



# POSGRADOS

Maestría en  
**PRODUCCIÓN Y  
OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo

Tema:

Implementación de la metodología del mantenimiento productivo total "TPM" para la producción de hielo en una planta empacadora de camarones.

Autor(es)

Jimmy Fernando López Cárdenas

Director:

Ángel Eduardo González Vásquez

GUAYAQUIL – Ecuador  
2023

**Autor(es):**



**Jimmy Fernando López Cárdenas**

Ing. Mecánico

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

jlopezcardenas@hotmail.com

**Dirigido por:**



**Ángel Eduardo González Vásquez**

Ing. Industrial

Magister en administración de empresas

agonzalez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos e investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

**Jimmy Fernando López Cárdenas**

Implementación de la metodología del mantenimiento productivo total “TPM” para la producción de hielo en una planta empacadora de camarones.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Oliverio y Elisa, por hacer todo lo posible para que me pueda desarrollar cómo una buena persona y profesional.

Jimmy Fernando López Cárdenas

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su infinito amor que me dio la fuerza, la salud, la responsabilidad y la sabiduría para seguir logrando mis metas, sé que nunca me dejará solo. Gracias a mis hermanos por ayudarme y estar conmigo, también gracias a mi tía Gladys, familiares y amigos que han estado conmigo en todas las etapas de mi vida.

# Tabla de Contenido

---

Resumen .....	8
Abstract .....	9
1. Introducción .....	10
2. Determinación del Problema.....	11
3. Marco teórico referencial.....	12
3.1 Productividad .....	12
3.2 Indicadores de gestión.....	12
3.3 Producción de hielo .....	13
3.4 Metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM” .....	14
3.4.1 Pilar Mantenimiento Autónomo .....	14
3.4.2 Pilar Mejora Enfocada .....	15
3.4.3 Pilar Mantenimiento Planeado.....	15
3.4.4 Pilar Educación y Entrenamiento .....	15
3.4.5 Pilar Mantenimiento de Calidad.....	16
3.4.6 Pilar Control Inicial.....	16
3.4.7 Pilar TPM Administrativo.....	16
3.4.8 Metodología 5´s.....	17
4. Materiales y metodología.....	18
4.1 Estado del proceso antes de la implementación.....	18

4.2	Estado del proceso después de la implementación .....	20
4.2.1	Pilar de Mantenimiento Autónomo .....	20
4.2.2	Pilar de Mejora Enfocada .....	25
4.2.3	Pilar de Mantenimiento Planeado.....	35
4.2.4	Pilar Educación y Entrenamiento .....	38
4.2.5	Pilar SHE (Seguridad, Higiene y Medio Ambiente) .....	40
4.2.6	Pilar Mantenimiento de Calidad.....	40
4.2.7	Pilar Control Inicial.....	42
4.2.8	Pilar TPM Administrativo.....	44
5.	Resultados y discusión.....	47
6.	Conclusiones.....	49
	Referencias .....	50

# Implementación de la metodología del mantenimiento productivo total “TPM” para la producción de hielo en una planta empacadora de camarones.

Autor(es):

Jimmy Fernando López Cárdenas

## Resumen

---

En la empacadora que se realizó este proyecto, no cuenta con una metodología de trabajo, para mejorar sus procesos de producción. Aunque los procedimientos actuales cumplen con sus funciones, se tiene como objetivo la mejora en la productividad de la producción de hielo, que esta empacadora usa como materia prima en sus procesos de producción.

Este proyecto de tipo aplicativo se basó en la propuesta de mejorar la productividad del proceso de producción de hielo, mediante la implementación de la metodología del mantenimiento productivo total “TPM” en una empresa empacadora de camarones.

El documento se divide en varias secciones, comenzando con una sección introductoria que informa sobre el comportamiento de la producción de hielo en la planta empacadora de camarón. Luego describe el problema, los objetivos y la solución. En el apartado de método se establece el estado inicial y en base a los resultados obtenidos se utiliza un análisis de causa raíz con el plan de acción correspondiente, en el enfoque de Mantenimiento Productivo Total “TPM”, el cual se compara después de la implementación. Luego se analizaron los resultados. Finalmente, se ilustran las conclusiones mediante la implementación de los objetivos planteados.

La implementación de la metodología del mantenimiento productivo total “TPM” brinda a la empresa varios beneficios cómo: competitividad en el mercado, reducción de costos en los procesos, optimización de procesos, reducción de perdidas, y aumento de la productividad.

### **Palabras clave:**

Productividad, metodología, implementación, mejora continua, optimización.



## Abstract

---

In the packing house that this project was carried out, it does not have a work methodology to improve its production processes. Although the current procedures fulfill their functions, the objective is to improve the productivity of ice production, which this packer uses as raw material in its production processes.

This application type project was based on the proposal to improve the productivity of the ice production process, through the implementation of the total productive maintenance method "TPM" in a shrimp packing company.

The document is divided into several sections, starting with an introductory section that reports on the behavior of ice production in the shrimp packing plant. Then describe the problem, goals, and solution. In the method section, the initial state is established and based on the results obtained, a root cause analysis is used with the corresponding action plan, focusing on the Total Productive Maintenance "TPM", which is compared after the implementation. The results were then analyzed. Finally, the conclusions are illustrated through the implementation of the stated objectives.

The implementation of the total productive maintenance method "TPM" provides the company with several benefits such as: market competitiveness, cost reduction in processes, process optimization, loss reduction, and increased productivity.

**Keywords:**

Productivity, method, implementation, continuous improvement, optimization.

# 1. Introducción

---

Las empresas que están en el sector camaronero requieren el consumo de hielo para los diferentes procesos que tienen, ya sea para el transporte del camarón o en sus respectivos procesos dentro de la planta empacadora. Esta materia prima la pueden obtener de dos formas mediante una planta productora de hielo propia, o mediante la compra del hielo.

La planta de hielo que tiene la empacadora de camarones que se analizará en este Proyecto, está formada por un sistema de refrigeración, la cual se encarga de realizar la transferencia de calor y cuatro máquinas de hielo de marca North Star modelo M60CS, que transforman la mezcla de agua y sal en hielo tipo escama que caen sobre un cuarto denominado Silo de Hielo.

En la actualidad la alta demanda del camarón a nivel nacional e internacional ha ido creciendo en los últimos años por lo cual, las empresas quieren tener un producto competitivo en costos y calidad, para satisfacer a los clientes y consumidores. Con esta premisa buscan herramientas para mejorar sus procesos, mediante la mejora continua.

El interés de este proyecto es medir la productividad de la producción de hielo en la planta empacadora de camarones y mejorarla mediante la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”, que también se enfoca en la mejora de los diferentes procesos de una empresa, logrando identificar las anomalías actuales y desarrollar posibles soluciones utilizando los pilares de la metodología del “TPM”.

## 2. Determinación del Problema

---

En la empresa donde se realiza el proyecto se dedica a la exportación de camarón, en el cual una de sus materias primas es el hielo, la empresa cuenta con una planta de hielo propia y actualmente la demanda del hielo esta aumentado de tal forma que se requiere proyectos para mejorar la producción de hielo.

El proceso de la producción de hielo está a cargo del departamento de mantenimiento, el cual lleva un control registro de la producción de hielo y el plan de mantenimiento de los equipos, por medio del programa Dynamics office 365.

La planta de producción hielo trabaja las 24 horas del día, y es controlada por 1 operador en turnos de 8 horas, el cual tiene como responsabilidad ver los parámetros del sistema de refrigeración y la toma de lecturas del consumo de agua que entra a las máquinas productoras de hielo. El coordinador de mantenimiento realiza el reporte diario de producción de hielo, y el inventario de hielo almacenado en los silos de hielo. El despacho de la producción de hielo se lo realiza por medio de un requerimiento del departamento de logística, el cual suministra el hielo a los diferentes procesos de la planta.

En la actualidad no se tiene un sistema de gestión para la productividad del proceso de producción del hielo, tampoco un formato de inspecciones de las actividades que realiza el operador en el turno de trabajo y el plan de mantenimiento preventivo que se está utilizando es básico para las máquinas productoras de hielo y el sistema de refrigeración.

## 3. Marco teórico referencial

Esta propuesta de aplicar la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM” en la producción de hielo para una empacadora de camarones, pretende la optimización del proceso de producción y el aumento de la productividad (Suzuki, 1992). En este capítulo se detalla los de conceptos de la productividad, indicadores de gestión, la producción de hielo y la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”.

### 3.1 Productividad

La productividad como termino de medición es un indicador de gestión, que indica el estado del proceso productivo (Deming, 2013). Una forma de representar la productividad sería con la formula (Carro & Gonzáles, 2012):

$$Productividad = \text{Salidas/Entradas} \quad (1)$$

### 3.2 Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión son herramientas administrativas, que sirven para lograr una gestión eficaz y eficiente por medio de controles que permitan evaluar el desempeño de una empresa (Beltrán, 1998).

$$Eficiencia = \frac{Producción_{Real}}{Producción_{Nominal}} \quad (2)$$

$$Productividad = \frac{Producción_{Real}}{Horas\ de\ trabajo} \quad (3)$$

Por medio del indicador se pretende facilitar la administración de la producción del hielo en la empacadora de camarones, mediante los valores reales de producción del hielo, la producción nominal de las máquinas productoras de hielo y las horas de trabajo.

Los indicadores para la gestión de mantenimiento serán: El tiempo promedio entre fallas (MTBF) este indicador sirve para calcular que tan seguido falla el equipo (Moubray, 2004), el tiempo promedio para reparación (MTTR) por medio de este indicador se puede estimar el tiempo de reparación individual de las anomalías que se detectan en los equipos y no se considera el tiempo de reparación del mantenimiento preventivo (National Aeronautics and Space Administration, 2008), y la disponibilidad que sirve para indicar el tiempo operativo del equipo (Tavares, 1999). Estos indicadores se pueden calcular mediante las siguientes formulas (González, 2010):

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo}_{total} - \text{Tiempo}_{reparación} - \text{Tiempo}_{inutilización}}{\text{Número de paras}} \quad (4)$$

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo}_{reparación}}{\text{Número de paras}} \quad (5)$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \quad (6)$$

### 3.3 Producción de hielo

El tipo de hielo que se produce es tipo escama para las plantas empacadoras de camarón, las materias primas que se usan es agua potable mezclada con sal, por medio de un dosificador de sal, la mezcla pasa por un tanque tambor refrigerado el cual convierte la mezcla de agua y sal de estado líquido al estado sólido, formando una película de hielo que por medio de un raspador es retirado de las paredes del tanque tambor y cae sobre al almacén directamente.

Luego el departamento de logística realiza una solicitud de retiro de hielo, para los diferentes procesos de la planta.

## 3.4 Metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”

El Mantenimiento Productivo Total es una metodología orientada a la optimización de recursos y activos a través de la eliminación total de pérdidas, en el cual se logra identificar las pérdidas existentes entre la condición ideal y la condición real, para poder establecer metas de recuperación (Gómez, 2015). También genera un cambio cultural en la empresa, a través del aprendizaje continuo, con el involucramiento de todas las áreas y departamentos en busca de un flujo perfecto hacia el consumidor (González, 2008).

### 3.4.1 Pilar Mantenimiento Autónomo

Es el conjunto de actividades desempeñadas diariamente por los operadores de los equipos para mantener las condiciones básicas del equipo y evitar el deterioro del equipo, las cuales se describen cómo: Inspección, lubricación y ajustes (Suzuki, 1992), en la figura 1 muestra el paso a aplicar para la producción de hielo.

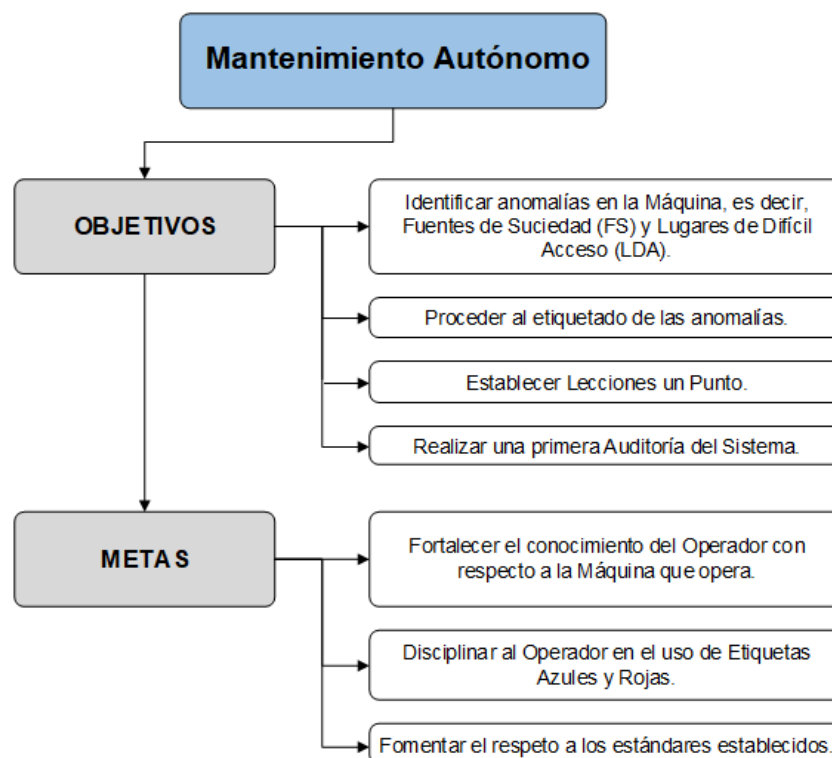


Fig. 1: Mantenimiento Autónomo

### 3.4.2 Pilar Mejora Enfocada

La mejora enfocada tiene como objetivo aumentar la productividad, por medio de la identificación de la productividad ideal, la productividad real, así como también identificación de las pérdidas y a eliminarlas (Torres, 2004).

Para la eliminación perdidas se pueden usar varias metodologías que pueden ser:

a) 5W+2H, El 5W representan lo que sería en inglés: What (Qué); When (Cuando); Where (Dónde); Who (Quién); Which (Cuál); How (Cómo); How much (Cuanto) (Herfried Kohl, 2020).

b) Diagrama de Ishikawa, se puede representar como las 6M; Método; Medida; Máquina; Medio ambiente; Mano de obra; Material (Tarí, 2000).

c) 5W, En este método cada W representa un ¿Por qué?, en cada etapa del fenómeno de manera sucesiva para encontrar la causa raíz (Oliveira, 2020).

d) QC Story es una metodología estructurada para identificar problemas y eliminarlas, mediante análisis de causas efectos y raíces (Galgano, 1995).

e) SMED (Single Minute Exchange of Die) es una metodología que se la realiza en 3 etapas: 1) Reorganizar las tareas internas y externas; 2) Convertir tareas internas en tareas externas; 3) Simplificar las tareas internas y externas (Shingo, 1985).

### 3.4.3 Pilar Mantenimiento Planeado

El mantenimiento planeado tiene como objetivo garantizar que los equipos cumplan de forma óptima el proceso de producción y la eficiencia de costos de mantenimiento (Gomez, 2015).

### 3.4.4 Pilar Educación y Entrenamiento

En el pilar de se enfoca en conocer las fortalezas y debilidades del personal, para que por medio de un plan de capacitación y entramiento puedan ejecutar las tareas asignadas de la forma más eficiente (Nakajima, 1992). En este pilar se puede usar la

matriz de habilidades para conocer las habilidades que se requieren para ejecutar el trabajo y las competencias del personal que ejecutará las tareas, para así trabajar en sus debilidades (Jurgen, 2014).

### Pilar SHE (Seguridad, Higiene y Medio Ambiente)

El pilar SHE, generar la cultura de trabajar con conciencia en la seguridad, higiene y medio ambiente, para ello el personal debe tener conceptos básicos SHE. Así como también que los trabajos sean ejecutados en un ambiente seguro para el personal y para el medio ambiente (Torres, 2004).

### 3.4.5 Pilar Mantenimiento de Calidad

Mantenimiento de calidad consiste en el desarrollo de operaciones con el propósito de orientar que los equipos trabajen en las óptimas condiciones y prevenir defectos de calidad. Si el equipo tiene un correcto mantenimiento y operación, se logrará la calidad óptima en los productos procesados (Nakajima, 1992). Con la información se debe hacer un análisis estadístico para decidir el camino correcto para ejecución de acciones preventivas evitando desviaciones de calidad en el proceso productivo (Monje, 2011).

### 3.4.6 Pilar Control Inicial

El pilar de control inicial tiene como objetivo adelantarse al requerimiento de los clientes y consumidores, y poderlas proveer sus necesidades por medio de proyectos que otorguen un aumento en la calidad de los productos, reducción de costo, y de rápida fabricación (Gomez, 2015). También la identificación de problemas en las primeras etapas de un proyecto, debido a que estos si no se resuelven pueden convertirse en una pérdida crónica de producción (Torres, 2004).

### 3.4.7 Pilar TPM Administrativo

El pilar TPM administrativo tiene como objetivo mejorar los procesos administrativos a fin de brindar un servicio de calidad para los clientes. También analizar los procesos administrativos para identificar y eliminar sus pérdidas, y continuar con la mejora continua (Suzuki, 1992).



### 3.4.8 Metodología 5's

Es una metodología con 5 principios japoneses cuyas palabras comienzan con la letra S, las cuales son: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarizar), y Shitsuke (Disciplina), las cuales direccionan a mantener una planta limpia y ordenada (Rey, 2005).

a) Seiri (Clasificación): Tiene como objetivo mantener el sitio de trabajo con las herramientas necesarias y separar de las cosas que puedan obstaculizar las actividades (Equipo de Desarrollo de Productivity Press, 1995).

b) Seiton (Orden): El objetivo es organizar el espacio de trabajo para mejorar de la seguridad, salud laboral y la productividad (Tavares, 1999).

c) Seiso (Limpieza): El propósito es optimizar la limpieza en el puesto de trabajo (Díaz & Noriega, 2017).

d) Seiketsu (Estandarizar): El objetivo es evitar que aparezca suciedad, y la falta de orden, aplicando procedimientos para el cumplimiento de las 3 primeras S (Socconini & Barrantes, 2020).

e) Shitsuke (Disciplina): El propósito es mantener el compromiso y disciplina con la metodología para la mejora continua a nivel personal y en la empresa (Mora, 2009).

## 4. Materiales y metodología

El tipo de investigación en el que se basará este proyecto es cuantitativo, ya que el proceso utilizará datos obtenidos a través de registros de control que describen la cantidad de incidentes que ocurren cada día. Se ofrecerá la solución más adecuada para el proyecto. El nivel de investigación es aplicativo, ya que la investigación se basará en proyectos, teorías y/o métodos existentes que sustentarán la propuesta de mejoras utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”.

En la primera etapa del proyecto, con la ayuda del método deductivo, se analizará la situación de la empresa antes de la implementación, y utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”, se determinará el nivel crítico, se calificará el proceso de evaluación de la productividad de la producción de hielo en la empacadora de camarón. Luego de implementar la metodología 5, se evalúa por el método deductivo y se compara con el método del tamaño del efecto.

### 4.1 Estado del proceso antes de la implementación

Este caso de estudio utilizará como ejemplo el proceso de producción de hielo, y las mediciones se realizarán asumiendo situaciones críticas que afectan directamente el control del proceso.

La planta empacadora tiene como materia prima el hielo tipo escama, para lo cual tiene una planta productora de hielo que consta del sistema de refrigeración la cual se encarga de realizar la transferencia de calor y cuatro máquinas de hielo de marca North Star modelo M60CS, que transforman la mezcla de agua y sal en hielo tipo escama que caen sobre un cuarto denominado Silo de Hielo, como ubicación técnica, la figura 2 muestra un diagrama esquemático del sistema de producción de hielo.

## SISTEMA DE PRODUCCION DE HIELO

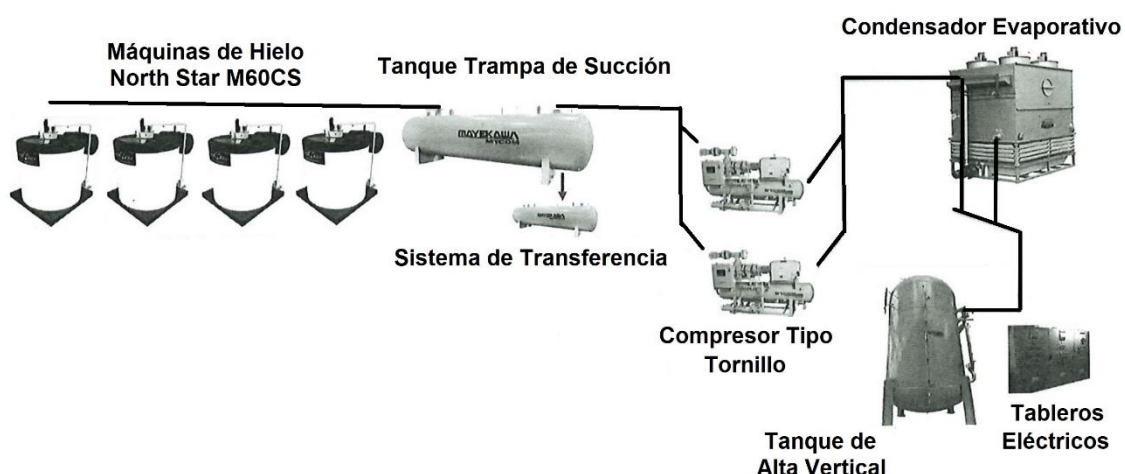


Fig. 2: Sistema de producción de hielo inicial

En la Tabla 1 se muestra los datos históricos que se tienen de la producción de hielo, y el respectivo cálculo de la productividad de la producción de hielo.

Tabla 1

Histórico de la producción de hielo año 2021

MAQ.	D. PRO [Días]	MAQ. OP [Días]	META [TN-Hielo]	PRODUCCION [TN-Hielo]	PRODUCTIVIDAD [TN/Hora]
M3	365	361	10830	5964	0,6883
M4	365	361	10830	6320	0,7295
M5	365	360	10800	6164	0,7134
M6	365	355	10650	6379	0,7487
<b>PROM.</b>	<b>365</b>	<b>359</b>	<b>10778</b>	<b>6207</b>	<b>0,7200</b>

Nota: La tabla muestra los días del año, días en que las máquinas estaban operativas, la meta de producción de hielo, la producción de hielo y su productividad.

En la figura 3 se muestra el resultado de los indicadores principales que intervienen en la producción de hielo

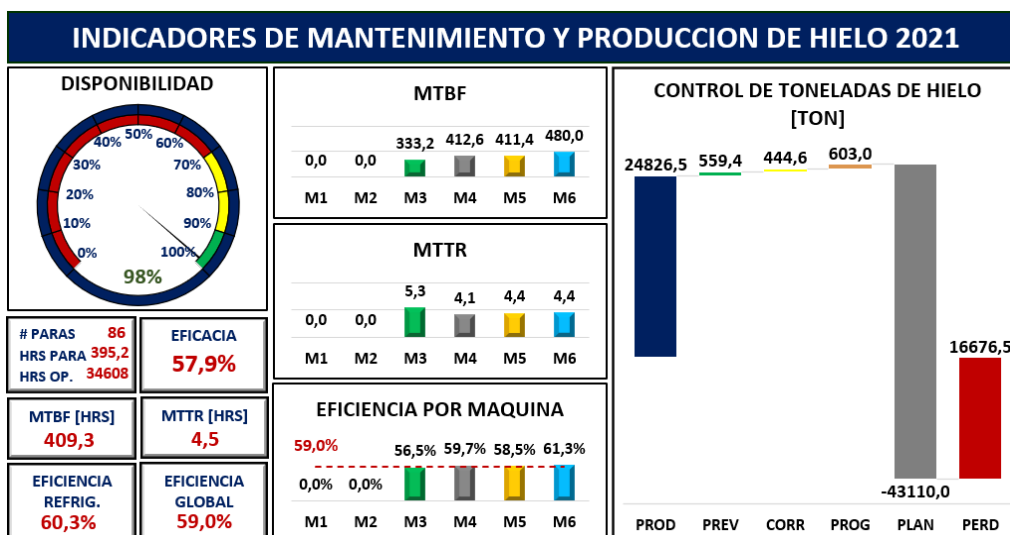


Fig. 3: Indicadores de mantenimiento en la condición inicial

## 4.2 Estado del proceso después de la implementación

### 4.2.1 Pilar de Mantenimiento Autónomo

Se determinó las fuentes de suciedad y la medida correctiva del equipo cómo se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Tabla de fuentes de suciedad y lugares de difícil acceso

Tipo	Tipo	Zona	Efecto	Medida Correctiva	Evidencia Fotográfica
FDS-1	Fuente de Suciedad	Tubería del sensor de nivel	Derrame de líquidos	TA-000000001 (Fig. 4) Bandeja recolectora de condensado, ver Tabla 3	Figura 6
LDA-1	Lugar de difícil acceso	Recibido de agua	Derrame de líquidos	TR-000000001 (Fig. 5) Válvula de Purga, ver Tabla 4	Figura 7

Nota: La tabla muestra la Fuente de suciedad y el lugar de difícil acceso que se tiene en los equipos de producción de hielo.

ETIQUETA - TPM PERSONAL OPERATIVO	
ID DE LA TARJETA (DIGITADOR)	TA-000000001
LOCALIDAD TECNICA	CUARTO DE MAQUINAS DE HIELO
EQUIPO	MAQUINA DE HIELO # 3
COMPONENTE	TUBERIAS DE LAS MAQUINAS
TURNO	1
FECHA	22/2/2023
NOMBRE	CARLOS DEMERA
PRIORIDAD	ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input checked="" type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE ANOMALIA:</b> <input type="checkbox"/> A. Fuga de aceite <input type="checkbox"/> G. Piezas sueltas <input type="checkbox"/> B. Fuga de agua <input type="checkbox"/> H. Desgaste del componente <input type="checkbox"/> C. Fuga de aire <input type="checkbox"/> I. Componente dañado <input type="checkbox"/> D. Cable o tubería dañada <input type="checkbox"/> J. Exceso de grada <input type="checkbox"/> E. Vibración o ruido anormal <input type="checkbox"/> K. Lugar de difícil acceso <input checked="" type="checkbox"/> F. Exceso de polvo o suciedad <input type="checkbox"/> Otro _____	
<b>DESCRIPCION DE LA ANOMALIA:</b> AREA DE MAQUINAS DE HIELO PRESENTA DERRAMES DE AGUA POR CONDENSADO DEL EQUIPO	
¿ Se relaciona con algún tipo de pérdida?    Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	
Tipo de pérdida: _____	

Fig. 4: Tarjeta azul para problemas operativos

ETIQUETA - TPM PERSONAL OPERATIVO	
ID DE LA TARJETA (DIGITADOR)	TR-000000001
LOCALIDAD TECNICA	CUARTO DE MAQUINAS DE HIELO
EQUIPO	MAQUINA DE HIELO # 3
COMPONENTE	TUBERIAS DE LAS MAQUINAS
TURNO	1
FECHA	22/2/2023
NOMBRE	LUIS PARRA
PRIORIDAD	ALTA <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/>
<b>TIPO DE ANOMALIA:</b> <input type="checkbox"/> A. Fuga de aceite <input type="checkbox"/> G. Piezas sueltas <input checked="" type="checkbox"/> B. Fuga de agua <input type="checkbox"/> H. Desgaste del componente <input type="checkbox"/> C. Fuga de aire <input type="checkbox"/> I. Componente dañado <input type="checkbox"/> D. Cable o tubería dañada <input type="checkbox"/> J. Exceso de grada <input type="checkbox"/> E. Vibración o ruido anormal <input type="checkbox"/> K. Lugar de difícil acceso <input type="checkbox"/> F. Exceso de polvo o suciedad <input type="checkbox"/> Otro _____	
<b>DESCRIPCION DE LA ANOMALIA:</b> PROBLEMAS CON FUGA DE AGUA EN EL MOTOREDUCTOR DE LA MAQUINA DE HIELO # 3	
¿ Se relaciona con algún tipo de pérdida?    Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	
Tipo de pérdida: _____	

Fig. 5: Tarjetas rojas para problemas de mantenimiento

Tabla 3

Matriz E-C-R-S para fuentes de suciedad Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

MATRIZ E-C-R-S PARA FUENTES DE SUCIEDAD (FDS)				
AREA	CUARTO DE MAQUINAS DE HIELO		FECHA	25/2/2022
MAQUINA	MAQUINA DE HIELO # 3		EVALUADOR	Jimmy López
CATEGORIA	RUBRO	TARJETA:	TA-000000001	Area sucia por condensado de agua
ACCIONES CONTRA LAS FUENTES DE SUCIEDAD	¿Dóne se ve?	En las tuberías donde esta el sensor de nivel		
	Estado de la FDS	Problema continuo, obesevado en el recorrido		
	¿Qué lo hace sucio?	Hielo en la tubería		
	¿Cuándo ocurre?	Durante el proceso de producción		
	¿Cómo es?	Bloque de hielo formado en la tubería		
	¿Por qué sucede?	La temperatura de la tubería es muy baja produciendo un bloque de hielo alrededor		
CLAVES PARA MEJORAR (E-C-R-S)	Eliminar			
	Contener	X	Contener el condensado del agua en la tuberías con una bandeja que lleven al reservorio de agua para la producción de hielo	
	Reemplazar			
	Simplificar			

Nota: La tabla muestra la Fuente de Suciedad y la acción correctiva.

Tabla 4

Matriz E-C-R-S para lugares de difícil acceso

MATRIZ E-C-R-S PARA LUGARES DE DIFICIL ACCESO (LDA)				
AREA	CUARTO DE MAQUINAS DE HIELO		FECHA	26/2/2022
MAQUINA	MAQUINA DE HIELO # 3		EVALUADOR	Jimmy López
CATEGORIA	RUBRO	TARJETA:	TR-000000001	Area sucia por fuga de agua
ACCIONES CONTRA LOS LUGARES DE DIFICIL ACCESO	¿Qué es lo difícil?	Limpiar las fugas de agua en el motoreductor de la máquina de hiel		
	¿Por qué es difícil?	Es trabajo en altura, se necesita escalera y se ensucia con frecuencia		
CLAVES PARA MEJORAR (E-C-R-S)	Eliminar			
	Contener			
	Reemplazar	X	Instalar una valvula de purga y hacer un estándar de trabajo para la frecuencia de purga de agua en el recibidor de agua	
	Simplificar			

Nota: La tabla muestra el lugar de difícil acceso y la acción correctiva.



*Fig. 6: Instalación de bandeja recolectora de condensado*



*Fig. 7: Válvula purgadora de agua*

Para el control del Mantenimiento autónomo se lleva un control de los puntos claves a revisar por turno de forma diaria para prevenir fallos de los equipos, cómo se puede observar en la figura 8.

		<b>CONTROL MÁQUINAS DE HIELO</b>		CÓDIGO: R-MA-10 VERSIÓN: 03 EMISIÓN: 18-01-2017 REVISIÓN: 15-11-2021 PÁGINA: 1/1
FECHA	20/01/2023	MÁQ. #	6	
OPERADOR	Borlas Dum	MARCA	NOORHT STAR	
TURNO	NOCHE	MODELO	H 60	
ACTIVIDAD	CONFORMIDAD		OBSERVACIONES	
	SI	NO		
SAL	✓			
NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR #1	3/4			
NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR #2	3/4			
LIMPIEZA FILTRO DE AGUA	✓			
AGUA EN LAS REGADERAS	✓			
TRABAJA FLOAT SWITCH	✓			
ESTADO DE LA BANDA DEL REDUCTOR	Buena			
BOMBA DE AGUA	✓			
MEDIDOR DE AGUA	✓			
VÁLVULA SOLENOIDE	✓			
PURGA DE ACEITE	✓		solo se usó a por	
 REALIZADO POR		 REVISADO POR		

Fig. 8: Control de máquinas de hielo

La figura 9 muestra las referencias de los estándares de trabajo que se tiene en el pilar del Mantenimiento Autónomo.

Referencias de estándares de trabajo					
Frecuencia	Cada Turno	Cada día	Cada semana	Cada 2 semanas	Cada 4 semanas
	[T]	[D]	[S]	[2S]	[4S]
					
Equipo de Protección Personal	Guantes 	Mascarillas 	Métodos	Visual 	Manual 
Herramientas	Brocha 	Alcohol 		Esponja 	Solvente 
	Trapo 	Agua 	Espátula 	Llave allen 	Escoba 
	Desengrasante 	Aspiradora 			

Fig. 9: Referencias de estándares de mantenimiento



## 4.2.2 Pilar de Mejora Enfocada

En este pilar tomó como referencia las condiciones de diseño de las máquinas de hielo, y se procedió al análisis del estado inicial, el estado actual y la meta de las máquinas productoras de hielo.

En la figura 10 muestra el diagrama causa-efecto para identificar los problemas que se tenían antes de iniciar la implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total. Considerando los valores históricos que las máquinas producen 17.3 toneladas de hielo por día.

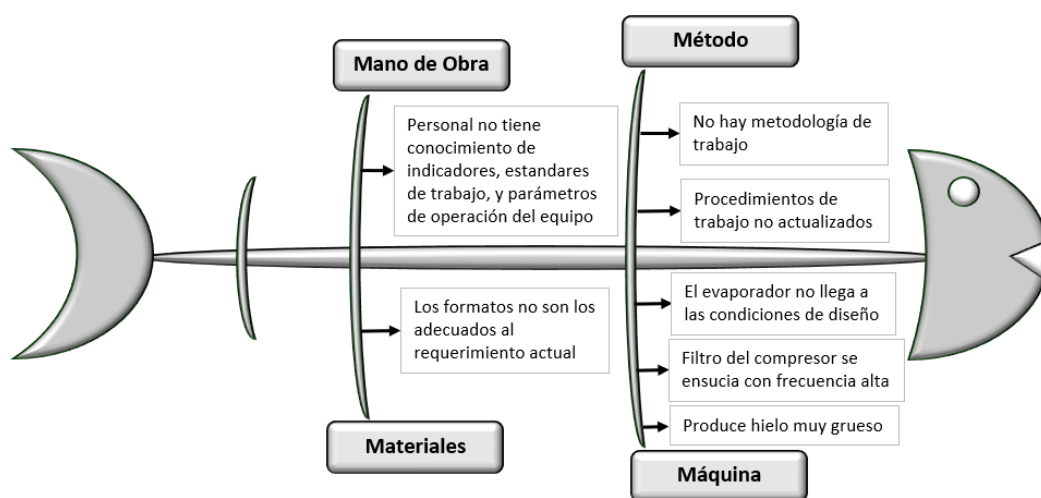


Fig. 10: Diagrama de causa-efecto de factores que afectan a la productividad de la producción de hielo

Por medio del diagrama de Ishikawa, se procedió a realizar el análisis de causa de raíz para las diferentes causas que afectan a la producción de hielo.

**Mano de Obra.-** Personal no tiene conocimiento de indicadores, estándares de trabajo, y parámetros de operación del equipo, la figura 11 muestra el análisis de causa raíz del problema de mano de obra.

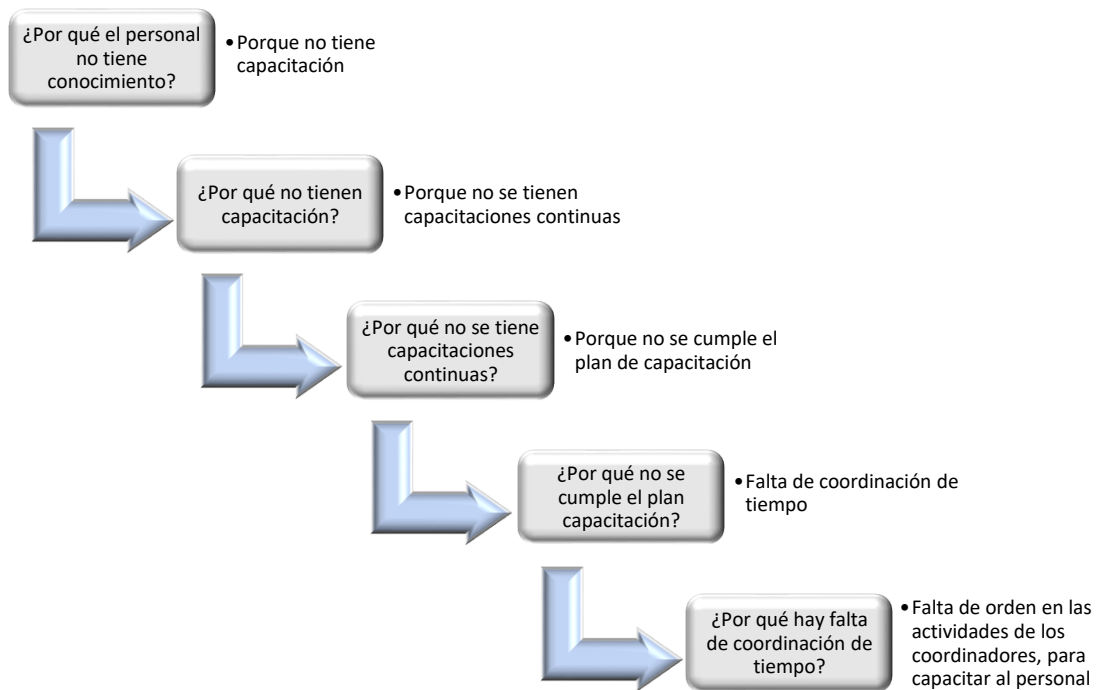



Fig.11: Análisis de los 5 ¿Por qué? Por la falta de conocimiento

Cómo causa raíz de la falta de conocimiento del personal de mantenimiento y operadores, es debido a que los coordinadores de mantenimiento no cumplen el plan de capacitación interno por falta de coordinación de sus actividades diarias.

Se realizó una capacitación de indicadores de gestión y parámetros de operación, cómo se puede observar en la figura 12.

		REGISTRO ASISTENCIA A CAPACITACIÓN		CÓDIGO: R-TH-09 VERSIÓN: 03 EMISIÓN: 11-05-2017 REVISIÓN: 27-01-2020 PÁGINA: 1
SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD				
FECHA: 06/04/2022		DURACIÓN: 03H00		
NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN: Indicadores de Mantenimiento y Parámetros de Operación				
EXPOSITOR: Ing. Ruben MIPANOS - JOFFE GARNICA Johnny Menoscal				
No.	CÉDULA / PASS	NOMBRE	CARGO	FIRMA
1	1307849263	HERNANDEZ Jose	Soldador	[Firma]
2	0925156630	VICTOR CORNE	Mecanica linea	[Firma]
3	0924623853	MARIO ARPATA	MEC. CLASIFICACION	[Firma]
4	0920089709	SAAI Mejia	COORD. MAUT.	[Firma]
5	0916819576	RICHARD NAVARRE	CASITEXU	[Firma]
6	091730794-0	Luis Williams	SOLDADOR	[Firma]
7	0920016392	LUIS PILOSO	SOLDADOR	[Firma]
8	0931744366	Adrian Gonzalez	Op. Congelacion	[Firma]
9	100364221-0	Michael Sanchez	Op. Congelacion	[Firma]
10	094043494-7	Elin Domero	Op. de hielo	[Firma]
11	0928884430	Edub Gony	Mech Electrico	[Firma]
12	0931018451	Franco Ramirez	Electricista	[Firma]
13	0802649244	Morcial barbara	operador tunnel	[Firma]
14	1205078098	Luis Parra	operador helera	[Firma]
15	1314443464	Darwin Tola	Operador Congelacion	[Firma]
16	0954365433	Jorday Medina	Mec Clasificadora	[Firma]
17	092682036-2	Paula Zambor	Electrica	[Firma]
18	1308076270	William Pizar	operador Tunnel	[Firma]
19	0914564802	Carlos Zamora	Operador Ptar	[Firma]
20	0930679725	Jonathan Moral	Mecanico, electrico	[Firma]
21	092077490-8	Johnny Menoscal	Coord. Mantenimiento	[Firma]
22	0906815121	Ing. Joffe Garnica	Jefe de Mantenimiento	[Firma]

**COFIMAR S.A.**

**JHONNY MENOSCAL**  
 COORDINADOR MANTENIMIENTO  
 FIRMA EXPOSITOR  
 NOMBRE EXPOSITOR  
 EXPOSITOR

Fig. 12: Capacitación de indicadores de mantenimiento y parámetros de operación.

**Materiales.-** Los formatos no son los adecuados al requerimiento actual, la figura 13 muestra el análisis de causa raíz del problema de Materiales.



Fig. 13: Análisis de los 5 ¿Por qué? Por la falta de conocimiento.

Se actualizaron los formatos de inspección y control de equipos, adaptados al requerimiento actual, cómo se puede observar en la figura 8, 14 y 15.

COFIMAR® The freshest shrimp, always!		CONTROL DE PRODUCCIÓN DE HIELO						CÓDIGO: R-MA-03
								VERSIÓN: 05
								EMISIÓN: 18-01-2017
								REVISIÓN: 14-06-2022
								PÁGINA: 1/1
FECHA: 30 - 12 - 2022								
CONSUMO DE AGUA								
HORA	MÁQUINA 1	MÁQUINA 2	MÁQUINA 3	MÁQUINA 4	MÁQUINA 5	MÁQUINA 6	MÁQUINA 7	OBSERVACIONES
8H00			7837	3457,15	7458,39	7719,99		
10H00			7840	3459,23	7460,34	7721,54		
12H00			7842	3461,25	7462,32	7723,14		
14H00			7844	3462,23	7464,10	7724,74		
16H00			7846	3465,27	7465,98	7726,34		
18H00			7848	3467,30	7467,83	7727,80		
20H00			7850	3469,14	7469,53	7729,20		
22H00			7852	3471,20	7471,45	7730,80		
24H00			7855	3473,39	7473,34	7732,65		
02H00			7857	3475,60	7475,32	7734,68		
04H00			7859	3477,81	7477,30	7736,72		
06H00			7862	3479,94	7479,33	7738,84		

10 B. 100 UNID.

OPERADOR DÍA: Elena Domínguez  
 OPERADOR NOCHE: Luis Romo  
 COFIMAR S.A. COORDINADOR MANTENIMIENTO  
 REVISADO POR:

Fig. 14: Actualización del control de la producción de hielo.



CONTROL DE COMPRESORES DE TORNILLO

CÓDIGO: R-MA-02  
 VERSION: 04  
 EMISIÓN: 18-01-2017  
 REVISIÓN: 30-08-2021  
 PÁGINA: 1/1

FECHA: 20-01-2022 TURNO: 1 OPERADOR: Luis Pan Lumbra REVISADO POR: MENOSCAL

HORA	H.F	AMP	PR. SUC	TEM. SUC	PR. DES	TEM. DES	PR. ACEITE	TEM. ACEITE	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
08:00	42838	270	4	-21	202	83	190	62	98	
10:00	42840	269	5	-20	204	83	191	63	98	
12:00	42842	281	5	-20	204	83	192	63	98	
14:00	42844	284	5	-19	204	83	192	62	98	
16:00	42846	261	6	-19	203	83	191	62	97	
18:00	42848	265	4	-19	203	84	191	62	99	
20:00	42850	261	4	-19	202	83	190	62	99	
22:00	42852	263	4	-20	201	83	189	62	99	
24:00	42854	261	3	-21	200	82	189	62	99	
02:00	42856	263	3	-21	200	82	188	62	99	
04:00	42858	260	3	-21	198	82	187	62	99	
06:00	42860	258	3	-21	197	82	196	62	97	

HORA	H.F	AMP	PR. SUC	TEM. SUC	PR. DES	TEM. DES	PR. ACEITE	TEM. ACEITE	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
08:00	4206	287	5	-22	203	86	194	69	99	
10:00	4308	260	8	-19	204	82	194	68	90	
12:00	4310	228	9	-19	204	82	190	68	83	
14:00	4312	243	8	-19	205	84	193	68	89	
16:00	4314	248	7	-19	205	84	194	68	93	
18:00	4316	236	7	-19	204	84	193	68	98	
20:00	4318	241	6	-20	202	85	192	69	99	
22:00	4320	253	3	-21	201	86	192	69	99	
04:00	4322	261	4	-22	200	87	191	69	99	
02:00	4324	270	3	-22	200	87	191	69	99	
04:00	4326	267	5	-23	200	86	190	69	100	
06:00	4328	265	5	-23	200	86	190	69	100	

Fig. 15: Actualización del control de operación del sistema de frío.

**Métodos.-** No hay metodología de trabajo y los procedimientos de trabajo no actualizados, la figura 16 y 17 muestra el análisis de causa raíz del problema de Métodos.

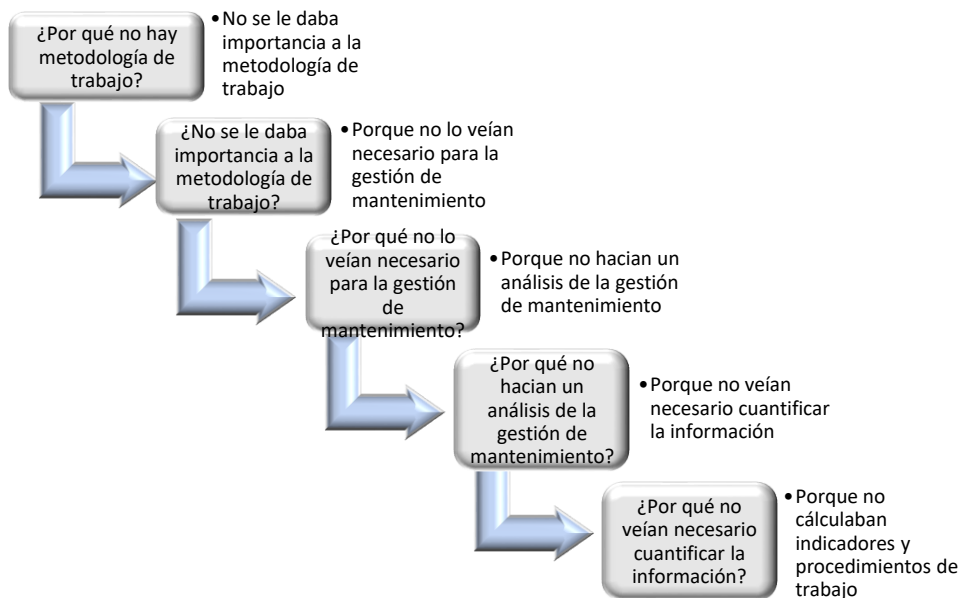


Fig. 13: Análisis de los 5 ¿Por qué? Por la falta de metodología.

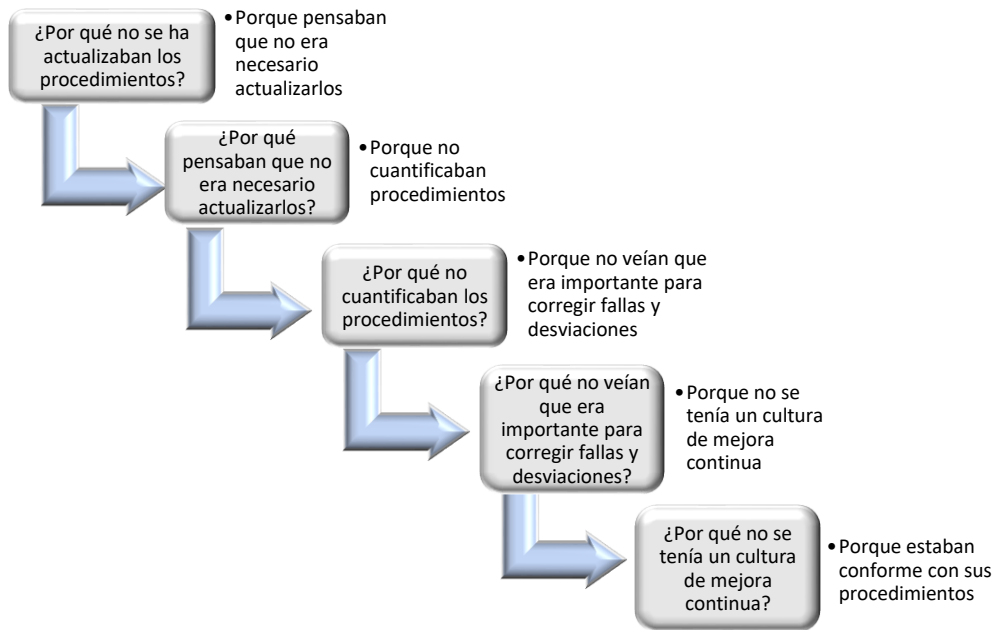


Fig. 17: Análisis de los 5 ¿Por qué? Por la falta de actualizar los procedimientos.

La figura 18, muestra la portada del manual de mantenimiento creado para la empacadora de camarones.

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	CÓDIGO:	M-MA-01
		VERSIÓN:	00
		EMISIÓN:	15-11-2021
		REVISIÓN:	15-11-2021
		PÁGINA:	1/54

**MANUAL  
DE  
MANTENIMIENTO  
  
COFIMAR. S.A.**

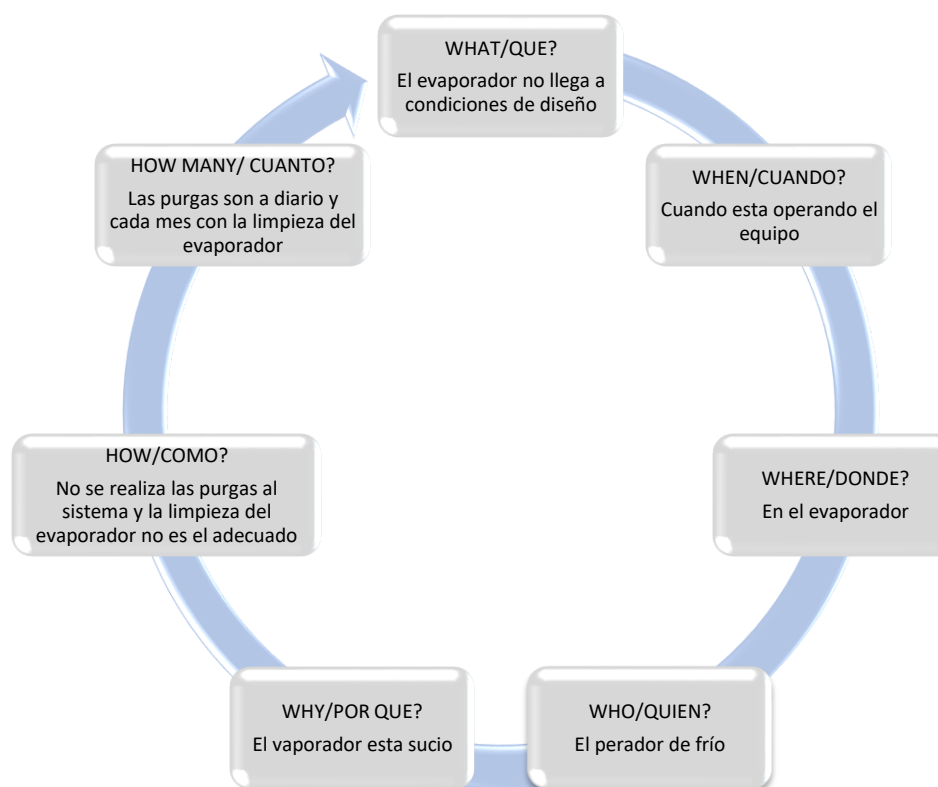
**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Fig. 18: Manual de procedimientos.

**Máquina.-** Se detectaron los siguientes problemas:

- a) El evaporador no llega a las condiciones de diseño.
- b) Filtro del compresor se ensucia con frecuencia alta.
- c) Produce hielo con espesor de 2 [mm] y debería ser 1.5 [mm].

Para el problema del evaporador que no llega a las condiciones de diseño, se realizó un análisis de causa raíz por el método de 5W+2H, como se puede observar en la figura 19.



*Fig. 19: Análisis 5W+2H para el problema del evaporador.*

Dando como causa raíz que el problema era la falta de purga del sistema y una correcta limpieza del evaporador.

En la tabla 5 se puede observas las condiciones de diseño que tienen las máquinas productoras de hielo.

Tabla 5

Condiciones de diseño para máquinas de hielo North Star M60

CONDICIONES DE DISEÑO PARA MAQUINAS DE HIELO NORTH STAR MODELO M60	
Tipo de congelación	Congelación Superficial
Capacidad de producción de hielo	30 [TN/día] ± 1,5 [TN/día]
Temperatura del evaporador	-30 [°C]
Espesor del hielo	1,5 [mm]
Tipo de refrigerante	NH3
Temperatura del agua	27 [°C]

Nota: La tabla muestra los parámetros de diseño para la producción de hielo.

Con esta información se revisó la temperatura antes de la implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”. En la figura 20 se puede observar la relación de la productividad de la producción de hielo con la temperatura del evaporador que tiene 21.36 [°C]. Con este gráfico también se puede observar que se tiene otros problemas aparte de la temperatura del evaporador.

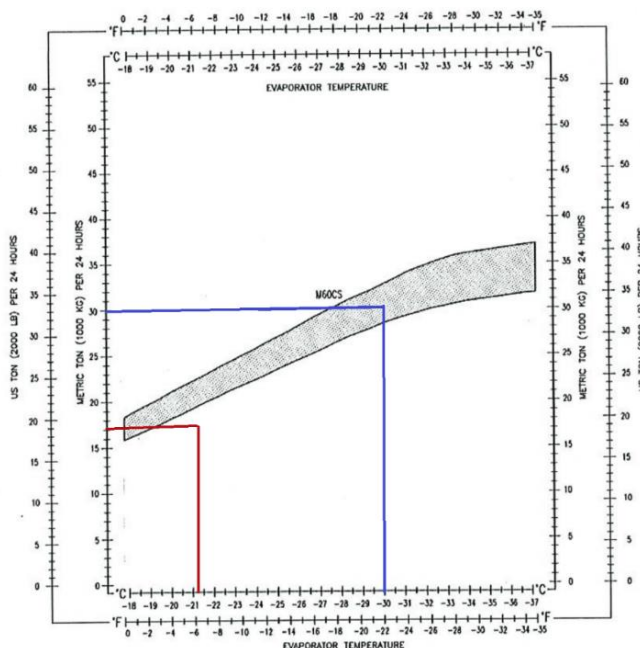
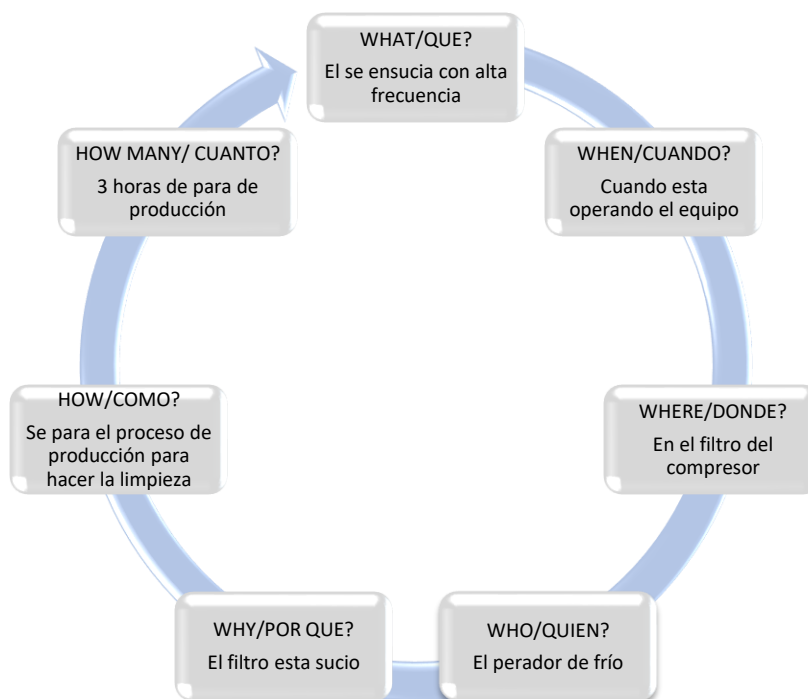


Fig. 20: Parámetro de operación de máquinas de hielo.



Para el problema del filtro del compresor que se ensucia con alta frecuencia, se realizó un análisis de causa raíz por el método de 5W+2H, como se puede observar en la figura 21.



*Fig. 21: Análisis 5W+2H para el problema del filtro del compresor.*

Para este problema se utilizó la metodología SMED, para reducir el tiempo de para de producción de este equipo por cambio de filtro. Se modificó el sistema para que haya un filtro adicional en paralelo, la figura 22 muestra el antes de la implementación del nuevo filtro en paralelo, la figura 23 muestra el después de la implementación del filtro en paralelo.

Con esto se logró una reducción de para del equipo de 180 min a de 8.75 min, y así otorgando más tiempo de producción de hielo y reducción de tiempo de para por mantenimiento preventivo.



*Fig. 22: Antes de la implementación del filtro en paralelo.*



*Fig. 23: Después de la implementación del filtro en paralelo*

Para el problema del hielo con grosor fuera del estándar se realizó el análisis por medio de la metodología 5W+2H, como se observa en la figura 24.



Fig. 24: Análisis 5W+2H para el problema del hielo grueso.

Por medio del análisis de causa raíz para el problema de la producción de hielo grueso, se calculó el diámetro de la polea para que pueda realizar el raspado del hielo de 2 [RPM] a 2.5 [RPM], así obteniendo el espesor de hielo adecuado para la producción de hielo.

#### 4.2.3 Pilar de Mantenimiento Planeado

En el pilar de Mantenimiento Planeado se calificó por rangos a los equipos de la planta, dando como resultados que las máquinas productoras de hielo tienen el rango A y los compresores del sistema de refrigeración con rango AA como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Matriz E-C-R-S para lugares de difícil acceso

Rango	Importancia	Rango de mantenimiento	Regimen de mantenimiento		
			TBM	CBM	BM
AA	Los equipos mas importante para lograr la meta de producción (3%-5% del total de equipos de rango A)	PM, clase especial	○	●	
A	Los equipos importantes para lograr la meta de producción	PM, clase 1	●	○	
B	Seguido de en prioridad del rango A	PM, clase 2	○		○
C	Baja prioridad	BM			○

●	Alta prioridad
○	Prioridad

Nota: La tabla muestra el rango con sus respectivos criterios. TBM (Mantenimiento Basado en el Tiempo), CBM (Mantenimiento Basado en la Condición) y BM (Mantenimiento por para de máquina).

En la figura 25 se muestra el diagrama de flujo para la valorización del rango de los equipos de mantenimiento.

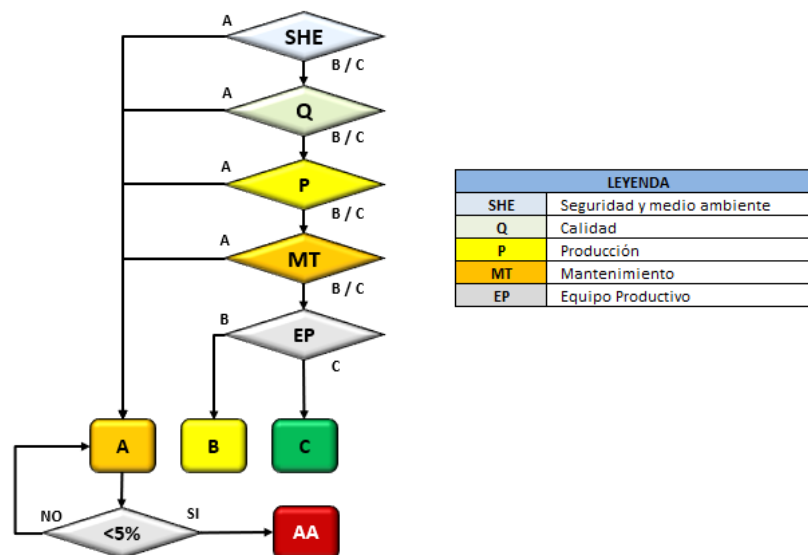


Fig. 25: Diagrama de flujo para el rango de criticidad de equipos de mantenimiento.

En la tabla 7 se muestra el plan de Mantenimiento para las máquinas de hielo, con sus respectivos códigos del estándar, descripción, frecuencia, estado del equipo y el responsable del Mantenimiento.

Tabla 7

Plan de Mantenimiento Preventivo de Máquinas de Hielo North Star

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO:	MAQUINAS DE HIELO # 3			
MARCA:	NORTH STAR			
MODELO:	M60			
LOCALIZACIÓN:	SILO # 1			
ESTANDAR DE INSPECCIÓN	DESCRIPCION	FRECUENCIA	ESTADO	RESPONSABLE
EI-DIA-MAR-MDH-001	Inspeccionar si hay boquillas obstruidas en los anillos de agua. Si están obstruidas limpie las boquillas y los anillos de agua según sea necesario, asegurándose de que el flujo de agua este estable en la superficie de congelamiento.	DIARIO	MARCHA	Técnico
	Revisión del tanque de recirculado, drene el agua del tanque y vuelva a llenarlo con agua dulce. Si el generador de hielo esta funcionando, extraiga la toma de agua para derrames y deje que el nivel de agua drene hasta la parte superior de la carcasa del propulsor de la bomba de agua, pero no mas abajo, asegúrese de eliminar las particulas o los desechos que se encuentran en el tanque de agua debajo del desagüe.	DIARIO	MARCHA	Técnico
	Revisión del nivel de aceite. ( si hay diferencia de tono - apague la máquina y revise la caja reductora central)	DIARIO	MARCHA	Técnico
	Revisión del estado del capuchón	DIARIO	MARCHA	Técnico
	Revisión del drenaje en la caja reductora.	DIARIO	MARCHA	Técnico
EI-SEM-MAR-MDH-001	Verifique el nivel de aceite en el reductor de engranaje superior central para asegurarse de que no haya acumulación de agua en el reductor. Si hay acumulación, el aceite flotara sobre el agua, ya que este es menos denso, y el reductor de engranaje superior central parecerá contener demasiado aceite, drene el agua y el aceite y vuelva a llenarlo con aceite nuevo si es necesario.	SEMANTAL	MARCHA	Técnico
EI-QUI-PAR-MDH-001	Inspeccione acumulación de aceite en el evaporador de los sistemas de amoniaco, elimine el aceite si es necesario.	QUINCENAL	PARADO	Técnico
	Revisión del estado de guardas de protección y micros de seguridad	QUINCENAL	PARADO	Técnico
	Revisión de paros de emergencia.	QUINCENAL	PARADO	Técnico
EI-MEN-PAR-MDH-001	Inspeccione si hay sarro mineral u oxidación en la superficie de congelamiento del evaporador, limpie si es necesario.	MENSUAL	PARADO	Técnico
	Inspeccione si se formó el sarro en el tanque de agua, limpie si es necesario.	MENSUAL	PARADO	Técnico
	Inspeccione el filtro de agua, verifique que se encuentre limpio.	MENSUAL	PARADO	Técnico
EI-TRI-PAR-MDH-001	Inspeccionar el nivel de aceite o fugas en el reductor de velocidad, agregue aceite si es necesario (Aceite mineral Lubriplate PGO 460).	TRIMESTRAL	PARADO	Técnico
	Realizar trabajos de pintura en la máquina	TRIMESTRAL	PARADO	Técnico
EI-SML-PAR-MDH-001	Revisar aceite en el reductor de engranaje superior central, cambiar si esta en malas condiciones.	SEMESTRAL	PARADO	Técnico
	Revisar aceite en el reductor de velocidad, cambiar si esta en malas condiciones.	SEMESTRAL	PARADO	Técnico
EI-ANU-PAR-MDH-001	Inspeccionar estado de bandas en el reductor de velocidad	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambio de aceite en reductor de velocidad	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambie aceite SAE 80W-90 en reductor de engranaje central	ANUAL	PARADO	Técnico
	Lubricar ranura superior circular en rotor (Fahrenheit 800 bearing gel)	ANUAL	PARADO	Técnico
	Inspeccionar y ajustar en rotor herramientas para eliminar hielo.	ANUAL	PARADO	Técnico
	Inspeccionar válvula flotadora en el tanque de agua de recirculado	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambio de válvula de purga de aceite	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambio de micro swith	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambio de cuchillas raspadoras de hielo	ANUAL	PARADO	Técnico
	Cambio de kit de válvulas solenoides de inyección	ANUAL	PARADO	Técnico
EI-QUE-PAR-MDH-001	Cambio de rodamientos en rotor	QUINQUENAL	PARADO	Contratista

































































Nota: La tabla muestra las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias y estado de la máquina.

## 4.2.4 Pilar Educación y Entrenamiento

Mediante una evaluación en campo y teórica de las habilidades requeridas para la gestión administrativa, cómo técnica del departamento, tabla 8 se puede observar la matriz de habilidades para la parte técnica, y la tabla 9 se muestra el formato de requerimiento para las capacitaciones correspondientes.

Tabla 8

Matriz de habilidades

MATRIZ DE HABILIDADES									
REFERENCIAS									
		No sabe o conoce sólo la teoría: "Tiene que aprender"							
		Conoce e implementa con supervisión: "Necesita Práctica"							
		Conoce e implementa con autonomía: "Aun no puede enseñar a otros"							
		Conoce teoría y práctica. Enseña a otros: "Maestría"							
Tiempo	Clasificación	Conocimientos, Habilidades y Actitudes	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5	Operador 6	Acciones Necesarias
Corto plazo	Básicos	El operario comprende la estructura y funcionamiento del equipo.							Capacitar en el Genba
		El operario es capaz de respetar las reglas de control de condiciones.							Capacitar en el Genba
		Comprende la relación entre el equipamiento y la calidad.							Facultar al personal
Mediano plazo	Intermedios	El operario tiene la capacidad de descubrir las causas de las anomalías de la Máquina.							Facultar al personal
		El operario tiene la capacidad para tomar medidas de recuperación.							Capacitar en el Genba
		El operario comprende la relación entre el equipamiento y la calidad.							Facultar al personal
Largo plazo	Avanzados	El operario tiene conocimiento, habilidades y actitudes propias de un personal calificado.							Capacitar en el Genba
		El operario define cuantitativamente el criterio de definición de lo normal y lo anormal.							Facultar al personal
		El operario tiene la capacidad de eliminar las anomalías de la Máquina.							Capacitar en el Genba
		El operario tiene la capacidad de reparar.							Capacitar en el Genba

Nota: La tabla es un indicador de habilidades, la cual ayudara en la toma de decisiones para la gestión de mantenimiento.



#### 4.2.5 Pilar SHE (Seguridad, Higiene y Medio Ambiente)

En este pilar se actualizó las políticas de seguridad y medio ambiente, así como el reglamento interno de higiene y seguridad, como se muestra en la figura 26.

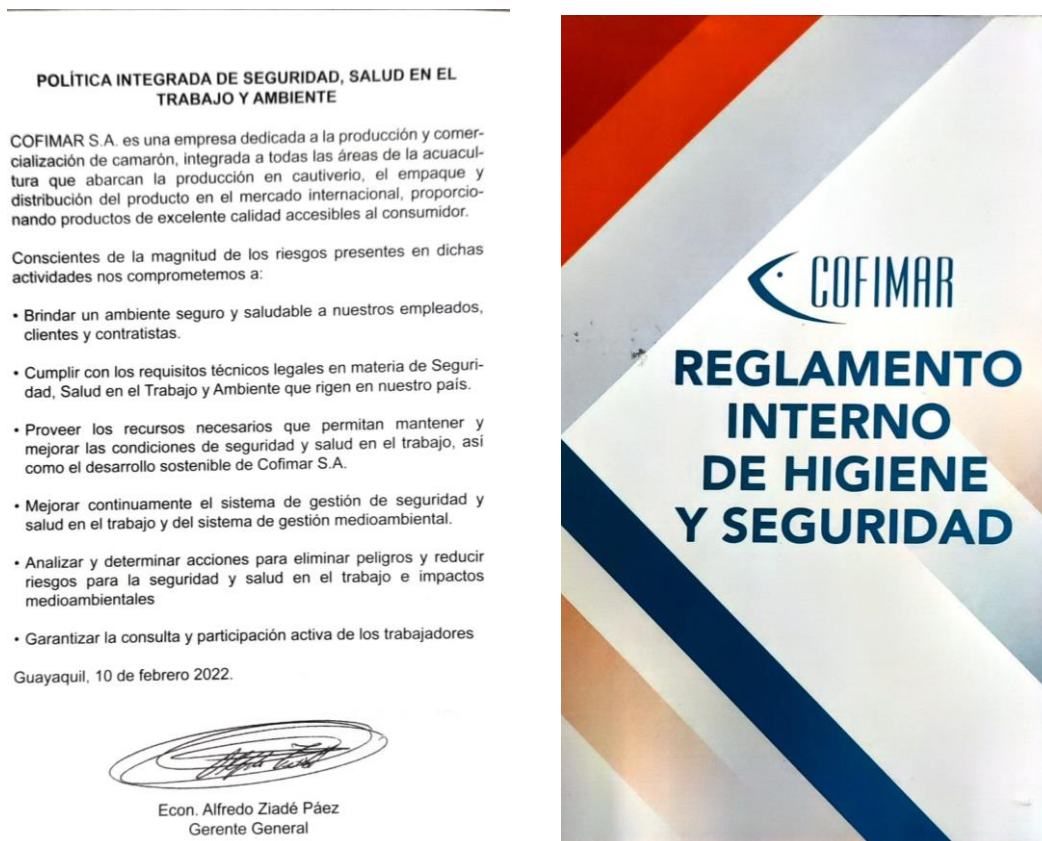


Fig. 26: Política de seguridad y reglamento interno de higiene y seguridad.

#### 4.2.6 Pilar Mantenimiento de Calidad

Por medio de los otros pilares del TPM se realizó el análisis actual de la producción de hielo en el tiempo con sus correspondientes proyectos de mejoras y acciones correctivas, que se han hecho en los diferentes procesos que intervienen en la producción de hielo, como se puede observar en la figura 27.



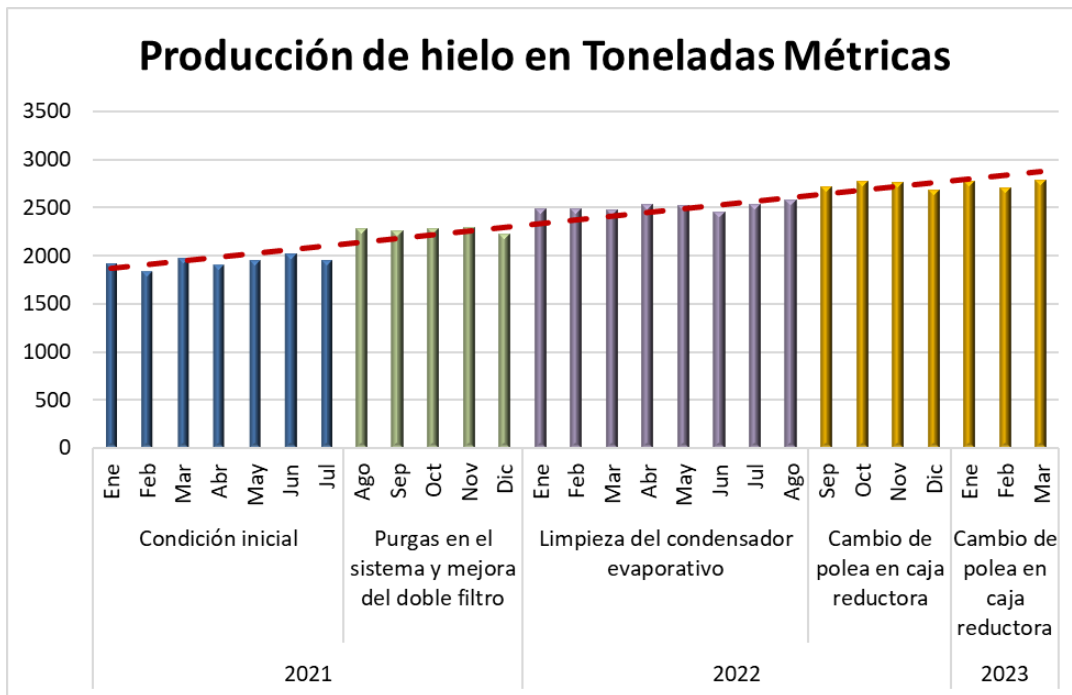


Fig. 27: Historial de producción de hielo con las intervenciones de sus procesos.

En la gráfica 28 se puede observar la productividad de la producción de hielo que se logró mediante las correcciones y mejoras en los equipos que intervienen en el proceso.

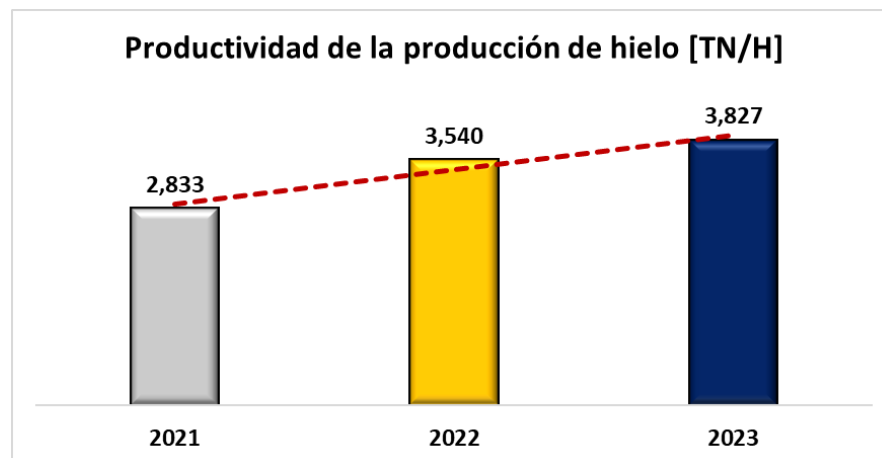


Fig. 28: Productividad de la producción de hielo.

En la figura 29 se puede observar que la temperatura en el evaporador está en el rango de operación con un valor de 23.6 [°C] y una producción de hielo de 22.99 [TN/día].

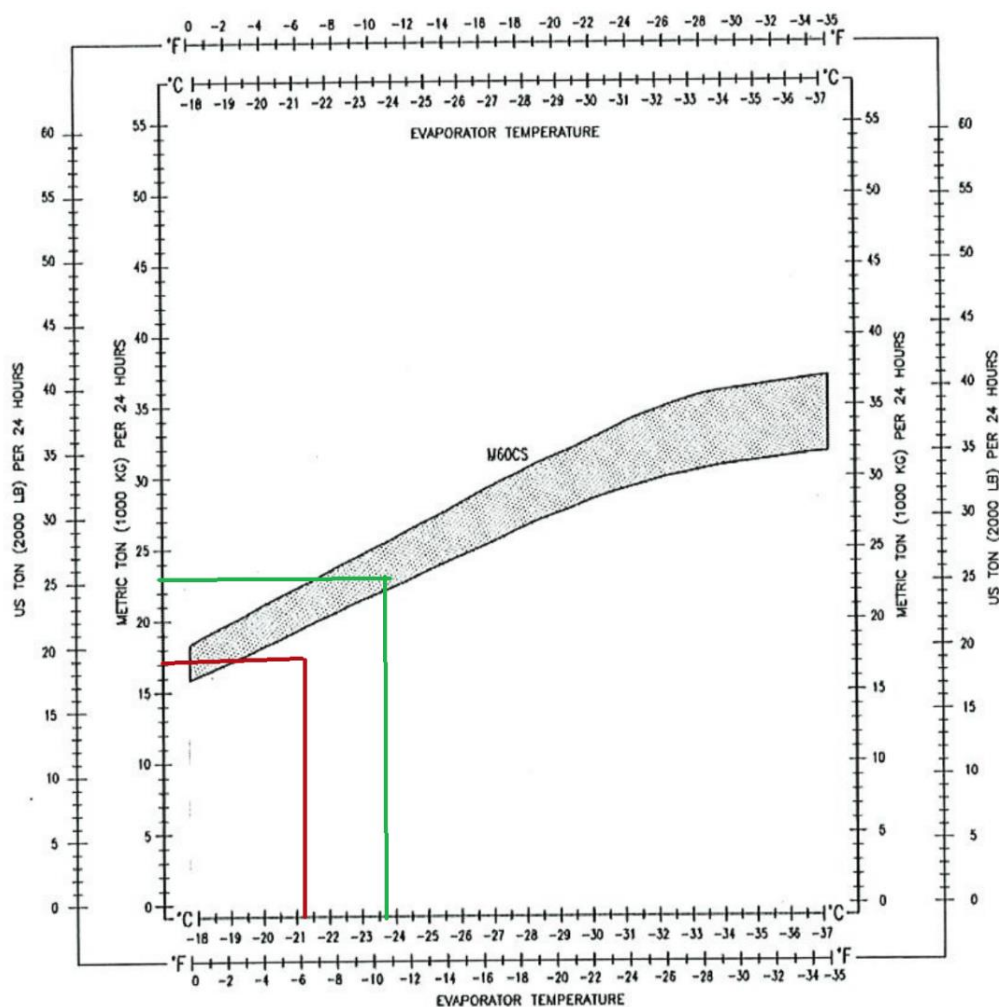


Fig. 29: Productividad de la producción de hielo inicial y actual.

#### 4.2.7 Pilar Control Inicial

En el pilar del control inicial se analizó los futuros proyectos para mejorar la productividad de la producción de hielo, esto se realizó con el propósito de mejorar la productividad actual de los equipos y aprovechar de forma óptima los recursos que se tienen en la planta.

Uno de los proyectos a futuro es implementar un intercambiador de calor del tipo tubo y coraza para mejorar la temperatura del evaporador, como se puede observar en la figura 30, y en la figura 31 se muestra la condición inicial de la temperatura

del evaporador, también la condición actual y la meta que se pretende llegar con los proyectos de mejora para el sistema de producción de hielo.

### SISTEMA DE PRODUCCION DE HIELO

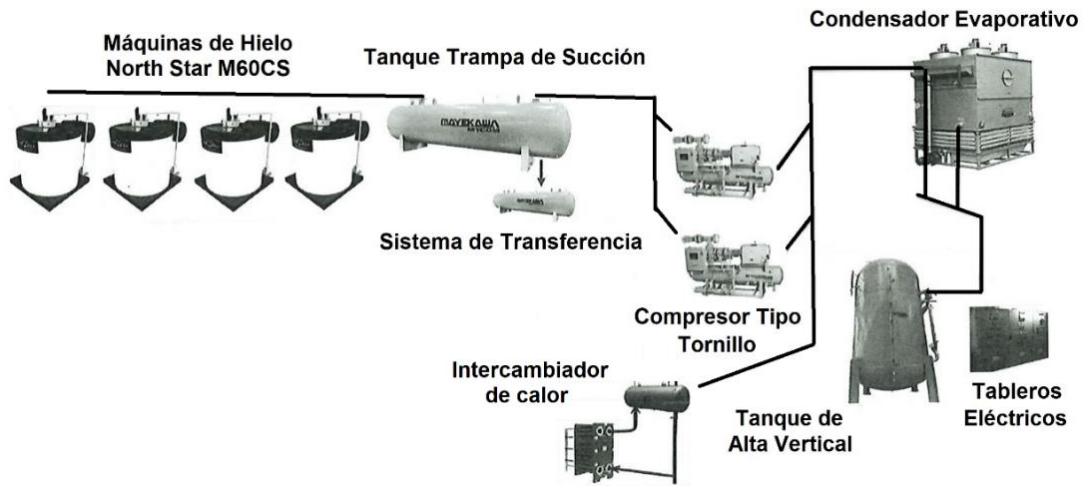


Fig. 30: Diagrama de operación de la máquina de hielo

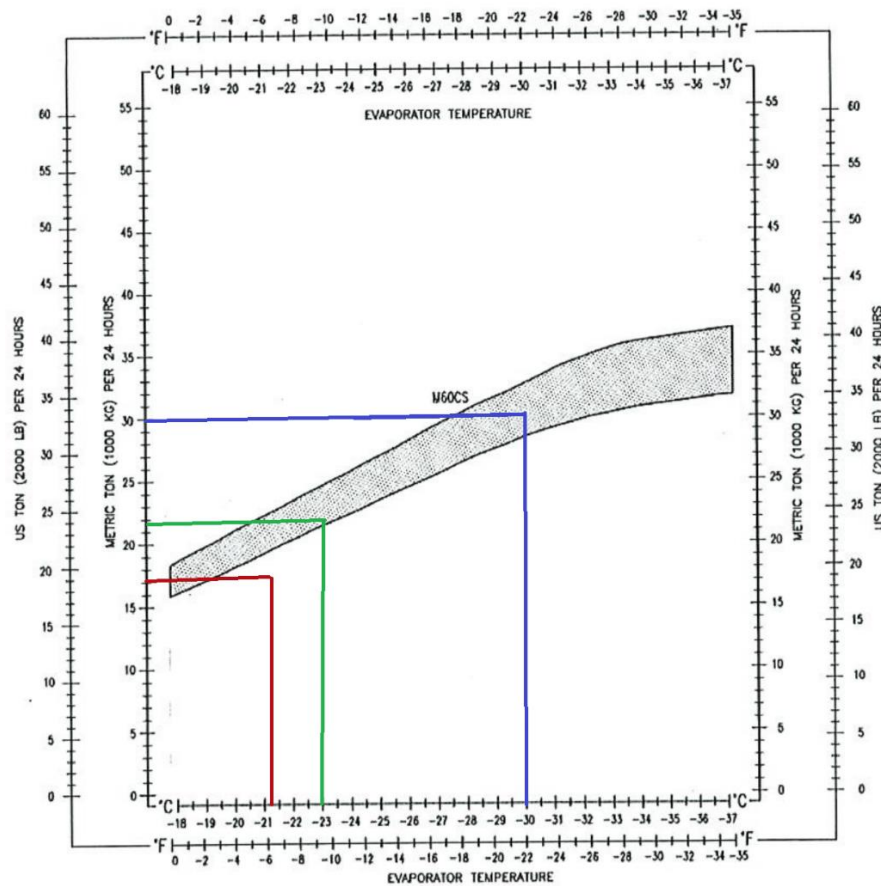


Fig. 31: Diagrama de operación de la máquina de hielo

### 4.2.8 Pilar TPM Administrativo

En el pilar de TPM administrativo se realizó los diagramas de flujo de los diferentes procesos que se ejecuta en la gestión de mantenimiento, en la figura 32 se muestra el diagrama de flujo de una orden de trabajo.

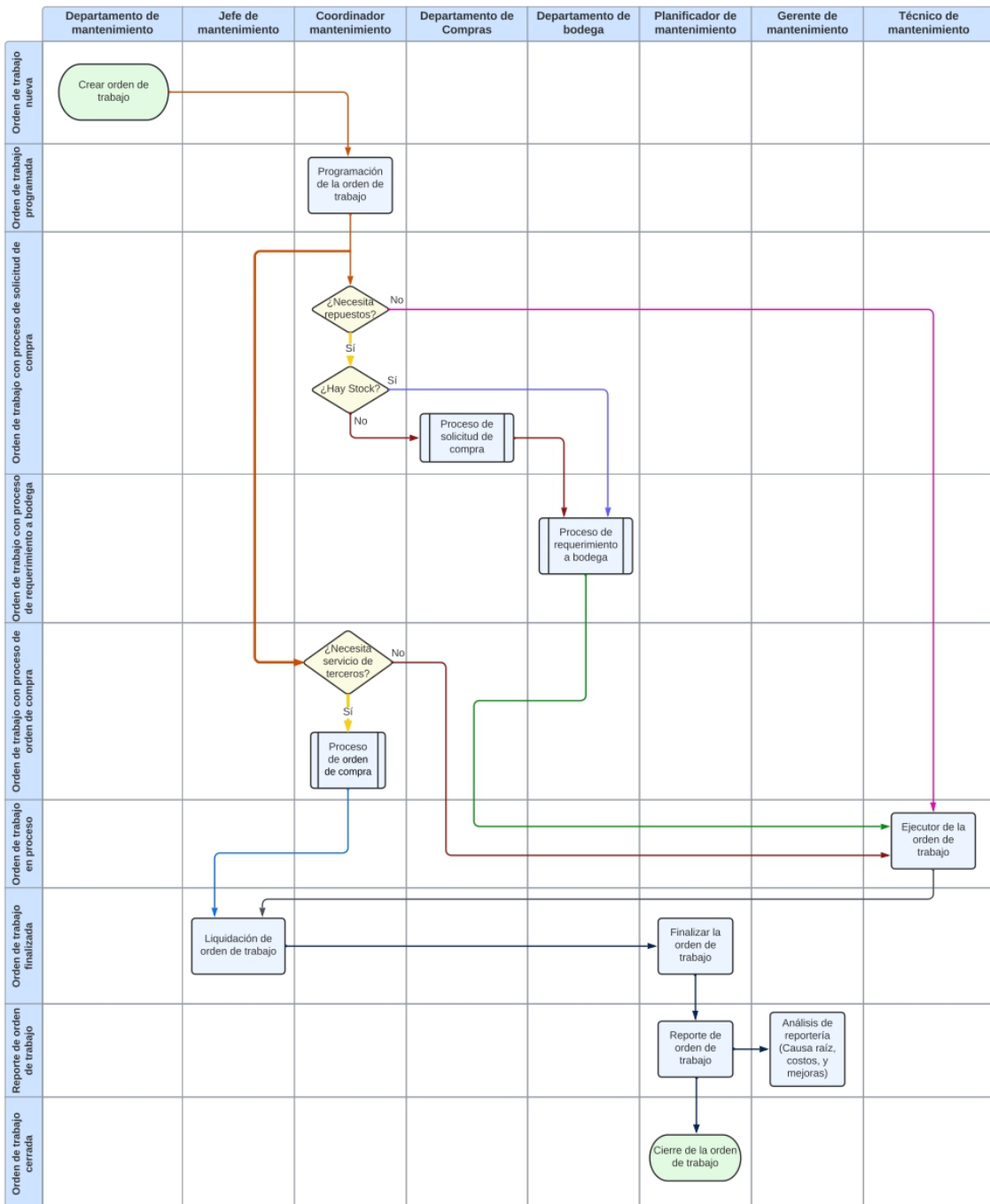


Fig. 32: Diagrama de operación de la máquina de hielo

En la figura 33 se muestra el diagrama de flujo de una solicitud de compra, esto es para la compra de los artículos requeridos para la gestión de mantenimiento en la parte operativa y administrativa.

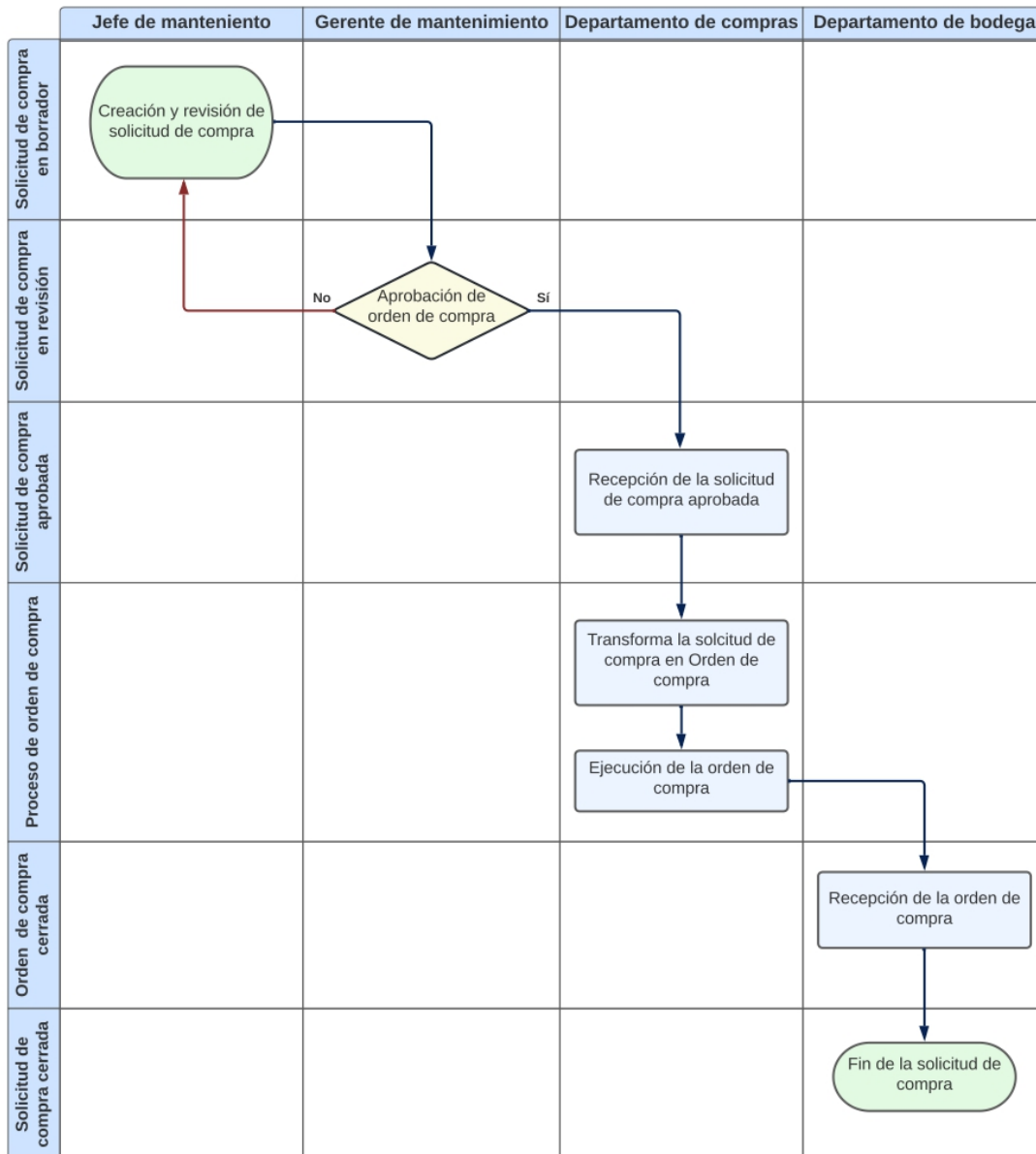


Fig. 33: Diagrama de operación de la máquina de hielo

En la figura 34 se muestra el diagrama de flujo de un requerimiento de repuestos y de insumos de oficina, esto es para la parte operativa y administrativa.

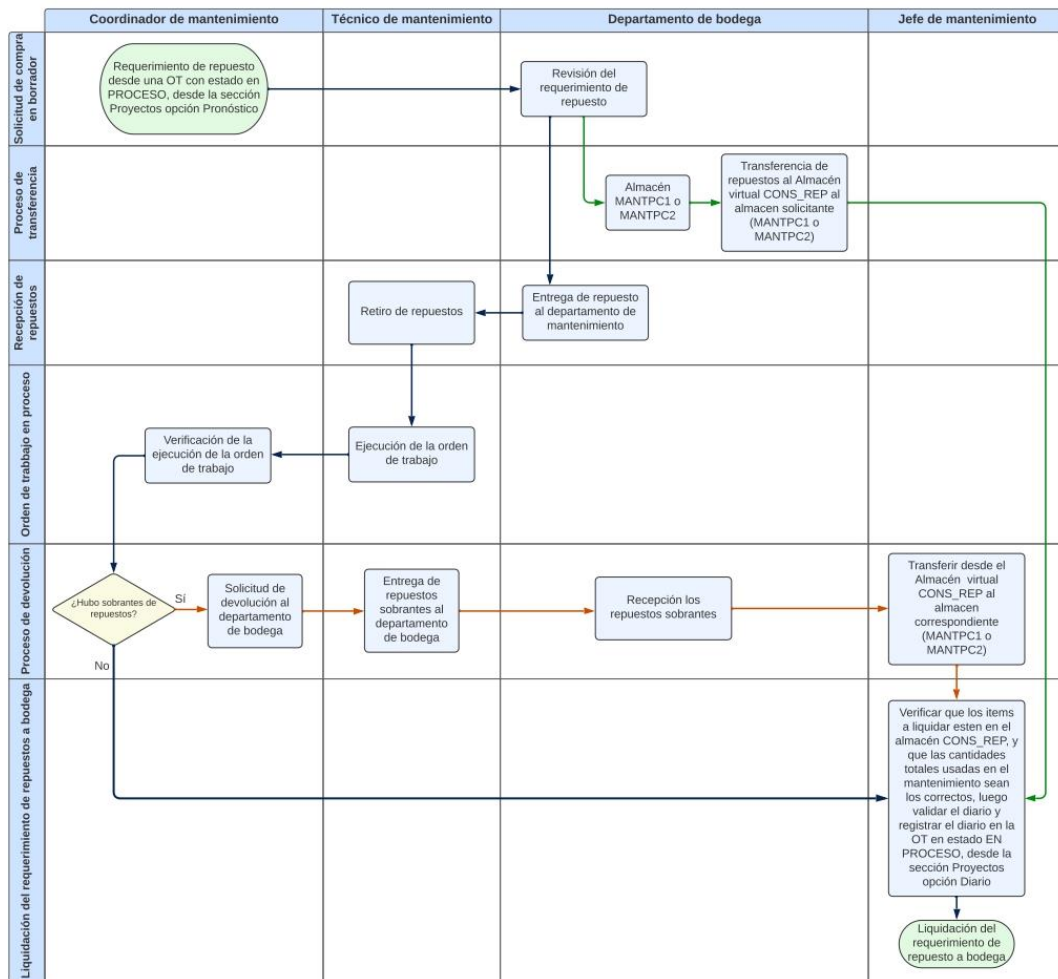


Fig. 34: Diagrama de operación de la máquina de hielo

## 5. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos por implementar la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM” indican el aumento de la productividad del proceso de fabricación de hielo proceso, la cual era afectada por diferentes factores.

En relación con la tabla 19 (Resumen de resultados de los indicadores previo y posterior a la implementación) podemos interpretar que hay una mejoría en todos los puntos analizados; en algunos casos es más significativos que otros y esto puede ser por el tamaño de la muestra o por las unidades en que se ha trabajado.

*Tabla 7*

*Productividad de la producción de hielo*

Descripción	Valor	Unidad
Productividad inicial	2,64	[TN/hora]
Productividad actual	3,76	[TN/hora]
Incremento de la productividad	29,79	[%]

Nota: La tabla muestra la productividad inicial, actual y el incremento de la productividad.

El objetivo principal era medir el aumento de la productividad de la producción de hielo mediante la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”, en la tabla 7 se puede observar que el incremento de la productividad de la producción del hielo es de 29.79 [%].

Los resultados de los indicadores de mantenimiento también mejoraron como se muestra en la figura 35.

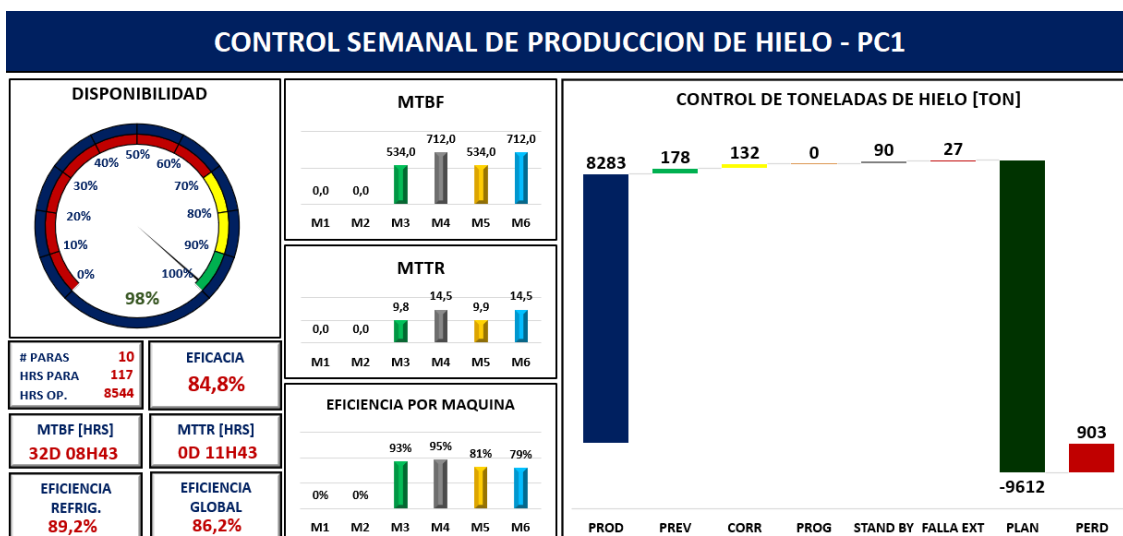


Fig. 35: Indicadores de mantenimiento en la condición actual

El incremento del MTBF significa una mayor disponibilidad de las máquinas y seguridad en el proceso de operación de la fabricación del hielo. El indicador del MTRR incremento con un valor considerable debido a las reparaciones que se realizaron tomaron un tiempo alto. Con respecto al indicador de la eficiencia se muestra una mejoría considerable del sistema de refrigeración comparado a su etapa inicial, antes de la implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”

También se logró estandarizar las inspecciones de mantenimiento y estándares de trabajo, generando una mejor cultura de trabajo en la parte operativa administrativa de los procesos involucrados en la producción de hielo.



## 6. Conclusiones

---

El objetivo principal de la implementación del Mantenimiento Productivo Total “TPM”, es la mejora de la productividad en la producción de hielo mediante el uso de sus pilares principales. Los resultados obtenidos fueron de su condición inicial de 2.64 [TN/hora] en el periodo 2021 a su condición actual 3.76 [TN/hora] en el periodo 2022, lo que muestra un incremento de la productividad en un 29.79%.

Por medio del pilar de mejora enfocada se determinó la capacidad nominal de productividad 5 [TN/hora], por lo cual se puede concluir que aún hay factores que se deben corregir para que la planta de hielo incremente su productividad actual de 3.76 [TN/hora] a la productividad nominal de 5 [TN/hora].

Mantener las condiciones básicas de los equipos y la eliminación de las fuentes de suciedad por medio del pilar del mantenimiento autónomo ayudaron a que el área de trabajo se mantenga organizada y limpia. Lo cual tiene relación con el pilar de Seguridad SHE, y brinda mayor seguridad para los operadores de las máquinas de hielo. También con el pilar de mantenimiento autónomo se logra disminuir los tiempos de los mantenimientos preventivos, por tal motivo hace que se tengas más tiempo de producción en las máquinas de hielo.

Con las mejoras que se realizaron en este proyecto también se logró reducir el tiempo de mantenimiento preventivos. El caso con mayor repercusión era la para por mantenimiento preventivo para realizar el cambio del filtro del sistema de refrigeración de 2 horas a 10 minutos, por medio de la metodología SMED.

Mediante la metodología TPM también se encontró falencias en los procesos administrativos, la cual se fueron resolviendo por medio del pilar de Mantenimiento TPM Administrativo. Cómo son la estandarización de las inspecciones de rutina, los estándares de trabajo, diagramas de flujo de los procesos y otras herramientas de la calidad que ayudaron en la gestión de la producción de hielo.

## Referencias

---

- Beltrán, J. (1998). Indicadores de Gestión. En 3R Editores (Vol. 2).
- Carro, R., & Gonzáles, D. (2012). Administración de las Operaciones (Vol. 1).
- Deming, E. (2013). Calidad, Productividad y Competitividad la Salida de la Crisis (S. A. Díaz de Santos, Ed.; 1a ed., Vol. 1).
- Díaz, B., & Noriega, M. (2017). Manual para el Diseño de Instalaciones Manufactureras y de Servicios (Vol. 1).
- Equipo de Desarrollo de Productivity Press. (1995). 5S Para Todos 5 pilares de la Fabricación Visual (Vol. 1).
- Galgano, A. (1995). Los 7 Instrumentos de la Calidad Total (Vol. 1).
- Gomez, C. (2015). Mantenimiento Productivo Total. <http://www.ceroaverias.com>
- González, F. (2008). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado (Vol. 2).
- González, F. (2010). Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión (Vol. 2).
- Herfried Kohl. (2020). Standards for Management Systems (Vol. 1).
- Jurgen, A. (2014). Management 3.0 Workout Games, Tools & Practices to Engage People, Improve Work, and Delight Clients (1a ed., Vol. 1). Happy Melly Express.
- Monje, C. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa (Vol. 1).
- Mora, L. (2009). Mantenimiento: Planeación, Ejecución y Control (Vol. 1). Alfaomega.
- Moubray, J. (2004). RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Nakajima, S. (1992). Introduccion Al TPM (Mantenimiento Productivo Total) (S. A. , 1992 Tecnologías de Gerencia y Produccion, Ed.; 1a ed., Vol. 1).

- National Aeronautics and Space Administration. (2008). RCM Guide Reliability-Centered Maintenance.
- Oliveira, R. (2020). 5 Porqués Herramienta de Análisis y Solución de Problemas (1a ed., Vol. 1).
- Rey, F. (2005). Las 5s. Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo. En Fundación CONFEMETAL (Vol. 1).
- Rodríguez, C., Jorge, B., & Vargas, D. (2021). Las Variables en la Metodología de la Investigación Científica (Vol. 1).
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System.
- Socconini, L., & Barrantes, M. (2020). El Proceso de las 5s en Acción (Vol. 1).
- Suzuki, T. (1992). TPM en Industrias de Proceso (Taylor & Francis, Ed.; 1a ed., Vol. 1).
- Tarí, J. (2000). Calidad Total: Fuente de Ventaja Competitiva (Publicaciones Universidad de Alicante, Ed.; 1a ed., Vol. 1). Universidad de Alicante.
- Tavares, L. (1999). Administración Moderna de Mantenimiento.
- Torres, L. (2004). Mantenimiento su Implementación y Gestión.