

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
LA FÁBRICA DE HIELO SAN JORGE PARA REDUCIR PÉRDIDAS
ECONÓMICAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

SILVANA BARTUREN MENDOZA

ASESOR

EDWARD FLORENCIO AURORA VIGO

<https://orcid.org/0000-0002-9731-4318>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE HIELO SAN JORGE
PARA REDUCIR PÉRDIDAS ECONÓMICAS**

PRESENTADA POR:

SILVANA BARTUREN MENDOZA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Oscar Kelly Vásquez Bustamante
PRESIDENTE

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas
SECRETARIO

Edward Florencio Aurora Vigo
VOCAL

Dedicatoria

A Dios porque es mi fortaleza para poder concluir este proyecto y por darme la oportunidad de llegar a este momento especial de mi vida, que a pesar de las adversidades me enseñaste a ser más fuerte y a valorar cada día de mi vida.

A mis padres, Mabel e Isidro que son las personas más importantes de mi vida; quienes me guiaron y me apoyaron en la culminación de mi carrera profesional, que con su amor y motivación me enseñaron a siempre perseguir mis sueños y nunca rendirme.

A mis hermanos Renato y Rubén y familiares, por siempre apoyarme en cada etapa de mi vida y motivarme a luchar siempre por lo que quiero, para así lograr alcanzar cada meta propuesta a lo largo de mi carrera.

Agradecimientos

A mis padres por su amor, su apoyo y confianza que siempre me brindaron para la realización de este proyecto y en toda mi carrera universitaria.

A mi Asesor, el Ing. Edwar Aurora Vigo, por haberme compartido sus conocimientos y guiarme en cada asesoría brindada, apoyándome siempre en la realización de este proyecto. También a todos los ingenieros que siempre me motivaron a seguir adelante ya que sin su apoyo todo esto no hubiera podido ser posible.

Al Sr. Marco, Gerente General de la Fábrica de Hielo San Jorge, por brindarme su tiempo y el acceso a la información que yo necesitaba para la realización de este proyecto.

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción.....	7
Revisión de literatura.....	8
Materiales y métodos	11
Resultados y discusión	12
Conclusiones	33
Recomendaciones	33
Referencias.....	34
ANEXOS	36

Resumen

La Fábrica de Hielo San Jorge, se dedica a producir y comercializar barras de hielo de 60 kg. Actualmente, presenta dos problemas principales que es el producto no conforme por volumen y el hielo quebradizo; ocasionado pérdidas económicas para la empresa. El objetivo principal es mejorar el proceso productivo de la fábrica para reducir las pérdidas económicas. Para ello, se realizó como metodología diagnosticar la situación actual del proceso productivo, evaluando los tiempos de cada actividad utilizando herramientas como cronómetro, la aplicación de la metodología 5WH, además se calculó los indicadores de producción. Luego se realizó las propuestas de mejoras y finalmente, se analizó el costo-beneficio de las propuestas para evaluar su viabilidad y rentabilidad.

Para esto se propuso implementar tres mejoras, automatizar el llenado de cisterna, elaboración de MOF e instructivos de trabajo y la instalación de un intercambiador de calor el cual redujo el tiempo de congelamiento de 25,28h a 24,28 que viene a ser considerado el cuello de botella. Así mismo, incremento su producción de 55,3 ton/día a 74,24 ton/día, se logró una eficiencia física de 95%, una eficiencia económica de S/3,22 y una utilización de 48,08%.

Finalmente se tuvo como resultado la reducción de pérdidas económicas a 0,97% respecto a los productos defectuosos (hielo quebradizo y producto por volumen no conforme), obteniendo un análisis costo – beneficio, que indica que la propuesta es viable, factible y rentable debido a que presenta una relación de B/C de S/ 1,20.

PALABRAS CLAVES: Mejora, pérdidas económicas, congelamiento.

Abstract

The San Jorge Ice Factory is dedicated to producing and marketing 60 kg ice bars. Currently, it presents two main problems, which is the non-conforming product by volume and the brittle ice; caused economic losses for the company. The main objective is to improve the production process of the factory to reduce economic losses. For this, a methodology was carried out to diagnose the current situation of the production process, evaluating the times of each activity using tools such as a stopwatch, the application of the 5WH methodology, and the production indicators were also calculated. Then the improvement proposals were made and finally, the cost-benefit of the proposals was analyzed to evaluate their viability and profitability.

For this, it was proposed to implement three improvements, automate the filling of the tank, elaboration of MOF and work instructions and the installation of a heat exchanger which reduced the freezing time from 25.28h to 24.28, which is considered the bottleneck. Likewise, its production increased from 55.3 tons / day to 74.24 tons / day, a physical efficiency of 95%, an economic efficiency of S / 3.22 and a utilization of 48.08% were achieved.

Finally, the result was the reduction of economic losses to 0.97% with respect to defective products (brittle ice and non-conforming product by volume), obtaining a cost-benefit analysis, which indicates that the proposal is viable, feasible and profitable due to a that presents a B / C ratio of S / 1.20.

KEYWORDS: Improvement, economic losses, freezing.

Introducción

Actualmente las empresas se enfrentan a mercados de alta competitividad con consumidores y clientes finales de manera que estos exigen día a día productos de mayor calidad con precios accesibles y que cumpla con lo que requiere el cliente.

A nivel mundial, Estados Unidos posee el primer lugar en el consumo de hielo seguido por España, el cual supera los 470 millones de euros. No obstante, Perú hasta el año 2017 tenía 10 grandes empresas dedicadas a la producción de hielo que por lo general se encuentran ubicadas en Lima. Además, la empresa *Hielos Glaciar* tuvo un crecimiento del 200% por año desde que inició (Julio de 2013) hasta el 2016 teniendo un volumen de producción de 150 mil bolsas de hielo al mes. [1]

Además, la industria del hielo es un negocio cíclico, con picos muy elevados y que por lógica las empresas que fabrican hielo suelen caer en rupturas de stock por la excesiva demanda que se tiene en épocas de verano; y con caídas en volumen de producción y consumo en épocas de invierno en un 70% (2017). [2]

La Fábrica de hielo San Jorge se dedica a producir y comercializar barras de hielo de 60 kilogramos. Principalmente, la empresa abastece al mercado de Chiclayo, también a Pacasmayo, Chimbote, etc. en sus respectivas cámaras frigoríficas. La fábrica presenta la siguiente problemática, el proceso de producción de hielo tiene un cuello de botella de 25,28 h, el cuál es el tiempo duradero en la operación de congelamiento. Este problema ocasiona que la empresa haga entrega de las barras de hielo a sus clientes sin haber terminado su tiempo de congelamiento, generando devoluciones por no efectuar la dimensión requerida. También, en las actividades de llenado de cisterna y de moldes; se lleva a cabo de una forma errada, lo cual trae secuela de devolución del producto terminado por el cliente, ya que no cuenta con el tamaño requerido, generando pérdidas económicas para la empresa. A todo esto, se plantea el siguiente problema ¿Como mejorar la etapa de congelación de la Fábrica de Hielo San Jorge para reducir las pérdidas económicas?. Esta investigación se efectuará, para que todas las actividades del proceso productivo sean más eficientes, y a su vez generar una mayor satisfacción en sus clientes. Todo esto se verá reflejado en la economía de la empresa, al reducir sus pérdidas estimadas en S/ 177 012,30, que simboliza el 11,34% de la producción, siendo esto; dinero no percibido durante el año 2019.

Por lo tanto, se planeó como objetivo general proponer la mejora en el proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge para reducir las pérdidas económicas. Para lograr lo propuesto, se tuvo como objetivos específicos, diagnosticar la situación actual del proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge, elaborar la propuesta de mejora en el proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge y realizar el análisis costo-beneficio.

La investigación se justifica teóricamente en la aplicación del proceso de fabricación de hielo para reducir las pérdidas de producción, los cuales son productos defectuosos que no cumplen con las especificaciones de los clientes, es decir, se producen bloques de hielo quebradizo, o bloques que no cumplen con el volumen y peso indicado, los mismos que son devueltos, generando pérdidas económicas para la empresa. En cuanto a la justificación práctica, de acuerdo con los objetivos establecidos de la mejora, el resultado permitirá encontrar soluciones concretas a problemas de pérdidas de producción que inciden en las utilidades no percibidas por la empresa, así como la posibilidad de proponer cambios, los cuales regulen los procesos en la fabricación de hielo. Finalmente, la aplicación de esta investigación contribuirá a la

comunidad académica y a los profesionales para que se tenga al alcance una fuente de investigación sobre el sector hielo, y así mejorará la inclinación de este tema de investigación.

Revisión de literatura

Según M. Anaya, A. Chan y V. Benítez (2016) [3] en su investigación de tipo experimental denominada “*Incremento de productividad a través del diseño e implementación de un sistema flexible automatizado*” tuvo como objetivo realizar un diseño de un sistema flexible automatizado basado en PLC, alarmas y sensores en una estación de encintado de una industria manufacturera. Primero se toman los datos de la estación de trabajo tales como dimensiones del área de trabajo, tiempos de ciclo y movimientos mecánicos realizados por los operarios; luego se realizó el diseño mecánico y eléctrico del sistema y su simulación; posteriormente se realizarán las pruebas y ajustes del sistema para la verificación de su funcionamiento y finalmente se procederá a la implementación en la estación de trabajo para analizar y comparar los nuevos resultados con los anteriores. Como resultados se obtuvo una reducción de los costos de fabricación y un incremento de la productividad en 10%, la tasa de producción se incrementó en un 22% y se redujo en 50% a los operarios es decir pasó de 4 a 2 en un estado óptimo, además se mejoró también la certeza de los cortes de perfiles de carbón pasado los tres meses de haberse implementado el sistema; finalmente se obtuvo también un mejor desempeño en el proceso realizado, a través de la reducción de los tiempos de ciclo.

Según N. Tass, G. Enrique y E. Macías (2017) [4] en la investigación “*Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de block en la fábrica AREVALO*”, se realizó en una fábrica dedicada a la venta de materiales para la construcción. En dicha empresa se tenía como principal problema que su cartera de consumidores se vio reducida en un 34% que significó la pérdida de 68 consumidores, ocasionado por la falta de stock, demora en la producción de los operarios y entrega fuera de tiempo del producto. Con la investigación se comprobó que la empresa no tenía estudios anteriores en base a los métodos de trabajo realizados por los operarios, ocasionando un desconocimiento de su capacidad de producción. Es por ello, que para la estandarización de tiempos de producción del block tipo 1, se propuso un estudio de tiempos y movimientos, donde se determinaron los tiempos estándar del proceso de fabricación, implementándose un diagrama hombre-máquina, diagramas de recorrido, diagramas de flujo del proceso y finalmente se analizó los métodos de trabajo. Finalmente, se logró obtener una reducción de las actividades y movimientos que no agregan valor en el proceso, reduciendo así el tiempo ciclo total de las actividades e incrementando la producción de 343 a 399 tablas/día, cubriendo de este modo toda la demanda solicitada e incrementando el nivel de servicio a 85%. Por ello es que esta investigación justifica la implementación de un método de estudio de estandarización de trabajo, con lo cual se puede obtener una considerable reducción de las actividades, un incremento en la producción y la satisfacción de la demanda.

Según A. Paredes y J. Córdova (2015) [5] en la investigación “*Subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-717 y su relación con el incremento del coeficiente de performance de la fábrica de hielo Lesser S. A. C.*”; tiene como objetivo, establecer valores puntuales de temperatura del refrigerante R-717 para el subenfriamiento y sobrecalentamiento, de manera que permita incrementar el coeficiente de performance y definir un protocolo de operación al subenfriar y sobrecalentar el amoníaco (R-717) para los componentes del ciclo de refrigeración al comprimir vapor. Para esto, la empresa emplea una salmuera con unas temperaturas por encima de los 0°C, a 26°B de salinidad y temperatura variable entre 0° y -5°C, referente al refrigerante R-717 estará a temperaturas entre 20°C y -10°C, con una óptima de

15°C, asegurando con estos parámetros una producción continua de 18 h. Haciendo referencia a los criterios se utilizó: un medidor de flujo ultrasonido, pistola infrarroja que funciona en condiciones de temperaturas bajas, software Coolpack, un agitador que funciona por un motor de 10HP y, un compresor que funciona por un motor de 90KW. Finalmente concluimos en la investigación, que se requiere de una carga térmica a 103,10kW para lograr que el agua empiece a congelar y para el proceso completo una carga frigorífica de 156,57kW, un COP de 0,442, 13,63% como porcentaje del COP, influyendo para la temperatura de la poza con salmuera de -1°C a -5°C admitiendo un menor tiempo de congelamiento en horas del hielo. Además, afirma que, para cada hilera de bloques, en el proceso de fabricación del hielo, se tiene una durabilidad promedio de 18 horas; siendo este un proceso continuo que posee tres procesos: un cambio de calor latente y dos de calor sensible.

Según Phongsavath et al. (2017) [6] “The Study of Coefficient of Performance and Energy Efficiency of the 50 tons Tube Ice Maker Machine by Finding the Optimal Diameter of a Heat Exchanger Machine for Installing In the Tube Maker Machine”, se identificó una demanda creciente de hielo en el mercado tailandés, así como un elevado consumo energético de las industrias de hielo para la producción del mismo. Se planteó como principal objetivo disminuir la temperatura de entrada del agua al congelador recolectando el agua descongelada del proceso de descongelación para reducir el tiempo y los costos de producción. Para lograr dicho objetivo se calculó y experimentó un diseño de intercambiador de calor para reducir el consumo de energía en la producción de hielo, para el determinar el cálculo del diámetro y longitud del mismo se utilizó el software ANSYS-FLUENT 6.3 en donde se realizó un modelo 3D, diseñando finalmente un intercambiador de calor tipo tubo y carcasa con un tamaño óptimo de diámetro de 2 pulgadas, reduciendo así la temperatura del agua de entrada en 6 grados celsius. Los resultados obtenidos desde la instalación de dicho intercambiador fue una reducción en el consumo de energía en la producción de hielo (kW) en 2,97%, en el uso de la energía total (kW) en 2,41% y en la tasa de energía eléctrica total (Kwh/ton) en 5,41%. Reduciendo también el tiempo de producción e incrementando también la capacidad de producción.

Según C. Duran, A. Cetindere y Y. Aksu (2015) [7] en esta investigación “*Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company*”, refieren estudios que se llevan a cabo en una empresa encargada de la fabricación de vidrio, examinando el método en que realizan sus actividades, para la reducción del trabajo innecesario, así como el mal uso de recursos y la creación de un tiempo estándar, a través del estudio de tiempo (medición de trabajo) y estudio de movimiento (estudio de método). Con dichos métodos se logró reducir los tiempos de producción en 53%, resultado de la reorganización de los métodos de operación sin gastos adicionales, por ende, la productividad se vio incrementada en 20%. Finalmente, con esta investigación se pueden tomar como guía los métodos mencionados anteriormente y analizar de manera efectiva el actual desarrollo de las actividades en la empresa, para así poder realizar una propuesta de mejora que reduzca tanto las actividades innecesarias como los recursos.

La fabricación de bloques de hielo, consiste en llenar moldes con agua e introducirlos en una poza de salmuera enfriada a temperaturas bajas punto de congelación del agua. Después de 24 horas en promedio, el agua se solidifica y se crean los bloques de hielo, para posteriormente sean retirados de sus moldes pasándolos por baño maría, para luego ser almacenados o vendidos. [8]

La fabricación de bloques de hielo es discontinua; una vez retirados de los moldes se retornan a introducir de agua y se coloca en la poza de salmuera durante otro tiempo de congelación. Por más de que sea automatizado la fabricación del bloque de hielo, se requiere mano de obra de manera constante para las demás actividades. [9]

Principio de refrigeración

Es la evaporación del refrigerante cuando absorbe calor, ocasionando una reducción de temperatura. Se puede controlar la ebullición del R-717 (amoníaco), para así obtener una cantidad de frío necesario que mantenga la temperatura correcta. [10]

Una instalación frigorífica cuenta con los siguientes componentes:

- **Refrigerador:** Equipo que mantiene una temperatura menor a la del ambiente exterior.
- **Evaporador:** Va instalado dentro del refrigerador donde se lleva a cabo la evaporación del refrigerante líquido. Por medio de tuberías, este se conecta al condensador, para suministrar el líquido refrigerante y también para el retorno del refrigerante ya evaporado.
- **Condensador:** Conformado por un compresor o condensador que prensa al refrigerante que proviene del evaporador, haciéndolo pasar de estado gaseoso a líquido, expulsando su calor latente. [10]

Amoniaco

El R-717, cuando tiene características acuosas actúa como base, añadiendo un átomo de hidrógeno y transformándose en el catión amonio NH_4^+ . Es un gas incoloro, de olor penetrante y se produce por la materia orgánica descompuesta, siendo fabricado a una escala industrial. Estando en condiciones normales se puede disolver de manera fácil en agua y se evapora con una gran rapidez. [11]

Salmuera

La salmuera es compuesta por sal; su efecto frigorífico es trasladado desde un circuito primario de refrigeración hacia el producto a enfriar. [8]

Sistema FIFO

Este sistema se basa específicamente en los productos que ingresan primero y que por lógica del movimiento deben salir primero (Primeras en Entrar Primeras en Salir). [12]

Tamaño de muestra

En la tabla siguiente, se determinará la cantidad de ciclos a observar dependiendo del tiempo ciclo que presente. [13]

Metodología 5WH

Responde a seis preguntas básicas, las cuales son: qué (WHAT), por qué (WHY), cuándo (WHEN), dónde (WHERE), quién (WHO) y cómo (HOW). Fue establecida por Lasswell que comprendía una lista de verificación para efectuar estrategias de mejora. [14]

Diagrama Hombre – Máquina

Es una herramienta en la cual se muestra el trabajo realizado entre el hombre y la máquina de forma simultánea. [15]

Método Hold-Winters

Es un método de pronóstico con un enfoque de suavizamiento exponencial, el cual permite el estudio de tendencia a futuro; mediante la elaboración de pronósticos a corto, mediano y largo plazo. [16]

Simulación Cade Simu

Programa de CAD, el cual permite ingresar diversos símbolos y trazar un esquema eléctrico de forma rápida y fácil, para seguidamente realizar la simulación. [17]

Materiales y métodos

Es una investigación aplicada, ya que se centra en la solución de problemas en un contexto determinado, buscando aplicar teorías ya existentes; para esto se debe investigar y procesar información encontrada. De acuerdo a la naturaleza de la investigación, el nivel de investigación del estudio es no experimental, es decir, documental y de campo ya que nos hemos basado en antecedentes, en el cual se analizó datos de metodologías anteriores ya aplicadas en empresas; los cuales nos ayudarán a determinar la mejor propuesta de mejora.

Para el primer objetivo, diagnosticar la situación actual de la Fábrica de Hielo San Jorge, se realizó el estudio de tiempos del proceso, para ello era necesario conocer el número de ciclos a observar. Se tomó en cuenta el criterio de la compañía General Electric según B. Niebel y A. Freivalds [13], el cual se determinó por el tiempo de ciclo del proceso. Para ello, se realizó de forma empírica la toma de tiempos de cada actividad con la finalidad de conocer el tiempo de ciclo. Luego el tiempo de ciclo resultante se ubicó en la tabla General Electric para conocer el número de observaciones recomendadas, y se procedió a realizar la toma de tiempos con el número de ciclos u observaciones recomendadas; cabe resaltar que la toma de tiempos se realizó en setiembre del año 2019 (Ver Anexo 1). Finalmente, se calculó el promedio de las observaciones en cada actividad y en seguida se realizó un diagrama de análisis del proceso (DAP).

Se analizaron las actividades que no agregan valor al proceso de producción, para ello es necesario conocer a detalle las actividades que realiza cada operario. Se tomó en cuenta la fórmula de Lasswell según M. Trías, P. Gonzáles, S. Fajardo y L. Flores [14], en el cual consiste en responder una serie de preguntas: Qué (WHAT), Cuándo (WHEN), Dónde (WHERE), Quién (WHO) y Cómo (HOW). Para ello, se realizó las preguntas a todos los operarios de producción con la finalidad de conocer como es que realizan sus actividades cada uno de ellos (Ver Anexo 3,5,7,9,11 y 13).

Se aplicó el diagrama hombre-máquina [15] a los operarios que realizan dos actividades en simultaneo (llenado de cisterna - baño maría y llenado de moldes – verificación) en la fábrica con la finalidad de estudiar el tiempo que demora el operario en realizar su actividad.

Se realizó un análisis de la demanda histórica de la fábrica del año 2018-2019. La demanda de la investigación se determinó en base a la producción de barras de hielo (Ver Anexo 16). Después de realizó una proyección de la demanda para los años 2021 – 2024; utilizando el modelo aditivo estacional según M. Berenson y D. Levine [16] determinando que no haya una demanda insatisfecha.

Asimismo, se determinaron indicadores de producción, productividad, eficiencia física y económica, utilización, mediante las siguientes fórmulas.

Para el segundo objetivo, elaboración de las propuestas de mejora. Para automatizar el llenado de cisterna se utilizó el programa Cade Simu [17] para mostrar el circuito de fuerza y mando;

cumpliendo con lo establecido en el diagrama para la automatización del llenado de cisterna (Ver Anexo 21). Para eliminar las actividades que no agregan valor al proceso, se realizó un MOF para determinar las funciones del gerente general y operarios del área de producción (Ver Anexo 22 y 23) y además se utilizó instructivos de trabajos para los operarios (Ver Anexo 24, 25 y 26). Para la instalación de un intercambiador de calor, se evaluó el tiempo cuello de botella del proceso de fabricación de barras de hielo.

Para el tercer objetivo, realizar el análisis costo-beneficio de la propuesta; se siguió la metodología propuesta por O. Araque y L. Gallego [18], en donde se determinó la inversión que se requería de la ejecución de la investigación y se calculó los beneficios de acuerdo a la proyección de demanda. Posteriormente, se calculó los indicadores de VAN y TIR y la relación costo-beneficio para determinar la viabilidad de la investigación.

Resultados y discusión

OBJETIVO 1: Diagnosticar la situación actual del proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge

La Fábrica de hielo San Jorge se produce y comercializar barras de hielo que abastece al mercado de Chiclayo, así como a Pacasmayo, Chimbote, etc. Su presentación del bloque de hielo es de 60 kilogramos (molde de 20cm x 40cm x 100cm) y para su producción se requiere 25,28 h de congelamiento. La fábrica solicita operarios de mano de obra directa, es por lo que no se requiere de gran experiencia laboral, ya que lo que más influye es la actividad en la etapa de congelamiento y la fuerza física. Cuentan con 8 operarios para las actividades de la producción del hielo, dividido en 2 turnos (Tabla 1).

La fábrica tiene como capacidad diseñada para 3 pozas, sin embargo, actualmente solo 2 pozas están en funcionamiento, debido a la baja demanda que existe actualmente. La primera poza tiene una capacidad de 89,6 toneladas y la segunda poza de 35,1 toneladas y la tercera de 29,7 toneladas, teniendo un total de 154,4 toneladas por día.

Tabla 1. Número de operarios para la producción de un turno

OPERACIÓN	OPERARIO
Llenado del tanque dispensador	Operario 1
Llenado de moldes	Operario 2
Transporte a la poza productora	Operario 2
Colocar los moldes en la poza	Operario 2
Congelado	-
Verificación del producto	Operario 1
Termino de congelado	Operario 2
Transporte a baño maria	Operario 1
Baño maria	Operario 1
Desmolda las barras	Operario 3
Inspección final y entrega del producto	Operario 3
Trituración	Operario 4
TOTAL	4 operarios

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

La fábrica de hielo San Jorge presenta un sistema de producción simple, ya que cuenta con un solo producto (barras de hielo de 60 kg).

Luego de haber realizado la toma de tiempos preliminar de cada actividad, se determinó el número de observaciones según General Electric, el cual fue 10 observaciones, como muestra la tabla 2

Tabla 2. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: B.Niebel y A. Freivalds [13]

El tiempo de ciclo promedio para la fabricación de barras de hielo es de 1538,73 minutos o 25,64 horas (Ver Anexo 1) siendo el cuello de botella en la actividad de congelamiento. En la tabla 3 se muestra el resumen de tiempos del proceso de producción.

Tabla 3. Resumen de tiempos

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROCESO	TIEMPO PROMEDIO (min)	TIEMPO TOTAL (min)
Llenado	Llenado del tanque dispensador	5,3	9,7
	Llenado de moldes	4,4	
Congelado	Transporte a la poza productora	0,9	1520,34
	Colocar los moldes en la poza	0,91	
	Congelado	1103	
	Verificación del producto	1,4	
	Termino de congelado	414,13	
Desmoldado y despacho	Transporte a baño maria	0,5	8,69
	Baño maria	4,89	
	Desmolda las barras	1,4	
	Inspección final y entrega del producto	0,5	
	Trituración	1,4	

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

La fábrica presenta los siguientes tiempos de producción en todo su proceso productivo, observándose que el cuello de botella está en la etapa de congelamiento; con 1003 minutos para el congelado y 414,13 minutos para el termino de congelado.

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)

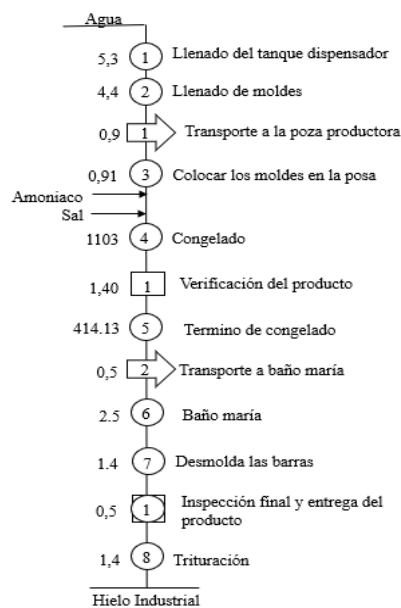


Figura 1. Diagrama de análisis de procesos
Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Dentro del proceso productivo en las etapas de llenado de cisterna, llenado de moldes, congelamiento, verificación, término de congelamiento y baño maría; se identificó ciertas actividades que no agregaban valor al proceso utilizando la metodología 5WH (Anexo 2,4,6,8,10 y 12), cada actividad fue analizada y se logró obtener dichos resultados como se muestra la Tabla 4:

Tabla 4. Tabla Resumen de N.V.A

Actividad	Tiempo promedio (minutos)	Tiempo V.A (minutos)	Tiempo N.V.A (minutos)	cDM
Llenado de cisterna	5,3	4,6	0,74	2,16
Llenado de moldes	4,4	3,1	1,3	2,42
Congelamiento	1103	1103	0	2
Verificación	1,4	0,8	0,6	2,75
Término de congelamiento	414,13	414,13	0	2
Baño maría	4,89	4,8	0,09	2,02
TOTAL	1533,1	1530,43	2,73	13,35

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Asimismo, se realizó un diagrama hombre-máquina para estudiar las actividades que llevan a cabo el operario 1 de llenado de cisterna – baño maría (Ver Anexo 14) y el operario 2 de llenado de moldes – verificación (Ver Anexo 15), mostrándose los resultados en la tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5. Resumen y análisis de diagrama hombre-máquina del operario 1

RESUMEN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN				
Tipo	T. Ciclo (min)	T. Actividad (min)	T. Inactividad (min)	% de Utilización
Operario	62	62	0	100,00%
Máquina	62	49	13	79,03%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Resumen y análisis de diagrama hombre-máquina del operario 2

RESUMEN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN				
Tipo	T. Ciclo (min)	T. Actividad (min)	T. Inactividad (min)	% de Utilización
Operario	39	31	8	79,49%
Máquina	39	26	13	66,67%

Fuente: Elaboración Propia

Además, se realizó un pronóstico de demanda con los datos de los años 2018 y 2019 (Ver Anexo 16).

El modelo que se utilizó es de suavizamiento exponencial triple o también llamado método holt-winters, el cual incorpora el componente de la estacionalidad. Para esto se utilizó el modelo aditivo, ya que la magnitud del patrón estacional se mantiene constante a medida que se realiza los pronósticos de cada año; es decir, al observar las series de tiempo de los datos históricos, estos suben o bajan siguiendo un mismo patrón, pero con una misma magnitud, concluyendo que es factible la utilización del modelo aditivo (Ver Anexo 17 y 18).

En la tabla 7 se muestra la proyección de demanda de hielo para los años 2021 al 2024.

Tabla 7. Proyección para el periodo 2021 - 2024

Meses	Año			
	2021	2022	2023	2024
Enero	51 991	63 237	74 857	93 009
Febrero	56 830	68 076	80 958	99 110
Marzo	58 918	70 164	84 271	102 424
Abril	48 578	59 824	75 124	93 277
Mayo	43 170	54 416	70 879	89 032
Junio	43 866	55 112	72 714	90 867
Julio	34 685	45 930	64 651	82 803
Agosto	35 299	46 545	66 368	84 521
Setiembre	34 516	45 762	66 677	84 830
Octubre	36 657	47 902	69 903	88 056
Noviembre	38 177	49 423	72 508	90 661
Diciembre	51 840	63 086	87 257	105 409

Fuente: Elaboración propia

Análisis de información del proceso

➤ Pérdidas por producto no conforme por volumen

En las actividades de llenado de cisterna y de moldes, presentados en la el Anexo 2 y Anexo 4, estos son realizados de forma inadecuada sin el uso de instructivos de trabajo, teniendo como problemas las devoluciones del producto, debido a que no cuenta con el tamaño requerido por el cliente, generando pérdidas económicas (Ver Anexo 19).

➤ Pérdidas por hielo quebradizo

Las causas ante este problema, se evidencia en los Anexos 3 y 5; debido a que el operario al no realizar el control de las actividades, se generan excesos de materia prima en el molde de hielo, lo que facilita la entrada de salmuera, ocasionando hielo quebradizo o que no se realice el congelamiento de la barra de hielo, lo que conlleva una pérdida de producción. Además, debido a que la empresa posee clientes eventuales y fijos; el tiempo de congelamiento de las barras de hielo es de aproximadamente un día y al tener clientes eventuales significa que las barras deben ser retiradas antes de que culmine su tiempo de congelamiento o estar dentro de la poza más tiempo de lo normal; y al momento que estas sean retiradas, las barras ya se encuentran en un estado sobre maduro; por lo que se tienden a quebrar (Ver Anexo 20).

En total la Fábrica de Hielo San Jorge perdió una suma de S/ 117 012 en el 2019, lo que representa un 11,34% de pérdidas respecto a las ganancias como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Pérdidas económicas totales

MES	VENTAS (barras)	GANANCIA (S/)	PÉRDIDA POR		PÉRDIDAS TOTALES (BARRAS)	PÉRDIDAS ECONÓMICAS	% PÉRDIDAS
			PRODUCTO NO CONFORME POR VOLUMEN (barras)	PÉRDIDA POR HIELO QUEBRADIZO (barras)			
Enero	50 648	S/202 592	1 634	2 883	4 517	S/18 067	8,92%
Febrero	54 381	S/217 524	1 942	3 360	5 302	S/21 209	9,75%
Marzo	50 250	S/201 000	1 621	2 945	4 566	S/18 264	9,09%
Abril	37 828	S/151 312	1 261	2 730	3 991	S/15 964	10,55%
Mayo	31 926	S/127 704	1 030	2 883	3 913	S/15 651	12,26%
Junio	30 044	S/120 176	1 001	2 790	3 791	S/15 166	12,62%
Julio	20 027	S/80 108	646	2 201	2 847	S/11 388	14,22%
Agosto	21 382	S/85 528	690	2 356	3 046	S/12 183	14,24%
Setiembre	18 910	S/75 640	630	2 100	2 730	S/10 921	14,44%
Octubre	19 695	S/78 780	635	2 294	2 929	S/11 717	14,87%
Noviembre	20 551	S/82 204	685	2 220	2 905	S/11 620	14,14%
Diciembre	34 453	S/137 812	1 111	2 604	3 715	S/14 862	10,78%
PROMEDIO	32 508	S/130 032	1 069	2 614	3 683	S/14 751	12,16%
TOTAL	390 095	S/1 560 380	12 887	31 366	44 253	S/177 012	11,34%

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Resumen de indicadores analizados

Se realizaron los respectivos cálculos de dichos indicadores como producción, productividad, eficiencia física, eficiencia económica y utilización. La fábrica de hielo presenta un cuello de botella en la etapa de congelamiento con un tiempo de 25,28 horas y un tiempo promedio del proceso productivos con 1538,73 minutos.

En la tabla 13 se muestra el resumen de los indicadores actuales mencionados anteriormente.

Tabla 9. Producción de hielo del 2019

PRODUCCIÓN DE HIELO		2019	
Unidad de medida	Barras	Toneladas	S/
Producción de hielo	398 455	19 923	S/1 593 820

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

➤ **Producción del año 2019**

$$Producción = 398\,455 \frac{\text{barras}}{\text{año}} \times \frac{1\text{ tn}}{20\text{ barras}} \times \frac{1\text{ año}}{12\text{ meses}} \times \frac{1\text{ mes}}{30\text{ días}}$$

$$Producción = 55,3\text{ toneladas/día}$$

➤ **Productividad del año 2019**

Tabla 10. Productividad de hielo del 2019

MES	DIAS LABORALES	PRODUCCIÓN (barras)	PRODUCCIÓN (toneladas)	MANO DE OBRA (horas)	PRODUCTIVIDAD
Enero	31	51 350	2 568	744	3,5
Febrero	28	55 081	2 754	672	4,1
Marzo	31	50 952	2 548	744	3,4
Abril	30	38 530	1 927	720	2,7
Mayo	31	32 628	1 631	744	2,2
Junio	30	30 738	1 537	720	2,1
Julio	31	20 724	1 036	744	1,4
Agosto	31	22 082	1 104	744	1,5
Setiembre	30	19 583	979	720	1,4
Octubre	31	20 392	1 020	744	1,4
Noviembre	30	21 238	1 062	720	1,5
Diciembre	31	35 157	1 758	744	2,4
PROMEDIO	30	33 205	1660	730	2,3

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

$$Productividad = \frac{\text{producción total}}{\text{horas de mano de obra}}$$

$$Productividad = \frac{1\,660\text{ toneladas}}{730\text{ h} - \text{hombre}} = 2,3 \frac{\text{toneladas}}{\text{h} - \text{hombre}}$$

➤ **Eficiencia Física del año 2019**

Según el libro titulado “Organización de Plantas Industriales” menciona que es la relación aritmética entre la cantidad de materia prima útil existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima o insumos requeridos. [19] Es por ello que la eficiencia física es menor o igual que uno. (Ef <= 1). [15]

Se realizó el cálculo entre la producción total en toneladas de hielo sobre los insumos requeridos en toneladas (agua), como se muestra en la tabla 11. A través de la siguiente fórmula, se obtuvo una eficiencia de 0,71.

Tabla 11. Eficiencia Física

MES	PRODUCCIÓN (barras)	PRODUCCIÓN (toneladas)	AGUA (toneladas)	EFICIENCIA
Enero	51 350	2 568	3 320	0,77
Febrero	55 081	2 754	3 538	0,78
Marzo	50 952	2 548	3 231	0,79
Abril	38 530	1 927	2 752	0,70
Mayo	32 628	1 631	2 260	0,72
Junio	30 738	1 537	2 141	0,72
Julio	20 724	1 036	1 621	0,64
Agosto	22 082	1 104	1 860	0,59
Setiembre	19 583	979	1 587	0,62
Octubre	20 392	1 020	1 599	0,64
Noviembre	21 238	1 062	1 760	0,60
Diciembre	35 157	1 758	2 333	0,75
PROMEDIO	33 205	1660	2 334	0,71

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{\text{producción total}}{\text{insumos requeridos}}$$

$$\text{Eficiencia Física} = \frac{1\,660 \text{ toneladas}}{2\,334 \text{ toneladas}} = 0,71\%$$

➤ **Eficiencia Económica del año 2019**

Tabla 12. Eficiencia Económica

MES	EGRESOS					Total de Egresos (S/)	Producción (Toneladas)	Ingresos (S/)	Eficiencia Económica a (S/)
	Luz (S/)	Sal (S/)	Amoniaco (S/)	Mano de obra (S/)	Mantenimiento (S/)				
Enero	S/72 143	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/81 949	2568	S/205 400	S/2,51
Febrero	S/60 135	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/69 942	2754	S/220 324	S/3,15
Marzo	S/67 983	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/77 789	2548	S/203 808	S/2,62
Abril	S/60 100	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/69 906	1927	S/154 120	S/2,20
Mayo	S/57 296	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/67 102	1631	S/130 512	S/1,94
Junio	S/53 749	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/63 555	1537	S/122 952	S/1,93
Julio	S/38 052	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/47 858	1036	S/82 896	S/1,73
Agosto	S/38 374	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/48 181	1104	S/88 328	S/1,83
Setiembre	S/21 274	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/31 080	979	S/78 332	S/2,52
Octubre	S/24 368	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/34 175	1020	S/81 568	S/2,39
Noviembre	S/24 153	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/33 959	1062	S/84 952	S/2,50
Diciembre	S/38 052	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/47 858	1758	S/140 628	S/2,94
PROMEDIO	S/46 306	S/225	S/802	S/7 480	S/1 300	S/56 113	1660	S/132 818	S/2,36
TOTAL	S/555 677	S/2 700	S/9 619	S/89 760	S/15 600	S/673 356	19923	S/1 593 820	S/28,27

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{S/1\ 593\ 820}{S/673\ 356} = S/2,36$$

➤ **Utilización del año 2019**

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Diseñada}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{55,3 \text{ ton/día}}{154,4 \text{ ton/día}} = 35,84\%$$

Tabla 13. Resumen de indicadores actuales

INDICADOR	ANTES DE LA MEJORA
Producción	55,3 toneladas/día
Productividad	2,3 toneladas/h-hombre
Eficiencia Física	71%
Eficiencia Económica	S/2,36
Cuello de botella	25,28h
Utilización	35,84%
Tiempo ciclo	1538,73 min
% de pérdidas económicas	11,34%

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Identificación de problemas, causas y propuestas de solución

Tabla 14. Problemas, causas y propuestas de solución

ETAPA	PROBLEMA	CAUSA	PROPUESTA
Llenado	Producto no conforme por volumen	Actividades que no agregan valor	Automatizar el llenado de cisterna
		Falta de procedimientos de trabajo	Manual de Organización de Funciones (MOF) e instructivos de trabajo
Congelamiento	Hielo quebradizo	Incumplimiento y falta de seguimiento de parámetros que facilitan el congelamiento	Procedimientos de control de parámetros
		Altos tiempos de producción por cuello de botella	Instalación de un intercambiador de calor

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Problema 1: Producto no conforme por volumen

En la fábrica de hielo San Jorge, se genera un exceso de agua en la cisterna debido a que el trabajador se encuentra ejecutando dos actividades a la vez. Teniendo en cuenta que las actividades de los trabajadores son inciertas y eventuales como se muestra en los diagramas hombre – máquina (Ver Anexo 14 y 15).

Causas:

1. Las actividades que no agregan valor en el proceso de fabricación de las barras de hielo, ya que una de las actividades principales en realizar es la manipulación del tecla para retirar el exceso de agua que podría verse en los moldes después que estos son llenados, mostrándose en el Anexo 4. Esta actividad genera pérdidas en el tamaño de las barras de hielo, debido a que se retira gran cantidad de agua; haciendo que el cliente no compre o no acepte el bloque de hielo, ocasionando pérdidas monetarias.
2. La falta de procedimiento de trabajo, debido a que la fábrica de hielo San Jorge, no tiene controlado el tiempo de llenado de cisterna y de moldes, y también que los operarios no tienen bien definidas sus funciones, por lo que no ejecutan sus actividades de la forma más adecuada y eficiente. Así mismo, el llenado de la cisterna con la que emplea la empresa es tradicional, es decir, la actividad de llenado no está automatizado. También, el descuido de trabajador en esa actividad, genera rebalse del agua en el llenado.

Indicador de pérdidas de producto por volumen no conforme

$$\% \text{ pérdidas de producto por volumen no conforme} = \frac{12\ 889 \times 100}{398\ 455}$$

$$\% \text{ pérdidas de producto por volumen no conforme} = 3,23\%$$

Problema 2: Hielo quebradizo

En la fábrica de hielo San Jorge la fabricación de barras de hielo quebradizo se presenta mayormente en temporadas altas como es en verano, lo cual es un problema debido a que se incrementa la demanda. Así mismo, la fábrica presenta clientes eventuales durante todo el año, es decir, que llegan a la empresa a comprar hielo sin ningún tipo de anticipación por lo que no son clientes fijos.

Causas:

1. Incumplimiento y falta de seguimiento a los parámetros (salinidad y temperatura), ya que estos generan que la barra de hielo empiece a congelar. Al no llevar un control de los parámetros constantemente, estos no coinciden con el valor ya propuesto por la empresa.
2. La fábrica de Hielo San Jorge presenta un proceso simple de producción, teniendo un sistema de refrigeración convencional, esto está unido al incremento de la demanda, por lo que la fábrica requiere disminuir el tiempo de congelamiento de las barras de hielo, para así lograr atender de la manera más rápida a sus clientes.

$$\% \text{ pérdidas de hielo quebradizo} = \frac{31\ 366 \times 100}{398\ 455}$$

$$\% \text{ pérdidas de hielo quebradizo} = 7,93\%$$

OBJETIVO 2: Elaborar la propuesta de mejora en el proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge

1. Automatizado en el llenado de cisterna

El problema mencionado anteriormente trae como consecuencia productos no conformes por volumen, por lo que se propone la instalación de un temporizador. Esto se debe, ya que el llenado de cisterna lo realiza el operario 1 y también el baño maría de forma paralela. Al realizar ambas actividades juntas, se descuida de la primera actividad y ocasiona que la cisterna no llegue a completar la cantidad de agua requerida para el lote de 14 moldes.

Con el temporizado, lo que se quiere lograr es obtener un llenado homogéneo, para así reducir las pérdidas económicas, teniendo en cuenta que se efectuará el llenado en 15 cm bajo el ras del molde; así como lo ha determinado la Fábrica de Hielo San Jorge. También, se eliminarán actividades que no agregan valor al proceso de llenado de moldes.

El sistema de control que se llevara a cabo para el llenado de la cisterna hasta cierto nivel, está constituido por una válvula eléctrica de control manual y remoto, un temporizador y un interruptor. Cuando se activa el interruptor, la válvula eléctrica se abre y se activa el temporizador en un tiempo de 5,7 minutos (nuevo tiempo con la mejora), el cual, es el tiempo que se requiere para el paso del agua hacia el tanque. Terminado el tiempo programado, se desactiva la válvula eléctrica y se finaliza el llenado (Ver Figura 2)

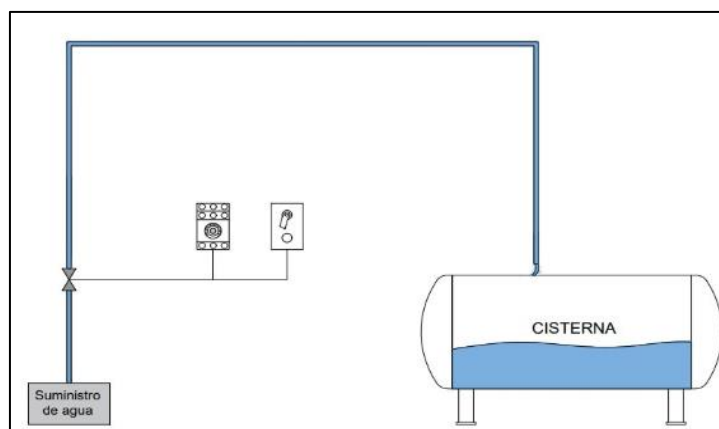


Figura 2. Sistema de control para el llenado de cisterna

Fuente: Elaboración Propia

2. Elaborar un manual de organizaciones y funciones (MOF) para el área de producción e instructivos de trabajo

Esta propuesta consiste en la elaboración de manual de organizaciones y funciones, que tiene por objetivo, el incrementar la eficiencia en el uso correcto del tiempo y el desarrollo de las actividades.

El MOF e instructivos de trabajo nos detallarán las actividades que cada operario debe ejecutar de modo más eficiente y logrando eliminar las actividades que no agregan valor al proceso; de esta manera, se tendrá un flujo continuo con respecto al llenado, transporte y despacho.

Reduciendo o eliminando los tiempos que no agregan valor en las operaciones de la fabricación de hielo, se tuvo, la realización de un balance de línea utilizando los tiempos mencionados, para de esta manera lograr obtener el máximo aprovechamiento de la mano de obra.

a) Tiempo equilibrado

Primero lo que se realizó, fue equilibrar el tiempo de las actividades, por lo que se toma el tiempo estándar total del proceso de fabricación de hielo.

$$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{número de operaciones}}$$

$$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{26,76 \text{ min/lote}}{4} = 6,69 \text{ min/lote}$$

b) Número de trabajadores

$$\text{N}^\circ \text{ de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de trabajadores} = \frac{26,76}{6,69} = 4$$

c) Eficiencia de la línea

Considerando que el tiempo total del proceso será de 1637,30 minutos, se tiene lo siguiente:

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\sum \text{Tiempos de tareas}}{\# \text{ de estaciones} * \text{Tiempo ciclo}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{1545,29}{2 * 1103} \times 100 = 70,05\%$$

d) Total de minutos por línea

$$\text{Total de minutos por línea} = \text{ciclo de control} * \# \text{ de operarios}$$

$$\text{Total de minutos por línea} = 1103 * 4 = 4\ 412 \text{ minutos}$$

Finalmente, se concluye que el cuello de botella se seguirá produciendo en la actividad de congelado del hielo, es por ello que, para incrementar la producción; se debe reducir el tiempo de congelamiento y así obtener productos de mayor calidad. Para esto, se optó por la instalación de un intercambiador de calor.

PROCEDIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES

➤ Llenado de cisterna

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	D	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Encender la bomba	●						0,05	0,05	
2	Llenado de cisterna	●					Supervisión de la actividad	5,7	5,7	
TOTAL								5,8	5,75	0

Figura 3. Diagrama de flujo del llenado de cisterna

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

➤ Llenado de moldes

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➡	D	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Girar el tanque dispensador	●						0,18	0,18	
2	Llenado de moldes	●					Supervisión de la actividad	2,76	2,76	
3	Girar el tanque dispensador	●						0,16	0,16	
TOTAL								3,1	3,1	0

Figura 4. Diagrama de flujo del llenado de moldes

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

➤ Congelamiento

Nº	Actividades	○	➡	D	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Congelamiento	●					Supervisión del operario	1103	1103	
TOTAL								1103	1103	0

Figura 5. Diagrama de flujo del congelamiento

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

➤ Verificación

Nº	Actividades	○	➡	D	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Retirar las tablas	●						0.53	0.53	
2	Revisar el producto				●		Revisión rápida y eficiente, aplicando el sistema FIFO	0.27	0.27	
TOTAL								0.8	0.8	0

Figura 6. Diagrama de flujo de la verificación

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

➤ Término de congelado

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➡	D	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Sellado del hielo	●						413.83	414.83	
2	Revisa el producto				●		Emplear el RG002	0.30	0.30	
TOTAL								414.13	415.13	0

Figura 7. Diagrama de flujo del término de congelamiento

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Para los moldes de hielo que van a ingresar primero a la poza, se utilizó el modelo FIFO, que consiste en salir primero al momento del término del congelado; lo cual esto permitirá tener un mayor control con las barras de hielo y que realicen su ciclo de congelamiento correctamente.

➤ Baño maría

N°	Actividades	○	➡	◐	◑	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Ingresa a baño maría los moldes	●						0,4	0,4	
2	Manipula el tecl	●						1,3	1,3	
3	Balanceo de moldes	●						2,5	2,5	
4	Manipula el tecl	●						0,6	0,6	
TOTAL								4,80	4,80	0

Figura 8. Diagrama de flujo del baño maría

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

La realización del Manual de Organización de Funciones para el gerente general y operarios de producción (Ver Anexo 22 y 23) y los instructivos de trabajo de las operaciones de llenado de cisterna, llenado de moldes, verificación y baño maría (Ver Anexo 24, 25 y 26).

➤ Capacitaciones

Para la correcta implementación de las propuestas de mejora, es necesario que se brinde capacitaciones constantes a los operarios de producción acerca del nuevo sistema de congelación propuesto; estas les permitirán a los colaboradores realizar correctamente todas las nuevas funciones y operaciones implementadas, los cuales son: el llenado de cisterna que será automatizado, el MOF e instructivos de trabajo y funcionamiento del sistema FIFO, prevención de Covid-19, etc. (Ver Anexo 27) el plan de capacitaciones.

3. Instalación de intercambiador de calor

La instalación del intercambiador de calor según el autor A. Phongsavath et al. (2017) [6] propuesto en una fábrica de hielo con una producción de 50 toneladas; posee las siguientes características: se reutilizará el agua fría drenada del proceso de descongelación; es decir, se empleará de hielo quebradizo (mermas) para que la T°C de ingreso del agua hacia la poza sea menor.

Se tomó como propuesta este intercambiador de calor, porque la capacidad que tiene la empresa de referencia es igual a la que está en estudio. La máquina ayudará a reducir el tiempo ciclo de producción, permitiéndome cumplir con las demandas insatisfechas.

Los beneficios al implementar este intercambiador de calor tipo carcasa y tubo son los siguientes:

- Reduce la T°C del agua de ingreso (temperatura ambiente 25°) en aproximada 6°C, teniendo como temperatura final de entrada en 19°C, permitiendo reducir el tiempo cuello de botella.
- Reduce el consumo de energía en 2,41%.

Criterios de selección del intercambiador de calor:

Se seleccionó el intercambiador de calor tipo carcasa y tubo (Ver Anexo 28), teniendo como base las características recomendadas por A. Phongsavath et al. [6]

- El intercambiador de calor tendrá un diámetro de 2 pulgadas como tamaño óptimo; según el antecedente de estudio.

Así mismo, se tuvo en cuenta los criterios técnicos y económicos con la finalidad de reducir el tiempo ciclo del congelamiento, costos de energía y aumento de capacidad.

Estos criterios son:

- Tipo de refrigerante
- Voltaje utilizado en planta
- Temperatura a enfriar
- Costo de inversión
- Tiempo de vida útil

Se tomó de referencia el estudio del A. Phongsavath et al. (2017) [6] para la ubicación del intercambiador de calor de carcasa y tubos en la fábrica (Ver Anexo 29)

También se sabe, que actualmente la etapa de llenado de moldes se realiza con agua a 25°C, por lo que se ha procedido a elaborar un análisis de la cantidad de calor que se genera en la poza con el ingreso de agua a la temperatura antes mencionada. Para este cálculo se está realizado para una sola poza ya que las dos pozas que están operativas actualmente, presentan la misma temperatura del agua de ingreso que es de 25°C.

$$Q = m * C_e * \Delta T$$

Donde:

- Q = cantidad de calor
- m = masa
- C_e = Calor específico
- ΔT = Variación de temperatura

Peso de la barra de hielo: 60 kg = 60 000g

$$Q_1 = 60\ 000 * 1 * (0 - 25)$$

$$Q_1 = |-1\ 500\ 000| \text{ cal}$$

$$Q_1 = 1\ 500\ 000 \text{ cal}$$

Se sabe que el calor latente de fusión del hielo es de 80 cal/g

$$Q_2 = 60\ 000 * 80$$

$$Q_2 = 4\ 800\ 000 \text{ cal}$$

$$Q_3 = 60\ 000 * 0,5 * (-14 - 25)$$

$$Q_3 = -1\ 170\ 000 \text{ cal}$$

Reemplazamos en:

$$Q_{T1} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{T1} = 1\ 500\ 000 + 4\ 800\ 000 + (-1\ 170\ 000)$$

$$Q_{T1} = 5\ 130\ 000 \text{ cal}$$

El Q_{T1} representa al calor total de una poza de congelamiento en la Fábrica de Hielo San Jorge. Con la instalación del intercambiador de calor la temperatura de ingreso del agua sería de 19°C , entonces se halla el nuevo Q_{T2} .

$$+ Q_1 = 60\,000 * 1 * (0 - 19)$$

$$Q_1 = |-1\,140\,000| \text{ cal}$$

$$Q_1 = 1\,140\,000 \text{ cal}$$

Se sabe que el calor latente de fusión del hielo es de 80 cal/g

$$+ Q_2 = 60\,000 * 80$$

$$Q_2 = 4\,800\,000 \text{ cal}$$

$$+ Q_3 = 60\,000 * 0,5 * (-14 - 19)$$

$$Q_3 = -990\,000 \text{ cal}$$

Reemplazamos en:

$$Q_{T2} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{T2} = 1\,140\,000 + 4\,800\,000 + (-990\,000)$$

$$Q_{T2} = 4\,950\,000 \text{ cal}$$

Por lo tanto, si con el $Q_{T1} = 5\,130\,000 \text{ cal}$ el sistema se demora alrededor de 25 horas, con el nuevo demorará:

$$(Q_{T1}) \ 5\,130\,000 \text{ ----- } 25 \text{ horas}$$

$$(Q_{T2}) \ 4\,950\,000 \text{ ----- } x$$

$$Q_{T2} = 24,1 \text{ horas} \cong 24 \text{ horas}$$

Por lo tanto, el tiempo de congelamiento ya no sería de 25 horas aproximadamente, con la instalación del intercambiador de calor el nuevo tiempo sería alrededor de 24 horas

En cambio, sí con el mismo $Q_{T1} = 5\,130\,000 \text{ cal}$, el sistema se demora el mínimo actual de 23 horas para congelar, el nuevo Q_{T2} demorará:

$$5\,130\,000 \text{ ----- } 24\text{h}$$

$$4\,950\,000 \text{ ----- } x$$

$$Q_{T2} = 23,1 \text{ horas} \cong 23 \text{ horas}$$

Finalmente, el tiempo de congelamiento ya no estaría en 24 a 25 horas, con el intercambiador de calor el nuevo tiempo estaría en un rango de 23 a 24 horas.

Nuevos indicadores de producción

La tabla 15 presenta la nueva producción de barras de hielo de acuerdo a la proyección de demanda realizada anteriormente.

Tabla 15. Producción del año 2021

PERIODO DE EVALUACIÓN	2021		
Unidad de medida	Barras	Toneladas	S/
Producción de hielo	542 025	27 101	S/2 168 100

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de nuestras propuestas, se logró determinar los siguientes indicadores. En la tabla 17. se muestra el cuadro comparativo de indicadores antes de la mejora y después de la mejora. Para ello, se realizaron los respectivos cálculos de los nuevos indicadores. El tiempo cuello de botella sigue siendo la etapa de congelamiento, sin embargo, su nuevo tiempo es de 24,28 horas y un tiempo promedio total del proceso productivo con 1416,91 minutos.

➤ **Productividad del año 2021**

$$Productividad = \frac{\text{producción total}}{\text{horas de mano de obra}}$$

$$Productividad = \frac{2\,227 \text{ toneladas/mes}}{720 \text{ h/mes}} = 3,1 \frac{\text{toneladas}}{\text{h - hombre}}$$

➤ **Eficiencia Física del año 2021**

$$Eficiencia \text{ Física} = \frac{\text{producción total}}{\text{insumos requeridos}}$$

$$Eficiencia \text{ Física} = \frac{26\,726,4 \text{ toneladas/año}}{28\,002 \text{ insumos requeridos}} = 95\%$$

➤ **Eficiencia Económica del año 2021**

$$Eficiencia \text{ económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$Eficiencia \text{ económica} = \frac{S/2\,168\,100}{S/673\,356} = S/3,22$$

➤ **Utilización del año 2021**

$$Utilización = \frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad Diseñada}}$$

$$Utilización = \frac{74,24 \text{ ton/día}}{154,4 \text{ ton/día}} \times 100 = 48,08\%$$

➤ Pérdidas económicas del año 2021

Según el libro titulado “Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma” [20] menciona que todo proceso siempre tiene variaciones, debido a diferentes factores como de materia prima, maquinaria, mano de obra, entre otras; que generan cambios, desajustes, fallas, etc.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se consideró un margen de error del 5% al producto por volumen no conforme y para el hielo quebradizo un margen de error de 10%; que es resultado de un proceso que no es perfecto con el sistema automatizado y la instalación del intercambiador de calor. Asimismo, con las propuestas de mejora, las pérdidas económicas se redujeron a 0,97%.

Tabla 16. Pérdidas económicas con la mejora

Mes	Producción (barras)	Ventas de la producción (barras)	Ganancias (S/)	Productos defectuosos después de la mejora (barras)	Nuevas pérdidas económicas (S/)	% de nuevas pérdidas económicas
Enero	51 350	50 648	S/202 592	370	S/1 480	0,73%
Febrero	55 081	54 381	S/217 524	433	S/1 732	0,80%
Marzo	50 952	50 250	S/201 000	376	S/1 502	0,75%
Abril	38 530	37 828	S/151 312	336	S/1 344	0,89%
Mayo	32 628	31 926	S/127 704	340	S/1 359	1,06%
Junio	30 738	30 044	S/120 176	329	S/1 316	1,10%
Julio	20 724	20 027	S/80 108	252	S/1 010	1,26%
Agosto	22 082	21 382	S/85 528	270	S/1 080	1,26%
Setiembre	19 583	18 910	S/75 640	242	S/966	1,28%
Octubre	20 392	19 695	S/78 780	261	S/1 045	1,33%
Noviembre	21 238	20 551	S/82 204	256	S/1 025	1,25%
Diciembre	35 157	34 453	S/137 812	316	S/1 264	0,92%
Total	398 455	390 095	S/1 560 380	3781	S/15 124	0,97%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cuadro comparativo de indicadores

INDICADOR	ANTES DE LA MEJORA	DESPUES DE LA MEJORA	VARIACIÓN	
Producción	55,3 toneladas/día	74,24 toneladas/día	34,25%	Aumentó
Productividad	2,3 toneladas/h-hombre	3,1 toneladas/h-hombre	34,78%	Aumentó
Eficiencia Física	72%	95%	31,95%	Aumentó
Eficiencia Económica	S/2,36	S/3,22	36,44%	Aumentó
Cuello de botella	25,28h	24,28h	3,96%	Disminuyó
Utilización	35,84%	48,08%	34,15%	Aumentó
Tiempo promedio	1538,73 min	1476,91 min	4,02%	Disminuyó
% de pérdidas económicas	11,34%	0,97%	91,45%	Aumentó

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO 3: Análisis Costo - Beneficio

Inversión de las propuestas de mejora

En la tabla 18 se presentan todos los costos se van a requerir para la inversión de las propuestas. Cabe mencionar que el costo de inversión para la realización de las propuestas, van a representar la inversión inicial que requiere el proyecto en un periodo de un año, obteniendo como costo de inversión S/216 150.

Tabla 18. Costos de inversión

Propuesta	Costos	Precio Unitario	Cantidad	Total
Automatización en el llenado de cisterna	Temporizador	S/200	1	S/200
Instalación de intercambiador de calor	Intercambiador de calor	S/161 550	1	S/161 550
Capacitación a los operarios del proceso productico del hielo	Capacitaciones de instructivos de trabajo	S/6 800	8	S/54 400
Total				S/216 150

Fuente: Elaboración propia

➤ Costos de producción

➤ Costos de energía

Tabla 19. Costo de energía en función a la máquina

Máquina	Potencia (KW)	Costo Mensual (S/)		Costo total anual (S/)
		Horas punta	Horas fuera de punta	
Intercambiador de calor	50	S/6 002	S/4 434	S/125 238

Fuente: Elaboración Propia

➤ Costo de mantenimiento

La Fábrica de Hielo San Jorge presenta un costo de mantenimiento de S/1 300, el cual, es el pago que se le hace a una persona natural por el servicio de mantenimiento o falla de una máquina; ya que en la misma fábrica no hay un personal encargado de realizar dicho trabajo.

➤ **Costos de Equipos de Protección Personal**

Tabla 20. Costo de Equipos de Protección Personal y Suministros

Equipos de Protección Personal	P.U. (S/)	Cantidad (unidades)	N° de veces al año	Total (S/)
Botas de seguridad	S/22	8	2	S/352
Guantes	S/10	8	2	S/160
Mascarillas de 3 pliegues	S/125	1 caja (50 und)	4	S/500
Suministros para evitar la propagación de COVID-19				
Gel antibacterial	S/130	Docena (frasco de 500 ml)	5	S/650
Jabón líquido	S/40	Docena (frasco de 400 ml)	6	S/240
Alcohol glicerinado	S/17	1 litro	20	S/340
Termómetro infrarrojo digital	S/299,9		1	S/299,9
Total				S/2 542

Fuente: Elaboración Propia

Beneficio

En la Tabla 21 se muestra el beneficio total de cada año con respecto a la demanda proyectada. El Anexo 30, 31, 32 y 33, presenta una comparación entre la producción que se tiene actualmente y la nueva producción en base a la proyección de demanda de las barras de hielo.

Tabla 21. Cálculo de beneficio anual

Año	Beneficios (S/)
2021	S/138 042
2022	S/274 774
2023	S/494 425
2024	S/715 329

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Se realizó el cálculo del costo-beneficio, el cual se obtuvo un valor de 1,20; esto quiere decir que por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de 0,20 céntimos.

Tabla 22. Flujo de caja con la propuesta

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
<u>Ingresos</u>		S/166 558	S/303 290	S/522 941	S/743 845
Aumento de producción		S/138 042	S/274 774	S/494 425	S/715 329
Reducción de pérdidas económicas		S/15 124	S/15 124	S/15 124	S/15 124
Ahorro de energía		S/13 392	S/13 392	S/13 392	S/13 392
Valor de salvamento					S/10 000
<u>Egresos</u>	-S/216 150	S/173 890	S/173 890	S/173 890	S/173 890
Inversión	-S/216 150				
Mantenimiento		S/15 600	S/15 600	S/15 600	S/15 600
Materiales de capacitación		S/200	S/200	S/200	S/200
Equipos de protección		S/2 542	S/2 542	S/2 542	S/2 542
Costo de energía		S/125 238	S/125 238	S/125 238	S/125 238
Depreciación		S/30 310	S/30 310	S/30 310	S/30 310
<u>Utilidad bruta</u>	-S/216 150	-S/7 331,82	S/129 399,98	S/349 050,98	S/569 954,98
Impuestos		-S/2 199,55	S/38 819,99	S/104 715,29	S/170 986,49
<u>Utilidad neta</u>	-S/216 150	-S/35 442,27	S/60 269,99	S/214 025,69	S/368 658,49
Utilidad acumulada	-S/216 150	-S/251 592,27	-S/191 322,29	S/22 703,40	S/391 361,88

Fuente: Elaboración Propia

VNA INGRESOS	S/1 235 439,63
VNA EGRESOS	S/528 164,74
INVERSIÓN	S/497 198
B/C	1,20

Cálculo del VAN y TIR

El VAN muestra que el proyecto realizado es viable, tras calcular los flujos del beneficio y los costos junto la inversión queda un valor de S/186 880,36 como ganancia. El TIR muestra que habrá un 33% de rentabilidad al ejecutar dicha inversión. De igual manera gracias a las propuestas planteadas la inversión es recuperada al tercer año.

Tabla 23. Cálculo del VAN y TIR

TMAR	12%
VAN	S/186 880,36
TIR	33%

Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, midiendo la producción, productividad y el tiempo ciclo de cada operación. Coincidiendo con los autores M. Anaya, A. Chan y V. Benítez [3], en la cual hace referencia que la productividad es la relación de lo que produce la empresa y el uso de los recursos para generarlos; así mismo realiza una toma de datos con respecto al tiempo de cada actividad. El resultado del análisis que se realizó en la investigación con respecto a la producción con 55,3 toneladas/día, una productividad de 2,3 ton/h-hombre y un tiempo ciclo de 25,28 h el cual es considerado cuello de botella. Coincidiendo con lo mencionado por los autores, se evaluó el aumento de la producción, productividad y la reducción del tiempo ciclo total reduciendo así las

pérdidas económicas por los productos defectuosos; después de la implementación de propuestas de mejora.

- Según M. Anaya, A. Chan y V. Benítez [3] se enfocan en la toma de datos del tiempo ciclo y movimientos de los operarios, teniendo como objetivo diseñar un sistema automatizado en PLC, también hacen mención de la reducción de sus costos de fabricación e incrementó su productividad en un 10%. Coincidiendo con lo mencionado por los autores, en la presente investigación se realizó una toma de datos para el tiempo ciclo total de todo el proceso, y a su vez se desarrolló un sistema de automatizado en el programa CadeSimu para la actividad de llenado de cisterna; logrando reducir productos defectuosos es decir productos no conformes por volumen (hielo por tamaño) y aumentando su productividad en un 34%.

Se realizó un Manual de Organización de Funciones e Instructivos de trabajo con el fin de que todos los operarios realicen métodos de trabajos estandarizados, ayudando así a eliminar las actividades que no agregan valor al proceso, tal y como N. Tass, G. Enrique y E. Macías [4] fundamentan en su investigación que al realizar un estudio de tiempos y movimientos utilizando herramientas de ingeniería se logró analizar los métodos de trabajo estandarizados para cada operario y también C. Duran, A. Cetindere y Y. Aksu [7] hacen mención en su investigación la realización de la medición de trabajo y el estudio de métodos, para determinar el método de trabajo que realizan los operarios, logrando así reducir los tiempos de producción en un 53%.

Así mismo, A. Paredes y J. Córdova [5] indica que utilizando un medidor de flujo ultrasonido, pistola infrarroja que funciona en condiciones de temperaturas bajas y un agitador que funciona por un motor de 10 caballos de fuerza (HP) para regular la salinidad y temperaturas con respecto al refrigerante R-717, también hace referencia que el tiempo de congelamiento para las barras de hielo son de 24 h, logrando reducirse en 18 h promedio. También A. Phongsavath et al. [6] diseñó un intercambiador de calor tipo carcasa y tubos, el cual indicó que, obteniendo una dimensión de 2 pulgadas en los tubos, le permitió reducir la temperatura de ingreso del agua en 22°C. y sus costos de energía. En tanto, en la presente investigación se propuso la instalación de un intercambiador de calor, logrando regular la temperatura de ingreso del agua hacia la poza a 19°C y reducir el tiempo de congelamiento de 25,28 h a 24,28 h. De este modo, se logra tener un nuevo tiempo promedio total de 1476,91 minutos.

Finalmente, con la realización de las propuestas de mejora para la fábrica de hielo el % de pérdidas económicas se logró reducir de 11,34% a 0,97%.

- En el trabajo de investigación de la autora K. Salazar [21] aplicó como propuestas de mejora la instalación de un sensor de nivel en el llenado de cisterna, la realización de un MOF para los operarios de producción y la instalación de un chiller; teniendo como inversión final un total de S/175 419,048, y sus indicadores económicos fueron de un VAN de S/57 088,82 y un TIR de 22%, recuperando su inversión en el cuarto del año 2014. Por otro lado, en la presente investigación se propuso la instalación de un temporizador para automatizar la actividad de llenado de cisterna, la elaboración de un MOF e Instructivos de trabajo para eliminar actividades que no agregan valor al proceso y finalmente la instalación de un intercambiador de calor para reducir el tiempo ciclo total de todo el proceso; sumando un total de inversión de S/216 150, con un VAN de S/186 880,36 y un TIR de 33%, recuperando lo invertido en el tercer año.

Conclusiones

1. De la investigación se concluye que la propuesta de mejora en el proceso de producción de la Fábrica de Hielo San Jorge favoreció positivamente en la reducción de las pérdidas económicas en un 91,45%
2. Después de realizar el diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la Fábrica de Hielo San Jorge, se identificó dos problemas principales que es el hielo por tamaño (producto no conforme por volumen) y el hielo quebradizo. Para el análisis, se determinó el tiempo ciclo total del proceso productivo mediante la herramienta DAP (Diagrama de Análisis del Proceso), se realizó también la metodología 5WH para conocer a detalle las actividades que realizan los operarios y el uso del diagrama hombre – máquina. Los resultados obtenidos fueron: una producción de 55,3 ton/días, eficiencia de 71%, una productividad con 2,3 ton/h-hombre, cuello de botella de 25,28h, el tiempo ciclo total de 1516,8 minutos y el % de pérdidas económicas obtenido de 11,34%.
3. La realización de las propuestas de mejora para la Fábrica de Hielo San Jorge están proyectadas para dar solución a los problemas mencionados anteriormente. En primer lugar, se propuso automatizar el llenado de cisterna mediante la instalación de un temporizador para obtener barras de hielo de 60kg que es el volumen correcto. En segundo lugar, se propuso la elaboración de un Manual de Organización de Funciones e Instructivos de trabajos, mediante el cual, los trabajadores de la empresa conozcan a detalle las funciones y actividades que deben de realizar logrando así eliminar las actividades que no agregan valor al proceso productivo; un plan de capacitaciones, y por último se propuso la instalación de un intercambiador de calor, reduciendo el tiempo cuello de botella del congelamiento. Con las propuestas de mejora, se logró incrementar la producción de barras de hielo a 74,24 ton/día, la eficiencia física de 71% a 95%, eficiencia económica de S/2,36 a S/3,22, se redujo el tiempo cuello de botella de 25,28 h a 24,28 h y el tiempo ciclo total de 1538,73 minutos a 1476,91 minutos, también hubo una reducción de productos defectuosos en cuando al hielo por tamaño de 12 887 barras a 6 44 barras y de hielo quebradizo de 31 366 barras a 3 137 barras, logrando reducir las pérdidas económicas de 11,34% a 0,97%.
4. El análisis costo – beneficio realizado, indica que la propuesta es viable, proyectando una inversión de S/216 150, un VAN de S/186 880,36, un TIR de 33% y un B/C de S/ 1,20; el cual significa que por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de 0,20 céntimos.

Recomendaciones

- Se recomienda a la fábrica, realizar un estudio sobre la ergonomía en el proceso de fabricación de barras de hielo, ya que muchas de las actividades que realizan los trabajadores son repetitivas y esto puede generar consecuencias a lo largo del tiempo como problemas músculo-esqueléticos, debido a posturas forzadas y mantenidas durante largo periodos de trabajo, que esto influye en sus actividades laborales.
- Se recomienda a la fábrica que realice pausas activas para los trabajadores antes de iniciar con sus actividades, para así prevenir lesiones, fatiga y cansancio; logrando mejorar el desempeño de sus colaboradores.

- Se recomienda a la fábrica realizar monitoreo y tener una planificación de los indicadores realizados en las propuestas de mejora.

Referencias

- [1] «La industria hielera,» 6 Octubre 2017. [En línea]. Available: <https://www.elcorreodeprietto.com/?p=6472>. [Último acceso: 20 Setiembre 2019].
- [2] «Elaboración de hielo premium,» [En línea]. Available: <https://gestion.pe/especial/50-ideas-de-negocios/noticias/historica-industria-vender-hielo-noticia-1992347>. [Último acceso: 17 Setiembre 2019].
- [3] M. Anaya, A. Chan y V. Benítez, «Incremento de productividad a través del diseño e implementación de un sistema flexible automatizado,» *Ingeniería Industrial*, pp. 142-146, 2016.
- [4] N. Tass, G. Enríquez, A. Ortiz y E. Macías, «Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de block en la fábrica AREVALO,» México, 2017.
- [5] A. Paredes y J. Córdova, «Subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-717 y su relación con el incremento del coeficiente de performance de la fábrica de hielo Lesser S.A.C.,» 2015.
- [6] A. Phongsavath et al., «The Study of Coefficient of Performance and Energy Efficiency of the 50 Tons Tube Ice Maker Machine by Finding the Optimal Diameter of a Heat Exchanger Machine for Installing In the Tube Ice Maker Machine,» *Researchgate*, pp. 282-287, 25-26 Mayo 2017.
- [7] C. Duran, A. Cetindere y Y. Aksu, «Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company,» *ScienceDirect*, vol. 26, pp. 109-113, 2015.
- [8] FAO, «El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-y5013s.pdf>. [Último acceso: 28 Octubre 2019].
- [9] «De Hielo,» [En línea]. Available: <http://www.dehielo.com>. [Último acceso: 21 Setiembre 2019].
- [10] J. Fuentes y J. Rodríguez, «Instalaciones Frigoríficas,» [En línea]. Available: http://www.frioycalor.info/Alzira/Alzira_Modulo5_InstalacionesFrigorificas2_Completo.pdf. [Último acceso: 2 Noviembre 2019].

- [11] «Obtención del amoníaco,» [En línea]. Available: <https://quimica.laguia2000.com/general/obtencion-del-amoniaco>. [Último acceso: 1 Noviembre 2019].
- [12] Aprovisionamiento y almacenaje en la venta, Málaga: Publicaciones Vértice, p. 34.
- [13] B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo, México: McGraw-Hill, 2009.
- [14] M. Trías, P. Gonzáles, S. Fajardo y L. Flores, «Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos,» 2009.
- [15] O. Vásquez, «Ingeniería de Métodos,» 9 Abril 2012. [En línea]. Available: https://issuu.com/oscarvgervasi/docs/ingenier_a_de_m_todos. [Último acceso: 2 Diciembre 2019].
- [16] M. Berenson y D. Levine, Estadística Básica en Administración, Conceptos y Aplicaciones, Pearson Educación, 1996.
- [17] R. Marquez, «Simulaciones Cade Simu,» 22 Julio 2020. [En línea]. [Último acceso: 28 Junio 2020].
- [18] O. Araque y L. Gallego, «Análisis técnico económico de la implementación de mejoras en el procesamiento de carbonato de calcio,» *Dialnet*, vol. 19, nº 1, pp. 42-48, 2014.
- [19] M. Arroyo, «ISSUU,» 10 Abril 2012. [En línea]. Available: <https://issuu.com/maxarroyo/docs/plantasindustriales>. [Último acceso: 2021 Mayo 18].
- [20] H. Gutiérrez y R. De la Vara, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, Segunda ed., The McGraw-Hill, 2009.
- [21] K. Salazar, Mejora de la producción de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia S.A.C., 2015.
- [22] «Intercambiadores de calor de carcasa y tubos».
- [23] H. Gutiérrez y R. Vara, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, Tercera ed., México: Mc Graw Hill Education, 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Ciclos analizados en la empresa Fábrica de Hielo San Jorge

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROCESO	Ciclos Observados (min)										Σxi (min)	Tiempo Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Llenado	Llenado del tanque dispensador	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,3	5,3	5,4	52,95	5,3
	Llenado de moldes	4,4	4,2	4,4	4,5	4,3	4,2	4,5	4,4	4,3	4,4	43,6	4,4
Congelado	Transporte a la poza	0,89	1,0	0,7	0,9	0,92	0,9	0,8	0,91	0,7	0,93	8,65	0,9
	Colocar los moldes en la poza	0,91	0,9	0,86	0,92	0,92	0,91	0,93	0,9	0,91	0,91	9,09	0,91
	Congelado	1068	1156	1072	1206	1422	970	960	960	1140	1072	11026	1103
	Verificación del producto	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	14,1	1,4
	Termino de congelado	430	391,2	415,5	440,8	390,5	410,4	407,9	416,5	420,1	418,4	4141,3	414,13
Desmoldado y despacho	Transporte a baño maria	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,47	0,5	5,17	0,5
	Baño maria	4,89	4,90	4,80	4,80	4,89	4,89	4,90	4,80	4,89	4,90	48,66	4,89
	Desmolda las barras	1,4	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	14,00	1,4
	Inspección final y entrega del producto	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6	0,5	0,65	5,35	0,5
	Trituración	1,3	1,5	1,3	1,6	1,4	1,2	1,5	1,7	1,3	1,5	14,3	1,4
TIEMPO DE CICLO												1538,73	

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 2. Diagrama de flujo de la actividad de llenado de cisterna

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➔	◐	◻	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Encender la bomba	●						0,05	0,05	
2	Subir hacia la válvula		●					0,37		0,37
3	Abrir la válvula	●						0,1	0,1	
4	Llenado de cisterna	●					No hay control, pérdida de MP. El operario realiza actividades de baño maría y no revisa el llenado que genera rebalse del agua.	4,3	4,3	
5	Traslado hacia la válvula		●					0,37		0,37
6	Apagar la válvula	●						0,1	0,1	
7	Apagar la bomba	●						0,05	0,05	
TOTAL								5,3	4,6	0,74

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 3. Actitud de interrogante del llenado de cisterna

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Primero se realiza el llenado de la cisterna, seguidamente se colocan los moldes de hielo para que estos sean llenados.	
¿Cuándo se hace?	Mientras que se hacen entrega de las barras ya desmoldadas, se va llenando los moldes de los que han sido retiradas las barras de hielo.	
¿Dónde se hace?	El llenado de cisterna se ejecuta en la parte inferior de la poza productora.	
¿Quién lo hace?	El llenado lo realiza un trabajador que no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.	
¿Cómo se hace?	El trabajador que realiza el llenado de cisterna, también se encarga de realizar el baño maría para que se realice el desmolde las barras terminadas y estas sean posteriormente entregadas al cliente. Sin embargo, no existe un control de la actividad por estar ejecutando otra función a la vez.	Reducir

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 4. Diagrama de flujo de la actividad de llenado de moldes

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➡	◻	◻	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Girar el tanque dispensador	●						0.18	0.18	
2	Llenado de moldes	●					No hay control, pérdida de MP. El operario realiza actividades de verificación.	2.76	2.76	
3	Transporte al llenado		●				El operario esta en la otra cámara realizando otra actividad	0.4		0.4
4	Girar el tanque dispensador	●						0.16	0.16	
5	Transporte al teche		●					0.4		0.4
6	Manipular el teche para retirar el agua	●					Pérdida de MP	0.5		0.5
TOTAL								4.4	3.1	1.3

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 5. Actitud de interrogante del llenado de moldes

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se colocan los moldes de hielo para que sean llenados, seguidamente estos son llevados hacia la poza para su respectivo congelamiento.	
¿Cuándo se hace?	Se ejecuta el llenado de moldes cuando se efectúa el desmolde de las barras para su respectiva entrega, para así, seguir produciendo un nuevo lote.	
¿Dónde se hace?	La actividad se realiza en la parte inferior de la poza, junto al llenado de sistema.	
¿Quién lo hace?	El llenado lo realiza un trabajador que no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.	
¿Cómo se hace?	El trabajador que realiza el llenado de moldes, también se encarga de realizar la verificación, ya que los moldes al ser llenados, estos deben ser trasladados hacia la poza para su respectivo congelamiento, es por ello que el trabajador debe cerciorarse cuál es el siguiente lote que va a salir. Sin embargo, no existe un control de la actividad por estar ejecutando otra función a la vez.	Simplificar

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 6. Diagrama de flujo de la actividad de congelamiento

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
N°	Actividades	○	⇒	◐	◑	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Congelamiento	●					Cuello de botella, el operario no realiza el control de la temperatura de la poza ni de la salinidad de la salmuera, no hay una revisión.	1103	1103	
TOTAL								1103	1103	0

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 7. Actitud de interrogante del congelamiento

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se espera a que el hielo se termine de congelar.	
¿Cuándo se hace?	Seguidamente del llenado de moldes, ya que son ingresados a la poza para su congelamiento.	
¿Dónde se hace?	En poza de congelamiento.	
¿Quién lo hace?	Lo ejecuta el trabajador de llenado de moles, teniendo en cuenta que este no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.	
¿Cómo se hace?	El trabajador no realiza otra actividad ni hace la revisión de los parámetros de salinidad y temperatura, que estos son fundamentales para el congelamiento. Sin embargo, debería hacer las revisiones para mantener el control del congelamiento, pues como se sabe que esta etapa posee el cuello de botella.	Reducir

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 8. Diagrama de flujo de la actividad de verificación

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
N°	Actividades	○	⇒	◐	◑	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Transporte hacia la poza		●					0,6		0,6
2	Retirar las tablas	●					Tablas en mal estado	0,53	0,53	
3	Revisar el producto			●			Revisión rápida y basada en la apariencia física. Es aleatoria, porque no sabe si cumple el tiempo necesario para cambiarlo.	0,27	0,27	
TOTAL								1,40	0,8	0,6

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 9. Actitud de interrogante de la verificación

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Se verifica que las tablas estén colocadas correctamente para que la poza de congelamiento se encuentre totalmente cerrado.
¿Cuándo se hace?	Se realiza la verificación cuando está por terminar la actividad de congelamiento y así poder retirar los moldes para llevarlos al baño maría.
¿Dónde se hace?	La verificación del producto se hace en la poza de congelamiento.
¿Quién lo hace?	La verificación lo efectúa un trabajador que no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.
¿Cómo se hace?	Se verifica el producto de manera aleatoria para saber si ya ha terminado de congelar adecuadamente, para luego transportarlo hacia el baño maría.

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 10. Diagrama de flujo de la actividad del término de congelamiento

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	◯	□	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A	N.V.A.
1	Término de congelamiento del hielo	●					Mucho tiempo	413,83	413,83	
2	Revisa el producto					●	Revisión rápida y basada en la apariencia física. Es aleatoria, porque no sabe si cumplió el tiempo necesario para desmoldar el producto.	0,30	0,30	
TOTAL								414,13	414,13	0

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 11. Actitud de interrogante del término de congelamiento

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se espera a que el hielo termine su tiempo de congelamiento, para posteriormente sea despachado.	
¿Cuándo se hace?	Terminando el congelamiento.	
¿Dónde se hace?	El congelamiento se hace en la prosa que está ubicada delante del llenado de moldes.	
¿Quién lo hace?	El término de congelamiento lo efectúa un trabajador que no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.	
¿Cómo se hace?	El trabajador que realiza el termino de congelamiento, primero revisa que lote debe ser retirado de la poza, en base a la apariencia, sin tener un control de que lote ya finalizó su congelamiento.	Simplificar

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 12. Diagrama de flujo de la actividad de baño maría

Nº	Actividades	○	⇒	◐	◑	▽	Observación	Tiempo (minutos)	V.A.	N.V.A.
1	Ingresar a baño maría los moldes	●					El ingreso lo realiza con el tede	0,4	0,4	
2	Manipula el tede	●						1,3	1,3	
3	Revisión			●				0,09		0,09
4	Balanceo de moldes	●					Permite qe entre el agua en los moldes	2,5	2,5	
5	Manipula el tede	●						0,6	0,6	
TOTAL								4,89	4,8	0,09

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 13. Actitud de interrogante del baño maría

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	El baño maría se ejecuta para que posteriormente la barra de hielo sea desmoldada de una manera más eficiente y en menor tiempo.
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando se va a desmoldar el producto para que luego sea despachado hacia el cliente final.
¿Dónde se hace?	El baño maría se ejecuta junto al llenado de cisterna y llenado de moldes.
¿Quién lo hace?	El baño maría lo efectúa un trabajador que no presenta las características adecuadas para la realización del trabajo, debido a que su método de trabajo es práctico.
¿Cómo se hace?	Mientras se empieza a llenar la cisterna, el trabajador ejecuta el baño maría del lote que fue retirado de la posa, para posteriormente ser desmoldados y entregados al cliente.

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 14. Diagrama hombre-máquina del operario 1

Diagrama Hombre - Máquina						
Proceso		Congelamiento	Empresa: Fábrica de Hielo San Jorge			
Etapa		Llenado	Hoja: 1 de 1			
Actividades		Llenado de cisterna				
Máquina		Baño maría				
		Maquina 1: Cisterna				
TIEMPO	OPERARIO		MÁQUINA			
	Actividades		Actividad			
1	Encender la bomba					
2	Subir hacia la válvula		Inactividad			
3						
4						
5						
6						
7	Abrir la válvula					
8	Transporte a baño maría					
9	Ingresa a baño maría los moldes					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19	Manipula el tecl					
20	Manipula el tecl					
21						
22						
23						
24						
25						
26				Revisión		
27				Balanceo de moldes		Llenado de cisterna
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52	Manipula el tecl					
53						
54						
55						
56						
57	Transporte a la válvula		Tiempo de rebalse			
58	Apagar la válvula Apagar la bomba		Inactividad			
59						
60						
61						
62						

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 15. Diagrama hombre-máquina del operario 2

Diagrama Hombre Máquina			
Proceso		Congelamiento	Empresa: Fábrica de Hielo San Jorge
Etapa		Llenado	Hoja: 1 de 1
Actividades		Llenado de moldes	
		Verificación	
Maquinas		Máquina 1: Tanque dispensador	
TIEMPO	OPERARIO		MÁQUINA
	Actividad		Actividad
1	Girar el tanque dispensador		Inactividad
2			
3	Transporte al producto		Llenado de moldes
4			
5			
6			
7			
8			
9	Retirar las tablas		Llenado de moldes
10			
11			
12			
13	Revisar el producto		Llenado de moldes
14			
15			
16	Transporte al llenado		Llenado de moldes
17			
18			
19			
20	Inactividad		Llenado de moldes
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29	Girar el tanque dispensador		Inactividad
30			
31	Transporte al tecla		Inactividad
32			
33			
34			
35	Manipular el tecla para retirar agua		Inactividad
36			
37			
38			
39			

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 16. Producción de hielo en barras, durante el periodo 2018-2019

DEMANDA DE HIELO		
Meses	2018	2019
Enero	38 602	51 350
Febrero	41 815	55 081
Marzo	47 555	50 952
Abril	36 719	38 530
Mayo	29 262	32 628
Junio	30 094	30 738
Julio	19 304	20 724
Agosto	16 744	22 082
Setiembre	15 318	19 583
Octubre	16 436	20 392
Noviembre	16 271	21 238
Diciembre	27 300	35 157
Promedio	27 952	33 205
TOTAL	337 438	398 455

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 17. Proyección de demanda 2021 - 2022



Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 18. Proyección de demanda 2023 - 2024



Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 19. Pérdidas económicas por producto de volumen no conforme

MES	DÍAS LABORALES	PRODUCCIÓN (barras)	EN RESERVA (barras)	VENTAS (barras)	PÉRDIDA POR PRODUCTO DE VOLUMEN NO CONFORME (barras)	Nº DE BARRAS SIN DEVOLUCIÓN	PÉRDIDAS (\$/)
Enero	31	51 350	702	50 648	1 634	49 014	S/6 535
Febrero	28	55 081	700	54 381	1 942	52 439	S/7 769
Marzo	31	50 952	702	50 250	1 621	48 629	S/6 484
Abril	30	38 530	702	37 828	1 261	36 567	S/5 044
Mayo	31	32 628	702	31 926	1 030	30 896	S/4 119
Junio	30	30 738	694	30 044	1 001	29 043	S/4 006
Julio	31	20 724	697	20 027	646	19 381	S/2 584
Agosto	31	22 082	700	21 382	690	20 692	S/2 759
Setiembre	30	19 583	673	18 910	630	18 280	S/2 521
Octubre	31	20 392	697	19 695	635	19 060	S/2 541
Noviembre	30	21 238	687	20 551	685	19 866	S/2 740
Diciembre	31	35 157	704	34 453	1 111	33 342	S/4 446
PROMEDIO	30	33 205	697	32 508	1 069	31 434	S/4 296
TOTAL	365	398 455	8 360	390 095	12 887	377 208	S/51 548

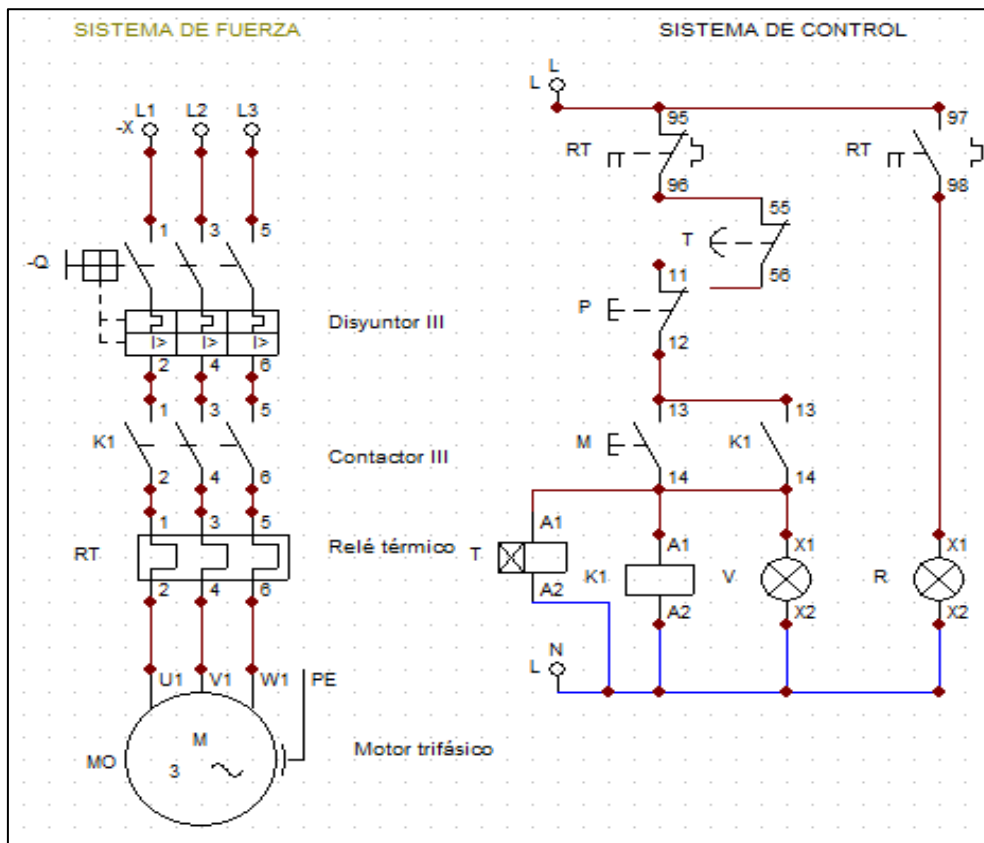
Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 20. Pérdidas económicas por hielo quebradizo

MES	DÍAS LABORALES	PRODUCCIÓN (BARRAS)	EN RESERVA (barras)	VENTAS (barras)	PÉRDIDA POR HIELO QUEBRADIZO (barras)	Nº DE BARRAS HIELO SIN DEVOLUCIÓN	PÉRDIDAS (S/)
Enero	31	51 350	702	50 648	2 883	47 765	S/11 532
Febrero	28	55 081	700	54 381	3 360	51 021	S/13 440
Marzo	31	50 952	702	50 250	2 945	47 305	S/11 780
Abril	30	38 530	702	37 828	2 730	35 098	S/10 920
Mayo	31	32 628	702	31 926	2 883	29 043	S/11 532
Junio	30	30 738	694	30 044	2 790	27 254	S/11 160
Julio	31	20 724	697	20 027	2 201	17 826	S/8 804
Agosto	31	22 082	700	21 382	2 356	19 026	S/9 424
Setiembre	30	19 583	673	18 910	2 100	16 810	S/8 400
Octubre	31	20 392	697	19 695	2 294	17 401	S/9 176
Noviembre	30	21 238	687	20 551	2 220	18 331	S/8 880
Diciembre	31	35 157	704	34 453	2 604	31 849	S/10 416
PROMEDIO	30	33 205	697	32 508	2 614	29 894	S/10 455
TOTAL	365	395 455	8 360	390 095	31 366	358 729	S/125 464

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 21. Sistema de control para el llenado de cisterna



x

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22. Manual de Organización de Funciones e Instructivos de trabajo para el área de gerencia general

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES PARA EL ÁREA DE GERENCIA

CARGO

Gerente General

NATURALEZA DEL PUESTO

Liderar a todos sus trabajadores, controlar las actitudes y aptitudes para el desempeño de su actividad.

OBJETIVO DEL PUESTO

Dirigir la Fábrica de Hielo San Jorge, tomar decisiones, supervisar y ser un líder.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

- Planifica, organiza y supervisa todas las actividades realizadas en la empresa.
- Hacer de líder en la empresa y a su vez portavoz de la misma.
- Tomar decisiones correctas.
- Motivar y supervisar constantemente a todo el equipo de trabajo.

REQUISITOS PARA EL PUESTO

➤ **Nivel educativo alcanzado**

Universidad Completa - Titulado

➤ **Experiencia laboral**

Tres años en funciones similares

➤ **Formación**

Conocimientos en temas de liderazgo, compromiso.

**Anexo 23. Manual de Organización de Funciones e Instructivos de trabajo para el área de
producción**

**MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES PARA EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN**

CARGO

Operario de planta

NATURALEZA DEL PUESTO

Liderar a los operarios del área de producción, controlar las actitudes y aptitudes para el desempeño de su actividad, teniendo en cuenta el manejo de materiales e insumos.

OBJETIVO DEL PUESTO

Manejar materiales e insumos adecuadamente para la producción de barras de hielo en la Fábrica San Jorge.

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

- Cumplir el Manual de Organización y Funciones.
- Ejecutar el transporte de los moldes (tecles) y la máquina trituradora.
- Efectuar actividades de manipuleo, carga y descarga de hielo.
- Mantener limpio las pozas de congelamiento y alrededores.
- Ejecutar el despacho de hielo a los clientes.

REQUISITOS PARA EL PUESTO

➤ **Nivel educativo alcanzado**

Secundaria completa

➤ **Experiencia laboral**

Un año en funciones similares

➤ **Formación**

Conocimientos en equipos mecánicos, tales como máquina trituradora de hielo y tecele.

Anexo 24. Instructivo de trabajo de llenado de cisterna y de moldes**INSTRUCTIVO DE LLENADO DE CISTERNA Y LLENADO DE MOLDES DE LA
FÁBRICA DE HIELO SAN JORGE****1. OBJETIVO**

Supervisar el llenado del tanque de la cisterna y efectuar el llenado de moldes de barras de hielo, ambas actividades deben ser realizadas en el menor tiempo posible.

2. ALCANCE

Aplica a las actividades relacionadas con presionar el interruptor, abrir la válvula, llenado del tanque de la cisterna y el llenado de moldes.

3. RESPONSABLES:

Operario de producción en el llenado del tanque de la cisterna y llenado de moldes.

4. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO**4.1. Encendido del interruptor y válvula eléctrica**

El operario 1 encargado del llenado del tanque de la cisterna se dirige a activar el interruptor de la válvula eléctrica para que se abra y permita el paso de agua hasta que pase el tiempo programado.

4.2. Supervisión del llenado de cisterna

El operario encargado espera 6,61 minutos hasta que se llene el tanque de la cisterna y supervisa el mismo, que el tiempo programado en el temporizador termine para que realice el cierre de la válvula eléctrica y finalice el llenado hacia el tanque.

4.3. Llenado de moldes de hielo

El operario 2 encargado del llenado de moldes; manipula la cisterna para que se empiece a llenar los 14 moldes de hielo.

4.4. Entrega

Teniendo los moldes llenados en la altura especificada, estos son entregados al operario de control de barras de hielo.

Anexo 25. Instructivo de trabajo de verificación y baño maría**INSTRUCTIVO DE VERIFICACIÓN – BAÑO MARÍA DE LA FÁBRICA DE HIELO
SAN JORGE****1. Objetivo:**

Controlar y dar seguimiento a las barras de hielo que son ingresadas a la poza de congelamiento de la Fábrica de Hielo San Jorge.

2. Alcance:

Aplica a las actividades que realizan el seguimiento de las barras desde que ingresan a la poza, el tiempo que permanecen en ella, el control de los parámetros (salmuera y temperatura), el control de las barras, el llenado de registro por el operario.

3. Responsables:

Operario de producción que realiza el control de las barras de hielo.

4. Desarrollo del procedimiento**4.1. Recepción**

El operario encargado del control de las barras de hielo recibe del operario de llenado de moldes la fila de moldes ya llenos.

4.2. Poza

El operario acarrea los moldes a la poza de congelamiento, donde permanecerá el lote por 24 horas aproximadamente, también se realizará la inspección y control de los parámetros, y estos tienen que encontrarse a 26°Be para la salmuera (salinidad) y para la poza a una temperatura de -5°C para el término del congelado, según los autores *A. Paredes y J. Córdova* (2015).

4.3. Control

Seguidamente, se ejecuta el llenado del registro RG002 con el número respectivo de cada lote, para tener en cuenta que lote es el que ingresa primero a la poza y que lote tiene que salir al momento de terminar su tiempo de congelamiento; las filas están enumeradas de forma ascendente. Así mismo realiza el registro de los datos conseguidos en cada medición, en la salinidad se utiliza el RG003 y para la temperatura RG004.

Tabla 20. Registro de temperatura

RG004: Registro de temperatura		
Área de producción: Etapa de congelamiento	Nombre del encargado	Firma del encargado
POZA DE CONGELAMIENTO		
FECHA	TEMPERATURA 1	TEMPERATURA 2
PROMEDIO		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26. Instructivo de trabajo de despacho**INSTRUCTIVO DE DESPACHO DE LA FÁBRICA DE HIELO SAN JORGE****1. OBJETIVO:**

Ejecutar el respectivo despacho de las barras de hielo de la Fábrica de Hielo San Jorge.

2. ALCANCE:

Aplica a las actividades relacionadas con desmolde y trituración del hielo para su entrega en caso se requiera.

3. RESPONSABLES:

Operario de producción – despacho de barras de hielo

4. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO**4.1.Recepción**

El operario de verificación, hace entrega del lote de producto terminado al operario que va a realizar el despacho de estas.

4.2. Desmolde con pinzas

Con la ayuda de las pinzas, el operario desmolda las barras de hielo para su respectiva entrega.

4.3.Triturado

Si se requiere de hacer entrega de hielo triturado para los camiones con cámaras frigoríficas, el operario coloca el hielo dentro de la máquina y estas sean trituradas, si el cliente lo desea.

4.4.Entrega

Al cliente se le hace entrega del hielo, ya sea en barra o triturado, que estas son directamente al camión o a la cámara frigorífica y a su vez se hace se llena el registro RG005.

Anexo 27. Plan de Capacitaciones

Plan de capacitación

➤ **Función de la empresa:**

La Fábrica de Hielo San Jorge se dedica a la fabricación de hielo en bloques para su respectiva distribución y comercialización.

➤ **Alcance:**

El plan de capacitación estará dirigido a los operarios de producción que laboran en la fábrica.

➤ **Objetivos:**

1. Objetivo general

- Capacitar a los operarios de producción de la fábrica para la realización eficiente de sus funciones en sus puestos de trabajo.

2. Objetivo específico

- Capacitar a los operarios del área de producción de la fábrica.
- Elevar el nivel de eficiencia individual de cada operario y el rendimiento todos.
- Desarrollar habilidades que ayuden en su desempeño laboral.

➤ **Estrategias**

Para desarrollar una capacitación dinámica, se manejarán las siguientes estrategias:

- Realizar talleres.
- Exponer la metodología de manera didáctica.

➤ **Temario propuesto**

Actualmente, la Fábrica de Hielo San Jorge cuenta con 8 trabajadores, los cuales recibirán 3 capacitaciones al año (enero-mayo-setiembre) de 2021 acerca del nuevo sistema propuesto, el cual les facilitará para que todos puedan apoyarse en la realización de las actividades utilizando los conocimientos adquiridos de las capacitaciones. Los temas que se dictarán a los operarios de producción se muestran en la siguiente **Tabla 22**:

Tabla 22: Temario propuesto para las capacitaciones

Sesión	Temario propuesto
1	Adaptación al nuevo sistema
2	Llenado de registros de producción
3	Control de parámetros
4	Sistema FIFO y control de barras
5	Funcionamiento del sistema de llenado
6	Uso de EPP's
7	Prevención del Covid-19 en el lugar de trabajo

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Tabla 23: Cronograma de capacitaciones

Temario propuesto	Mes			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Adaptación al nuevo sistema	X			
Llenado de registros de producción	X	X		
Control de parámetros		X	X	
Sistema FIFO y control de barras			X	X
Funcionamiento del sistema de llenado				X
Uso de EPP's	X		X	
Prevención del Covid-19 en el lugar de trabajo	X	X		

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Cotización de capacitaciones

Tabla 24: Costos de capacitaciones

Temas	Horas	Costo/Hora (S/)	Total (S/)
Adaptación al nuevo sistema	5	S/270	S/1 350
Llenado de registros de producción	4	S/200	S/800
Control de parámetros	6	S/200	S/1 200
Sistema FIFO para el control de barras	6	S/215	S/1 290
Funcionamiento del sistema de llenado	5	S/160	S/800
Uso de EPP's	4	S/180	S/720
Prevención del Covid-19 en el lugar de trabajo	4	S/160	S/640
Total			S/6 800

Fuente: Fábrica de Hielo San Jorge

Anexo 28. Presupuesto para la instalación del intercambiador de calor

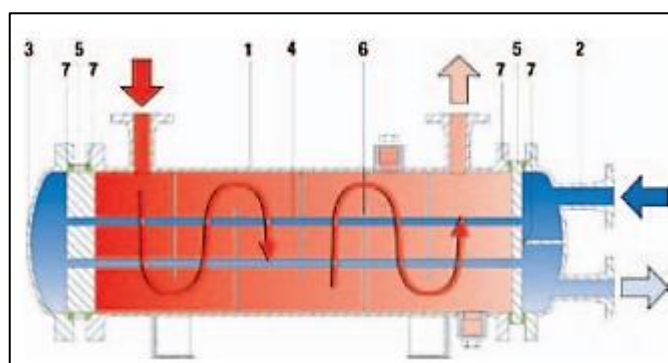
Diseño y Funcionamiento del intercambiador de calor de carcasa y tubo

Un intercambiador de calor de carcasa y tubos es un depósito a presión sin combustión que se basa en cámaras de presión autosuficientes (lado carcasa y lado tubos). Por las dos cámaras circulan dos medios de manera que cuando hay una diferencia de temperatura entre ellos, se intercambia calor sin que los medios se combinen. Como se puede ver en el dibujo, uno de los medios pasa por el lado de la carcasa, mientras por el otro corre por el interior de los tubos. En la carcasa se ubican los baffles, los cuales tienen como función forzar a que el sentido del flujo sea lo más perpendicular posible a los tubos. La forma y la distancia entre los baffles cambian de acuerdo al uso que se le da.



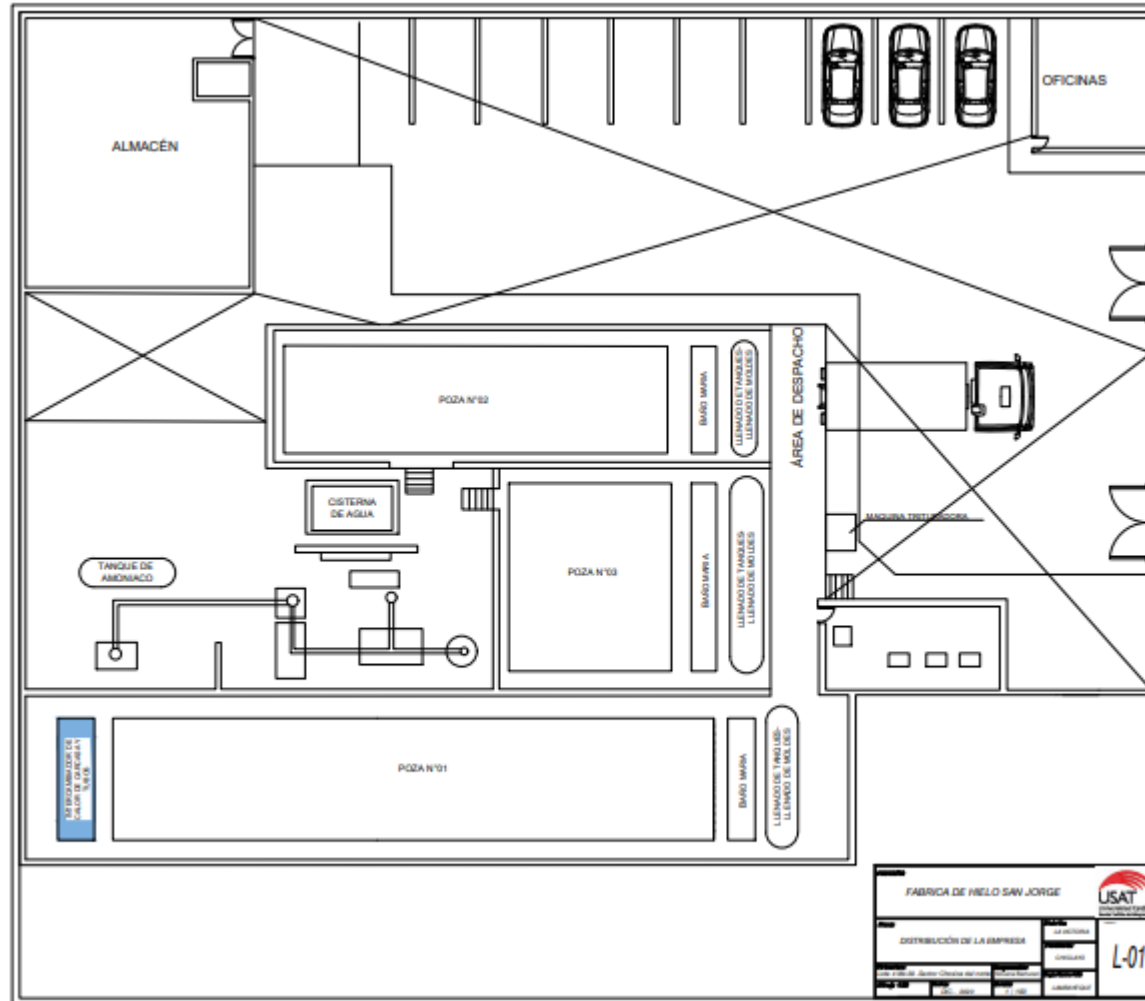
Componentes de un intercambiador de calor de carcasa y tubos

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Carcasa del intercambiador | 5. Placas tubulares |
| 2. Cámaras de conexión | 6. Baffles |
| 3. Cámara de retorno | 7. Sellado del equipo |
| 4. Tubos internos | |



Precio: S/161 550

Anexo 29. Plano de ubicación del intercambiador de calor en la fábrica de hielo San Jorge



Anexo 30. Beneficios de la demanda proyectada 2021

Meses	Días	barras/día	Producción con la mejora (barras/mes)	Producción sin la mejora (barras/mes)	Beneficio (S/)	Ganancias (S/)
Enero	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 936
Febrero	28	1 485	41 580	30 990	S/10 590	S/847 200
Marzo	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Abril	30	1 485	44 550	33 204	S/11 346	S/907 680
Mayo	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Junio	30	1 485	44 550	33 204	S/11 346	S/907 680
Julio	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Agosto	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Setiembre	30	1 485	44 550	33 204	S/11 346	S/907 680
Octubre	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Noviembre	30	1 485	44 550	33 204	S/11 346	S/907 680
Diciembre	31	1 485	46 035	34 311	S/11 724	S/937 920
Total	365	17 820	542 025	403 983	S/138 042	S/11 043 376

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 31. Beneficios de la demanda proyectada 2022

Meses	Días	barras/día	Producción con la mejora (barras/mes)	Producción sin la mejora (barras/mes)	Beneficio (S/)	Ganancias (S/)
Enero	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Febrero	28	1 860	52 069	30 990	S/21 079	S/1 686 320
Marzo	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Abril	30	1 860	55 788	33 204	S/22 584	S/1 806 720
Mayo	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Junio	30	1 860	55 788	33 204	S/22 584	S/1 806 720
Julio	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Agosto	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Setiembre	30	1 860	55 788	33 204	S/22 584	S/1 806 720
Octubre	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Noviembre	30	1 860	55 788	33 204	S/22 584	S/1 806 720
Diciembre	31	1 860	57 648	34 311	S/23 337	S/1 866 960
Total	365	22 320	678 757	403 983	S/274 774	S/21 981 920

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 32. Beneficios de la demanda proyectada 2023

Meses	Días	barras/día	Producción con la mejora (barras/mes)	Producción sin la mejora (barras/mes)	Beneficio (S/)	Ganancias (S/)
Enero	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Febrero	28	2 461	68 919	30 990	S/37 929	S/3 034 320
Marzo	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Abril	30	2 461	73 842	33 204	S/40 638	S/3 251 040
Mayo	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Junio	30	2 461	73 842	33 204	S/40 638	S/3 251 040
Julio	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Agosto	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Setiembre	30	2 461	73 842	33 204	S/40 638	S/3 251 040
Octubre	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Noviembre	30	2 461	73 842	33 204	S/40 638	S/3 251 040
Diciembre	31	2 461	76 303	34 311	S/41 992	S/3 359 360
Total	365	29 532	898 408	403 983	S/494 425	S/39 554 000

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 33. Beneficios de la demanda proyectada 2024

Meses	Días	barras/día	Producción con la mejora (barras/mes)	Producción sin la mejora (barras/mes)	Beneficio (S/)	Ganancias (S/)
Enero	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Febrero	28	3 067	85 865	30 990	S/54 875	S/4 390 000
Marzo	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Abril	30	3 067	91 998	33 204	S/58 794	S/4 703 520
Mayo	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Junio	30	3 067	91 998	33 204	S/58 794	S/4 703 520
Julio	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Agosto	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Setiembre	30	3 067	91 998	33 204	S/58 794	S/4 703 520
Octubre	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Noviembre	30	3 067	91 998	33 204	S/58 794	S/4 703 520
Diciembre	31	3 067	95 065	34 311	S/60 754	S/4 860 320
Total	365	36 804	1 119 312	403 983	S/715 329	S/57 226 320

Fuente: Elaboración Propia