45:00	-0,4	TF1	
23	1/08/2021	21:50:00	05:30	05:53:30	-0,4	02:30	02:31:30	-0,4	TF1	
24	3/08/2021	20:55:00	05:30	05:36:00	-0,4	02:30	02:24:00	-0,5	TF1	
25	4/08/2021	22:10:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,4	TF1	
26	5/08/2021	21:05:00	05:30	05:46:30	-0,4	02:30	02:28:30	-0,3	TF1	
27	6/08/2021	20:40:00	05:30	06:18:00	-0,3	02:30	02:42:00	-0,4	TF1	
28	7/08/2021	22:00:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,3	TF1	
29	9/08/2021	21:45:00	05:30	06:21:30	-0,4	02:30	02:43:30	-0,4	TF1	
30	10/08/2021	20:35:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,4	TF1	
31	11/08/2021	21:55:00	05:30	06:42:30	-0,4	02:30	02:52:30	-0,4	TF1	
32	12/08/2021	22:20:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF1	
33	14/08/2021	21:40:00	05:30	05:39:30	-0,3	02:30	02:25:30	-0,3	TF1	
34	15/08/2021	21:50:00	05:30	05:36:00	-0,3	02:30	02:24:00	-0,4	TF1	
35	16/08/2021	21:35:00	05:30	05:57:00	-0,5	02:30	02:33:00	-0,3	TF1	
36	17/08/2021	22:15:00	05:30	05:36:00	-0,4	02:30	02:24:00	-0,4	TF1	
37	19/08/2021	20:05:00	05:30	06:11:00	-0,4	02:30	02:39:00	-0,5	TF1	
38	20/08/2021	22:05:00	05:30	05:53:30	-0,3	02:30	02:31:30	-0,4	TF1	
39	21/08/2021	21:30:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,5	TF1	
40	22/08/2021	20:05:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,4	TF1	
41	23/08/2021	20:55:00	05:30	05:46:30	-0,5	02:30	02:28:30	-0,3	TF1	
42	24/08/2021	22:05:00	05:30	06:18:00	-0,3	02:30	02:42:00	-0,4	TF1	
43	25/08/2021	21:45:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,4	TF1	
44	27/08/2021	20:55:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,4	TF1	
45	28/08/2021	20:05:00	05:30	06:28:30	-0,3	02:30	02:46:30	-0,5	TF1	
46	29/08/2021	22:25:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF1	
47	30/08/2021	22:05:00	05:30	05:50:00	-0,3	02:30	02:30:00	-0,5	TF1	
48	31/08/2021	20:05:00	05:30	06:11:00	-0,5	02:30	02:39:00	-0,3	TF1	

49	2/09/2021	21:55:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
50	3/09/2021	20:45:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,5	TF1	
51	5/09/2021	22:00:00	05:30	05:53:30	-0,4	02:30	02:31:30	-0,4	TF1	
52	6/09/2021	21:50:00	05:30	05:57:00	-0,3	02:30	02:33:00	-0,3	TF1	
53	7/09/2021	22:00:00	05:30	06:35:30	-0,5	02:30	02:49:30	-0,4	TF1	
54	8/09/2021	20:50:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,3	TF1	
55	11/09/2021	21:20:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
56	13/09/2021	22:05:00	05:30	05:57:00	-0,3	02:30	02:33:00	-0,3	TF1	
57	15/09/2021	22:10:00	05:30	05:46:30	-0,5	02:30	02:28:30	-0,3	TF1	
58	18/09/2021	21:00:00	05:30	06:28:30	-0,5	02:30	02:46:30	-0,5	TF1	
59	19/09/2021	20:00:00	05:30	06:11:00	-0,5	02:30	02:39:00	-0,5	TF1	
60	20/09/2021	20:55:00	05:30	05:43:00	-0,3	02:30	02:27:00	-0,4	TF1	
61	21/09/2021	20:40:00	05:30	06:04:00	-0,5	02:30	02:36:00	-0,3	TF1	
62	22/09/2021	20:50:00	05:30	05:50:00	-0,3	02:30	02:30:00	-0,3	TF1	
63	23/09/2021	20:25:00	05:30	06:04:00	-0,3	02:30	02:36:00	-0,5	TF1	
64	24/09/2021	20:00:00	05:30	06:07:30	-0,3	02:30	02:37:30	-0,5	TF1	
65	28/09/2021	22:00:00	05:30	06:18:00	-0,3	02:30	02:42:00	-0,3	TF1	
66	29/09/2021	20:55:00	05:30	06:00:30	-0,4	02:30	02:34:30	-0,3	TF1	

N°	Fecha	Hora de inicio	Tiempo esperado hasta cambio de flujo	Tiempo para el cambio de flujo	Temperatura primer bloque	Tiempo esperado final	Tiempo final	Temperatura producto	Equipo	Observación
1	1/07/2021	21:10:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,3	TF3	
2	2/07/2021	22:45:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
3	5/07/2021	22:55:00	05:30	06:04:00	-0,5	02:30	02:36:00	-0,5	TF3	
4	6/07/2021	20:30:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
5	7/07/2021	22:05:00	05:30	05:53:30	-0,3	02:30	02:31:30	-0,3	TF3	

6	8/07/2021	20:40:00	05:30	05:53:30	-0,4	02:30	02:31:30	-0,5	TF3	
7	10/07/2021	20:35:00	05:30	05:57:00	-0,5	02:30	02:33:00	-0,3	TF3	
8	13/07/2021	21:25:00	05:30	06:04:00	-0,3	02:30	02:36:00	-0,3	TF3	
9	14/07/2021	21:10:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF3	
10	15/07/2021	21:20:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,5	TF3	
11	16/07/2021	20:35:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,5	TF3	
12	18/07/2021	22:10:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,3	TF3	
13	19/07/2021	20:45:00	05:30	05:46:30	-0,3	02:30	02:28:30	-0,3	TF3	
14	21/07/2021	21:55:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,3	TF3	
15	22/07/2021	20:50:00	05:30	06:14:30	-0,5	02:30	02:40:30	-0,3	TF3	
16	23/07/2021	22:40:00	05:30	06:28:30	-0,4	02:30	02:46:30	-0,4	TF3	
17	24/07/2021	20:35:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,3	TF3	
18	26/07/2021	21:55:00	05:30	06:14:30	-0,5	02:30	02:40:30	-0,4	TF3	
19	27/07/2021	20:55:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,5	TF3	
20	28/07/2021	21:10:00	05:30	06:21:30	-0,3	02:30	02:43:30	-0,5	TF3	
21	29/07/2021	22:30:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
22	30/07/2021	22:05:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,5	TF3	
23	31/07/2021	21:25:00	05:30	06:25:00	-0,3	02:30	02:45:00	-0,5	TF3	
24	2/08/2021	22:45:00	05:30	06:39:00	-0,3	02:30	02:51:00	-0,3	TF3	
25	3/08/2021	21:25:00	05:30	05:36:00	-0,3	02:30	02:24:00	-0,5	TF3	
26	4/08/2021	22:40:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
27	5/08/2021	21:35:00	05:30	05:46:30	-0,4	02:30	02:28:30	-0,4	TF3	
28	6/08/2021	21:10:00	05:30	06:18:00	-0,5	02:30	02:42:00	-0,4	TF3	
29	7/08/2021	22:30:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,3	TF3	
30	9/08/2021	22:15:00	05:30	06:21:30	-0,5	02:30	02:43:30	-0,3	TF3	
31	11/08/2021	22:25:00	05:30	06:42:30	-0,5	02:30	02:52:30	-0,3	TF3	
32	12/08/2021	22:50:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
33	14/08/2021	22:10:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,3	TF3	

34	15/08/2021	22:20:00	05:30	05:36:00	-0,3	02:30	02:24:00	-0,5	TF3	
35	16/08/2021	22:05:00	05:30	05:57:00	-0,3	02:30	02:33:00	-0,4	TF3	
36	17/08/2021	22:45:00	05:30	05:36:00	-0,4	02:30	02:24:00	-0,3	TF3	
37	18/08/2021	21:15:00	05:30	06:28:30	-0,4	02:30	02:46:30	-0,5	TF3	
38	19/08/2021	20:35:00	05:30	06:11:00	-0,5	02:30	02:39:00	-0,4	TF3	
39	20/08/2021	22:35:00	05:30	05:53:30	-0,3	02:30	02:31:30	-0,3	TF3	
40	22/08/2021	20:35:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,5	TF3	
41	24/08/2021	22:35:00	05:30	06:18:00	-0,3	02:30	02:42:00	-0,5	TF3	
42	27/08/2021	21:25:00	05:30	06:14:30	-0,3	02:30	02:40:30	-0,3	TF3	
43	28/08/2021	20:35:00	05:30	06:28:30	-0,3	02:30	02:46:30	-0,4	TF3	
44	29/08/2021	22:55:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF3	
45	31/08/2021	20:35:00	05:30	06:11:00	-0,4	02:30	02:39:00	-0,3	TF3	
46	1/09/2021	20:30:00	05:30	06:32:00	-0,5	02:30	02:48:00	-0,3	TF3	
47	3/09/2021	21:15:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,4	TF3	
48	4/09/2021	20:45:00	05:30	06:14:30	-0,5	02:30	02:40:30	-0,4	TF3	
49	5/09/2021	22:30:00	05:30	05:53:30	-0,4	02:30	02:31:30	-0,3	TF3	
50	6/09/2021	22:20:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,4	TF3	
51	7/09/2021	22:30:00	05:30	06:35:30	-0,4	02:30	02:49:30	-0,3	TF3	
52	8/09/2021	21:20:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,5	TF3	
53	9/09/2021	20:35:00	05:30	06:21:30	-0,4	02:30	02:43:30	-0,3	TF3	
54	11/09/2021	21:50:00	05:30	05:50:00	-0,3	02:30	02:30:00	-0,4	TF3	
55	12/09/2021	21:25:00	05:30	05:53:30	-0,4	02:30	02:31:30	-0,4	TF3	
56	13/09/2021	22:35:00	05:30	05:57:00	-0,3	02:30	02:33:00	-0,3	TF3	
57	14/09/2021	21:25:00	05:30	06:21:30	-0,3	02:30	02:43:30	-0,4	TF3	
58	15/09/2021	22:40:00	05:30	05:46:30	-0,3	02:30	02:28:30	-0,4	TF3	
59	16/09/2021	21:40:00	05:30	06:07:30	-0,3	02:30	02:37:30	-0,4	TF3	
60	17/09/2021	22:15:00	05:30	06:00:30	-0,4	02:30	02:34:30	-0,5	TF3	
61	20/09/2021	21:25:00	05:30	05:43:00	-0,3	02:30	02:27:00	-0,5	TF3	

62	21/09/2021	21:10:00	05:30	06:04:00	-0,5	02:30	02:36:00	-0,4	TF3	
63	22/09/2021	21:20:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF3	
64	23/09/2021	20:55:00	05:30	06:04:00	-0,5	02:30	02:36:00	-0,5	TF3	
65	24/09/2021	20:30:00	05:30	06:07:30	-0,5	02:30	02:37:30	-0,3	TF3	
66	26/09/2021	22:50:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,4	TF3	
67	28/09/2021	22:30:00	05:30	06:18:00	-0,4	02:30	02:42:00	-0,4	TF3	
68	29/09/2021	21:25:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,3	TF3	
69	30/09/2021	22:30:00	05:30	05:57:00	-0,5	02:30	02:33:00	-0,5	TF3	

N°	Fecha	Hora de inicio	Tiempo esperado hasta cambio de flujo	Tiempo para el cambio de flujo	Temperatura primer bloque	Tiempo esperado final	Tiempo final	Temperatura producto	Equipo	Observación
1	1/07/2021	20:55:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,3	TF4	
2	2/07/2021	22:30:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,3	TF4	
3	3/07/2021	21:15:00	05:30	06:42:30	-0,5	02:30	02:52:30	-0,5	TF4	
4	4/07/2021	21:40:00	05:30	06:28:30	-0,3	02:30	02:46:30	-0,4	TF4	
5	5/07/2021	22:40:00	05:30	06:04:00	-0,3	02:30	02:36:00	-0,5	TF4	
6	6/07/2021	20:15:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,4	TF4	
7	9/07/2021	21:00:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF4	
8	12/07/2021	20:25:00	05:30	06:14:30	-0,5	02:30	02:40:30	-0,5	TF4	
9	13/07/2021	21:10:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,5	TF4	
10	15/07/2021	21:05:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,4	TF4	
11	16/07/2021	20:20:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,3	TF4	
12	17/07/2021	22:20:00	05:30	06:11:00	-0,5	02:30	02:39:00	-0,5	TF4	
13	18/07/2021	21:55:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,3	TF4	
14	19/07/2021	20:30:00	05:30	05:46:30	-0,4	02:30	02:28:30	-0,3	TF4	
15	20/07/2021	22:10:00	05:30	06:14:30	-0,3	02:30	02:40:30	-0,3	TF4	

16	21/07/2021	21:40:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,5	TF4	
17	23/07/2021	22:25:00	05:30	06:28:30	-0,4	02:30	02:46:30	-0,5	TF4	
18	24/07/2021	20:20:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,3	TF4	
19	25/07/2021	20:15:00	05:30	06:18:00	-0,4	02:30	02:42:00	-0,5	TF4	
20	26/07/2021	21:40:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,3	TF4	
21	27/07/2021	20:40:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,4	TF4	
22	28/07/2021	20:55:00	05:30	06:21:30	-0,3	02:30	02:43:30	-0,5	TF4	
23	30/07/2021	21:50:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,4	TF4	
24	31/07/2021	21:10:00	05:30	06:25:00	-0,5	02:30	02:45:00	-0,5	TF4	
25	1/08/2021	22:05:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,5	TF4	
26	4/08/2021	22:25:00	05:30	05:50:00	-0,3	02:30	02:30:00	-0,3	TF4	
27	5/08/2021	21:20:00	05:30	05:46:30	-0,4	02:30	02:28:30	-0,3	TF4	
28	8/08/2021	22:25:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,3	TF4	
29	9/08/2021	22:00:00	05:30	06:21:30	-0,4	02:30	02:43:30	-0,5	TF4	
30	10/08/2021	20:50:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF4	
31	11/08/2021	22:10:00	05:30	06:42:30	-0,5	02:30	02:52:30	-0,4	TF4	
32	12/08/2021	22:35:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,4	TF4	
33	14/08/2021	21:55:00	05:30	05:39:30	-0,4	02:30	02:25:30	-0,4	TF4	
34	15/08/2021	22:05:00	05:30	05:36:00	-0,5	02:30	02:24:00	-0,4	TF4	
35	16/08/2021	21:50:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,5	TF4	
36	18/08/2021	21:00:00	05:30	06:28:30	-0,5	02:30	02:46:30	-0,5	TF4	
37	19/08/2021	20:20:00	05:30	06:11:00	-0,3	02:30	02:39:00	-0,4	TF4	
38	20/08/2021	22:20:00	05:30	05:53:30	-0,3	02:30	02:31:30	-0,5	TF4	
39	21/08/2021	21:45:00	05:30	06:00:30	-0,4	02:30	02:34:30	-0,4	TF4	
40	22/08/2021	20:20:00	05:30	05:53:30	-0,5	02:30	02:31:30	-0,5	TF4	
41	23/08/2021	21:10:00	05:30	05:46:30	-0,5	02:30	02:28:30	-0,5	TF4	
42	24/08/2021	22:20:00	05:30	06:18:00	-0,4	02:30	02:42:00	-0,5	TF4	
43	25/08/2021	22:00:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,4	TF4	

44	26/08/2021	21:05:00	05:30	06:14:30	-0,5	02:30	02:40:30	-0,3	TF4	
45	28/08/2021	20:20:00	05:30	06:28:30	-0,3	02:30	02:46:30	-0,5	TF4	
46	29/08/2021	22:40:00	05:30	06:00:30	-0,3	02:30	02:34:30	-0,4	TF4	
47	30/08/2021	22:20:00	05:30	05:50:00	-0,5	02:30	02:30:00	-0,4	TF4	
48	1/09/2021	20:15:00	05:30	06:32:00	-0,4	02:30	02:48:00	-0,5	TF4	
49	2/09/2021	22:10:00	05:30	05:50:00	-0,4	02:30	02:30:00	-0,5	TF4	
50	3/09/2021	21:00:00	05:30	06:14:30	-0,4	02:30	02:40:30	-0,5	TF4	
51	4/09/2021	20:30:00	05:30	06:14:30	-0,3	02:30	02:40:30	-0,5	TF4	
52	5/09/2021	22:15:00	05:30	05:53:30	-0,3	02:30	02:31:30	-0,5	TF4	
53	8/09/2021	21:05:00	05:30	06:00:30	-0,5	02:30	02:34:30	-0,5	TF4	
54	9/09/2021	20:20:00	05:30	06:21:30	-0,3	02:30	02:43:30	-0,3	TF4	
55	13/09/2021	22:20:00	05:30	05:57:00	-0,4	02:30	02:33:00	-0,5	TF4	
56	15/09/2021	22:25:00	05:30	05:46:30	-0,4	02:30	02:28:30	-0,3	TF4	
57	18/09/2021	21:15:00	05:30	06:28:30	-0,4	02:30	02:46:30	-0,5	TF4	
58	19/09/2021	20:15:00	05:30	06:11:00	-0,4	02:30	02:39:00	-0,4	TF4	
59	21/09/2021	20:55:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,5	TF4	
60	23/09/2021	20:40:00	05:30	06:04:00	-0,4	02:30	02:36:00	-0,5	TF4	
61	24/09/2021	20:15:00	05:30	06:07:30	-0,4	02:30	02:37:30	-0,5	TF4	
62	25/09/2021	21:20:00	05:30	06:00:30	-0,4	02:30	02:34:30	-0,4	TF4	
63	28/09/2021	22:15:00	05:30	06:18:00	-0,4	02:30	02:42:00	-0,4	TF4	

Fuente: Empresa Varayoc Agro S.A.C.

Anexo 05: Registro de indicadores OEE

Mes

Julio

Equipo

TF1

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
189	248	0,76	198	3	0,98	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:35:00	0,93	0,76	0,98	0,93	0,70

Mes

Agosto

Equipo

TF1

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
222	240	0,93	245	4	0,98	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:32:30	0,94	0,93	0,98	0,94	0,85

Mes

Setiembre

Equipo

TF1

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
156	224	0,69	158	3	0,98	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:38:20	0,93	0,69	0,98	0,93	0,63

Mes

Julio

Equipo

TF3

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
197	248	0,79	205	10	0,95	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:33:55	0,93	0,79	0,95	0,93	0,71

Mes

Agosto

Equipo

TF3

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
191	240	0,79	199	12	0,94	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:39:46	0,92	0,79	0,94	0,92	0,69

Mes

Setiembre

Equipo

TF3

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
208	224	0,93	211	14	0,93	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:40:57	0,92	0,93	0,93	0,92	0,80

Mes

Julio

Equipo

TF4

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
209	248	0,84	384	15	0,96	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:41:40	0,92	0,84	0,96	0,92	0,74

Mes

Agosto

Equipo

TF4

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
198	240	0,82	304	11	0,96	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:35:39	0,93	0,82	0,96	0,93	0,74

Mes

Setiembre

Equipo

TF4

Disponibilidad			Calidad			
Horas trabajadas del equipo	Horas programadas	Indicador	Total de productos	Productos dañados	Indicador	
140	224	0,63	235	26	0,89	
Rendimiento			OEE			
Ciclo ideal de refrigeración	Ciclo de refrigeración	Indicador	Disponibilidad	Calidad	Rendimiento	Indicador
08:00	08:45:19	0,91	0,63	0,89	0,91	0,51

Anexo 06: CHECK LIST de túneles frigoríficos

CHECK LIST DE TÚNELES FRIGORÍFICOS				
Encargado:		Código de equipo		
Nº	DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
01	¿El equipo se encuentra operando correctamente?			
02	¿Los ventiladores se encuentran en buen estado?			
03	¿El serpentín del condensador está limpio?			
04	¿Los motores se encuentran funcionando correctamente?			
05	¿El tablero de control, se encuentra en buenas condiciones?			
06	¿Los motores de los evaporadores y compresores tienen sonidos anormales?			
07	¿La carcasa se encuentra limpia?			
08	¿Las fajas se encuentran en buenas condiciones?			
09	¿Los termómetros están funcionando adecuadamente?			
10	¿El túnel frigorífico se está limpio libre de moho?			
11	¿El túnel frigorífico se está limpio libre de olores molestos?			
12	¿Las paredes están limpias?			
13	¿Las paredes están en correcto estado?			
14	¿Los pisos están limpias?			
15	¿Los pisos están en correcto estado?			
16	¿Muestran las bandejas o estanterías señales de óxido?			
17	¿El evaporador o difusor está limpio?			
18	¿El monitor de voltaje presenta alguna falla?			
19	¿El ajuste de tornillería de sistema eléctrico, es correcto?			
20	¿El ajuste de tornillería de sistema estructural, es correcto?			
21	¿Los filtros presentan fugas?			
22	¿La temperatura de refrigeración, es la correcta?			
23	¿La iluminación se encuentra funcionando correctamente?			
24	¿Las puertas están en buen estado?			
25	¿Las conexiones eléctricas están funcionando correctamente?			
26	¿Las conexiones eléctricas están en buen estado?			
Inspeccionado por:		Fecha:		Firma:

Fecha	¿Las paredes están en correcto estado?	¿Los pisos están limpios?	¿Los pisos están en correcto estado?	¿Muestran las bandejas o estanterías señales de óxido?	¿El evaporador o difusor está limpio?	¿El monitor de voltaje presenta alguna falla?	¿El ajuste de tornillería de sistema eléctrico, es correcto?	¿El ajuste de tornillería de sistema estructural, es correcto?	¿Los filtros presentan fugas?	¿La temperatura de refrigeración, es la correcta?	¿La iluminación se encuentra funcionando correctamente?	¿Las puertas están en buen estado?	¿Las conexiones eléctricas están funcionando correctamente?	¿Las conexiones eléctricas están en buen estado?
28/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
20/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO
16/06/2022	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
29/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI
2/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
24/06/2022	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI
15/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
21/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
30/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
23/06/2022	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
13/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
21/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
21/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI
16/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6/06/2022	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
13/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
6/06/2022	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
9/06/2022	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
17/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
23/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
3/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
24/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI
21/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
14/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
27/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
15/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI

Fecha	¿Las paredes están en correcto estado?	¿Los pisos están limpios?	¿Los pisos están en correcto estado?	¿Muestran las bandejas o estanterías señales de óxido?	¿El evaporador o difusor está limpio?	¿El monitor de voltaje presenta alguna falla?	¿El ajuste de tornillería de sistema eléctrico, es correcto?	¿El ajuste de tornillería de sistema estructural, es correcto?	¿Los filtros presentan fugas?	¿La temperatura de refrigeración, es la correcta?	¿La iluminación se encuentra funcionando correctamente?	¿Las puertas están en buen estado?	¿Las conexiones eléctricas están funcionando correctamente?	¿Las conexiones eléctricas están en buen estado?
9/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8/06/2022	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
21/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
3/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
10/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
15/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2/06/2022	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
30/06/2022	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI
8/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
1/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
27/06/2022	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
17/06/2022	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
7/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
16/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
30/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
30/06/2022	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
24/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
29/06/2022	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
24/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
29/06/2022	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
6/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
22/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
17/06/2022	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI

Resultados del check list, Túnel Frigorífico 4

Fecha	¿El equipo se encuentra operando correctamente?	¿Los ventiladores se encuentran en buen estado?	¿El serpentín del condensador está limpio?	¿Los motores se encuentran funcionando correctamente?	¿El tablero de control, se encuentra en buenas condiciones?	¿Los motores de los evaporadores y compresores tienen sonidos anormales?	¿La carcasa se encuentra limpia?	¿Las fajas se encuentran en buenas condiciones?	¿Los termómetros están funcionando adecuadamente?	¿El túnel frigorífico se está limpio libre de moho?	¿El túnel frigorífico se está limpio libre de olores molestos?	¿Las paredes están limpias?
3/06/2022	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI
2/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
22/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI
9/06/2022	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
22/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
8/06/2022	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO
29/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
29/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI
10/06/2022	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16/06/2022	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
8/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
6/06/2022	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
24/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI
10/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
9/06/2022	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI
6/06/2022	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
23/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
21/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
28/06/2022	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI
1/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI
24/06/2022	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3/06/2022	SI	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
24/06/2022	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
14/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI
14/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
7/06/2022	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO
30/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI
10/06/2022	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
15/06/2022	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI
13/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI
3/06/2022	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI
27/06/2022	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO

Anexo 07: Registro de producción

REGISTRO DE PRODUCCIÓN										
Fecha	Equipo			Tiempo de refrigeración		Cantidad (pallet)	Cantidad de producto defectuoso	Tunel defectuoso	Total	Observaciones
	TF1	TF3	TF4	Inicio	Fin					
1/07/2021	9	9	11	20:40:00	05:00:00	29	0	-	29	
2/07/2021	9	10	9	22:15:00	06:35:00	28	0	-	28	
3/07/2021	0	0	20	21:00:00	06:35:00	20	2	TF3	20	Error de temperatura
4/07/2021	0	0	18	21:25:00	06:40:00	18	2	TF3	18	Error de temperatura
5/07/2021	9	9	14	22:25:00	07:05:00	32	0	-	32	
6/07/2021	9	8	20	20:00:00	04:20:00	37	0	-	37	
7/07/2021	0	8	0	21:35:00	06:00:00	8	0	-	8	
8/07/2021	9	8	0	20:10:00	04:35:00	17	4	TF4	16	Error de temperatura
9/07/2021	9	0	20	20:45:00	05:05:00	29	2	TF3	29	Error de temperatura
10/07/2021	10	10	0	20:05:00	04:35:00	20	0	-	20	
11/07/2021	8	0	0	21:00:00	05:30:00	8	1	TF4	8	Error de temperatura
12/07/2021	9	0	17	20:10:00	05:05:00	26	0	-	26	
13/07/2021	10	10	14	20:55:00	05:35:00	34	0	-	34	
14/07/2021	10	8	0	20:40:00	05:15:00	18	3	TF4	18	Error de temperatura
15/07/2021	10	9	12	20:50:00	05:25:00	31	0	-	31	
16/07/2021	0	9	17	20:05:00	04:35:00	26	1	TF1	25	Error de temperatura
17/07/2021	0	0	19	22:05:00	06:55:00	19	0	-	19	
18/07/2021	0	8	8	21:40:00	06:20:00	16	1	TF1	15	Error de temperatura
19/07/2021	9	9	13	20:15:00	04:30:00	31	0	-	31	
20/07/2021	8	0	18	21:55:00	06:50:00	26	4	TF3	24	Error de temperatura
21/07/2021	0	9	16	21:25:00	05:45:00	25	0	-	25	

22/07/2021	9	10	0	20:20:00	05:15:00	19	4	TF4	18	Error de temperatura
23/07/2021	9	9	14	22:10:00	07:25:00	32	0	-	32	
24/07/2021	9	8	20	20:05:00	04:10:00	37	0	-	37	
25/07/2021	0	0	17	20:00:00	05:00:00	17	0	-	17	
26/07/2021	0	9	14	21:25:00	06:20:00	23	1	TF1	22	Error de temperatura
27/07/2021	9	8	16	20:25:00	04:30:00	33	0	-	33	
28/07/2021	9	9	19	20:40:00	05:45:00	37	0	-	37	
29/07/2021	8	10	0	22:00:00	06:20:00	18	3	TF4	18	Error de temperatura
30/07/2021	9	9	20	21:35:00	06:10:00	38	0	-	38	
31/07/2021	8	9	18	20:55:00	06:05:00	35	0	-	35	
1/08/2021	10	0	14	21:50:00	06:15:00	24	0	-	24	
2/08/2021	0	8	0	22:15:00	07:45:00	8	0	-	8	
3/08/2021	9	8	0	20:55:00	04:55:00	17	4	TF4	16	Error de temperatura
4/08/2021	10	10	10	22:10:00	06:30:00	30	0	-	30	
5/08/2021	9	10	8	21:05:00	05:20:00	27	0	-	27	
6/08/2021	10	8	0	20:40:00	05:40:00	18	0	-	18	
7/08/2021	8	10	0	22:00:00	06:25:00	18	5	TF4	17	Error de temperatura
8/08/2021	0	0	12	22:10:00	06:45:00	12	2	TF1	12	Error de temperatura
9/08/2021	10	10	11	21:45:00	06:50:00	31	0	-	31	
10/08/2021	10	0	11	20:35:00	04:55:00	21	3	TF3	20	Error de temperatura
11/08/2021	10	9	9	21:55:00	07:30:00	28	0	-	28	
12/08/2021	8	10	8	22:20:00	06:40:00	26	0	-	26	
14/08/2021	8	9	18	21:40:00	05:45:00	35	0	-	35	
15/08/2021	9	9	12	21:50:00	05:50:00	30	0	-	30	
16/08/2021	9	10	17	21:35:00	06:05:00	36	0	-	36	
17/08/2021	9	9	0	22:15:00	06:15:00	18	0	-	18	
18/08/2021	0	9	19	20:45:00	06:00:00	28	2	TF1	26	Error de temperatura
19/08/2021	9	9	14	20:05:00	04:55:00	32	0	-	32	

20/08/2021	10	9	9	22:05:00	06:30:00	28	0	-	28	
21/08/2021	9	0	18	21:30:00	06:05:00	27	2	TF3	25	Error de temperatura
22/08/2021	10	9	17	20:05:00	04:30:00	36	0	-	36	
23/08/2021	9	0	9	20:55:00	05:10:00	18	3	TF3	17	Error de temperatura
24/08/2021	10	8	8	22:05:00	07:05:00	26	0	-	26	
25/08/2021	10	0	16	21:45:00	06:05:00	26	0	-	26	
26/08/2021	0	0	17	20:50:00	05:45:00	17	0	-	17	
27/08/2021	10	8	0	20:55:00	05:50:00	18	1	TF4	17	Error de temperatura
28/08/2021	10	9	9	20:05:00	05:20:00	28	0	-	28	
29/08/2021	10	9	18	22:25:00	07:00:00	37	0	-	37	
30/08/2021	9	0	20	22:05:00	06:25:00	29	4	TF3	27	Error de temperatura
31/08/2021	10	9	0	20:05:00	04:55:00	19	1	TF4	18	Error de temperatura
1/09/2021	0	9	16	20:00:00	05:20:00	25	2	TF1	23	Error de temperatura
2/09/2021	9	0	19	21:55:00	06:15:00	28	4	TF3	28	Error de temperatura
3/09/2021	8	8	15	20:45:00	05:40:00	31	0	-	31	
4/09/2021	0	8	10	20:15:00	05:10:00	18	0	-	18	
5/09/2021	8	9	12	22:00:00	06:25:00	29	0	-	29	
6/09/2021	9	10	0	21:50:00	06:20:00	19	5	TF4	18	Error de temperatura
7/09/2021	8	10	0	22:00:00	07:25:00	18	0	-	18	
8/09/2021	8	8	9	20:50:00	05:25:00	25	0	-	25	
9/09/2021	0	9	17	20:05:00	05:10:00	26	1	TF1	25	Error de temperatura
11/09/2021	9	9	0	21:20:00	05:40:00	18	3	TF4	18	Error de temperatura
12/09/2021	0	10	0	20:55:00	05:20:00	10	3	TF4	10	Error de temperatura
13/09/2021	10	8	10	22:05:00	06:35:00	28	0	-	28	
14/09/2021	0	9	0	20:55:00	06:00:00	9	0	-	9	
15/09/2021	8	10	15	22:10:00	06:25:00	33	0	-	33	
16/09/2021	0	10	0	21:10:00	05:55:00	10	0	-	10	
17/09/2021	0	8	0	21:45:00	06:20:00	8	0	-	8	

18/09/2021	8	0	16	21:00:00	06:15:00	24	3	TF3	24	Error de temperatura
19/09/2021	9	0	9	20:00:00	04:50:00	18	2	TF3	18	Error de temperatura
20/09/2021	10	9	0	20:55:00	05:05:00	19	5	TF4	18	Error de temperatura
21/09/2021	9	8	20	20:40:00	05:20:00	37	0	-	37	
22/09/2021	9	8	0	20:50:00	05:10:00	17	4	TF4	16	Error de temperatura
23/09/2021	9	8	15	20:25:00	05:05:00	32	0	-	32	
24/09/2021	9	8	19	20:00:00	04:45:00	36	0	-	36	
25/09/2021	0	0	13	21:05:00	05:40:00	13	5	TF3	13	
26/09/2021	0	8	0	22:20:00	07:00:00	8	6	TF4	8	Error de temperatura
28/09/2021	10	10	20	22:00:00	07:00:00	40	0	-	40	
29/09/2021	8	9	0	20:55:00	05:30:00	17	0	-	17	
30/09/2021	0	8	0	22:00:00	06:30:00	8	0	-	8	

Fuente: Empresa Varayoc Agro S.A.C.

Anexo 08: Validación de instrumentos – Check list de túneles frigoríficos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Check list de túneles frigoríficos)

Yo, GUILLERMO SEGUNDO MIÑAN OLIVOS titular del DNI N°: 44317159 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



Guillermo Segundo Miñan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Check list de túneles frigoríficos)

Yo, ANGIE CHAVEL Y PASTOR BENITES titular del DNI N°: 74945020 de profesión INGENIERA INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. SSOMA por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 16 de junio del 2022



PASTOR BENITES ANGIE CHAVEL
INGENIERA INDUSTRIAL
CIP N° 29430

Firma

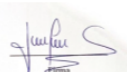
CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Check list de túneles frigoríficos)

Yo, JOSE LUIS VELA CHAGA FERNANDEZ titular del DNI N°: 70179570 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. ESPECIALISTA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



CIP N° 259072

Anexo 09: Validación de instrumentos – Registro de mantenimiento

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de mantenimiento)

Yo, GUILLERMO SEGUNDO MIÑAN OLIVOS titular del DNI N°: 44317159 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



Guillermo Segundo Miñan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de mantenimiento)

Yo, ANGIE CHAVELY PASTOR BENITES titular del DNI N°: 74945020 de profesión INGENIERA INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. SSOMA por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 16 de junio del 2022



ANGIE CHAVELY PASTOR BENITES
INGENIERA INDUSTRIAL
CIP N° 24432

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de mantenimiento)

Yo, JOSE LUIS VELA CHAGA FERNÁNDEZ titular del DNI N°: 70179570 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. ESPECIALISTA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



CIP N° 259072

Anexo 10: Validación de instrumentos – Análisis modal de fallos y efectos - AMFE

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Análisis modal de fallos y efectos - AMFE)

Yo, GUILLERMO SEGUNDO MIÑAN OLIVOS titular del DNI N°: 44317159 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



Guillermo Segundo Miñan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Análisis modal de fallos y efectos - AMFE)

Yo, ANGIE CHAVEL Y PASTOR BENITES titular del DNI N°: 74945020 de profesión INGENIERA INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. SSOMA por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 16 de junio del 2022



PASTOR BENITES ANGIE CHAVEL
INGENIERA INDUSTRIAL
CIP N° 26433

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Análisis modal de fallos y efectos - AMFE)

Yo, JOSÉ LUIS VELAOCHAGA FERNÁNDEZ titular del DNI N°: 70179570 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. ESPECIALISTA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



CIP N° 259072

Anexo 11: Validación de instrumentos – Registro de temperaturas

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de temperaturas)

Yo, GUILLERMO SEGUNDO MÍNAN OLIVOS titular del DNI N°: 44317159 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



Guillermo Segundo Mínan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de temperaturas)

Yo, ANGIE CHAVEL Y PASTOR BENITES titular del DNI N°: 74945020 de profesión INGENIERA INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. SSOMA por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems		X	X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 16 de junio del 2022



PASTOR BENITES ANGIE CHAVEL
INGENIERA INDUSTRIAL
CIP N° 26433

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de temperaturas)

Yo, JOSE LUIS VELA OCHAGA FERNÁNDEZ titular del DNI N°: 70179570 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. ESPECIALISTA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



CIP N° 259072

Anexo 12: Validación de instrumentos – Registro de indicadores del OEE

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de indicadores del OEE)

Yo, GUILLERMO SEGUNDO MIÑAN OLIVOS titular del DNI N°: 44317159 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



Guillermo Segundo Miñan Olivos
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 215311

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de indicadores del OEE)

Yo, ANGIE CHAVEL Y PASTOR BENITES titular del DNI N°: 74945020 de profesión INGENIERA INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. SSOMA por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 16 de junio del 2022



PASTOR BENITES ANGIE CHAVEL
INGENIERA INDUSTRIAL
CIP N° 294330

Firma

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (Registro de indicadores del OEE)

Yo, JOSE LUIS VELA CHAGA FERNÁNDEZ titular del DNI N°: 70179570 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, ejerciendo actualmente como ING. ESPECIALISTA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa Varayoc Agro S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Chimbote, 14 de junio del 2022



CIP N° 259072

Anexo 13: Carta de autorización de la empresa



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

Datos Generales

Nombre de la Organización:	RUC:
VARAYOC S.A.C	20605488901
Nombre del Titular o Representante legal: Juan Luis Collantes Ronceros	
Nombres y Apellidos Carlos Rodríguez	DNI: 10203264

Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 7º, literal "f" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo ^(*), autorizo [X], no autorizo [] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los túneles frigoríficos, Varayoc Agro S.A.C., Nepeña 2022	
Nombre del Programa Académico: Ingeniería Industrial	
Autor: Nombres y Apellidos Teran Marin, Erick Steveent Valladares Huaman, Marcos Mijael	DNI: 74150510 76388141

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

Lugar y Fecha: 28/06/2022

Firma:

VARAYOC INVERSIONES S.A.C
Juan Luis Collantes Ronceros
GERENTE LEGAL
APOCÁLIPSO

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

Anexo 14: Tiempo programado del mantenimiento preventivo

N°	Tipo de actividad	Tiempo (min)			
		TF1	TF3	TF4	TFT
1	Limpieza de sensores	75	90	165	330
2	Limpieza de la entrada en la conexión del sensor	75	90	165	330
3	Comprobación de energía de entrada	50	60	110	220
4	Comprobación de la información recibida a través del sensor	50	60	110	220
5	Revisión o cambio del sensor	120	120	0	240
N° Sistema de ventilación					
1	Limpieza de aspas	75	90	165	330
2	Limpieza y comprobación de rotor con el aspa	75	90	165	330
3	Comprobación del funcionamiento del motor (RPM)	50	60	110	220
4	Limpieza interna del motor	100	120	220	440
5	Comprobación del sistema eléctrico	50	60	110	220
6	Revisión o cambio de piezas	120	120	120	360
N° Sistema eléctrico					
1	Limpieza de cables	75	15	165	255
2	Comprobación de la fuente de energía	50	10	110	170
3	Comprobación de la llegada de energía a los componentes	50	10	110	170
N° Motor					
1	Comprobación eléctrica	20	40	100	160
2	Limpieza externa	30	60	150	240
3	Lubricación	30	60	150	240
4	Desarme y limpieza interna	60	60	60	180
N° Compresor					
1	Limpieza externa del compresor	30	60	165	255
2	Comprobar entrada de energía	20	40	110	170
3	Lubricación	30	60	165	255
N° Cojinetes					
1	Comprobar estado de los cojinetes	20	40	110	170
2	Lubricación	30	60	165	255
3	Cambio de cojinetes	60	120	330	510
N° Engranajes					
1	Limpieza de engranajes	15	15	90	120
2	Lubricación	15	15	90	120
3	comprobación de estado y remplazo si es necesario	60	60	360	480
N° Rodamientos					
1	Limpieza de rodamientos	15	90	15	120
2	Lubricación	15	90	15	120
3	Comprobación de estado y remplazo si es necesario	60	360	60	480
N° Puertas					
1	Limpieza de puertas	15	60	15	90
2	Comprobación de bisagras	5	20	5	30
3	Lubricación	15	60	15	90
4	Comprobación de aislamiento	5	20	5	30

Anexo 16: Tiempo programado del mantenimiento preventivo

Puntaje	Seguridad	Ambiente	Impacto operacional	Costos	Flexibilidad operacional	Frecuencia de falla
1	Cualquier falla no presenta riesgo al personal externo o interno de la empresa	No genera ningún daño en el ambiente	Las fallas no afectan al proceso	No general un costo sustancial reparar el equipo	Se tienen equipos y piezas de reemplazo inmediato	>100
2	Los riesgos de la falla solo afectan al tiempo del operario	Las fallas presentan humos innecesarios	Las fallas afectan solo los productos en proceso interno del equipo	La reparación solo consume tiempo con piezas que se tienen en stock	Solo se tienen piezas de reemplazo	100-90
3	Los operarios tienen una alta probabilidad de sufrir raspones o cortes superficiales con cualquier falla (Un colaborador)	Las fallas generan piezas dañadas ecológicamente descartables	La falla detiene al equipo por horas	La reparación necesita de piezas que no se tienen en stock	El cambio del equipo o pieza consta de varias horas	90-80
4	Los operarios tienen una alta probabilidad de sufrir raspones o cortes superficiales con cualquier falla (Varios colaboradores)	Las fallas generan piezas dañadas con descarte especial	La falla detiene a todos los procesos del área por un corto periodo de tiempo	La reparación necesita de piezas que tienen un gran periodo de espera	Se tiene que reducir el ritmo de trabajo con el cambio del equipo	80-70
5	Los operarios tienen una alta probabilidad de sufrir lesiones graves o cortes profundos con cualquier falla (Un colaborador)	Las fallas pueden generar grandes cantidades de humo	La falla disminuye significativamente la velocidad del área por un largo periodo de tiempo.	La reparación afecta a varios productos que tienen que ser reprocesados.	Se tienen equipos en paralelo	70-60
6	Los operarios tienen una alta probabilidad de sufrir lesiones graves o cortes profundos con cualquier falla (Varios colaboradores)	Las fallas pueden verter líquidos dañinos al suelo.	La falla afecta a más de un área en un corto periodo de tiempo	Se afecta a más de una pieza que tienen que ser cambiadas	Se utiliza la totalidad de la capacidad de los equipos en paralelo	60-50
7	Las fallas pueden afectar a otras áreas de la empresa	Las fallas generan líquidos sumamente	La falla afecta a más de un área por horas	El error afecta a más de un equipo que tiene que ser reparado	Se reduce significativamente el ritmo de trabajo de los	50-40

		peligrosos al suelo			equipos en paralelo	
8	Las fallas pueden generar incapacidad por grandes periodos de tiempo	Las fallas pueden afectar forma de vida vegetal de manera directa	La Falla afecta a todo el proceso por un corto periodo de tiempo	La reparación necesita de personal especializado	Los equipos en paralelo no tienen la capacidad suficiente.	40-30
9	Las fallas pueden generar incapacidad permanente	Las fallas pueden afectar forma de vida animal de manera directa	La falla afecta a todo el proceso por varias horas	La reparación necesita de piezas especiales que son altamente costosas	Los equipos en paralelo o de remplazo se encuentran en malas condiciones	30-20
10	Las fallas pueden generar fallecimiento	Las fallas generan radiación dañina para el ser humano	Las fallas afectan a múltiples productos en varios niveles y detiene todo el proceso por varias horas	La reparación afecta a varios productos y necesitan de piezas especiales que son altamente costosas	No se tienen equipos para ser remplazados	>20

Anexo 17: Tiempo programado del mantenimiento preventivo

Frecuencia	Consecuencia									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
10	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
9	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9
8	80	72	64	56	48	40	32	24	16	8
7	70	63	56	49	42	35	28	21	14	7
6	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
5	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
4	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
3	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
2	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PEREZ CAMPOMANES MARIA DELFINA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los túneles frigoríficos, Varayoc Agro S.A.C., Nepeña 2022", cuyos autores son VALLADARES HUAMAN MARCOS MIJAEL, TERAN MARIN ERICK STEVEENT, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 6.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 02 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PEREZ CAMPOMANES MARIA DELFINA DNI: 32954488 ORCID: 0000-0003-4087-3933	Firmado electrónicamente por: MPEREZCA1 el 02- 12-2022 20:29:26

Código documento Trilce: TRI - 0468761