

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE
CONGELACIÓN DE LA EMPRESA DE HIELO LIMARICE
S.A. PARA REDUCIR PÉRDIDAS ECONÓMICAS**

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

DÍAZ OÑA AMPARO ANABEL

Chiclayo, 14 de Mayo del 2018.

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA ETAPA DE CONGELACIÓN DE LA
EMPRESA DE HIELO LIMARICE S.A. PARA REDUCIR PÉRDIDAS
ECONÓMICAS**

POR:

AMPARO ANABEL DÍAZ OÑA

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

JURADO INTEGRADO POR

Mgr. Vanessa Lizet Castro Delgado.

PRESIDENTE

Ing. María Luisa Espinoza García Urrutia
SECRETARIO

Mgr. Oscar Vásquez Gervasi
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres por todo el apoyo incondicional, y ser mi motivo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ayudarme a ser perseverante para culminar esta Tesis.

A mi familia por ser esa razón de ser mejor cada día, y que permitió la culminación de esta Tesis

A la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo que incentivó e inculcó la investigación y realización de esta Tesis

A la empresa LIMARICE S.A. por darme la oportunidad de realizar esta investigación para su empresa.

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN y PALABRAS CLAVE.....	XII
ABSTRACT AND KEY WORDS.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO REFERENCIAL DEL PROBLEMA.....	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS:.....	20
2.2.1. Hielo.....	20
2.2.2. Principio de refrigeración.....	21
2.2.3. Sistema Frigorífico.....	21
2.2.4. Funcionamiento de una fábrica de hielo	22
2.2.5. Amoniaco.....	26
2.2.6. Salmuera	27
2.2.7. Proceso de Producción	27
2.2.8. Productividad	28
2.2.9. Cuello de Botella.....	28
2.2.10. Eficiencia	28
2.2.11. Mejora de procesos	29
2.2.12. Estudio de Tiempos y Movimiento	29
2.2.13. Herramientas y Registro de Análisis.....	30
2.2.14. Control de la producción.....	31
2.2.15. Planificación y control de producción (PCP).....	31
2.2.16. Sistema eutéctico simple.....	32
2.2.17. Sistema FIFO	32
2.2.18. Tamaño de muestra	33
2.2.19. Tiempo normal del proceso:	33
2.2.20. Tiempo estándar.....	34
2.2.21. Factor de Suplemento.....	34
2.2.22. Teoría 5WH	35
III.RESULTADOS.....	36
3.1. LA EMPRESA.....	36
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	38
3.2.1. Productos.....	38
3.2.2. Materiales e insumos.....	40
3.2.2.1. Materiales primarios	40
3.2.2.2. Materiales secundarios.....	41
3.2.2.3. Insumos	42
3.2.2.4. Herramientas y máquinas.....	45
3.2.3. Proceso de producción	48
3.2.4. Sistema de Producción.....	54
3.2.5. Análisis para el proceso de producción.....	55
3.2.5.1. Diagrama de bloques.....	55

3.2.5.2.	Estudio de tiempos y tiempo promedio de actividades	55
3.2.5.3.	Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP).....	59
3.2.5.4.	Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP).....	61
3.2.5.5.	Diagrama Hombre – Máquina.....	73
3.2.5.6.	Diagrama de Recorrido	76
3.2.6.	Indicadores actuales	78
3.2.6.1.	Indicadores de Producción	78
3.2.6.2.	Indicadores de Producción	82
3.2.7.	Análisis de información	87
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	93
3.4.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN:	98
3.4.1.	Automatizado en el llenado de la cisterna.....	98
3.4.2.	Distribución de funciones y Procedimientos.....	99
3.4.3.	Procedimiento de control de parámetros.....	113
3.4.4.	Mantenimiento preventivo	120
3.4.6.	Tiempo estándar	126
3.4.6.1.	Tiempo promedio de la propuesta.....	126
3.4.6.2.	Tiempo normal de la propuesta.....	127
3.4.6.3.	Tiempo Estándar	129
3.4.7.	Nuevos Indicadores de producción y productividad.....	131
3.4.8.	Cuadro comparativo de indicadores.....	134
3.5.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	137
IV.	CONCLUSIONES	143
	RECOMENDACIONES	144
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
VI.	ANEXOS	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación	33
Tabla 2. Factor de calificación de desempeño	34
Tabla 3. Factores para el proceso	35
Tabla 4. Cantidad de desecho.....	40
Tabla 5. Tiempo para llenado de tanque dispensador	41
Tabla 6. Costo de Materia en los meses desde	43
Tabla 7. Costo por Luz.....	43
Tabla 8. Mano de obra.....	44
Tabla 9. Herramientas utilizadas en la etapa de congelamiento.....	46
Tabla 10. Maquinaria de la empresa LIMARICE S.A.	47
Tabla 11. Cálculo de los ciclos observados para cada etapa.....	55
Tabla 12. Resumen de tiempos	57
Tabla 13. Ciclo observados en la empresa LIMARICE S.A.....	58
Tabla 14. Resumen del DOP	60
Tabla 15. Resumen del DAP.....	60
Tabla 16. Actitud de interrogante del llenado de cisterna.....	63
Tabla 17. Actitud de interrogante del llenado de moldes.....	65
Tabla 18. Actitud de interrogante del congelamiento	67
Tabla 19. Actitud de interrogante de la verificación	69
Tabla 20. Actitud de interrogante de la operación de término de	70
Tabla 21. Actitud de interrogante de la operación de baño maría.....	72
Tabla 22. Tabla Resumen de NVA.	73
Tabla 23. Costo por desperdicio de.....	75
Tabla 24. Costo por desperdicio.....	76
Tabla 25. Análisis del proceso de producción de hielo	79
Tabla 26. Producción real.....	80
Tabla 27. Productividad de mano de obra.....	81
Tabla 28. Productividad	82
Tabla 29. Eficiencia Física	83
Tabla 30. Eficiencia Económica.....	84
Tabla 31. Utilización	86
Tabla 32. Pérdidas por tamaño	88
Tabla 33. Pérdida por hielo quebradizo.....	89
Tabla 34. Perdidas económicas totales.....	90
Tabla 35. Posibles causas	91
Tabla 36. Problemas –causa- metodología.....	93
Tabla 37. Desnivel de agua en los moldes	95
Tabla 38. Temperatura de las pozas de enfriamiento	96
Tabla 39. Número de fallas	97
Tabla 40. Fallas del compresor	97
Tabla 41 . Distribución de funciones	100
Tabla 42. Registro de llenado de moldes	103
Tabla 43. Registro en la poza productora.....	108

Tabla 44. Registro en la poza selladora.....	109
Tabla 45. Registro de despacho.....	112
Tabla 46. Registro de Salinidad	117
Tabla 47. Registro de temperatura	118
Tabla 48. Manuales	123
Tabla 49. Registro de mantenimiento	125
Tabla 50. Capacitaciones.....	126
Tabla 51. Cronograma de Capacitaciones.....	126
Tabla 52. Nuevo tiempo promedio.....	127
Tabla 53. Factor de calificación de desempeño	128
Tabla 54. Tiempo Normal	129
Tabla 55. Factor de Suplemento.....	130
Tabla 56. Tiempo Estándar	131
Tabla 57. Análisis del proceso	132
Tabla 58. Cuadro Comparativo de Indicadores.....	134
Tabla 59. Resumen del nuevo DAP	135
Tabla 60. Costo para el sistema de llenado del dispensador	137
Tabla 61. Costos para el control de barras de hielo.....	137
Tabla 62. Costos por capacitaciones	138
Tabla 63. Costos Anuales de mantenimiento	139
Tabla 64. Inversión de mejora.....	139
Tabla 65. Costos de Equipos de seguridad.....	140
Tabla 66. Ingresos	141
Tabla 67. Egresos	141
Tabla 68. Flujo de Caja	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil de temperaturas para la generación de hielo en bloque.....	17
Figura 2. Planta de producción de bloques de hielo.....	23
Figura 3. Relación entre el grosor del hielo producido y	24
Figura 4. Esquema simplificado de un sistema	31
Figura 5. Temperatura de	32
Figura 6. Ubicación de la empresa	36
Figura 7. Fábrica LIMARICE S.A.	36
Figura 8. Organigrama	37
Figura 9. Ficha Técnica.....	38
Figura 10. Desechos	39
Figura 11. Bomba sumergible	48
Figura 12. Reblase de agua en la cisterna	49
Figura 13. Llenado de moldes.....	50
Figura 14. Moldes	51
Figura 15. Tapas de madera	51
Figura 16. Baño maría.....	52
Figura 17. Despacho.....	53
Figura 18. Trituración	53
Figura 19. Diagrama de flujo del proceso	56
Figura 20. Diagrama de Operaciones de procesos	59
Figura 21. Diagrama de Análisis de Operaciones	61
Figura 22. Diagrama de flujo de la operación de llenado de cisterna	62
Figura 23. Diagrama de flujo de la operación de llenado de moldes	64
Figura 24. Diagrama de flujo de la operación de congelamiento.....	66
Figura 25. Diagrama de flujo de la operación de verificación	68
Figura 26. Diagrama de flujo de operación del término de congelación.....	70
Figura 27. Diagrama de flujo de la operación de baño maría	71
Figura 28. Diagrama Hombre-Máquina	74
Figura 29. Diagrama de Hombre- Máquina 2	76
Figura 30. Diagrama de recorrido	77
Figura 31. Diagrama de recorrido – etapa de congelamiento.....	78
Figura 32. Diagrama ISHIKAWA	92
Figura 33. Desnivel de agua en los moldes.....	94
Figura 34. Sistema de llenado	99
Figura 35. Diagrama de flujo del llenado.....	101
Figura 36. Diagrama de flujo del llenado de cisterna.....	102
Figura 37. Diagrama de flujo del llenado de moldes	102
Figura 38. Diagrama de flujo e control de barras.....	105
Figura 39. Diagrama de flujo de la operación de verificación	106
Figura 40. Diagrama de flujo de la operación de termino de congelamiento.....	106
Figura 41. Diagrama de Flujo de operaciones.....	107
Figura 42. Codificación.....	108
Figura 43 . Diagrama de flujo de despacho de barras	111

Figura 44. Diagrama de flujo de operaciones.....	113
Figura 45. Diagrama de Flujo de control de parámetros	116
Figura 46. Solicitud de Sal	119
Figura 47. Solicitud de revisión de maquinaria.....	119
Figura 48. Diagrama de flujo de mantenimiento.....	124
Figura 49. DAP de la propuesta	136

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características del Refrigerante R717	147
Anexo 2. Ficha del Compresor	147
Anexo 3. Ficha Técnica de la Sal Industrial	148
Anexo 4. Ficha técnica del tanque de almacenamiento	149
Anexo 5. Ficha técnica del condensador	149
Anexo 6. Ficha técnica del teclé manual	150
Anexo 7. Ficha técnica de la bomba sumergible	150
Anexo 8. Etapa de congelación	151
Anexo 9. Serpentes	151
Anexo 10. Suplementos	152
Anexo 11. Guía de Hidrómetro portátil	153
Anexo 12. Guía de un termómetro digital	155
Anexo 13. Manual de mantenimiento de la bomba sumergible	156
Anexo 14. Manual de mantenimiento del compresor	168
Anexo 15. Manual de mantenimiento del condensador	171
Anexo 16. Manual de mantenimiento de agitadores	172
Anexo 17. Manual de mantenimiento del teclé	174
Anexo 18. Manual de mantenimiento de Serpentes	182
Anexo 19. Manual de mantenimiento de electroválvula	184
Anexo 20. Ficha técnica de electroválvula	185
Anexo 21. Ficha técnica del temporizador	187
Anexo 22. Cotización de Capacitación	190
Anexo 23. Correo de respuesta de cotización para capacitaciones	192
Anexo 24. Cotización del filtro del compresor	192
Anexo 25. Cotización de fajas para agitadores	193
Anexo 26. Cotización de pintura	193
Anexo 27. Cotización de brocha	193
Anexo 28. Cotización de tablas de materia	194
Anexo 29. Cotización de botas de seguridad	194
Anexo 30. Cotización de guantes de cuero	195
Anexo 31. Cotización de casco	195
Anexo 32. Cotización de casco ABS	196
Anexo 33. Cotización de máscara de soldar	197
Anexo 34. Cotización de antiparra	197
Anexo 35. Cotización de juego de llaves	198
Anexo 36. Cotización de chaleco	198
Anexo 37. Cotización de orejera	199
Anexo 38. Cotización de chaleco reflector	199
Anexo 39. Cotización de guantes	200
Anexo 40. Cotización de ropa de trabajo	200
Anexo 41. Correo de cotización de servicio de mantenimiento	201
Anexo 42. Cotización de mantenimiento	201
Anexo 43. Carta de aceptación	203
Anexo 44. Plan de acción de la mejora	204

RESUMEN y PALABRAS CLAVE

El presente trabajo, se realizó en la fábrica de hielo LIMARICE S.A., dedicada a la producción y comercialización de hielo en bloques de 50 kg. La problemática que presenta la empresa son las pérdidas económicas debido a devoluciones por hielo quebradizo, por tamaño pequeño y por desperdicio de materia prima. Frente a esta problemática se plantea la siguiente interrogante ¿Una propuesta de mejora en la etapa de congelación de la empresa de hielo LIMARICE S.A. reducirá pérdidas económicas?, donde se obtuvo como resultados en el diagnóstico que las pérdidas representan el 10,86% de la producción es decir un total de S/134079,8, debido a la falta de métodos de inspección, control, procedimientos y mala distribución de funciones. En la propuesta de mejora se logró aumentar la producción en 140 t/día, reducir el cuello de botella en 4,4h y lograr una utilización de 79% con una eficiencia física de 100%, proponiendo la instalación de un nuevo sistema de llenado, procedimiento de controles, y distribución de funciones, para lograr unas ganancias no percibidas hasta de S/ 367724 mensuales, reflejado en el análisis de costo beneficio de S/5,22, recuperando la inversión en 2 meses con 8,59 días y con una tasa de retorno de 81%.

Palabras clave: hielo en bloques, mejora, congelamiento.

ABSTRACT AND KEY WORDS

The present work will be carried out in the ice factory LIMARICE SA, dedicated to the production and commercialization of ice in blocks of 50 kg. The problem presented by the company are the economic losses due to reflections by brittle ice, of small size and the waste of raw material. Faced with this problem the following question arises: A proposal for improvement in the freezing stage of the ice company LIMARICE S.A. will reduce economic losses?, where it was obtained as results in the diagnosis that the losses represent 10.86% of the production and represent a total of S / 134079.8, due to the lack of methods of inspection, control, procedures and bad distribution of functions. In the improvement proposal it was possible to increase production by 140 t / day, reduce the bottleneck by 4.4h and achieve 79% utilization with 100% physical efficiency, with the installation of a new filling system, procedure of controls, and distribution of functions, to achieve earnings not received up to S / 367724 per month, reflected in the cost-benefit analysis of S / 5.22, recovering the investment of 2 months with 8.59 days and with a 81% return rate.

Keywords: block ice, improvement, freezing.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en un mundo tan globalizado, la alta competitividad hace necesario que las empresas e industrias se enfoquen en trabajar de una manera eficaz y eficiente en cada una de sus operaciones, y brinden un producto de calidad cumpliendo con las exigencias de los clientes.

En el Perú, las empresas empiezan a considerar la mejora en sus procesos, esto les permite conseguir resultados en menor tiempo, en condiciones y costos óptimos.

La mejora del diseño de un sistema de producción requiere determinar los parámetros claves del proceso como su lead time, eficiencia y productividad; analizando las relaciones entre ellas, para poder proceder a la mejora de procesos integrando los costos, calidad y nivel de entrega de productos.

Además de un control en cada uno de sus procesos para siempre buscar una mejora y poder tener participación considerable en el mercado.

A nivel nacional, la industria de hielo, específicamente las dedicadas a producir barras de hielo para el uso de congelamiento de pescado, están en busca de la mejora de sus procesos, debido al tiempo de producción que requiere obtener el producto y los parámetros, maquinaria y tiempo son el mismo utilizados en todas. Así mismo la competencia creciente en este mercado, se puede lograr con la constante mejora del proceso productivo, específicamente en el proceso de congelación.

El consumo de pescado en Perú creció 33% en los últimos cinco años, por lo que el sector pesquero ha ido incremento, por lo tanto la demanda de las fábricas de hielo incrementan, porque empresas de este rubro depende del mercado del pescado, sin embargo es un producto que es permanente durante todo el año, cabe recalcar que existen temporadas altas del pescado, en donde se tiene mayor demanda, el cual va a requerir más barras de hielo, que son en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre.

A nivel local existe una amplia competencia en la industria del hielo en barras, por lo tanto, encontramos cinco empresas, que ejecutan sus actividades con los mismos estándares de trabajo, como el tiempo de producción, dimensión estándar de producto terminado, entre otros; por ese motivo es que existe mayor presión por diferenciarse de la competencia y poder obtener un liderazgo en el mercado, enfocado en mejora de procesos y producto.

La Fábrica de hielo LIMARICE S.A., con RUC 20458897719, fue creada en el año 1993 y se encuentra ubicada en la Carretera Chiclayo – Lambayeque, Panamericana Norte, Dren 3000 urb. Comercial la Parada.; esta empresa se dedica a la producción y comercialización de hielo en barras, para uso exclusivo de cámaras frigoríficas para el congelamiento de pescado.

En las instalaciones de la empresa abastece principalmente el mercado de Chiclayo y además lo de Sullana, Piura, Talara, Tumbes, Pairan, Chimbote, Áncora, Lima, con el llenado de bloques de hielo de 50 kilos en sus cámaras frigoríficas.

La empresa actualmente posee la siguiente problemática, durante el proceso de producción de hielo en la empresa se observa una un cuello de botella de 24 h, tiempo extenso en la operación de congelamiento, el problema se presenta cuando entregan las barras de hielo antes de culminar el tiempo de congelamiento, debido a que no llevan control de las barras para conocer cual deben ser entregadas a los clientes, los cuales los devuelven por no cumplir con el volumen deseado. Esto también es causado en la etapa de llenado de la

cisterna y moldes, ya que este no es homogéneo, esto trae el ingreso de la salmuera a la barra de hielo, el cual no permite que se congele y se considera pérdida de producción, en consecuencia, pérdidas económicas.

Ante la situación problemática explicada anteriormente se plantea la siguiente interrogante: ¿Una propuesta de mejora en la etapa de congelación de la empresa de hielo LIMARICE S.A. reducirá pérdidas económicas?, teniendo como objetivos: diagnosticar el sistema productivo, en particular la etapa de congelamiento actual de la Fábrica de Hielo LIMARICE S.A., para conocer las causas de la realidad problemática de la empresa, por medio de indicadores de producción, económicos y de tiempo, por estudio de métodos y tiempo, la elaboración la propuesta de mejora de la fábrica de Hielo LIMARICE S.A. se realizará para evitar las pérdidas e incrementar la capacidad de producción y finalmente se analizará el costo beneficio de la propuesta, y lograr las expectativas del cliente brindando un producto de calidad al mercado y ser competitivo en el mismo.

El siguiente trabajo de investigación se realizará en beneficio a la empresa, para que realice sus operaciones de una manera más eficiente, enfocados en la satisfacción del cliente, que se verá reflejado en la retribución económica al reducir sus pérdidas valoradas en S/ 134079,84, que representan el 10,86% de la producción, valores considerables en dinero no percibido durante los meses de enero a julio del 2017.

II. MARCO REFERENCIAL DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- **Romero (2014), "Diseño de una instalación de refrigeración industrial", 33.** La investigación tuvo como objetivos diseñar el circuito de refrigeración de la planta propiedad de la empresa "MasterFría. Se diseñará tanto la parte de alta temperatura como la de baja temperatura y la del fluido secundario. Se seleccionarán cada uno de los componentes de las diferentes líneas del circuito frigorífico. No entra como alcance del presente proyecto ningún diseño de instalación eléctrica, de automatización o de cualquier otro tipo que vaya relacionada con el diseño de la instalación de refrigeración, para ello empleo cálculos de temperatura, dimensiones, volúmenes y cargas térmicas en cámaras frigoríficas, obteniendo como resultados: utilizar compresor de tornillo abiertos marca BITZER modelo OSKA8551-K, condensador evaporativo de la firma EWK serie E , intercambiador de calor de tubos concéntricos, donde se llegó a la conclusión que utilizando estos equipos y calculando los diferentes parámetros se tendría una adecuada refrigeración industrial.
- **Quispe y Cordova (2015), "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. " 127.** La investigación tiene como objetivos determinar los valores de temperatura de subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-717 que permitan un incremento del coeficiente de performance, Establecer las condiciones de operación de los componentes del ciclo de refrigeración por compresión de vapor al subenfriar y sobrecalentar el refrigerante R-717, Dimensionar las características del equipo térmico del subenfriador y sobrecalentador de refrigerante R-717, establecer la relación entre el subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-717 y el incremento del coeficiente de performance. La empresa utiliza una salmuera temperaturas superiores a 0°C con una salinidad de 26°B y una temperatura entre 0° y -5°C, respecto al refrigerante con una temperatura entre 20°C -10°C, siendo la óptima 15°C, con estas condiciones se obtiene un periodo de producción de 18 h. Respecto a los aspectos técnicos se utiliza: un medidor de flujo ultrasonido, pistola infrarroja para bajas temperaturas, software Coolpack, un agitador accionado por un motor eléctrico de 10HP, un Compresor MYCOM accionado por un motor eléctrico de 90KW. Se obtuvo como resultado una carga frigorífica para la congelación del agua un 103,10kW y en total para el proceso una carga frigorífica de 156,57kW, el coeficiente de performance de 0,442, porcentaje de mejora del COP de 13,63%, que influencia en la temperatura del agua de salmuera de -1°C a -5°C permitiendo el congelamiento del hielo en menos horas. Respecto a la evaluación técnico-económica para el montaje del interenfriador, se obtuvo una tasa de retorno de 22%; consiguiéndose un incremento del Efecto Refrigerante del 2.24 %, mientras que la Potencia Eléctrica del compresor se reduce en 10,06%. Además, afirma que el proceso de generación de hielo en bloques tiene un periodo de duración promedio de 18 horas para cada hilera de bloques, caracterizándose por ser un proceso continuo, en el cual, para el agua se tienen tres procesos: dos cambios de calor sensible y un cambio de calor latente, tal como se muestra en la Figura N° 1

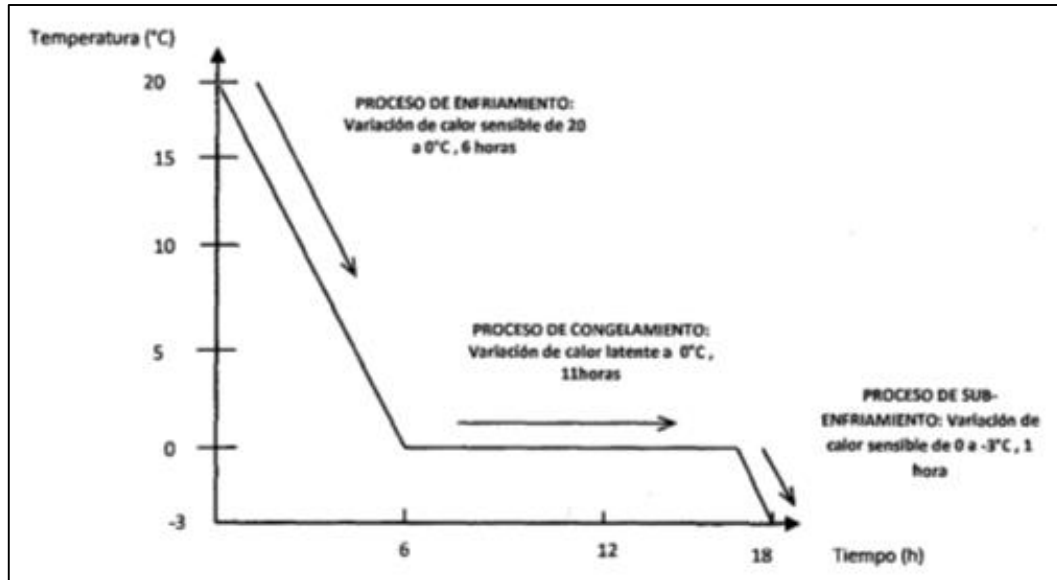


Figura 1. Perfil de temperaturas para la generación de hielo en bloque

Fuente: "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."

- **Vaca (2012), "Diseño e implementación de un módulo didáctico de refrigeración basado en un refrigerador comercial", 199.** La investigación tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo didáctico de refrigeración basado en un refrigerador comercial Samsung SR-L628EV, orientado al estilo del sistema mecánico y electrónico que componen los refrigeradores comerciales para ello empleo la Tecnología Siemens empleando un PLC y un HMI que se encargarán de la visualización, control y registro de datos de temperatura y humedad, en los compartimientos de refrigerador y congelador, obteniendo como resultados que la temperatura inicial fue de 23°C y la temperatura final fue de -16°C y el tiempo necesario para lograrlo fue de dos horas, y llegando a la conclusión: Para una conservación de mayor duración, la congelación es el método más eficiente, la temperatura que se recomienda es de -18°C, ya que a esta temperatura se inhibe la actividad de microorganismos y se recude la velocidad de las reacciones, para conseguir la condensación del refrigerante, utilizando como medio de refrigeración el aire, se deberá incrementar la presión del refrigerante, por eso vital la selección para conseguir el aumento de presión, las pruebas demostraron que el gas R134a es eficiente ya que para evaporarse necesita absorber una gran cantidad de calor del medio que lo rodea y para condensarse necesita entregar una pequeña cantidad de calor al medio que lo rodea, la rapidez de enfriamiento del congelador es casi el doble de comparación con la rapidez de enfriamiento del refrigerador, esto se debe a que el volumen del compartimiento del refrigerador es casi el doble del volumen del compartimiento del refrigerador.

- **Yadav (2013), “A Study on Analysis and Fabrication of an Ice Plant Model,” 12.** Refrigeration may be defined as the process of achieving and maintaining a temperature below that of the surroundings, the aim being to freeze ice, cool some product, or space to the required temperature. The basis of modern refrigeration is the ability of liquids to absorb enormous quantities of heat as they boil and evaporate. One of the important applications of refrigeration is in ice plant. Ice plant is used for producing refrigeration effect to freeze potable water in standard cans placed in rectangular tank which is filled by brine. Our project based on simple refrigeration system which uses the vapour compression cycle. The vapour compression cycle comprises four process compression, condensing, and expansion and evaporation process. Our ice plant model contains various parts such as- Compressor, condenser, filter drier, Expansion valve, Evaporator coil, chilling tank and various measuring equipments like digital temperature indicator, pressure gauges, energy meter etc. The conventional ice plant has been studied and a prototype model of an ice plant has been fabricated with above said accessories. The model is analyzed for its cooling capacity assumed per unit mass flow rate of refrigerant. Its COP is also calculated. The model is compared for its coefficient of performance (COP) and cooling capacity by using R-134 a refrigerant with a theoretical COP and cooling capacity obtained using refrigerant R-22. The variations found in COP and cooling capacity are 0,12 and 0,042 TR respectively for unit mass flow rate of the refrigerant. Keywords: Fabrication, Refrigeration, Compression, Cycle, Evaporation, Coefficient of performance

- **Yadav (2013), “Un Estudio sobre el análisis y fabricación de un modelo de planta de hielo,” 12.** tiene como objetivo analizar el adecuado sistema de refrigeración para las fábricas de hielo, los equipos y parámetros que se requieren, para ello se empleó cálculos de temperatura, COP, basándose en las leyes de la termodinámica, además de la investigación profunda respecto a qué tipo de equipo se debería tener como el compresor semihermético que es usado en la India con, con una capacidad de 500 Kg, haciendo uso de un lubricante que se deben manejar con frecuencia sino el sistema deja de funcionar. Respecto al condensador debe tener 8 tubos de cobre con tamaño que varía entre 6mm a 18mm fuera de diámetro, también se mencionó la importancia de un filtro secador, que se encarga de bloquear partículas que dañan al producto, el dispositivo de expansión encargado de reducir la alta presión al refrigerante líquido, la profundidad de tanque de salmuera es tal que el nivel de salmuera es de alrededor de 25 mm más alto que el nivel de agua en el molde, con una proporción de uso 1-3 de NaCl y agua, obteniendo como resultado El tanque de enfriamiento está perfectamente aislado, no hay pérdida de calor desde o hacia el tanque de enfriamiento, la potencia de entrada al modelo de planta de hielo es ininterrumpida., el modelo de planta de hielo está funcionando en condiciones ideales. La eficiencia de una planta de hielo se expresa en plazo del coeficiente de rendimiento (C.O.P). El coeficiente de rendimiento de la planta de refrigeración está dada por la relación de calor absorbido, por la refrigerante cuando pasa a través del evaporador o el sistema, a la entrada de trabajo para el compresor, las cuales se medirán en relación al refrigerante R-143^a, con el que se obtiene un 5,092 permitiendo un producción de 117,72 kJ/Kg de refrigerante, obteniendo una taza real de 210 kJ/min, y llegando a las conclusiones: Durante el análisis de rendimiento se observa

que cuando el tanque de enfriamiento es perfectamente aislado con el ayuda de la madera contrachapada, el valor de la CP y la refrigeración los aumentos de capacidad. Durante el estudio de las plantas de hielo de gran capacidad se observa que el hormigón y madera en lugar de thermocol y madera contrachapada para el aislamiento del tanque de enfriamiento son mejores opciones. La capacidad de la COP y refrigeración son reales obtenidos 3,31 y 0,56, respectivamente, para TR por unidad de masa tasa de refrigerante R-134a de flujo. La CP teórica de un modelo de planta de hielo viene ser 5,092 mientras que el COP relativa del modelo se supone que es 0,65. La diferencia entre la COP teórico y el real CP obtenida durante el uso de refrigerante R-143a es 1,782.

- *Calm (2013), "The next generation of refrigerants II," 11.* This article reviews the progression of refrigerants, from early uses to the present, and then addresses future directions and candidates. The article breaks the history into four refrigerant generations based on defining selection criteria. It discusses displacement of earlier working fluids, with successive criteria, and how interest in some early refrigerants re-emerged, for example renewed interest in those now identified as "natural refrigerants." The paper examines the outlook for current options in the contexts of existing international agreements, including the Montreal and Kyoto Protocols to avert stratospheric ozone depletion and global climate change, respectively. It also examines other environmental concerns and further international and local control measures. The discussion illustrates how isolated attention to individual environmental issues or regulatory requirements, in contrast to coordinated responses to the several issues together, can result in unintended environmental harm that almost certainly will require future reversals. It identifies pending policy and regulatory changes that may impact the next generation of refrigerants significantly.
- *Calm (2013), "La nueva generación de refrigerantes II," 11.* tiene como objetivo prevalecer los nuevos refrigerantes de esta generación a los primeros usados de forma natural, se examina una visión general de las opciones actuales en los contextos de acuerdos internacionales existentes, incluyendo los protocolos de Montreal y Kioto para prevenir el agotamiento del ozono estratosférico y el cambio climático mundial, para ello empleo hallazgos científicos, requerimientos regulatorios y las presiones del mercado, obteniendo como resultado la eficiencia de R-410A que se degrada más rápidamente que la del R-22 a mayores temperaturas ambientales que se acercan a la temperatura crítica del R-125, así que la máxima demanda de energía es mayor con el R-410A para sistemas de enfriamiento de aire para las mismas eficiencias estacionales clasificadas. Esa desventaja es especialmente significativa cuando consideramos la costosa generación de electricidad, aunque es más sostenible. Igualmente, el R-32 y algunas otras mezclas de R-32 (aunque son marginalmente inflamables) evitan esta preocupación y ofrecen mayores eficiencias y menores niveles de GWP, y llegando a la siguiente conclusión: La cuarta generación de refrigerantes parece inminente hacia el 2010. Los criterios reguladores de selección para la nueva generación agregarán bajos niveles de GWP (inicialmente 150 o menos y determinado para una integración de 100 años) a los antiguos requerimientos para idoneidad, seguridad y compatibilidad de materiales. Con el reconocimiento del potencial para las preocupaciones ambientales adicionales e implícito para que los

fluoroquímicos cumplan con los nuevos límites de GWP, la corta duración en la atmósfera también debe ser uno de los criterios. Más importante aún es que la nueva generación debe ofrecer alta eficiencia o el cambio para tratar los bajos niveles de GWP tendrá el efecto inverso y producirá mayores emisiones netas de GHG en lugar de disminuirlas. Aunque las actuales presiones regulatorias se enfocan en los acondicionadores de aire móviles, la futura ampliación a otras aplicaciones es casi segura. Muchos refrigerantes considerados actualmente como nuevas alternativas, incluyendo muchos HFCs, podrían convertirse en viejos desechos. Dada la escasez de opciones viables, las futuras selecciones de refrigerantes garantizan una consideración colectiva de todos los temas ambientales en conjunto, con evaluaciones integradas en lugar de tratamientos graduales que ponen en riesgo la eliminación de buenas opciones generales para lograr menores impactos (o incluso imperceptibles) para los problemas individuales.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

2.2.1. Hielo

FAO, “*El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca*,”⁴. La fabricación comercial de hielo en bloques comenzó en 1869; consiste en rellenar moldes de metal con agua y sumergirlos en un baño de salmuera (generalmente cloruro sódico o cálcico) refrigerada a una temperatura muy inferior a la de congelación del agua. Tras varias horas, el agua se congela y los bloques de hielo se sacan de los moldes tras liberarlos por inmersión en agua; finalmente, se almacenan.

La producción de hielo en bloques es una operación discontinua; una vez vaciados, los moldes se vuelven a rellenar de agua y se vuelven a colocar en el depósito de salmuera durante otro período de congelación. Sea cual sea la capacidad de la máquina de elaboración de hielo en bloques, se necesita mano de obra de forma continua para atender todas las operaciones, en concreto la extracción y manipulación del hielo. Las ventajas principales del hielo en bloques frente a otros tipos de hielo son las siguientes:

- El almacenamiento, la manipulación y el transporte son sencillos y fáciles;
- La tasa de fusión es relativamente baja, por lo que las pérdidas durante el almacenamiento y la distribución son mínimas;
- El hielo es compacto, por lo que se necesita menos espacio de almacenamiento;
- El hielo se puede reducir a partículas de cualquier tamaño necesario, mediante su trituración antes de usarlo;
- La máquina es de diseño robusto y su mantenimiento es sencillo para un ingeniero mecánico competente;
- El hielo puede ser manipulado con facilidad y vendido por bloques.

Las principales desventajas de la producción de hielo en bloques son las siguientes:

- Se necesitan períodos de tiempo largos para completar la congelación del agua en los moldes (de 08 h a 36 h para bloques de 12 a 140 kg);

- Conlleva altos costos de mano de obra y las operaciones requieren atención continua;
- No es un proceso automático ni continuo y se tarda bastante en empezar a producir hielo desde su puesta en marcha;
- Las instalaciones ocupan más espacio que las modernas máquinas de hielo automáticas;
- Se necesitan salmueras con tratamientos adecuados para reducir la corrosión del equipo; se debe triturar el hielo antes de usarlo.

Existen instalaciones contenerizadas en las que la máquina de hielo, el almacén y todos los sistemas de refrigeración y eléctricos están situados dentro de contenedores normalizados. Estas instalaciones son portátiles, fáciles de transportar por tierra y mar y más confiables que los tipos no contenerizados tradicionales; además, su instalación se realiza en bastante menos tiempo y necesitan un período menor para alcanzar el pleno rendimiento. Estas ventajas resultan importantes, en especial en zonas remotas en las que escasean las personas con conocimientos de refrigeración y mantenimiento. Estas unidades se montan en contenedores normalizados de 12 m y su instalación resulta sencilla. Sólo necesitan una base nivelada y un lugar protegido de los rigores del tiempo, y se pueden construir en climas tropicales y zonas costeras. Existen máquinas que producen bloques de diversos tamaños, de 12,5 a 25 kg.

2.2.2. Principio de refrigeración

Fuente y Rodriguez, “Instalaciones frigoríficas,” 2. Consiste en la evaporación del refrigerante cuando absorbe el calor, reduciendo la temperatura donde se instale la unidad evaporadora. Se controla a ebullición de dicho refrigerante, obtener la cantidad de frío necesaria y mantener la temperatura adecuada.

Componentes de una instalación frigorífica

- Refrigerador: Depósito debidamente aislado, en cuyo interior se desea mantener una temperatura inferior a la del ambiente exterior
- Evaporador: Recipiente que va colocado en el interior del refrigerador donde se evapora el refrigerante líquido. Va conectado a la unidad condensadora por medio de tuberías, una para el suministro de líquido refrigerante (línea de líquido), y otra, para el retorno (línea de aspiración) del refrigerante evaporado.
- . - Unidad condensadora: Es el conjunto formado de compresor u condensador que comprime los vapores refrigerantes que vienen del evaporador, expulsando su calor latente, y los retorna al estado líquido.

2.2.3. Sistema Frigorífico

Alarcón, “Tratado práctico de refrigeración automática”, 12-15. Existen dos tipos para la producción de frío: el de absorción y el de comprensión mecánica

Funcionamiento del sistema de absorción: El amoniaco anhídrido se obtiene por evaporación, en un recipiente o calderín sometido a la acción del calor, del amoniaco que contiene una rica solución amoniacal. El vapor de amoniaco pasa al condensador, y después, a través de una válvula reguladora, el evaporador, donde el

frio e produce por evaporación de amoniaco. El vapor pasa del evaporador a un absorbedor, donde una solución líquida pobre, que vienen del calderin de ebullición, y que se refrigere a un paso por un cambiador de temperatura.

El sistema de absorción se compone de las partes siguientes:

- a) –recipiente de ebullición
- b) Condensador
- c) Calcula de regulación
- d) Evaporador
- e) Absorbedor
- f) Cambiador de temperatura
- g) Bomba de agua amoniacal

Funcionamiento del sistema de compresión mecánica; Son lo que se emplean de modo casi general para la producción de frio artificial

- a) Evaporación: El calor entra en el refrigerador,
- b) Compresión: dicho refrigerante evaporado es aspirado por el compresor, en el que al ser comprimido en un espacio reducido aumenta de temperatura y, por consiguiente, de presión, pasando al condensador
- c) Condensación: La temperatura del refrigerante, en estado de vapor comprimido, es superior a la del medio de enfriamiento (aire o agua), absorbiendo éste el calor latente t dando lugar a la condensación del refrigerante que afluye entonces a presión y en estado líquido al depósito, de donde se dirige nuevamente al evaporador para la repetición del ciclo

2.2.4. Funcionamiento de una fábrica de hielo

Hielo Tube Machine-Factory, “Ice Factory,” 2. Los moldes de hielo de paredes delgadas en bastidores especialmente diseñados se llenan con agua previamente enfriada y se sumerge en un tanque donde salmuera fría (solución de sal) se hace circular alrededor de los moldes. El tamaño del tanque requerido está relacionado con la producción diaria. Después de la congelación, un puente grúa levanta una fila de moldes y los transporta a un tanque de descongelación en el extremo del depósito de congelación, en el que se sumergen en agua para liberar el hielo de los moldes. Las latas se inclinan para quitar los bloques, rellenos con agua fresca y reemplazado en el tanque de salmuera para un nuevo ciclo. Los bloques se deslizan y se almacenan ya sea en una sala de almacenamiento o distribuidos directamente como un bloque entero.



Figura 2. Planta de producción de bloques de hielo de 5ton/día.

Fuente: Hielo Tube Machine-Factory, (2014)

Aspectos Técnicos

a) Congelación necesaria

El caso de la congelación del hielo en bloques es el más común, esta etapa consiste en sumergir los moldes llenos de agua en un tanque lleno con salmuera la cual es enfriada con un serpentín que pertenece a un equipo de refrigeración. El tanque está debidamente aislado de sus paredes y fondos dentro de él se encuentran el serpentín evaporador, el agitador y los moldes. Las cargas térmicas que se calculan para determinar la capacidad del equipo frigorífico necesario son: enfriamiento del cual, hasta 0°C , congelación, subenfriamiento del agua a -0°C , enfriamiento de los moldes, y filtraciones de calor por paredes y fondo del tanque pérdidas al destapar el tanque calor debido al agitador.

En la práctica ha demostrado que todas las demás cargas no pasan del 20% de esta carga por ello en función de la temperatura inicial del agua y una temperatura final del hielo de -10°C se obtiene que las toneladas de refrigeración para producir una tonelada de hielo en 24 horas es de temperatura 14°C es igual a 1,60t.

La regla práctica de que dos toneladas de refrigeración dan una tonelada de hielo se aproxima a la realidad. Aunque da una cifra algo excesiva al diseñar una planta industrial el proyectista debe establecer la carga total determinando con exactitud cada carga que interviene.

El refrigerante R717 (amoníaco) en forma líquida llega a una temperatura ambiente al sistema de congelación, en la válvula de expansión que enfría hasta los -10°C , sin embargo, en otras empresas antes de llegar a la válvula, el amoníaco se subenfía.

b) Tiempo de congelación

Es un dato de gran importancia que se puede calcular con bastante aproximación, los factores que intervienen son varios: espesor de bloque, proporción entre el ancho y espesor, temperatura media de la salmuera,

movimiento o agitación de la salmuera los más importantes son el espesor y la temperatura media.

Podemos concluir diciendo que hay tamaños de moldes que, aunque deseamos que se congelen en 24 horas no lo podemos hacer, para disminuir el tiempo se pueden usar salmueras de más baja temperatura por ello obliga a tener equipos de refrigeración de mayor capacidad.

Para poder determinar el tiempo de congelamiento la Empresa LIMARICE S.A. hizo uso del siguiente gráfico:

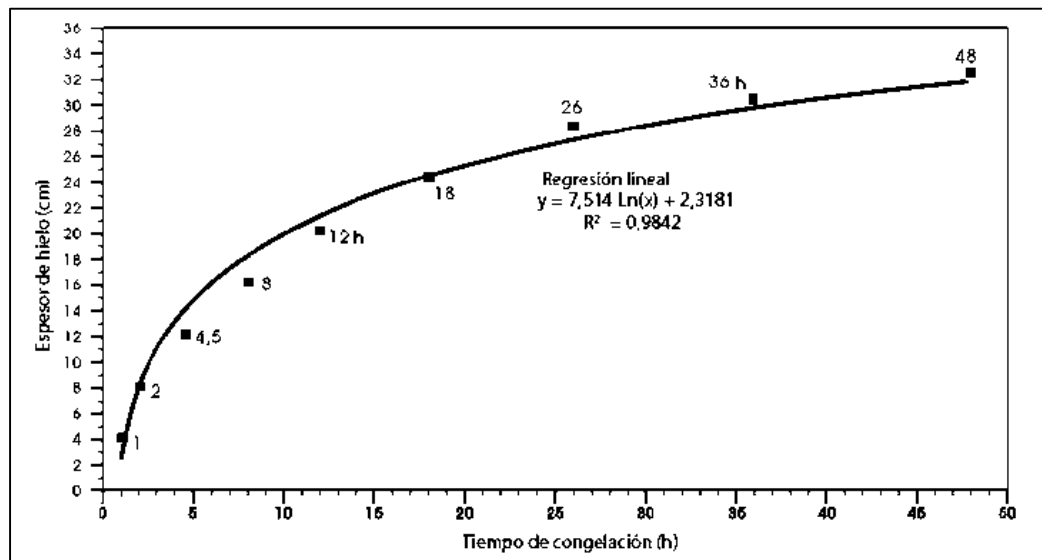


Figura 3. Relación entre el grosor del hielo producido y el tiempo de congelación necesario

Fuente: Fao 2013, 436

c) Tanques de congelación

En el tanque queremos poner en contacto los moldes y la salmuera en condiciones más favorables a la congelación.

Debe dar cabida a los moldes, salmuera, al evaporador, al agitador y a las vías apropiadas de la circulación de la salmuera.

El tamaño del molde empleado determina la altura. La producción deseada y el régimen de salmuera son los factores que fija el número mínimo de moldes con que se puede operar.

Se emplean uno o dos evaporadores, según la capacidad por desarrollar y según las dimensiones del tanque.

d) Circulación de la salmuera

Una consideración muy importante que afecta al diseño del tanque es la circulación de salmuera.

Esta se logra mecánicamente con dos dispositivos: el agitador o la bomba de circulación, el agitador es una elipse sumergida en salmuera. Al girar pone en

movimiento el fluido en dirección conveniente se instala dentro del tanque y su eje puede ser horizontal y vertical.

Las bombas de circulación son simples bombas centrifugas cuyas bocas de aspiración y descarga se acoplan a puntos convenientes del tanque para impulsar la salmuera por sus canales.

Los agitadores tienen la ventaja de que la salmuera no salga al exterior del tanque.

La práctica moderna es usar agitadores verticales directamente acoplados a motores eléctricos o con transmisión de fajas en V.

El flujo de la salmuera debe ser dirigido para que corra el evaporador en toda su extensión y luego bañe todos los moldes y retorne al evaporador desempeñando su papel de vehículo frío entre el refrigerante y el agua por congelar que está dentro de los moldes.

La salmuera debe estar en un promedio de 18–20°B para que congele de manera óptima al hielo, esta debe ser controlada inter-diaria sin embargo en la empresa LIMARICE S.A. lo realiza cada 15 días.

El agua salada se utiliza como el refrigerante secundario para el intercambio de calor directo con el bloque de agua. El agua salada no se congela en hielo cuando la temperatura desciende por debajo de cero grados centígrados. La piscina de agua se hace generalmente de acero galvanizado o inoxidable.

e) Construcción de tanques

Son: el recipiente o tanque propiamente dicho, el aislamiento, la tapa y la envoltura exterior, en la mayoría de las planas industriales se construyen planchas de fierro, en espesores de 1/8 hasta 1/4, el aislamiento debe tener un espesor en relación con la baja temperatura de la salmuera, 6^a de poliestireno o tecnopor la parte alta del tanque se cubre con maderas dentro de un marco que abarca toda su extensión.

Los costados del tanque también deben revestirse porque el aislamiento no debe quedar al descubierto.

f) Accesorios

Una planta de hielo industrial se requiere de muchos equipos auxiliares fuera del compresor, condensadores, dispositivos de expansión, evaporadores, tuberías del tanque de congelación y de moldes

Serpentines: Son tubos por donde fluye el amoníaco y enfría a la salmuera para el congelamiento de los moldes. El material en que está hecho es tubo galvanizado y con soldadura TIC. Está compuesto por 50 tubos de 3/4, donde fluye aproximadamente entre 200- 400 kg de amoníaco. Estos se encuentran ubicados a lo largo de toda parte lateral derecha de la poza de congelamiento. En el Anexo 21 puede observar la forma que un serpentín en la empresa LIMARICE S.A., cabe recalcar que en cada poza existen dos de los mismo.

Purificación del agua: Se busca la pureza del agua química mecánica y biológica siendo una preocupación asegurar la pureza máxima del agua.

Llenadores: Los moldes no deben llenarse hasta el borde. Se usan llenadores manuales y automáticos, en esta planta se usa el múltiple que llena una hilera de moldes en una operación.

Tecles Eléctricos: Los moldes deben ser izados y trasladados repetidas veces para las diversas operaciones, pasando de 50 kilos el molde y su contenido resulta muy pesado para ser levantado a mano. En plantas grandes se manejan hileras de moldes en cuyo caso se recurre a los tecles eléctrico

2.2.5. Amoniac

Miranda, “Manual técnico de refrigerantes” 9-10. Es una sustancia química cuya fórmula molecular es NH_3 , se le conoce también como gas de Amonio, Amoniac Anhidro, R-717, espíritu de Hartshorn, AM-FOL, Nitro-Si. Industrialmente, está disponible como gas licuado en cilindros de acero y cisternas de hasta 20 toneladas. El amoníaco es un excelente refrigerante, que presenta las siguientes características:

- Elevadas temperaturas de descarga
- Alto calor latente de vaporización
- Densidad mucho más baja que cualquier refrigerante
- Es un gas incoloro, de fuerte olor, llega a ser tóxico e irrespirable
- Facilidad de detección de fugas
- Con presión y mezclado con aceite, puede formar una mezcla explosiva
- Combustible en determinadas proporciones con el aire del ambiente
- Estable hasta los $150^{\circ}C$
- Corroe y ataca al cobre y todas sus aleaciones
- No se mezcla con los aceites de nafta ni los sintéticos
- Si hay una fuga, el amoniac se disuelve en agua; todos los productos alimenticios contienen agua, puede hacer que estos tomen mal sabor, incluso que sean perjudiciales para la salud.

RUA, “Sistema de refrigeración por comprensión”, 40. Refrigerante más eficiente. Su punto de ebullición es bajo y se ve favorecido en fábricas de hielo y de alimentos, y que además tiene un mínimo impacto sobre el medio ambiente, con potencial de agotamiento del ozono igual a cero y potencial de calentamiento atmosférico (PCA) igual a cero

El amoniac ingresa a un sistema de refrigeración por compresión de vapor, el cual consta de cuatro etapas:

1. Compresión: Esta etapa se realiza en un compresor, donde entra el refrigerante en estado gaseoso del evaporador ingresando por la válvula de servicio del lado de baja presión, en esta condición entra al cilindro en donde es comprimido por el pistón para luego salir por la válvula de servicio del lado de alta presión hacia el condensador. La temperatura y presión del refrigerante también aumenta.
2. Condensación El refrigerante en estado gaseoso a temperatura y presión elevada sale del compresor rumbo hacia el condensador, que se encuentra en la parte alta de la planta, este amoniac se convierte en líquido y sale por la tubería de descarga, dirigiéndose hacia el tanque receptor de líquido para que el proceso siga su funcionamiento.

3. Válvula de expansión: El amoníaco convertido en líquido pasa por la válvula de expansión con la finalidad de controlar su caudal para luego ingresar a los evaporadores. En el instante que el amoníaco líquido pasa por esta válvula, se disponen de unos solenoides que se encargan de cerrar o abrir la válvula para así disminuir o aumentar el paso del refrigerante y su consecuente evaporación dentro de los evaporadores.

4. Evaporación: En esta etapa el refrigerante va a absorber el calor de los alrededores, por lo tanto, como el amoníaco se encuentra en su fase líquida pasa a 2 Serpientes: Sistema de tuberías por las cuales circula el amoníaco en vapor 36 la fase de vapor. Los evaporadores en forma de serpentín se encuentran en la poza de congelamiento y ayudan a que las toneladas de agua puedan convertirse en hielo mucho más rápido.

2.2.6. Salmuera

FAO, *“El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca,”*4. Es un tipo de agua salada que utiliza cloruro de sodio, una clase de sal de mesa, o cloruro de calcio. Esta salmuera es muy corrosiva, por lo que hay que manejarla con mucho cuidado. Cambia de estado de sólido a líquido mientras absorbe calor

Es un refrigerante secundario; transfiere el efecto frigorífico desde un circuito primario de refrigeración (desde el evaporador en donde le enfría un refrigerante), al producto a enfriar. Las salmueras son líquidos térmicamente inferiores al agua, por lo que es preciso gastar más energía de bombeo. Cabe recalcar que presenta problemas de corrosión e incompatibilidad con algunos materiales, por lo que el sistema debe mantenerse sobre presionado y sin contacto con la atmósfera.

2.2.7. Proceso de Producción

Gervasi, *“Ingeniería de métodos,”*2 Es un conjunto de procedimientos ordenados y estructurados de operaciones o etapas que transforman materia prima en producto terminado. El proceso productivo determinará la disposición de las máquinas, la cualificación de los operarios, el volumen de las instalaciones y su localización.

Tiene como fórmula

$$\text{Producción: } \frac{\text{Tiembo base}}{\text{Ciclo}}$$

Dónde:

- ✓ Tiempo base (tb): Minutos, horas, días, semanas, años, etc.
- ✓ Ciclo (c): Tiempo que demora la salida en un producto. Se llama también velocidad de producción.

2.2.8. Productividad

Gervasi, “Ingeniería de métodos,” 25. Es el grado de rendimiento con que emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos pre determinados

Existen 3 formas de incremento:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultáneamente y proporcionalmente

Medición de la productividad

La productividad no es una medida de la producción o de la cantidad, sino de la eficiencia con que se ha combinado los recursos para lograr los resultados esperados. Por lo tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista

$$p = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

Productividad Total

$$P_{tot} = \frac{P}{R(mat + maq + m. o)}$$

Incremento de la Productividad

$$\Delta\rho = \frac{\rho_{prop} - \rho_{act}}{\rho_{act}} \times 100 = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \times 100$$

PROP= Propuesta Act = Actual

2.2.9. Cuello de Botella

Goldratt, “Teoría de Restricciones,” 79. El cuello de botella es el que determina la capacidad de la planta es la capacidad del recurso.

2.2.10. Eficiencia

Gervasi, “Ingeniería de métodos,” 29. Es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar y cancelar dispendios y errores. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

Eficiencia Física

Es la materia prima de salida empleada (producto terminado) entre la materia prima de entrada.

$$Eficiencia\ fisica = \frac{Salida\ util\ de\ MP}{Entrada\ de\ MP}$$

Eficiencia Económica

Es la relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta. La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios

$$Eficiencia\ economica = \frac{Ventas\ (ingresos)}{Costos\ (inversiones)}$$

2.2.11. Mejora de procesos

Fernández, “Mejora e innovación de procesos,” 2. La mejora de procesos es un reto para toda empresa tanto de estructura tradicional como para sistemas jerárquicos convencionales. Es por eso que, para mejorar los procesos se debe considerar: el análisis de los flujos de trabajo, fijar los objetivos de satisfacción del cliente para conducir la ejecución de los procesos, desarrollar las actividades de mejora entre los protagonistas del proceso y responsabilidad e involucramiento de los actores del proceso. La mejora de procesos significa que todos los miembros de la empresa deben esforzarse en siempre hacer las cosas bien.

Barraza, “El Kaizen,” 122. Una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental.

Medina, “La mejora continua,” 2. La mejora de un proceso puede realizarse al elevar la calidad, con la disminución de actividades que no aporten valor añadido, por la incorporación de mejoras al producto que eleven sus prestaciones, la mejora de la actividad humana (cultura organizacional, liderazgo, motivación, clima, aprendizaje, etcétera), la incorporación de prácticas de excelencia (Benchmarking), la capacidad de determinación de los riesgos del proceso y su control de manera proactiva (Puntos Críticos de Control); así como la mejora en busca de elevar la sostenibilidad de la producción.

2.2.12. Estudio de Tiempos y Movimiento

Gervasi, “Ingeniería de métodos,” 61. La ingeniería de métodos contiene el estudio de tiempo y de movimientos

- a) Estudios de tiempos: Aplicación de técnicas para determinar el tiempo estándar que se invierte en realizar determinada tarea

- b) Estudio de movimientos: Análisis detallado de los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con objetivo de eliminar movimientos inefectivos y facilitar la tarea

Ventajas:

- Comparar la eficiencia de varios métodos.
- Repartir el trabajo dentro del proceso (Balanceo de Línea)
- Determinar mediante diagramas actividades múltiples.
- Obtener información sobre equipos y la mano de obra.
- Presupuestos de ofertas, ventas y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre uso de maquinaria y desempeño de M.O.
- Costos de Mano de Obra y fijar o mantener costos estándar

Meyers, “Estudio de tiempos y movimientos”, 12. Los estudios de tiempos y movimientos están considerados como la espina dorsal de la ingeniería industrial, la tecnología industrial y los programas de gerencia industrial, porque la información que generan afectan a muchas áreas, incluyendo las siguientes: estimación de costo, control de producción e inventarios, disposición física de la planta, material y procesos y calidad.

Ambos estudios van de la mano debido a que los estudios de movimientos anteceden al establecimiento de los estándares de tiempo. El tiempo de un ingeniero industrial se desperdiciaría si se establecieran estándares de tiempo mal diseñados.

2.2.13. Herramientas y Registro de Análisis

Gervasi, “Ingeniería de métodos,” 39. A continuación se mencionarán las principales herramientas para el análisis de la situación actual de la empresa y el registro de los datos obtenidos

- Diagrama de operaciones de proceso (DOP)

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempo de tolerancias y materiales usados en un proceso de manufactura o proceso de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado. Se usa para la ayuda a los analistas a visualizar el método presente con todos sus detalles y poder mejorarlos

- Diagrama de análisis de Proceso (DAP)

Este diagrama que muestra la trayectoria de un producto o de un procedimiento, señalando todos los hechos. Es una representación gráfica de todas las actividades realizadas por una persona o maquina en una estación de trabajo. Se usa para encontrar y eliminar ineficiencias

- Diagrama de Recorrido

Se define como los pasos que se siguen dentro de un determinado espacio, desde que se inicia el proceso hasta que finaliza la producción. Para conocer la trayectoria de todo el producto y poder reducir transportes.

- Diagrama Hombre- Maquina

También conocido como Diagrama de Actividades Múltiples (DAM), consiste en un gráfico que muestra el trabajo coordinado y simultáneo entre el hombre y la máquina. Se usa para determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovecharlos al máximo y para estudiar, analizar y mejorar la estación de trabajo.

2.2.14. Control de la producción

Coulter, “*Proceso administrativo*” establece que, “es el proceso de monitoreo, comparación y corrección del desempeño laboral”. El cual es ejercido por el gerente, aunque este piense que se está elaborando el producto según lo planeado, es necesario realizar controles y comparaciones con los estándares establecidos para garantizar que las tareas se completen según los objetivos. El mismo que se realizará de acuerdo a la utilización de las herramientas siguientes.

2.2.15. Planificación y control de producción (PCP)

Machuca “*Planificación, programación y control de la producción,*” 108. Sistema de planificación y control de producción ilustra de manera adecuada las características de un sistema de producción, en tanto permite abordar la planificación y control de los procesos de fabricación de manera integrada; incluyendo materiales, máquinas, personal y proveedores.

Es por eso que el proceso de planificación debe seguir un enfoque jerárquico, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos; y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía. Simplificando este sistema, a continuación, se muestra un esquema de este proceso, incluyendo el conjunto de actividades y sistemas para establecer una dirección total (objetivos estratégicos), realizar planificaciones detalladas de materiales y capacidad (motor) y ejecutar actividades (objetivos operativos).

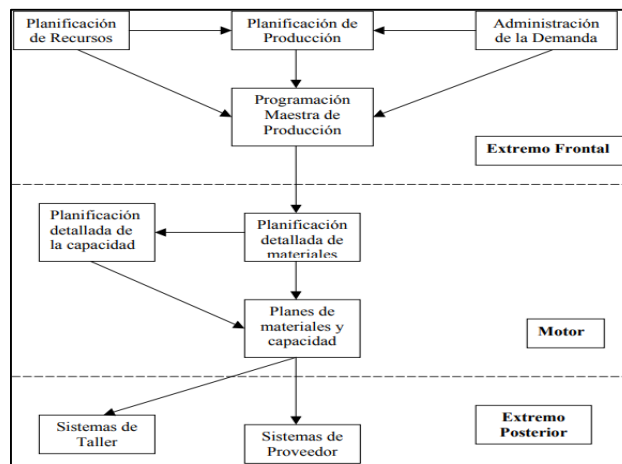


Figura 4. Esquema simplificado de un sistema

Fuente: Domínguez Machuca, J. A. (1995)

2.2.16. Sistema eutéctico simple

Castellan, “*Fisicoquímica*,” 99. El diagrama de fases para agua sal es un diagrama eutéctico simple si la sal no forma un hidrato estable. El diagrama para H₂O-NaCl se indica en la siguiente Figura 5.

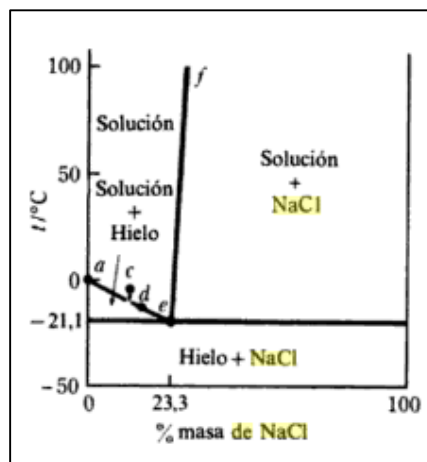


Figura 5. Temperatura de congelación en el sistema H₂O-NaCl

Fuente: Gilbert W. Castellan (1987)

La curva ae es la curva de temperaturas de congelación de agua, mientras que ef es la curva de solubilidad o de temperaturas de congelación del cloruro de sodio.

La invariancia del sistema en a temperatura eutéctica permite el empleo de mezcla eutécticas como baños de temperatura constante. Supongamos que se mezcla cloruro de sodio con hielo 0°C en un recipiente evacuado. El valor de la composición se desplaza de 0% de NaCl a algún positivo. Sin embargo, a esta composición de temperatura de congelación de hielo está por debajo de 0°C, por lo cual funde un poco de hielo. Como el sistema está en recipiente aislado, la fusión de hielo reduce la temperatura de la mezcla. Si se añadió suficiente NaCl, la temperatura descenderá a la eutéctica -21,1°C.

A la temperatura eutéctica, coexisten en equilibrio hielo, sal sólida y la solución saturada. La temperatura permanece a la temperatura eutéctica hasta el resto del hielo se funde por el calor que se filtra lentamente al interior del recipiente.

2.2.17. Sistema FIFO

Sundem, “*Contabilidad*,” 336. Este método de valoración de inventarios se basa en la interpretación lógica del movimiento de las unidades en el sistema de inventario, (Primeras en Entrar Primeras en Salir), se basa en que aquellas mercaderías que ingresaron primero, son aquellas mercaderías que deben salir primero.

2.2.18. Tamaño de muestra

General Electric Company, “Time Study Manual”. Tamaño de muestra se determina tomando como referencia la siguiente tabla, en la que se determina la cantidad de ciclos a observar según el tiempo de cada uno.

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minuto)	Numero de ciclos recomendados
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1,00	30
2,00	25
2,00- 5,00	15
5,00- 10,00	10
10,00- 20,00	8
20,00- 40,00	5
40,00- a más	3

Fuente: Niebel, 2000.

2.2.19. Tiempo normal del proceso:

General Electric Company, “Time Study Manual”.

$$Tiempo\ normal\ (TN) = TPC * FC$$

Dónde:

TPC: Tiempo de ciclo promedio

FC: Factor de calificación de desempeño

Para el factor de calificación de desempeño estará basado en uno de los sistemas de Calificación más antiguos y utilizados ampliamente, desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation.

Se consideran 4 factores al evaluar la actuación del horario, donde se evaluará y determinar el valor de desempeño global mediante la combinación de los factores y la adición de la unidad.

Tabla 2. Factor de calificación de desempeño

Factores	Desempeño	Calificación
Habilidad	Excelente	0,11
Esfuerzo	Bueno	0,05
Condiciones de trabajo	Bueno	0,02
Consistencia	Excelente	0,03

Fuente: Niebel, 2000

Factor de calificación

$$\begin{aligned} \text{Factor de calificación (FC)} \\ = 1 + \text{Habilidad} + \text{Esfuerzo} + \text{Condiciones de trabajo} \\ + \text{Consistencia} \end{aligned}$$

$$FC = 1 + 0,11 + 0,05 + 0,02 + 0,03$$

$$\text{Factor de calificación (FC)} = 1,21$$

2.2.20. Tiempo estándar

General Electric Company, “Time Study Manual”. Tiempo en que se puede realizar una tarea específica por una persona: bien entrenada, trabajando a un ritmo normal y siguiendo un método establecido.

Es el ajuste al tiempo normal total agregando los suplementos (personales, fatiga, entre otros)

$$\text{Tiempo Estándar (TE)} = \frac{\text{Tiempo normal}}{(1 - \text{factor de suplemento})}$$

2.2.21. Factor de Suplemento

OIT. “Tabla de Suplementos”. Los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos son por necesidades personales, fatiga, entre otros. Estos suplementos se consideran porque reflejan los retrasos que se dan en los procesos.

En la siguiente Figura del Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos según la Organización Internacional del trabajo (OIT), se evaluará para encontrar el factor de suplemento considerado para el proceso de congelamiento.

Tabla 3. Factores para el proceso

Suplementos	Porcentaje
Suplemento base por fatiga	4%
Suplemento por trabajar de pie	2%
Uso de fuerza/ energía muscular	3%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Trabajo bastante monótono	1%
Trabajo bastante aburrido	2%
TOTAL	14%

Fuente: Organización Internacional del trabajo (OIT)

2.2.22. Teoría 5WH

Innotec-Gestión, “La 5W+H. y el ciclo de mejora en la gestión de procesos”.

La 5W+H es una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (WHAT), por qué (WHY), cuándo (WHEN), dónde (WHERE), quién (WHO) y cómo (HOW). Esta regla creada por Lasswell (1979) puede considerarse como una lista de verificación mediante la cual es posible generar estrategias para implementar una mejora.

III. RESULTADOS

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.LA EMPRESA

La Fábrica de hielo LIMARICE S.A., con RUC 20 458 897 719, fue creada en el año 1993 y se encuentra ubicada en la Carretera Chiclayo – Lambayeque, Panamericana Norte, Dren 3 000 Urb. Comercial la Parada. En la Fig. 6 se puede observar la ubicación de la empresa.

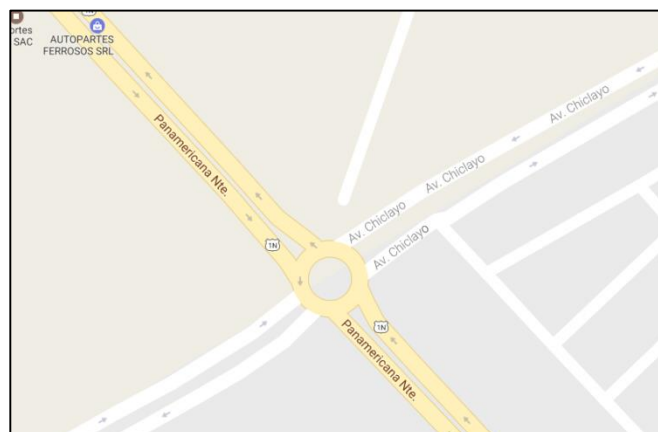


Figura 6. Ubicación de la empresa

Fuente: Google Maps



Figura 7. Fábrica LIMARICE S.A.

Fuente: LIMARICE S.A.

La empresa tiene 24 años en el mercado de la industria de hielo, que se dedica a la producción y comercialización de hielo en barras, para uso exclusivo de cámaras frigoríficas para el congelamiento de pescado.

El producto, hielo industrial en presentación de bloques de 50 kg, que en su mayoría es entregado al cliente como hielo triturado. Para su producción se requiere 24 horas de congelamiento

La mano de obra que se requiere en la empresa es para el área de producción, en la etapa de congelamiento, realizando las actividades de llenado, baño maría, desmolde y despacho del producto en dos turnos de 12 h de (06 h a 18 h) y de (18 h a 06h), es decir la empresa trabaja las 24 horas. También cuenta con operarios de mantenimiento solo para el turno de mañana. Ver Fig. 8.

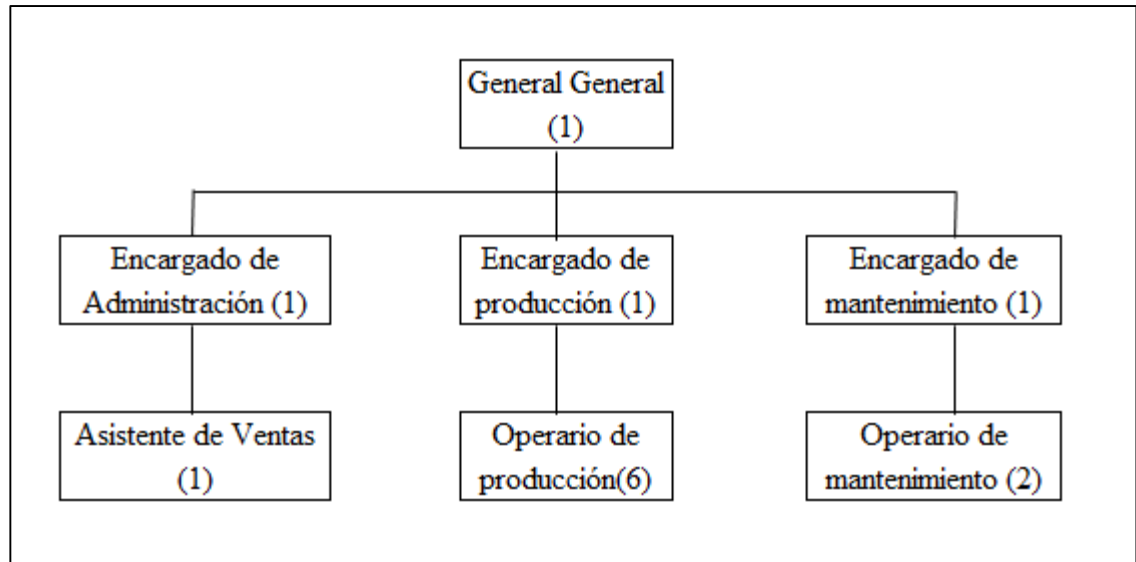


Figura 8. Organigrama

Fuente: LIMARICE S.A.

La empresa LIMARICE S.A. requiere de operarios de mano de obra directa, por ello no se solicita de gran experiencia laboral, ya que lo que influye es la actividad y fuerza física. Cuenta con un total de 13 trabajadores entre personal de planta y administrativos.

La empresa de Hielo LIMARICE S.A. tiene una estructura vertical, donde los colaboradores solo cumplen con su horario de trabajo y funciones, respetando a los de mayor jerarquía

La empresa solo posee tres áreas: administración, mantenimiento y producción.

Las decisiones son tomadas con administración y el Gerente general. En administración se encuentran 2 colaboradores, que son encargados de realizar las ventas, recibir y cobrar pedidos, trato con proveedores, clientes, control de almacén y entre otras.

Los colaboradores de mantenimiento trabajan 1 turno de 8 horas (07 h a 15 h) y los colaboradores de producción en dos turnos de 12 horas. Cabe mencionar que los horarios son flexibles para los operarios de producción, ya que estos viven en la misma empresa.

El sistema de producción de la fábrica de hielo LIMARICE S.A. es continuo y empírico, este varía dependiendo de la demanda. El precio de venta establecido por la empresa es de S/ 80 la tonelada de hielo, sin embargo, este varía en temporada alta que llega a un valor de S/ 90 y en temporada baja de S/ 70.

En las instalaciones de la empresa abastece principalmente el mercado de Chiclayo y además lo de Sullana, Piura, Talara, Tumbes, Paijan, Chimbote, Máncora, Lima, los cuales llegan sus propias cámaras frigoríficas para entrega del producto.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

a. Descripción del producto:

La empresa de hielo LIMARICE S.A., produce hielo en bloques, cuya materia prima es el agua, la cual es extraída de un pozo tubular subterráneo a una profundidad de 35 metros y conducida hacia el tanque elevado. El agua ingresa a un molde rectangular de 20x40x50 cm de altura, es transportada y sumergida en la poza de congelamiento, donde se congela a -5°C , esta contiene agua con salmuera (20° Be y 80% de salinidad), y serpentines por los que circula amoniaco a 99% de concentración, y luego de 18 a 24 h (de acuerdo con la producción) es retirada para su desmolde y despacho. Este producto es de forma rectangular, sin embargo, se puede entregar triturado, debido a que los clientes de la industria pesquera lo requieren de esta manera, por lo que la fábrica de hielo luego del desmolde de estos bloques los tritura para pasarlos directamente al camión frigorífico que transportará el hielo a su destino final, y de esta forma se pueda conservar el pescado desde el momento que es atrapado hasta que es vendido.

FICHA TÉCNICA		
	Producto: Hielo industrial- Hielo en barra	
	Materia prima: Agua de pozo	
	Insumos: Refrigerante amoniaco (R717) y cloruro de	
	Características Generales	
	Largo	40cm
	Ancho	20cm
	Alto	45cm
Peso	50 kg	
Forma	Rectangular	
Color	Incoloro	
Olor	Inodoro	
Aspecto	Transparente	
Descripción: Hielo para uso exclusivo de cámaras frigoríficas para el congelamiento de		

Figura 9. Ficha Técnica

Fuente: LIMARICE S.A.

b. Sub-producto

Se considera a la barra de hielo quebradizo como un subproducto, debido a que la salmuera de la poza de congelamiento ingresa al molde y afecta al producto final, paralizando el congelamiento causando pérdidas de producción.

c. Desecho.

Los desechos que en la fábrica de hielo LIMARICE S.A. es la salmuera (agua con sal) que se realiza un cambio cada 5 años, este periodo es variable, ya que depende del estado que se encuentre, esta es encargada de congelar las barras de hielo, ya que se hace necesaria su remoción de las pozas donde es utilizada, debido a su sobre saturación. Esta salmuera es descargada al dren. Además, se tiene como desecho el agua utilizada en el baño maría para el desmolde de las barras de hielo, que contiene trazas de sal y es descargada al dren, se realiza el cambio diariamente, antes de empezar el turno de noche.



Figura 10. Desechos

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 4 se muestra la cantidad de desecho del agua de baño maría, la cual se ha calculado por medio de la capacidad que tiene:

Tabla 4. Cantidad de desecho

Capacidad del pozo de baño maría		Cantidad de desecho de baño maría/ día	
Ancho	0,85 m	Ancho	0,85 m
Largo	5,4 m	Largo	5,4 m
Altura	1,55 m	Altura	1 m
Volumen	7,11 m ³	Volumen	4,59m ³ = 5 l

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 4 el cálculo para la cantidad de desecho del agua de baño maría, que es el más frecuente, porque la rotación es diaria, se hallado con la diferencia de 55 cm en la altura debido a que solo se encuentra 1 metro de altura llena de esta agua.

3.2.2. Materiales e insumos

3.2.2.1. Materiales primarios

Materia prima

Es la materia prima para la producción de las barras de hielo, es el agua, la cual es extraída de un pozo subterráneo de 35 metros de profundidad para ser utilizada en la producción, y el resto es almacenado como reserva para la empresa en un tanque elevado de 100 m³, sin embargo no se realiza ningún pago por esta.

La empresa no realiza una medición exacta del consumo de la materia prima, ya que no existe control del uso de esta, porque se obtiene gratuitamente. Sin embargo, se ha calculado la cantidad de agua que se usa para llenar los moldes, cabe recalcar que existe una reserva de esta agua que también es utilizada para limpieza y uso de servicios higiénicos, pero ha sido hallada.

En la siguiente tabla se muestra el tiempo en que se demora en llenar el tanque dispensador, que se utiliza para llenar 1t, además el tiempo en que se demora en llenar los moldes, para poder obtener cuantos litros se utiliza en 1 hora.

Tabla 5. Tiempo para llenado de tanque dispensador y de llenado de moldes

Cantidad	Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
1	Llenado del tanque	5,56	Llenado de molde	2,08
2	Llenado del tanque	5,3	Llenado de molde	1,383
3	Llenado del tanque	5,83	Llenado de molde	1,76
4	Llenado del tanque	5,50	Llenado de molde	3,89
5	Llenado del tanque	5,71	Llenado de molde	3,56
6	Llenado del tanque	5,9	Llenado de molde	4
Total		33,8	Total	16,67

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 5 se muestra el tiempo total para llenar 6 t de agua, en donde se incluye el tiempo en que se llena el tanque que es 39,8 min y de vaciado que es de 16,67 min, sin embargo, por la falta de inspección y control de esta actividad de llenado, se desborda una cantidad de agua considerable por lo que se considera 1 t más, por lo tanto, el consumo de agua es de 7t/hora. (Dato brindado por la empresa)

3.2.2.2. Materiales secundarios

Amoniaco

El consumo de amoniaco es mensual, una botella con capacidad de 80kg, sin embargo, se realiza la compra cada seis meses, para tener en stock en la fábrica y poder disminuir los costos del mismo.

La empresa si realiza el control del amoniaco, ya que es el insumo más importante del proceso productivo de barras de hielo y tiene un proceso de refrigeración por compresión de vapor, es por ello que el amoniaco se compra en forma de vapor, pero ingresa al proceso productivo en forma líquida. Ver Anexo1

Sal Industrial

Es utilizada para tratamientos de agua en general como en la poza de congelación para la elaboración la piscina de salmuera, lo que conlleva a un descenso del punto de congelamiento del agua.

El consumo de sal industrial es aproximadamente 25 sacos mensual, cada saco contiene 50kg, para poder obtener la salmuera con 20°Be, siendo este el óptimo de 26°Be como se indica en el antecedente de *Paredes Quispe y Córdova Velasquez (2015)*, ya que permite que el congelamiento sea en menor

tiempo. Cabe resaltar que el ingreso de cada saco es según se requiera, tomando en cuenta la observación del proceso en la salmuera, ya que no realizan ninguna medición de esta tanto en temperatura como en la salinidad del agua. La última compra que realizó la empresa fue de 100 sacos, que se utilizaron para los últimos 4 meses. Ver Anexo3

3.2.2.3.Insumos

Mano de obra

La mano de obra directa que posee la empresa es de 7 operarios entre turno mañana y noche, que se encarga del desmolde, llenado, verificación, baño maría y despacho de las barras de hielo en las pozas de enfriamiento, así mismo de la limpieza del área de trabajo.

La remuneración para la mano de obra directa de producción es de S/ 935 y para la mano de obra de mantenimiento es de S/ 1 280.

Todo el personal de producción, como se especifica en la Tabla 8, tiene un método de trabajo empírico, quiere decir que aprendido con la experiencia y práctica en el trabajo del día a día. Los puestos de trabajo están divididos según las funciones que desempeñan Como se puede observar en el turno de mañana hay un operario encargado de baño maría y llenado de cisterna, otro operario para llenado de moldes y verificación del producto y dos operarios para desmolde y despacho, debido a la demanda del producto, y para que la entrega del mismo sea más rápida a los clientes, porque se requiere despachar en paralelo de las cámaras productoras de hielo. A comparación del turno de noche donde solo hay un operario para el desmolde y despacho.

Como el llenado de la cisterna y de los moldes, el congelado y el desmoldado y despacho, teniendo tres puestos de trabajo diferentes.

El personal de mantenimiento que posee la empresa es calificado, ya que se encarga de realizar un mantenimiento correctivo, dar soluciones para continuar con la producción, en caso de un mantenimiento más especializado se requiere un servicio tercerizado. El turno en el que laboran la mano de obra de mantenimiento es en la mañana.

Financieros:

- Costo de materia prima

Se considera como costo de materia prima el 2% de todas las compras, debido a que una proporción se utiliza para mantenimiento de la poza que suministra el agua, ya que no se realiza ningún pago por la obtención de la materia prima.

Tabla 6. Costo de Materia en los meses desde enero hasta julio del 2017

Mes	Compras (S/)	2% de MP (S/)
Enero	179 675,41	3 593,51
Febrero	195 649,34	3 912,99
Marzo	169 463,58	3 389,27
Abril	197 540,55	3 950,81
Mayo	157 320,01	3 146,40
Junio	173 562,83	3 471,26
Julio	188 435,06	3 768,70
Total	1 261 646,78	25 232,94

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 6, los costos de materia prima no exceden de S/ 3 950,81, costo considerablemente bajo, ya que la empresa solo requiere de materia prima agua, en grandes cantidades

- Costo de Materiales

El precio por botella de amoniaco es de \$240.00, además del cargo por transporte ya que el proveedor es de Piura.

Respecto a la sal industrial, el precio unitario es de S/ 9.00

- Costo de luz

El costo más elevado que posee la empresa es de la luz, debido a la maquinaria que utiliza y el consumo de la misma. En la siguiente tabla se puede observar el costo por la luz eléctrica durante los meses de enero a julio del 2017

Tabla 7. Costo por Luz

Mes	Costo de Luz (S/)
Enero	S/ 91 712
Febrero	S/ 113 198
Marzo	S/ 99 864
Abril	S/ 85 620
Mayo	S/ 83 053
Junio	S/ 90 919
Julio	S/ 86 189
TOTAL	S/ 6 505 555

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 8. Mano de obra

	Nombre	Edad	Estudios	Tiempo de trabajo	Turno	Método de trabajo	Funciones
Op.1	Cesar Terrores Rodríguez	38	Secundaria completa	19 años	Turno Mañana	Empírico	Baño maría y llenado de cisterna
Op.2	Dilberto Terrones Rodríguez	42	Secundaria completa	19 años	Turno Mañana	Empírico	Verificación del producto y llenado de moldes
Op.3	Cesar Terrores Solís	22	Secundaria completa	4 años	Turno Mañana	Empírico	Desmoldado y despacho
Op.4	Dante Figueroa León	19	Secundaria completa	19 años	Turno Mañana	Empírico	Desmoldado y despacho
Op.5	Dani Ordoñez Rodríguez	21	Secundaria completa	1,5 años	Turno Noche	Empírico	Baño maría y llenado de cisterna
Op.6	Edwin Terrones Solís	22	Estudiante Superior	1 año	Turno Noche	Empírico	Verificación del producto y llenado de moldes
Op.7	Luis Casusol	23	Secundaria completa	2 años	Turno Noche	Empírico	Desmoldado y despacho
Op.8	Homero Díaz	38	Secundaria completa	7 años	Turno Mañana	Empírico	Mantenimiento
Op.9	José Cruz Percial	23	Técnico-Universitario	3 años	Turno Mañana	Teórico-empírico	Mantenimiento
Op.10	Agustín Rodríguez	22	Técnico	4 años	Turno Mañana	Teórico-empírico	Mantenimiento

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 7. el mes con mayor costo por luz es febrero con S/ 113 198, debido a la alta demanda del hielo industrial, y el menor costo por luz se tiene al mes de mayo con S/ 83 053. El total de egreso por luz eléctrico desde el mes de enero a julio del 2017 para la empresa es de S/ 6 505 555.

3.2.2.4. Herramientas y máquinas




Se puede visualizar las herramientas utilizadas en la etapa de congelamiento en la Tabla 9, y la maquinaria que se utiliza en la empresa se observa en la Tabla 10.

Como se puede observar en la Tabla 9 las herramientas más importantes y utilizadas en la etapa de congelación son los moldes, ya que contienen el producto final, las pinzas que ayudan a sacar el producto final de los moldes y transportarlos a la máquina trituradora y finalmente la manguera que permite el llenado del baño maría.

Como se puede observar en la Tabla 10 se muestra la información general de cada maquinaria que posee la empresa para la producción de hielo, esta información se ha obtenido de las fichas técnicas que se encuentran en los Anexos 2,4,5,6 y 7

Cabe mencionar que la maquinaria con la que cuenta la empresa LIMARICE S.A., tiene una antigüedad entre 5- 20 años, por lo que el rendimiento de las mismas es bajo y el consumo de luz eléctrica es alta.

Tabla 9. Herramientas utilizadas en la etapa de congelamiento

Etapas	Herramientas	Especificaciones	Estado
Congelado	<p>Molde</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Largo: 40 cm - Ancho: 20 cm - Alto 90 cm - Capacidad: 50 kg - Hecho en fábrica 	Mal estado- Desgastado
Despacho	<p>Pinzas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Acero inoxidable - Largo: 1 m 	Buen estado
Desmoldado	<p>Manguera</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Manguera reforzada de ¾" - Largo: 100 m 	Buen estado

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 10. Maquinaria de la empresa LIMARICE S.A.

ZONAS	Maquinaria	CANTIDAD	ESTADO	INFORMACIÓN GENERAL
Extracción de Materia prima	Bomba sumergible	1	Mal estado	Marca: Pentax
				Potencia: 10 HP
				Altura: 125 m
				Frecuencia: 50 hz
Tratamiento de amoniaco	Compresores Electrónico	3	Mal estado	Marca: VILTER
				Potencia: 250 HP
				Voltaje: 230 V
				Refrigerante: R717
	Condensadores Evaporativo	4	Mal estado	Marca: Snowkey
				Potencia: 1275 kW
				Temperatura: mayor 28°C
	Contenedores	2	Buen estado	Hechizo
				Capacidad: 500 l
				Refrigerante: R717
Sistema de Congelación	Agitadores	12	Mal estado	Marca: Fluidmix
				Motor: 5 kW
				Velocidad: 1500 rpm
	Tecles	4	Mal estado	Marca: Kamiuchi
				Capacidad: 1 t
				Levante estándar: 3m
	Cisterna Hechiza	2	Buen estado	Hechizo
				Capacidad: 8 t
	Evaporador hechizo	4	Mal estado	Hechizo
				Refrigerante: R717
Producto Terminado	Picadora de Hielo	2	Mal estado	Hechizo

Fuente: LIMARICE S.A.

Mantenimiento

En la empresa LIMARICE S.A. se realiza un mantenimiento correctivo, es por tal motivo que existe un área específica de mantenimiento que labora 6 días a la semana, en función de solucionar problemas en la maquinaria antigua que posee. Además, realiza una revisión anual de toda la maquinaria antes de empezar temporada alta, esta se realiza aproximadamente en el mes de diciembre.

3.2.3. Proceso de producción

El proceso para la obtención de hielo no requiere de una tecnología complicada, aunque es importante tener un proceso en línea continua para disminuir los costos, también es principalmente el uso de instalaciones de frío para obtener un producto de calidad.

a) Obtención de materia prima

El agua es la materia prima, que se obtiene mediante la extracción desde un pozo subterráneo de 53 metros de profundidad a través de una bomba sumergible de 10 HP, 440V y 15 A, como se observa en la Figura 11.



Figura 11. Bomba sumergible

Fuente: LIMARICE S.A.

b) Almacenado

El agua es extraída del canal de irrigación que se encuentra en la parte posterior de la planta, en el pozo través de una bomba sumergible y es almacenada en una cisterna con capacidad de 300 m³. Este almacenamiento demora en promedio 10 horas.

c) Llenado

El operario de llenado, primero realiza el llenado de la cisterna o tanque dispensador de dos cámaras frigoríficas a la vez, esto depende de la demanda del producto y si es necesario el uso de ambas cámaras, al tener a cargo dos cisternas no concentra su atención en el llenado de la cisterna, por lo que excede la cantidad de agua y sobresale, además de realizar también realizar otras actividades durante el llenado de la cisterna, por lo que existe pérdida de materia prima, como se puede observar en la Fig. 12

Después se lleva acabo el llenado de los moldes por el otro operario, donde también ocurre problemas cuando hace las actividades al mismo tiempo en ambas cámaras frigoríficas, y otras, por lo que no controla el llenado de los moldes, se excede también en materia prima y tiene que sacar el agua en exceso, por lo que existe pérdida de materia prima y además de no contener la cantidad de agua en el molde, no es aceptado por el cliente.



Figura 12. Reblase de agua en la cisterna

Fuente: LIMARICE S.A.



Figura 13. Llenado de moldes

Fuente: LIMARICE S.A.

d) Congelado

El tecele eleva una fila de moldes (20 moldes) y lo transporta al tanque dispensador donde son llenados y luego trasladados hacia la poza productora donde son depositados, por un tiempo de 12 a 18 horas para su congelamiento.

El operario se encarga de realizar la verificación del producto en la poza productora y por medio de la observación toma la decisión de cual lote debe ser cambiado a la poza selladora, basándose en la apariencia física del producto y por experiencia en la operación, es decir no existe ningún seguimiento del cambio de las barras desde las pozas productoras a las selladoras. Después transporta los moldes hacia la poza selladora, por un tiempo e 4-6 horas.

EL operario también es encargado de verter los sacos de sal a la salmuera, cuando se requiera, la decisión es tomada por administración, siguiendo las siguientes indicaciones: en temporada alta cada 15 días y después cada 2 meses, basándose en la experiencia.

En esta etapa de congelamiento, el agua se comienza a congelar 0°C en celdas formadas por placas de aluminio con circuito interno, esta contiene amoníaco que se encuentra a -10°C , el cual se encarga de recorrer cada poza e ir congelando el agua. Esta etapa del proceso demora 24 horas, siendo este el tiempo óptimo. El congelamiento se realiza por medio del transporte del refrigerante amoníaco dentro de los serpentines adheridos a las paredes de las pozas y con ayuda de la salmuera

Durante el congelamiento los moldes que se encuentran en mal estado como se puede observar en la Figura 14, facilitan el ingreso de la salmuera, trayendo pérdida en la producción, como se puede observar en la Tabla 33,

también ocurre lo mismo con los moldes que tienen exceso de agua, que por peso se hunde e ingresa también la salmuera.

Cada poza cuenta con tablas que, al ingresar un lote, se tapa para su protección ante partículas que contaminen el producto y así mismo mantenga el frío de la poza. Como se puede observar en la Figura 15 estas tablas se encuentran deterioradas.



Figura 14. Moldes

Fuente: LIMARICE S.A.



Figura 15. Tapas de madera

Fuente: LIMARICE S.A

e) Desmoldado

Esta operación es realizada por dos operarios, uno para cada cámara frigorífica, como se ha explicado anteriormente, las manos de obra encargaran de manipular los tecles que transportan los moldes hasta la cisterna donde se desmolda cada bloque de hielo en el baño maría y comienzan a flotar, así pueden ser fácilmente retirados con la ayuda de una pinza manual. Este proceso demora en promedio 10 min, ya que incluye el baño maría.



Figura 16. Baño maría

Fuente: LIMARICE S.A

f) Despacho

Una vez obtenido el hielo, pasa directamente al área de almacenamiento de producto donde es vendido inmediatamente. Así mismo podemos encontrar en esta área maquinas trituradoras de hielo en donde el cliente podrá utilizarlo respecto a su pedido. Ver Fig.17.

El producto también se puede entregar triturado o hielo en escamas, como es llamado, que es lo más frecuente, por lo que después pasa por una máquina trituradora y luego se le entrega el producto terminado al cliente. Ver Fig.18.



Figura 17. Despacho



Figura 18. Trituración

Fuente: LIMARICE S.A

Es importante mencionar que el proceso actualmente no cuenta con el tratamiento de agua, desde aproximadamente 1 año, debido a que las máquinas han quedado obsoletas. Por lo que el proceso debería tener antes del llenado de agua las siguientes etapas:

a) Filtrado

Una vez almacenada el agua se conduce al área de tratamiento de agua, que se encuentra ubicada en la entrada de la planta, aquí se realiza proceso físico - químico del agua para que esté lista para ser congelada y convertido a hielo.

El agua con sales insolubles pasa a través de un filtro rápido de arena, donde las partículas (sales insolubles) son retenidas por la arena, poco a poco van bloqueando la superficie y reduciendo el caudal de agua a través del filtro. El filtro es limpiado intermitentemente.

b) Ablandado de agua

A continuación pasa al ablandador de agua, es una máquina que por medios mecánicos, químicos y/o electrónicos tratan el agua para evitar, minimizar o reducir, los contenidos de sales minerales (calcio y magnesio) y sus incrustaciones en las tuberías y depósitos de agua potable. Este proceso es sumamente importante para que el agua este en las perfectas condiciones y pueda ser congelada, por tal motivo se encuentra supervisado por un operario

Esto trae consigo que la calidad del producto baja, porque mantiene la dureza del agua que no permite que se congele más rápido y además cuando el producto está en manos del consumidor final hace que el hielo se adhiera a las paredes de cámara frigorífica de hielo

3.2.4. Sistema de Producción

La fábrica de hielo “LIMARICE S.A.” posee un sistema de producción a pedido, es decir que después de recibir el pedido produce, además la empresa brinda un solo producto que es el hielo en barras, con las mismas características técnicas, aunque en diferentes presentaciones, hielo en escama o hielo en barra, que depende de la elección del cliente. Al dedicarse exclusivamente a la producción de hielo, entrega un producto de calidad a tiempo y al menos costo posible.

La Empresa tiene un sistema de producción por pedido, refiriéndose a que la empresa produce después de haber recibido los pedidos, sin embargo, el nivel de producción depende de la cantidad pedida por días anteriores y la cantidad de producto que queda como reserva en cada poza de congelamiento.

3.2.5. Análisis para el proceso de producción

3.2.5.1. Diagrama de bloques

En la Figura 19 se muestra el proceso de congelamiento de bloques de hielo de la empresa LIMARICE S.A., aquí se especifica las etapas por las que pasa la materia prima y el material necesario para congelar que es el amoníaco y la sal industrial, la cual ingresan a la etapa de congelamiento. Como se puede observar todo el proceso contiene 6 etapas, donde el llenado, contiene el llenado de la cisterna o el tanque dispensador y de los moldes, respecto al congelado el traslado del lote en la poza productora y en la poza selladora, en el desmoldado lo que es el baño maría y en despacho el cual se realiza en su mayoría como hielo triturado.

3.2.5.2. Estudio de tiempos y tiempo promedio de actividades

Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinará tomando en cuenta la información de Time Study Manual de los Eire Works the General Electric Company, la cual muestra en la Tabla 1, esta determina el número de ciclos de observaciones, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente.

Verificación de la muestra

Se desarrolló un estudio preliminar del proceso de producción y se registró diez muestras de ciclo observado, en distintos días, a los mismos operarios, considerando que trabajan 12 horas de lunes a domingo.

En la Tabla 11 muestra los datos obtenidos para la muestra determinada, donde se puede apreciar el ciclo observado en minutos, por cada etapa del proceso. Con la guía Time Study Manual de los Erie the General Electric Company, se puede observar cuantos ciclos observados se deben realizar para cada estación

En la Tabla 11 de cálculo de los ciclos observados en la etapa de congelación, que involucra mano de obra, se ha considerado el desmoldado y el despacho una etapa, ya que estas operaciones ocurren en un mismo espacio de trabajo, así como también el llenado que involucra al de la cisterna y moldes.

Tabla 11. Cálculo de los ciclos observados para cada etapa

Estaciones	Tiempo de ciclo (min)	Ciclos observados
Etapa N°1: Llenado	10,3	10
Etapa N°2: Congelado	1456,83	3
Etapa N°3: Desmoldado y despacho	6,28	10

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 13. El proceso producción de hielo de la empresa LIMARICE S.A. tiene un tiempo de ciclo de 1472,87 minutos, teniendo como actividad con mayor tiempo el congelado que es de 1044 minutos, seguido del término de congelado con un tiempo de 409,7 minutos en promedio, que en conjunto sería de 24,2 horas para el congelado, lo cual es el cuello de botella.

Para todas las etapas se ha realizada una muestra de 10 observaciones, incluyendo el congelado, que solo se requería de 3 observaciones.

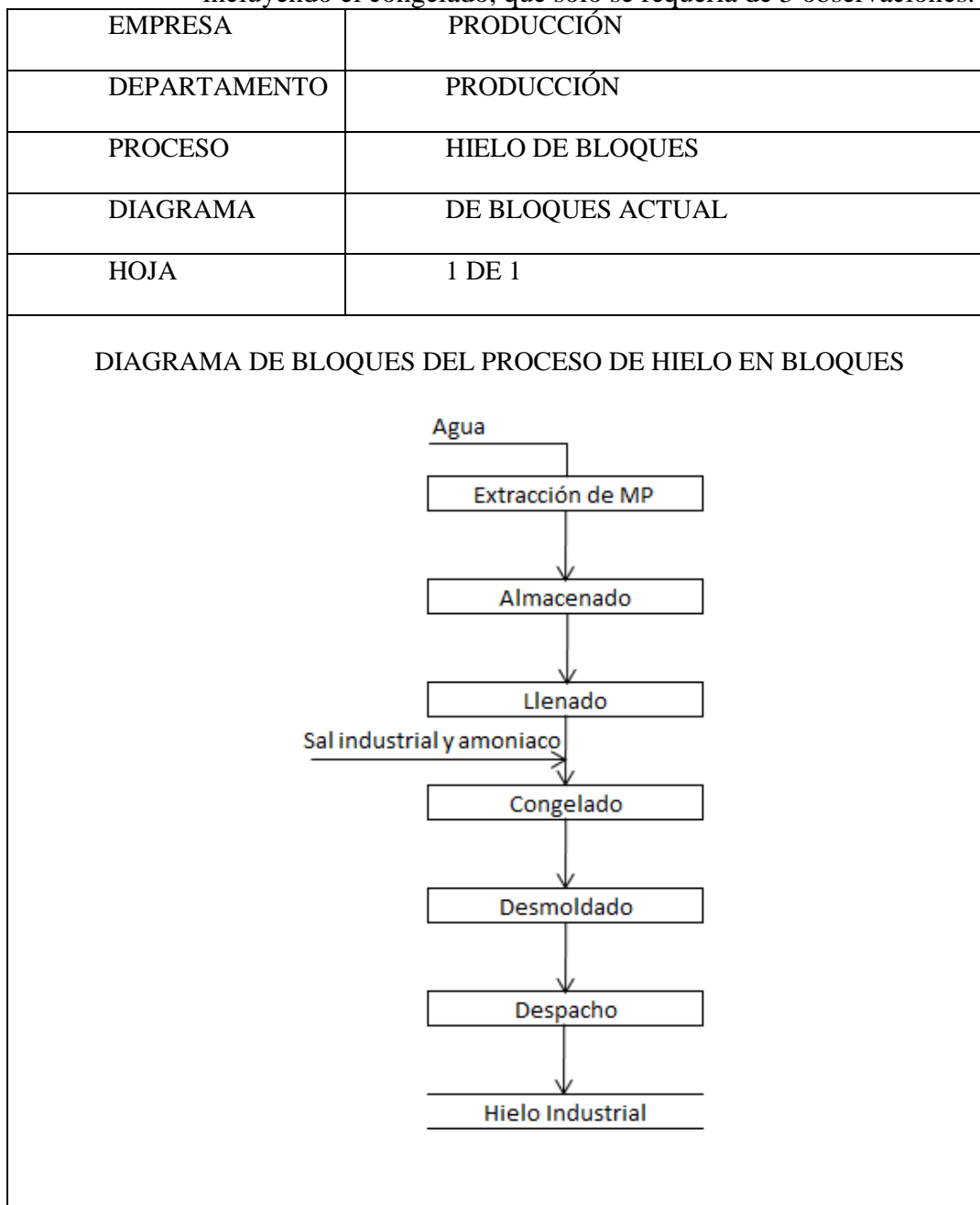


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 12. Resumen de tiempos

Etapa	Actividades del proceso	Tiempo Promedio (min)	Tiempo Total (min)
Llenado	Llenado del tanque dispensador	7,6	10
	Llenado de moldes	2,4	
Congelado	Transporte a la poza productora	0,92	1456,33
	Colocar los moldes en la poza	0,9	
	Congelado	1044	
	Verificación del producto	0,39	
	Transporte a otra poza selladora	0,42	
	Termino de congelado	409,7	
Desmoldado y despacho	Transporte a baño maría	0,5	6,17
	Baño maría	2,5	
	Desmolda las barras	1,3	
	Inspección final y entrega del producto	0,4	
	Trituración	1,47	

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 12, se muestra el tiempo promedio en minutos de las observaciones que se pueden ver en la Tabla 13 a más detalle, mostrando el tiempo total para cada etapa

Tabla 13. Ciclos observados en la empresa LIMARICE S.A.

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	7,7	7,4	7,8	7,6	7,5	7,6	7,6	7,9	7,6	7,1	75,8	7,6	
	Llenado de moldes	2,3	2,3	2,0	2,8	2,4	2,3	2,0	2,7	2,6	2,5	23,9	2,4	
Congelado	Transporte a la poza productora	1,3	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	9,2	0,92	
	Colocar los moldes en la poza	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	1,0	1,2	0,8	0,9	0,9	9,0	0,9	
	Congelado	1080	1140	1080	1140	960	900	960	960	1140	1080	10440	1044	
	Verificación del producto	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	3,9	0,39	
	Transporte a otra poza selladora	0,5	0,4	0,5	0,39	0,4	0,34	0,5	0,4	0,4	0,46	4,2	0,42	
	Termino de congelado	390,8	420,0	398,0	415,6	440,5	390,4	406,7	418,3	405,7	410,9	4096,9	409,7	
Desmoldado y despacho	Transporte a baño maría	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	5,1	0,5	
	Baño maría	2,9	2,4	2,7	2,2	2,8	2,7	2,6	2,3	2,8	2,1	22,8	2,5	
	Desmolda las barras	1,3	1,2	1,4	1,5	1,3	1,4	1,1	1,2	1,5	1,3	13,2	1,3	
	Inspección final y entrega del producto	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	4,5	0,4	
	Trituración	1,4	1,5	1,4	1,5	1,45	1,4	1,5	1,55	1,46	1,55	14,7	1,47	
Tiempo de ciclo													1472,57	

Fuente: LIMARICE S.A.

3.2.5.3. Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)

EMPRESA	LIMARICE S.A.
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN
PROCESO	HIELO EN BLOQUES
DIAGRAMA	DE BLOQUES ACTUAL
HOJA	1 DE 1

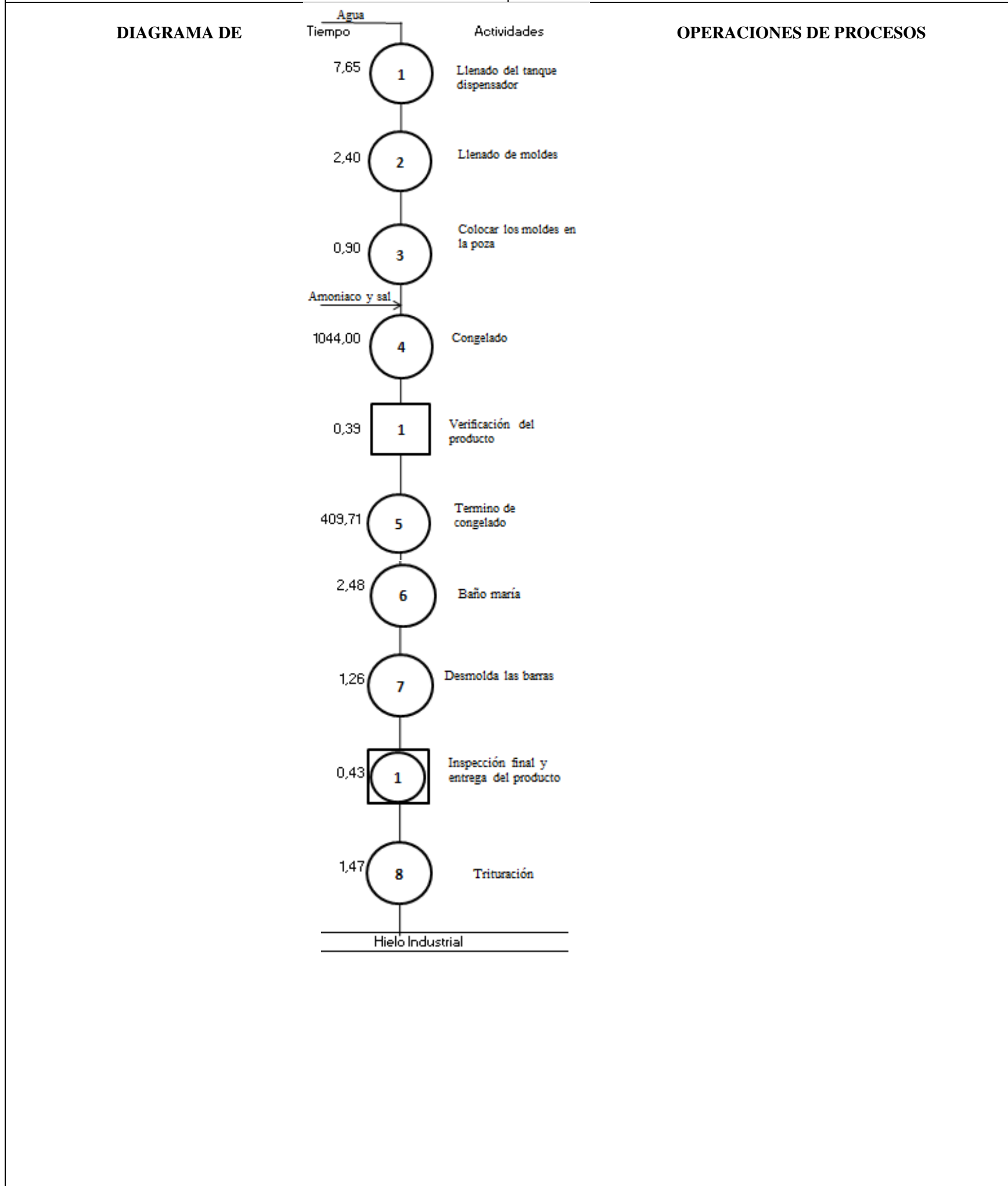


Figura 20. Diagrama de Operaciones de procesos

Fuente: LIMARICE S.A.

La realización del diagrama de operaciones de procesos (DOP), como el diagrama de análisis de operaciones (DAP), se han tomado en cuenta los tiempos en base a la producción de un lote de 20 hielos en bloques de 50 Kg cada uno.

Tabla 14. Resumen del DOP

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)
OPERACIÓN	8	1469,87
INSPECCIÓN	1	0,39
COMBINADA	1	0,43
TOTAL	10	1470,69

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Figura 20, se puede observar el tiempo promedio que requiere cada operación de la etapa de congelación de hielo, además en la Tabla 14. Se muestra el resumen del proceso de producción de hielo, que tiene 8 operaciones con un tiempo de 1469,87 minutos, con una inspección de 0,39 minutos, que se refiere a la verificación del producto durante las etapas de congelado, y una operación e inspección de 0,43 min, que se realiza la inspección final y entrega del producto final, teniendo en total un tiempo de 1470,69 minutos, que se refiere a 24,5 horas.

Tabla 15. Resumen del DAP

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Distancia
OPERACIÓN	8	1469,87	
INSPECCIÓN	1	0,39	
COMBINADA	1	0,43	
TRANSPORTE	3	1,88	110m
TOTAL	13	1472,57	110m

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Figura 21, se puede observar también el transporte dentro de la etapa de congelamiento con un tiempo en total de 1,88 minutos y una distancia de 110 metros como se especifica en la Tabla 15, el primero después del llenado de moldes, para transportar el lote s a la poza productora con un tiempo de 0,92 minutos, el segundo después de la verificación del producto para realizar el transporte de la poza productora a la poza selladora en un tiempo promedio de 0,42 minutos y el ultimo transporte desde la poza selladora hacia el baño maría para la etapa de desmoldado en un tiempo promedio de 0,54 minutos.

3.2.5.4. Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP)

EMPRESA	LIMARICE S.A.
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN
PROCESO	HIELO DE BLOQUES
DIAGRAMA	DE BLOQUES ACTUAL
HOJA	1 DE 1

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO

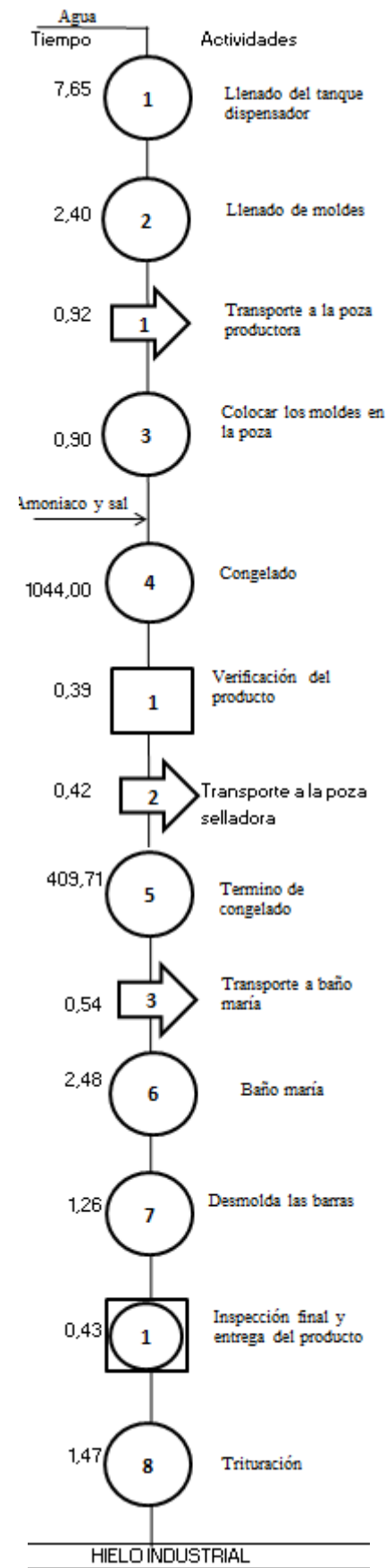


Figura 21. Diagrama de Análisis de Operaciones

Fuente: LIMARICE S.A.

Además, se ha desarrollado diagramas de flujo de las operaciones donde ocurren problemas, como la de llenado de cisterna, llenado de moldes, congelamiento, verificación, termino de congelación y baño maría, para poder observar a profundidad las actividades que contienen. Así mismo se ha desarrollado la metodología 5WH para las mismas operaciones anteriormente mencionadas.

Figura 22. Diagrama de flujo de la operación de llenado de cisterna

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	LLENADO DE CISTERNA									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	◐	□	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Encender bomba	●						0,05	0,05	
2	Sube hacia válvula		●					0,3		0,3
3	Abre 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.	6,45	6,45	
5	Traslado hacia la válvula		●					0,6		0,6
8	Apagar la válvula	●						0,1	0,1	
9	Apaga la bomba	●						0,05	0,05	
Total								7,65	6,75	0,9

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Figura 22 la operación de llenado de la cisterna se realiza en un tiempo de 7,65 min, con 0,9 min de 2 actividades que no agregan valor, como subir hacia la válvula, traslado hacia la válvula, estas actividades representan un 11,76%. También se explica algunos aspectos en la actividad de llenado de cisterna, donde no hay control, pérdida de materia prima y que el operario realiza las actividades de baño maría durante el llenado y no lo supervisa, lo cual genera rebalse del agua. Para completar el análisis en la operación de llenado de cisterna se realiza la técnica de la actitud de interrogante o 5WH, como se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Actitud de interrogante del llenado de cisterna

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se hace llenado porqué, se necesita dispensar el agua, es necesario hacerlo para luego llenar los moldes y con la finalidad de contener el agua.	
¿Dónde se hace?	Se realiza en la cámara frigorífica, ahí se encuentra instalada la cisterna dispensadora.	
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando se hace el despacho del producto terminado, para luego producir un lote más, el orden es el apropiado, porque se tiene los moldes vacíos que se deben llenar.	
¿Quién lo hace?	El operario de llenado de cisterna no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico.	
¿Cómo se hace?	El operario hace otras actividades en paralelo, como el baño maría, se realiza así porque necesita hacer el despacho en el menor tiempo posible, ya que el cliente está esperando la entrega del producto terminado, porque que el operario también se encarga de realizar una función que permite el despacho del producto terminado, que es el baño maría. Es decir no hay un control de la operación por ir a realizar otra	Simplificar

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 16. Se explica principalmente que el operario de llenado de cisterna-baño maría realiza otras actividades en paralelo, por lo que no realiza un control al llenado de la cisterna, trayendo como consecuencia la pérdida de materia prima. Por lo que se espera simplificar las funciones que debe realizar el operario.

Como se puede observar en la Figura 23, la operación de llenado de moldes se realiza en un tiempo de 2,4 min, con un 0,8 min de 3 actividades que no agregan valor como el transporte por ir a realizar otra actividad, cuando se llenan los moldes y manipular el teclé para retirar agua, ya que es una actividad innecesaria, estas actividades representan un 33%. También se explica algunos aspectos en las actividades como que no hay control, pérdida de materia prima, y que el operario realiza un transporte porque está en otro lugar realizando otras actividades, y finalmente actividades innecesarias como girar el tanque para sacar el agua, porque no se realiza un llenado correcto en los moldes, al no haber un control.

EMPRESA	LIMARICE S.A.
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN
PROCESO	LLENADO DE MOLDES
ETAPA	CONGELAMIENTO
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL
HOJA	1 de 1

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

Nº	Actividades	○	➔	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Girar el tanque dispensador	●						0,12	0,12	
2	Llenado de moldes	●					No hay control, pérdida de MP. El operario realiza actividades de verificación	1,383	1,38	
3	Transporte al llenado		●				El operario esta en la otra cámara realizando otra actividad	0,2		0,2
4	Girar el tanque dispensador	●						0,1	0,1	
5	Transporte al tecele		●					0,2		0,2
6	Manicupalar el tecele para retirar agua	●					Pérdida de MP	0,4		0,4
Total								2,403	1,6	0,8

Figura 23. Diagrama de flujo de la operación de llenado de moldes

Fuente: LIMARICE S.A.

Para completar el análisis en la operación de llenado de moldes se realiza la técnica de la actitud de interrogante o 5WH, como se puede observar en la Tabla 17.

Tabla 17. Actitud de interrogante del llenado de moldes

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se hace llenado de los moldes, porque contiene la materia prima para ingresarlo a la poza de congelamiento, lo cual es necesario en el proceso porque tiene como finalidad de contener el producto que va ser transformado en producto final (hielo industrial)	
¿Dónde se hace?	Se realiza en la cámara frigorífica, ahí se encuentra en conjunto con la cisterna dispensadora.	
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando se hace el despacho del producto terminado, para luego producir un lote más, el orden es el apropiado, porque se tiene los moldes vacíos que se deben llenar.	
¿Quién lo hace?	El operario de llenado de moldes- verificación, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico.	
¿Cómo se hace?	El operario hace otras actividades en paralelo, como la verificación porque al realizar el llenado de los moldes necesita ingresarlo en la poza de congelamiento, y para que se pueda ingresar el nuevo lote se necesita la verificación de los anteriores lotes, para saber cuál debe pasar a la poza selladora y obtener un espacio en la poza productora para el ingreso del nuevo lote. Es decir no hay un control de la operación por ir a realizar otra, y trae consigo realizar actividades que no agregan valor como es girar el tanque para sacar agua	Simplificar

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 17. Se explica principalmente que el operario de llenado de moldes- verificación realiza otras actividades en paralelo, por lo que no realiza un control al llenado de los moldes, trayendo como consecuencia la pérdida de materia prima, trayendo como consecuencias realizar actividades que no agregan valor. Por lo que se espera simplificar la operación, eliminando las actividades que no agregan valor como es el girar el tanque para sacar el agua de exceso en los moldes y además simplificar funciones que debe realizar el operario.

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	CONGELAMIENTO									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➔	◐	◑	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Congelamiento	●					Cuello de botella, el operario, no realiza control de la temperatura de la poza ni de la salinidad de la salmuera, no hay una revisión	1044	1044	
Total								1044	1044	0

Figura 24. Diagrama de flujo de la operación de congelamiento

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Figura 24, la operación de congelamiento se realiza en un tiempo de 1044 min, es decir 17,4 h. También se explica que a pesar de tener tanto tiempo en el congelamiento, el operario no realiza ningún control ni revisión del estado del producto en la poza productora, ni de los parámetros que ayudan al congelamiento como la salinidad y temperatura de la poza.

Para completar el análisis en la operación de congelamiento se realiza la técnica de la actitud de interrogante o 5WH, como se puede observar en la Tabla 18.

Tabla 18. Actitud de interrogante del congelamiento

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Solo se espera que se congele el hielo, y la demanda del producto por el cliente	
¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza productora de congelamiento, son la poza N°3 y N°6	
¿Cuándo se hace?	Se realiza después del llenado de moldes	
¿Quién lo hace?	El operario llenado de moldes - verificación, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico.	
¿Cómo se hace?	El operario no realiza la revisión, ni tampoco el control de los parámetros que permiten que el congelamiento sea más eficiente, como la temperatura y salinidad, se podría hacer mejor realizando la revisión y control de esta operación, ya que es cuello de botella.	Simplificar

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 18. Se explica principalmente que el operario de llenado de moldes- verificación no realiza alguna actividad, siendo esta operación la del cuello de botella, con un tiempo de 1044 min, el cual debe ser supervisado, además de los materiales que involucran en esta operación que es el amoniaco y sal industrial.

Como se puede observar en la Figura 25 de la operación de verificación que se realiza en un tiempo de 1,38 min, con 0,5 min de la actividad que no agrega valor que es el transporte al producto, esta actividad representa un 36,23%. También se explica algunos aspectos en las sub-actividades como observaciones como el mal estado de las tablas, que no ayudan a mantener el ambiente cerrado de la poza productora y la selladora, así como la revisión rápida del producto, ya que solo se basa en la apariencia física, sin saber que ya paso el tiempo correcto para hacer el cambio de una poza a otra y finalmente que no hay la medición de parámetros como la temperatura y salinidad, que se deben tomar en cuenta para apoyar la congelación y sea más eficiente.

Para completar el análisis en la operación de congelamiento se realiza la técnica de la actitud de interrogante o 5WH, como se puede observar en la Tabla 19.

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	VERIFICACIÓN									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➔	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Transporte al producto		●					0,5		0,5
2	Retirar las tablas	●					Tablas en mal estado	0,6	0,6	
3	Revisar el producto			●			Revisión rápida y basada en la apaciencia física. Es aleatoria, porque no sabe si cumplio el tiempo necesario para cambiarlo	0,28	0,3	
Total								1,38	0,9	0,5

Figura 25. Diagrama de flujo de la operación de verificación

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 19. Se explica principalmente que el operario de llenado de moldes- verificación, realiza su operación de una forma inadecuada, ya que no existe un método ni proceso para realizar la verificación del producto y tomar la decisión de que lote debe pasar al término de congelación.

Tabla 19. Actitud de interrogante de la verificación

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Se hace la verificación porque se quiere hacer el cambio del producto de una poza a otra, es necesario hacerlo con la finalidad del ingreso de un nuevo lote.
¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza productora de congelamiento, ahí se encuentra el producto que debe ser verificado
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando va ingresar un nuevo lote de producción y se necesita un espacio para su ingreso y se realiza el cambio para que el lote proceda al término de la congelación
¿Quién lo hace?	El operario de llenado de moldes- verificación, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico. Otro operario puede realizarlo mejor, no el mismo por la mala distribución de funciones.
¿Cómo se hace?	El operario espera que la cisterna dispensadora empiece a llenar los moldes, para ir a realizar la verificación, lo hace así porque va ingresar un nuevo lote de producción; para evitar que el llenado de moldes se realiza de forma inadecuada. La elección del lote para cambiar es aleatoria, es decir no sabe si el lote ya cumplió el tiempo necesario para cambiarlo a la poza selladora

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Figura 26 de la operación de término de congelación que se realiza en un tiempo de 409,71 min, que no posee actividades que no agregan valor. También se explica algunos aspectos como el tiempo de sellado de hielo que es muy grande 409,43 min y respecto a la revisión del producto, la cual es un corto tiempo para realizar una buena revisión de toda la poza y saber que lote debe ser despachado.

En la Tabla 20. Se explica principalmente que el operario de desmolde-despacho, realiza su operación de una forma inadecuada, ya que no existe un método ni proceso para realizar la revisión del producto y tomar la decisión de que lote debe pasar ser despachado.

EMPRESA	LIMARICE S.A.
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN
PROCESO	TERMINO DE CONGELAMIENTO
ETAPA	CONGELAMIENTO
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL
HOJA	1 de 1

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	➡	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Sellado del hielo	●					Mucho tiempo	409,43	409,43	
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	0,28	0,28	
Total								409,71	409,71	0

Figura 26. Diagrama de flujo de operación del término de congelación

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 20. Actitud de interrogante de la operación de término de congelamiento.

PREGUNTAS	DATOS	INTENCIÓN
¿Qué se hace?	Se hace el término de congelamiento para permitir sellar el hielo completamente, es necesario para que se aceptado por el cliente	
¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza selladora de congelamiento, se encuentra más cerca al baño maría	
¿Cuándo se hace?	Se realiza después del congelamiento.	
¿Quién lo hace?	El operario desmolde - despacho, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico. Otro operario podría realizarlo mejor.	
¿Cómo se hace?	El operario realiza la revisión rápida de toda la poza selladora para tomar la decisión de cual lote se debe despachar, esta revisión está basada en la apariencia física, por lo que es aleatoria la decisión , sin saber si se cumplió el tiempo necesario de todo el congelamiento	Simplificar

Fuente: LIMARICE S.A.

Figura 27. Diagrama de flujo de la operación de baño maría

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	BAÑO MARÍA									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Ingresar a Baño maría los moldes	●					El ingreso lo realiza con el tecla	0,15	0,15	
2	Manipula el tecla	●						1,2	1,2	
3	Revisión				●			0,05		0,05
4	Balanceo de moldes	●					Permite que entre el agua en los moldes.	0,6	0,6	
5	Manipula el tecla	●						0,5	0,5	
Total								2,5	2,45	0,05

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Figura 27 la operación de baño maría que se realiza en un tiempo de 2,5 minutos, con un 0,5 minuto de la actividad que no agrega valor que es la revisión, esta actividad representa un 2%. También se explica algunos aspectos en las actividades como observaciones que se refieren a la explicación de las actividades.

En la Tabla 21. Se explica principalmente que el operario de llenado de cisterna-baño maría, realiza ambas funciones en paralelo, por lo que la función de baño maría otro operario podría realizar mejor.

Tabla 21. Actitud de interrogante de la operación de baño maría

PREGUNTAS	DATOS
¿Qué se hace?	Se hace el baño maría porque apoya a la operación del desmolde por lo que es necesario realizarlo, teniendo como finalidad realizar de una forma más eficiente el desmolde, en un menor tiempo.
¿Dónde se hace?	Se realiza en la poza productora de congelamiento, ahí se juntó a la cisterna dispensadora.
¿Cuándo se hace?	Se realiza cuando se va despachar un lote de producción y antes del desmolde, para facilitar su realización
¿Quién lo hace?	El operario de llenado de cisterna- baño maría, no tiene las calificaciones apropiadas que requiere el trabajo, porque su método de trabajo es empírico. Otro operario podría realizarlo mejor, por la mala distribución de funciones
¿Cómo se hace?	El operario espera que se llene la cisterna dispensadora, para ir a realizar el baño maría, que permite que es un operación anterior que me permite desmoldar y despachar el lote al cliente que está esperando

Fuente: LIMARICE S.A.

Después de haber analizado las tareas de cada etapa del proceso de hielo industrial, se determinó que la operación que tiene más actividades que no agregan valor es la verificación el cual tiene un tiempo improductivo de 0,5 minutos. Además, la suma de actividades que no agregan valor (N.V.A) en todas las actividades del proceso es de 2,25 minutos.

Además, se calculó el desperdicio de tiempo de cada etapa del proceso de congelamiento, con la siguiente fórmula:

$$cdM = 1 + \frac{\Sigma \text{Tiempo de tareas VA} + \Sigma \text{Tiempo de tareas NVA}}{\Sigma \text{Tiempo de tareas que agregan valor}}$$

VA=Agregan valor

NVA=No agregan valor

En la Tabla 22 se muestra en resumen los tiempos promedios de cada operación del proceso de producción de hielo, así como el tiempo de las actividades que agregan valor y las que no agregan valor de cada operación y el cálculo del desperdicio de tiempo en cada etapa, teniendo entre las mayores la operación de verificación y seguido del llenado de moldes

Tabla 22. Tabla Resumen de NVA.

Operación	Tiempo promedio (min)	Tiempo V.A (min)	Tiempo N.V.A (min)	cDM	% NVA
Llenado de cisterna	7,65	6,75	0,9	2,13	11,76%
Llenado de moldes	2,4	1,6	0,8	2,5	33,33%
Verificación	1,38	0,88	0,5	2,57	36,23%
Congelamiento	1044	1044		2	0%
Termino de Congelamiento	409,71	409,71		2	0%
Baño maría	2,5	2,45	0,005	2.02	0,2%

Fuente: LIMARICE S.A.

3.2.5.5. Diagrama Hombre – Máquina

Se ha utiliza el diagrama hombre máquina para analizar las actividades que realiza el operario de llenado de cisterna-baño maría en paralelo, utilizando dos máquinas la cisterna y el tecele, como se puede observar en la Figura 28.

En el Diagrama hombre-máquina se analizando al operario de llenado y la realización de sus dos funciones en paralelo.

Como se puede observar el operario empieza realizando el llenado de la cisterna de la cámara frigorífica N°1, en el que se demora 0,45 minutos en preparar la máquina para que empiece a funcionar durante 5,3 minutos en promedio para el llenado de la cisterna, durante este tiempo el operario realiza el baño maría de la misma cámara frigorífica, luego se traslada a la cámara frigorífica N°2 para preparar la máquina N°2 y empiece a llenarse la cisterna y finalmente realiza el baño maría de la cámara frigorífica, por lo que al trasladarse a la cámara frigorífica N°1 y culminar la operación de llenado, llega a destiempo, con un tiempo de exceso en el llenado, llamado tiempo de rebase de materia prima que es de 1,75 minutos.

Tomando en cuenta el siguiente cálculo, se halla el desperdicio de materia prima en esta actividad, teniendo como resultado 33%, el cual afecta en el mismo porcentaje a los costos de materia prima, refiriéndose a pérdida económica

$$\begin{array}{rcl} 5,3 \text{ min} & \xrightarrow{\hspace{2cm}} & 1 \text{ tn} \\ 1,75 & \xrightarrow{\hspace{2cm}} & x \end{array}$$

$$X = 0,33 \text{ tn de desperdicio de materia prima}$$

Diagrama Hombre Máquina			
Proceso	Congelamiento		Empresa: LIMARICE S.A.
Etapas	Llenado		Hoja : 1 de 1
Actividades	Llenado de cisterna		
	Baño maría		
Maquinas	Maquina 1: Cisterna de llenado poza N°1		
	Maquina 2: Cisterna de llenado Poza N°2		
HOMBRE	Tiempo	MAQUINA 1	MAQUINA 2
Encender bomba 1	0,05	Llenado de cisterna 1	
Sube hacia válvula 1	0,35		
Abre Válvula 1	0,45		
Transporte a baño maría 1	0,65		
Ingresar a Baño maría 1 los moldes	0,8		
Manipula el tecl	2		
Revisión	2,05		
Balanceo de moldes	2,65		
Manipula el tecl	3,15		
Transporte a válvula 2	3,75		
Encender bomba 2	3,8		
Sube hacia válvula 2	4,1		
Abre Válvula 2	4,2		
Transporte a baño maría 2	4,4		
Ingresar a Baño maría 2 los moldes	4,55		
Manipula el tecl	5,75		
Revisión	5,8		
	5,75		
Balanceo de moldes	6,4		
Manipula el tecl	6,9		
Transporte a válvula 1	7,50		
Apagar válvula 1	7,6		
Apaga bomba 1	7,65		

Figura 28. Diagrama Hombre-Máquina

Fuente: LIMARICE S.A

El cálculo del costo por desperdicio de materia prima en la actividad de llenado de cisterna se puede observar en la Tabla 23.

Tabla 23. Costo por desperdicio de materia prima

Mes	Costo de MP (S/.)	Costo por desperdicio de MP (S/.)
Enero	3593,51	1185,85
Febrero	3912,99	1291,28
Marzo	3389,27	1118,45
Abril	3950,81	1303,76
Mayo	3146,40	1038,31
Junio	3471,26	1145,51
Julio	3768,70	1243,67
Total	55232,93	18226,86

Fuente: LIMARICE S.A

Los costos por desperdicios de materia prima no ascienden a S/ 1303,76, que fue el costo del mes de abril, ni menos de S/ 1038,76 en el mes de mayo. En total se tiene un valor de S/ 18226,86 por desperdicio de materia prima.

También como se observa, se puede llegar a la conclusión que el operario está saturado en la actividad de llenado, por realizar dos actividades al mismo tiempo como el baño maría

Además, se ha realizado el diagrama hombre-máquina de la operación de llenado de moldes y verificación, como se puede observar en la Figura 29, en donde el operario realiza las dos funciones, en paralelo, como se ha mencionado anteriormente. Como se puede observar en el Diagrama Hombre-Máquina el operario empieza a realizar la actividad de llenado de moldes, preparando a la máquina en 0,12 min para el llenado de los moldes en 1,38 min, tiempo en que se realiza la revisión de los productos, un tiempo limitado para la revisión de los lotes.

Tomando en cuenta el siguiente cálculo, se halla el desperdicio de la operación de llenado de moldes, teniendo como resultado un 28%, el cual afecta en el mismo porcentaje a los costos de materia prima, refiriéndose a pérdida económica

$$\begin{array}{l} 1,38 \longrightarrow 1T \\ 0,4 \longrightarrow x \end{array}$$

$$X = 0,28 \text{ t de desperdicio de materia prima}$$

Diagrama Hombre Máquina			
Proceso	Congelamiento	Empresa: LIMARICE S.A.	
Etapa	Llenado	Hoja : 1 de 1	
Actividades	Llenado de moldes		
	Verificación		
Maquinas	Máquina 1: Tecle		
HOMBRE	Tiempo	MAQUINA 1	
Girar el tanque dispensador	0,12		
Transporte al producto	0,62	Llenado de moldes	1,38
Retirar las tablas	1,22		
Revisar el producto	1,50		
Transporte al llenado	1,70		
Transporte al tecele	1,80		
Manipular el tecele para retirar agua	2,00		
Total	2,40		

Figura 29. Diagrama de Hombre- Máquina 2

Fuente: LIMARICE S.A

El cálculo del costo por desperdicio de materia prima en la actividad de llenado de moldes se puede observar en la Tabla 24.

Tabla 24. Costo por desperdicio por materia prima 2

Mes	Costo de MP (S/.)	Costo por desperdicio de MP (S/.)
Enero	3593,51	1006,1
Febrero	3912,99	1095,6
Marzo	3389,27	948,9
Abril	3950,81	1106,2
Mayo	1145,51	320,7
Junio	3471,26	971,9
Julio	3768,70	1055,236
Total	53232,05	14904,9

Fuente: LIMARICE S.A

3.2.5.6. Diagrama de Recorrido

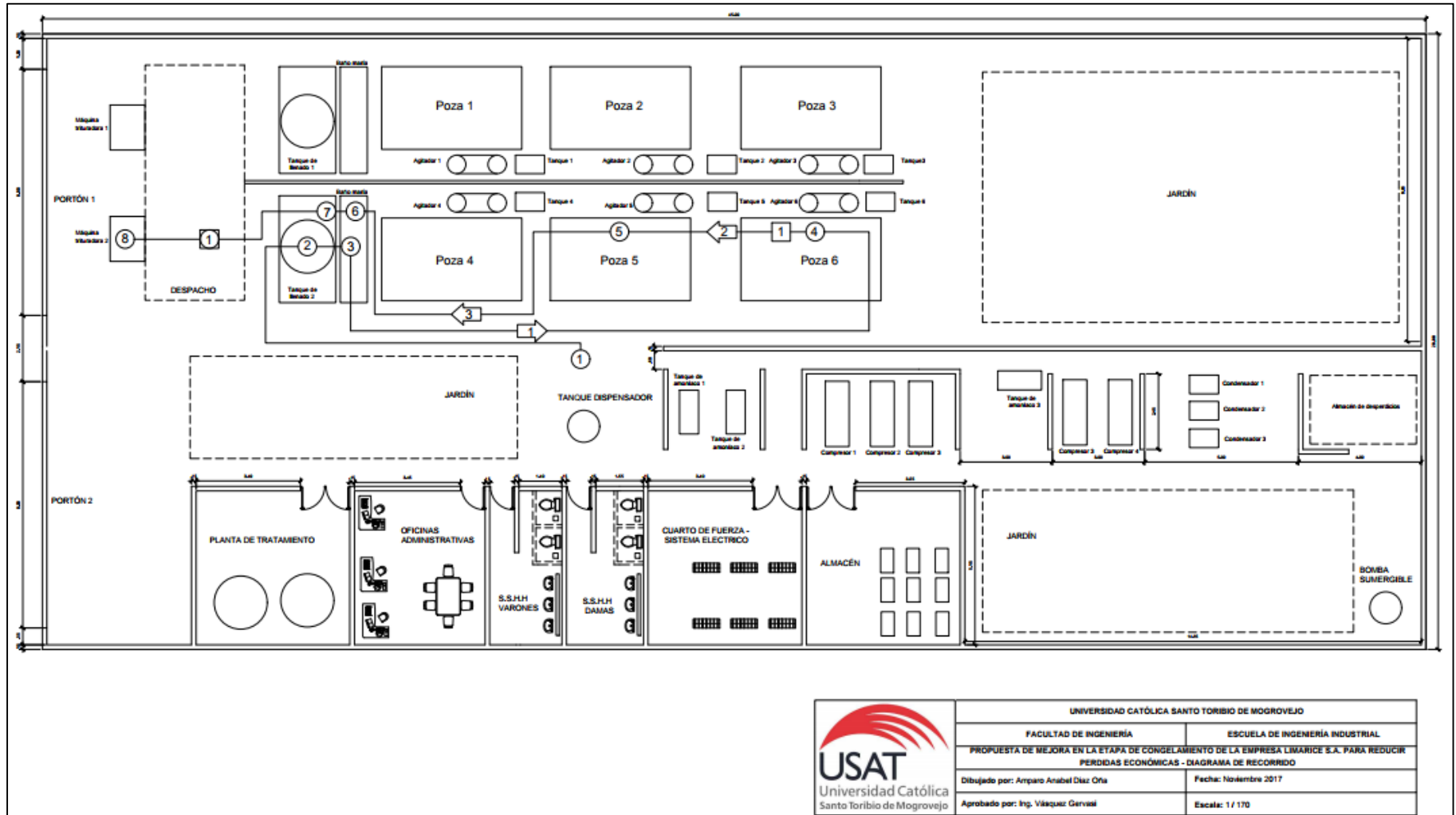


Figura 30. Diagrama de recorrido

Fuente: LIMARICE S.A.

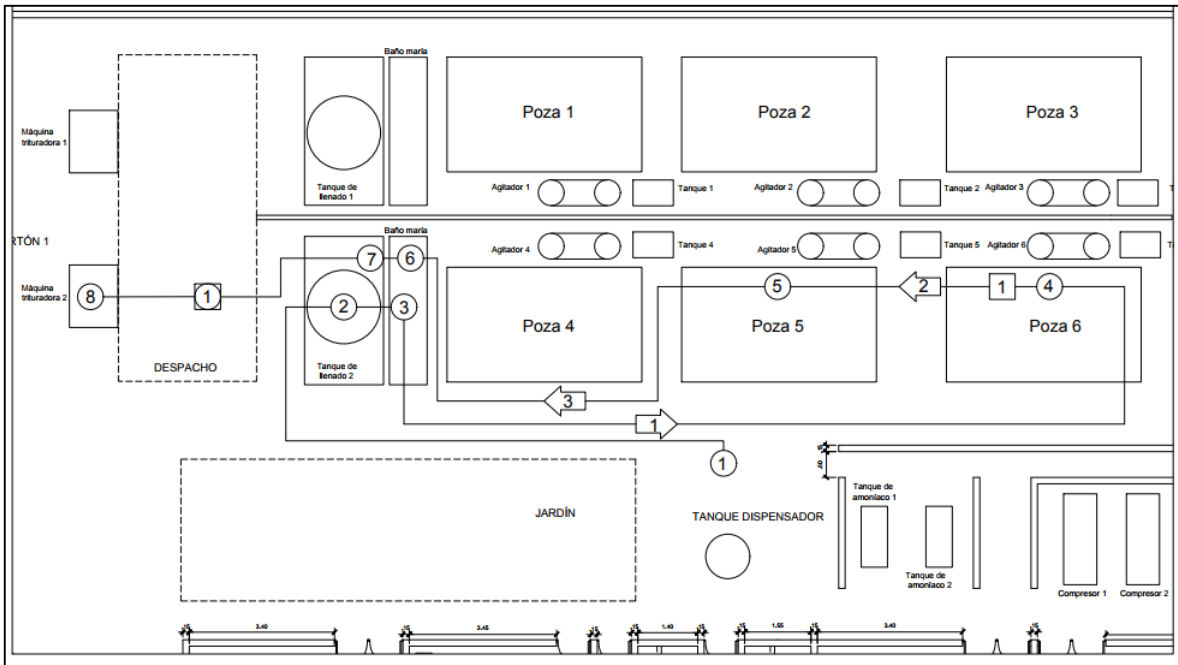


Figura 31. Diagrama de recorrido – etapa de congelamiento

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar el proceso empieza en el tanque dispensador, luego pasa al tanque de llenado, en el mismo lugar ocurre la operación que es el llenado de los moldes, luego se transporta a la poza 6, que es una poza productora, ahí mismo ocurre lo que es el congelamiento y la verificación del producto, luego se traslada a la poza 5, donde ocurre el término del congelamiento y para el despacho se trasladó al baño maría, el desmolde que ocurre en el mismo tanque de llenado y luego pasa al área de despacho, donde se inspecciona el producto terminado y finalmente pasa a la máquina trituradora.

3.2.6. Indicadores actuales

3.2.6.1. Indicadores de Producción

Para realizar el cálculo de la producción se debe tomar en cuenta el tiempo de ciclo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Análisis del proceso de producción de hielo

Operación	Tiempo promedio (min)	Operario
Llenado del tanque dispensador	7,65	Op.1
Llenado de moldes	2,4	Op.2
Transporte a la poza productora	0,92	Op.2
Colocar los moldes en la poza	0,9	Op.2
Congelado	1044	-
Verificación del producto	0,39	Op.2
Transporte a la poza selladora	0,42	Op.2
Termino de congelado	409,71	Op.2
Transporte a baño maría	0,54	Op.2
Baño maría	2,48	Op.1
Desmolde de barras	1,26	Op.3
Inspección final y entrega	0,43	Op.3
Trituración	1,47	Op.4
TOTAL	1472,57	4 operarios

Fuente: LIMARICE S.A

Como se puede observar en la Tabla 25 se observa que la operación con mayor tiempo es la de congelado con 1044 min, tomándolo como cuello de botella, seguido del término de congelado con 409,71 min. El proceso de producción de hielo tiene un tiempo de ciclo de 1472,57 min, siendo la operación N°4

Producción Teórica:

Usando la fórmula de

$$P = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$P = \frac{24 \text{ h/día}}{24,5 \text{ h/lote-poza}} = 0,98 \text{ lotes -poza/ día}$$

Para hallar la producción de hielo mensual se realizaron los siguientes cálculos:

$$0,98 \frac{\text{lotes}}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times \frac{20 \text{ barras}}{\text{lote}} \times 180 = 105840 \text{ barras/mes}$$

Se ha utilizado 24,5 h/lote como tiempo de ciclo, el tiempo de todo el proceso de producción de hielo industrial, tomando en cuenta que la empresa trabaja todos los días el mes, así como la cantidad de moldes disponibles en las pozas sellados, pozas que contienen producto son un total de 272, así como la cantidad de barras en un lote que es 20 barras, obteniendo como resulta 1764 toneladas.

Producción real

En la siguiente tabla se muestra la producción real de barras de hielo, información brindada por la empresa.

Tabla 26. Producción real

Mes	Días laborales	Producción (barras)
Enero	31	43 680
Febrero	28	46 120
Marzo	31	44 800
Abril	30	45 360
Mayo	31	44 220
Junio	30	43 940
Julio	31	45 700
Promedio	30	44 831
Total	212	313 820

Fuente: LIMARICE S.A

En la Tabla 26 se muestra el registro brindado por la empresa, como se mencionó anteriormente de la producción mensual en número de barras, teniendo al mes de febrero la máxima producción de barras de hielo que fue de 46 120 barras y el mes de mejor producción siendo junio con 43 940 barras de hielo, mostrando la variación de producción respecto a la temporada alta y baja, respecto al mercado.

a) Productividad en mano de obra

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la productividad de mano de obra, utilizando la producción en barras, y el número de operarios que trabajan en la empresa en ambos turnos

Tabla 27. Productividad de mano de obra

Mes	Días laborales	Producción (barras)	Nº de operarios	Productividad M.O
Enero	31	43 680	7	6 240,0
Febrero	28	46 120	7	6 588,6
Marzo	31	44 800	7	6 400,0
Abril	30	45 360	7	6 480,0
Mayo	31	44 220	7	6 317,1
Junio	30	43 940	7	6 277,1
Julio	31	45 700	7	6 528,6
Promedio	30	44 831	7	6 404,5

Fuente: LIMARICE S.A.

$$\circ \text{ Productividad M.O} = \frac{\text{PRODUCCIÓN}}{\text{Nº DE OPERARIOS}} = \frac{44831 \text{ barras de hielo /mes}}{7 \text{ operarios/mes}}$$

$$\circ \text{ Productividad M.O} = 6\,404,5 \text{ barras de hielo/ mes} * \text{operario}$$

Para la producción de barras de hielo se tomó el promedio de barras de hielo durante enero a julio del 2017, los cuales fueron 44 831 barras

Como se puede observar en la Tabla 27 la productividad de M.O, teniendo la menor productividad en el mes de enero con 6240,0 barras de hielo/mes*operario, es decir que la producción de barras de hielo de cada operario fue la más baja en ese mes, sin embargo, en el mes de febrero se obtuvo la productividad más alta con 6588,6 barras de hielo/mes*operario, por lo que se tuvo mayor producción el mes de febrero.

b) Productividad

Se calculó la relación entre la producción total obtenida en cada mes y los recursos utilizados, estos referidos a las horas de mano de obra, obteniendo la productividad como se puede observar en la Tabla 28.

Tabla 28. Productividad

Mes	Producción	Producción (t)	Mano de obra (h)	Productividad
Enero	43680	2184	744	2,94
Febrero	46120	2306	696	3,31
Marzo	44800	2240	720	3,11
Abril	45360	2268	744	3,05
Mayo	44220	2211	720	3,07
Junio	43940	2197	744	2,95
Julio	45700	2285	720	3,17
Promedio	44831,4	2241,6	726,9	3,1

Fuente: LIMARICE S.A., 2017

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

$$Productividad = \frac{2241,6 \textit{ t}}{726,9 \textit{ h-hombre}} = 3,1 \textit{ t/h-hombre}$$

Según la Tabla 28 se puede observar la producción en barras, luego en toneladas, además de las horas al mes de mano de obra, para poder obtener la productividad, con la formula mostrada anteriormente, en donde se obtuvieron los siguientes resultados: la mayor productividad en el mes de febrero con 3,31 t/h-hombre, es decir que en una hora el operario produce 3,31 t, y la menos productividad en el mes de junio con 2,95 t/h-hombre.

3.2.6.2. Indicadores de Producción

a) Eficiencia Física

La eficiencia física se hallado de la siguiente manera, tomando en cuenta la producción en barras, y la cantidad de agua utilizada, como se puede observar en la Tabla 29.

Utilizando la siguiente formula, se halló la eficiencia física promedio, es decir un 0,9

$$Eficiencia \textit{ física} = \frac{\textit{producción total}}{\textit{insumos requerida}}$$

Tabla 29. Eficiencia Física

Mes	Producción (barras)	Producción (t)	Agua (t)	Eficiencia
Enero	43 680	2 184	2 540	0,860
Febrero	46 120	2 306	2 691	0,857
Marzo	44 800	2 240	2 613	0,857
Abril	45 360	2 268	2 632	0,862
Mayo	44 220	2 211	2 599	0,851
Junio	43 940	2 197	2 593	0,847
Julio	45 700	2 285	2 660	0,859
Promedio	44 831,4	2 241,6	2 618,3	0,9

Fuente: LIMARICE S.A., 2017

Como se puede observar en la Tabla 29 la mayor eficiencia física durante los meses de enero a julio, fue en el mes de enero con 0,86, es decir que por cada tonelada de agua que se utiliza, se obtiene 0,86 toneladas de producto terminado.

b) Eficiencia económica

Se presenta en unidades monetarias de las salidas (ingresos) divididas por unidades monetarias de las entradas (insumos requeridos)

En la siguiente tabla 30 se presenta los egresos requeridos promedios de los meses enero a julio del 2017 como la materia prima, que es el agua, la luz, el amoníaco, mano de obra directa y mano de obra de mantenimiento.

Respecto a la materia prima se utiliza el 2% de las compras, como se mencionó anteriormente en la Tabla 6, respecto a la luz eléctrica, el insumo de mayor costo, como se mencionó en la Tabla 7, respecto a la sal se utiliza mensualmente 25 sacos, a un precio de S/ 9, por lo que se tiene un egreso mensual de S/ 225 de sal, respecto al amoníaco el consumo mensual es de un galón de amoníaco a un precio de \$240, es decir S/ 777,6. En la mano de obra, se tiene 7 operarios que reciben un pago de S/ 935, es decir un total de egresos por la mano de obra directa de S/ 6 545 mensuales y para la mano de obra de mantenimiento un total de egresos de S/ 3840.

Tabla 30. Eficiencia Económica

Mes	Egresos						Total egresos (S/)	Ingresos (S/)	Eficiencia Económica (S/)
	Materia prima (S/)	Luz (S/)	Sal (S/)	Amoniaco (S/)	Mano de obra (S/)	Mantenimiento (S/)			
Enero	3593,51	91712	225	777,6	6545	3840	106693,11	171896	1,61
Febrero	3912,99	113198	225	777,6	6545	3840	128498,59	181480	1,41
Marzo	3389,27	99864	225	777,6	6545	3840	114640,87	176284	1,54
Abril	3950,81	85620	225	777,6	6545	3840	100958,41	178456	1,77
Mayo	99864	83053	225	777,6	6545	3840	194304,6	173940	0,90
Junio	3471,26	90919	225	777,6	6545	3840	105777,86	172880	1,63
Julio	33768,7	86189	225	777,6	6545	3840	131345,3	179952	1,37
Promedio	21707,22	92936,43	225	777,6	6545	3840	126031,25	176412,57	1,40
TOTAL	151950,53	650555	1575	5443,2	45815	26880	882218,74	1234888	10,23

Fuente: LIMARICE S.A., 2017

Para el cálculo de la eficiencia económica se utilizó la siguiente fórmula, donde se halló la eficiencia económica promedio durante los meses de enero a julio del 2017, obteniendo un valor de S/ 1,40

$$eficiencia\ economica = \frac{Ingresos}{Egresos}$$

$$eficiencia\ economica = \frac{S/ 176412}{S/ 126031} = S/ 1,4$$

La eficiencia económica promedio que se ha calculado es de S/ 1,40, lo que quiere decir que por cada S/ 1,00 invertido en la producción de barras de hielo la empresa gana S/ 0,40. La mayor eficiencia obtenida fue en el mes de abril con S/ 1,77, es decir que, por cada sol invertido en ese mes, la empresa gano S/ 0,77

c) Cuello de botella

El actual cuello de botella de la empresa de hielo LIMARICE S.A. es la operación de congelamiento, con un tiempo de ciclo de 24,2 horas como se puede observar en la Tabla 25.

d) Capacidad

Capacidad diseñada

La capacidad diseñada de la empresa LIMARICE S.A. es la cantidad de producto que tiene para almacenar las pozas, la empresa posee 6 pozas, 5 de ellas con una capacidad de 45 t y una con 47 t, en total 272 t.

Capacidad Real

La capacidad real de la empresa LIMARICE S.A es la cantidad de producto terminado que la empresa logra actualmente, es decir la producción, siendo esta de 74,72 t/día en promedio durante los meses de enero, febrero, marzo del año 2017

e) Utilización

Es la cantidad de toneladas de hielo que la empresa en la actualidad produce respecto a la capacidad que puede producir. La utilización que se muestra en la tabla 31, que ha sido hallada con la siguiente formula

$$Utilización = \frac{Capacidad\ real}{capacidad\ diseñada}$$

Tabla 31. Utilización

Mes	Producción (barras)	Capacidad diseñada (barras)	Utilización
Enero	2184	5440	40%
Febrero	2306	5440	42%
Marzo	2240	5440	41%
Abril	2268	5440	42%
Mayo	2211	5440	41%
Junio	2197	5440	40%
Julio	2285	5440	42%
Promedio	2241,6	5440	41%

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 31, la utilización varía entre 40-42%, siendo en el mes de febrero la mayor utilización con 42%, ya que es el mes donde hay mayor producción. Es decir que no utiliza un 40% de la capacidad de la planta, por lo que no está percibiendo ingresos en un 41%.

f) Caudal

Se hizo una medida de caudal de las tuberías para la cisterna de llenado que es 48 l/min cada una, el cual, para llenar la cisterna de llenado con 1 000 l, cantidad para llenado los moldes con 50 l cada uno, como lo requiere la empresa y acepta el cliente es de 10,4 min, ya que cada cisterna cuenta con 2 tuberías de 2 p, las cuales tienen el mismo caudal.

3.2.7. Análisis de información

Como se ha mencionado anteriormente en la etapa de llenado, durante las operaciones de llenado de cisterna y llenado de moldes, como se puede observar en la Figura 20 y Figura 21, el diagrama de flujo de operaciones, se lleva a cabo de una forma errónea, lo cual trae consecuencias las devoluciones del producto por el cliente, ya que no cuenta con el tamaño aceptado por el mercado, trayendo pérdidas económicas, Ver Tabla 32.

Como se puede observar en la Tabla 32, las pérdidas por tamaño durante el periodo de enero a julio han sido 10 674 barras, que representan un valor monetario de S/ 42 696, siendo el mes de mayo con mayores pérdidas, estas se refieren a S/ 6496

En la Tabla 33 se muestra las pérdidas por hielo quebradizo, las causas ante estas pérdidas económicas recurren a la Tabla 16 y Tabla 17, donde se menciona que el operario por no realizar un control de las actividades y realizar actividades innecesarias, el molde de hielo contiene exceso de materia prima y facilita el ingreso de la salmuera, causando el hielo quebradizo e inmediata pérdida de la producción

Como se puede observar en la Tabla 32 se presentan las pérdidas por hielo quebradizo, un total en el periodo de enero a julio de 19 138, que en valor monetario se refiere a S/ 76 552. Estas se han hallado multiplicando la pérdida en barras por su precio unitario promedio que es de S/.80, 00. Teniendo al mes de enero con mayores pérdidas, que oscilan a 2865 barras, es decir S/ 11 460

Finalmente, en la Tabla 34 se muestra las pérdidas por tamaño y por hielo quebradizo incluyendo los costos por desperdicio de materia prima en la etapa de llenado de la cisterna y de moldes, como se mostraron anteriormente en la Tabla 23 y Tabla 24, obteniendo como resultado las pérdidas económicas totales de la empresa; en el periodo de enero a julio se han obtenido un total de S/ 134079,84, las cuales representan un 10,86% de pérdidas respecto a las ganancias.

Tabla 32. Pérdidas por tamaño

Mes	Días laborales	Producción (barras)	En reserva	Ventas	Pérdida por tamaño	Nº barras sin devolución	Perdidas (S/.)
Enero	31	43 680	706	42 974	1498	41 476	5 992
Febrero	28	46 120	750	45 370	1520	43 850	6 080
Marzo	31	44 800	729	44 071	1600	42 471	6 400
Abril	30	45 360	746	44 614	1308	43 306	5 232
Mayo	31	44 220	735	43 485	1624	41 861	6 496
Junio	30	43 940	720	43 220	1513	41 707	6 052
Julio	31	45 700	712	44 988	1611	43 377	6 444
Promedio	30	44 831	728	44 103	1525	42 578	6 099,4
Total	212	313 820	5098	308 722	10 674	298 048	42 696

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 33. Pérdida por hielo quebradizo

Mes	Días laborales	Producción (barras)	En reserva	Ventas	Pérdida por hielo quebradizo	Nº barras sin devolución	Perdidas (S/.)
Enero	31	43 680	706	42 974	2865	40 109	11 460
Febrero	28	46 120	750	45 370	2800	42 570	11 200
Marzo	31	44 800	729	44 071	2740	41 331	10 960
Abril	30	45 360	746	44 614	2653	41 961	10 612
Mayo	31	44 220	735	43 485	2720	40 765	10 880
Junio	30	43 940	720	43 220	2654	40 566	10 616
Julio	31	45 700	712	44 988	2706	42 282	10 824
Promedio	30	44 831	728	44 103	2734	41 369	10 936
Total	212	313 820	5098	308 722	19138	289 584	76 552

Fuente: LIMARICE S.A

Tabla 34. Perdidas económicas totales

Mes	Ventas	Ganancia	Pérdida por hielo quebradizo	Pérdida por tamaño	Pérdidas totales(b arras)	Pérdidas totales (S/.) por devolución	Costo por desperdicio de MP (S/.)	Costo por desperdicio de MP (S/.)	Perdidas económicas	% Pérdidas
Enero	42974	171896	2865	1498	4363	17452	1185,86	1006,18	19644,04	11,43%
Febrero	45370	181480	2800	1520	4320	17280	1291,29	1095,64	19666,92	10,84%
Marzo	44071	176284	2740	1600	4340	17360	1118,46	949,00	19427,46	11,02%
Abril	44614	178456	2653	1308	3961	15844	1303,77	1106,23	18253,99	10,23%
Mayo	43485	173940	2720	1624	4344	17376	1038,31	320,74	18735,06	10,77%
Junio	43220	172880	2654	1513	4167	16668	1145,51	971,95	18785,47	10,87%
Julio	44988	179952	2706	1611	4317	17268	1243,67	1055,24	19566,91	10,87%
Promedio	44103	176412	2734	1525	4258,86	17035,43	2603,84	2129,28	19154,26	10,86%
Total	308722	1234888	19138	10674	29812	119248	18226,87	14904,97	134079,84	10,86%

Fuente: LIMARICE S.A

Como resultado del análisis realizado, se procedió a realizar el diagrama Ishikawa de las pérdidas económicas totales, lo que nos dio a conocer las posibles causas, como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35. Posibles causas

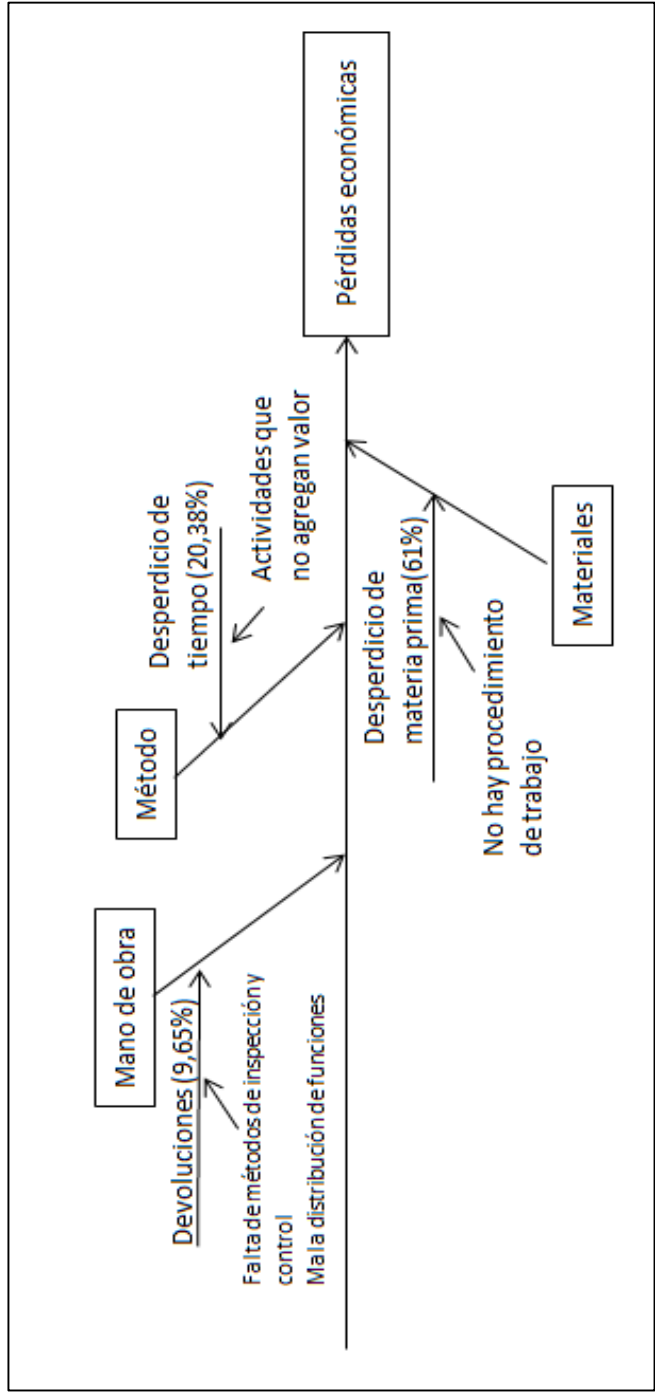
Posibles causas	Frecuencia	M1	M2	M3	M4	M5	%
1. Ingreso de salmuera por exceso de materia prima	19138	x	x	x		x	64%
2. Falta de Materia prima en el molde	10674	x	x			x	36%
TOTAL	29812						100%

Dónde: M1: Mano de obra, M2: Método, M3: Maquinaria, M4: Medio y M5: Material
Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 35 la causa con más frecuencia es por el exceso de materia prima con un 64% involucrando mano de obra, método, maquinaria y material y luego se tiene la causa de la falta de materia prima en el molde con un 36%, que involucra la mano de obra, método y material

Para visualizar las causas específicas de las pérdidas económicas se puede observar la Figura 32, donde se puede ver que debido al método de trabajo de los operarios se obtiene un desperdicio de un 20,38% en promedio, debido a las actividades que no agregan valor, respecto a la mano de obra, por la falta de métodos de inspección y control y mala distribución de sus funciones se tiene un 9,65% de pérdidas por devoluciones y finalmente respecto a los materiales, hay un desperdicio de materia prima de un 61% debido a que el operario no tiene un procedimiento para realizar su trabajo.

Figura 32. Diagrama ISHIKAWA



Fuente: LIMARICE S.A.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

Tabla 36. Problemas –causa- metodología

Etapa	Problema	Causas	Mejora
Llenado	Pérdida de MP	No hay procedimiento de trabajo	Automatizado en el llenado de la cisterna
		Actividades que no agregan valor	Distribución de funciones y Procedimientos
Congelamiento	Cuello de botella	No hay control en la operación	Procedimiento de control
		Incumplimiento y falta seguimiento de parámetros que facilitan el congelamiento	Tiempo Estándar
		Tapas de protección de barras en mal estado	Renovación de tapas
		Fallas en la maquinaria	Mantenimiento preventivo
		Moldes deteriorados	Renovación de moldes

Fuente: LIMARICE S.A.

Problema N°1: Pérdida de Materia prima

La pérdida del agua en la etapa de llenado, tanto en la cisterna como en los moldes, que trae pérdidas económicas como el costo de desperdicio de materia prima que se puede observar en la Tabla 23 y Tabla 24.

Causas:

1. No hay un procedimiento de trabajo, ya que no incluye un control de las operaciones de llenado de cisterna y de moldes, debido a que el operario se encarga de realizar durante el llenado, otras actividades como el baño maría y la verificación del producto, además de la incorrecta distribución de sus funciones, no le permite realizar sus actividades de la manera más adecuada, como se puede observar en el Figura 28 y Figura 29, los cuales son Hombre-máquina que muestra las actividades que realiza el operario
Esto trae como consecuencias las pérdidas económicas por hielos quebradizo, que se puede observar en la Tabla 33.
Esta causa también se encuentra visible en los diagramas de flujo de la operación del llenado de la cisterna que es la Figura 22 y en el diagrama de flujo de la operación del llenado de moldes en la Figura 23, así como en la actitud interrogante de las mismas operaciones que se pueden observar en la Tabla 16 y Tabla 17, como corresponde
2. Actividades que no agregan valor en el proceso, unas de las principales es la actividad de manipular el tecla para retirar agua que está dentro del llenado de moldes, como se puede observar en la Figura 22, esto trae como consecuencia pérdidas por el tamaño, ya que se retira más agua de lo debido y los clientes no aceptan el producto, estas pérdidas se pueden ver en la Tabla 32 y el desnivel de agua en los moldes y falta de los mismos se puede observar en la siguiente figura

Figura 33. Desnivel de agua en los moldes



Fuente: LIMARICE S.A.

Problema N°2: Cuello de botella

El congelamiento es el cuello de botella del proceso productivo de hielo en bloques, con un tiempo de 24,2 horas, hasta obtener el producto terminado, que es el hielo.

Causas

1. No hay control en la operación de congelamiento, es decir seguimiento de las barras de hielo, para saber que se están congelando en el tiempo establecido por la empresa, para al final obtener el producto esperado, esto incluye el control de las barras desde el ingreso a la poza productora y el paso a la poza selladora, esto se evidencia primero en la Figura 25, donde se observa que en el proceso de verificación, es sencillo y está basado en la apariencia física, sin saber que lote de producción debe pasar realmente a la poza selladora, por haber cumplido el tiempo en la poza productora y de la misma forma sucede en la siguiente operación que es el término de congelamiento, que se puede observar en la Figura 26, donde tampoco el operario sabe que lote debe ser despachado, y realiza la elección de forma aleatoria. También se explica las causas mencionadas en la Tabla 19 y Tabla 20.
2. Incumplimiento y falta de seguimiento de parámetros que facilitan el congelamiento, se ha considerado el incumplimiento debido a que la empresa tiene establecido el valor de los parámetros y al realizar la medida de estos, no concuerdan. Por lo que se realizó medidas en la empresa para constatar la información brindada y se obtuvieron los siguientes resultados, que se encuentran en la Tabla 37.

Tabla 37. Desnivel de agua en los moldes

Grados Baumé de la salmuera					
Poza	Día N°1	Día N°2	Día N°3	Día N°4	Promedio
1	13	13	13	16	14
2	16	16	15	18	16
3	14	14	13	16	14
4	14	14	13	16	14
5	17	17	17	20	18
6	16	16	16	19	17

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 37 el promedio de la salinidad de la salmuera en la fábrica LIMARICE S.A. varía entre 14°Be- 18°Be, que no se encuentra en los parámetros puestos por la empresa. La variación entre el día N°3 y N°4 es debido a que se le agrego sal a todas las pozas para aumentar su salinidad, por lo que aumento en 3°Be en todas las pozas.

En la siguiente tabla se muestra la medición de la temperatura de cada poza

Tabla 38. Temperatura de las pozas de enfriamiento

Temperatura (T°)								
Poza	Día N°1		Día N°2		Día N°3		Día N°4	Promedio
1	-3,3	-3,2	-4	-2,4	-2,4	-0,8	-3,2	-2,8
2	-2,3	-2,8	-2,9	-2,9	-3	-2,4	-2,4	-2,7
3	-0,1	-1,1	-0,7	0,8	2,3	3,2	3,1	1,1
4	-3	-3,3	-4,1	-1,8	-1,6	-1	-3,6	-2,6
5	-3,1	-3,4	-3,5	-3,6	-3,4	-2,9	-3,4	-3,3
6	-0,7	-0,5	-1,6	0,5	-2,6	1,5	3,2	0,0

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 38 la poza N°3 y N°6 son las que la poseen una temperatura mayor a las demás, debido a que son las pozas productoras y el agua de los moldes se encuentra a temperatura ambiente, por lo que trasfiere calor a la poza y en las otras pozas es menor la temperatura porque las barras de hielo ya están congeladas y están en el proceso de sellarse (completamente hielo) sin embargo se aprecia que la temperatura se encuentra entre $-2,6^{\circ}\text{C}$ a $-3,3^{\circ}\text{C}$, lo cual no cumple tampoco cumple con los parámetros establecidos de la empresa que es de -5°C .

Se realizó las medidas anteriormente mostradas en la Tabla 38 al inicio de la jornada de la mañana y otra al terminar el despacho del día.

Cabe mencionar que la empresa no realiza las mediciones de los parámetros anteriormente mostrados.

3. Tapas de protección de barras en mal estado, como se muestra en la Figura 15, las tapas se encuentran deterioradas y no permite mantener la temperatura correcta de la poza.
4. Fallas en la maquinaria, como se ha mencionado anteriormente, la maquinaria con la que cuenta la empresa, se encuentra en mal estado como se especifica en la Tabla 10, por tal motivo existen fallas en las mismas. En la Tabla 39 se muestra el número de fallas de cada maquinaria en el periodo de enero a julio del 2017.

Tabla 39. Número de fallas

Maquinaria	Nº de fallas
Bomba sumergible	2
Compresor	12
Condensador	10
Agitador	12
Tecele	4
Picadora de hielo	4

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 39 se observa la cantidad de fallas ocurridas en el transcurso de los meses de enero a julio del 2017, además solo se han considerado las fallas de la maquinaria, separando las hechizas de este grupo.

Siendo las de mayor frecuencia las del compresor, por lo que se en la Tabla 38 se puede observar el impacto económico de estas las fallas.

Tabla 40. Fallas del compresor

Nº	Fecha	Causa	Tiempo de reparación (h)	Costo de unitario de M.O (S/)	Costo Total M.O (S/)
1	11/01/2017	Sobrecalentamiento	3	8,89	26,67
2	19/01/2017	Sobrecalentamiento	2,5	8,89	22,225
3	23/01/2017	Sobrecalentamiento	1,5	8,89	13,335
4	26/01/2017	Obstrucción	3	8,89	26,67
5	01/02/2017	Bajo voltaje	2	8,89	17,78
6	08/02/2017	Fuga	6	8,89	53,34
7	12/02/2017	Bajo voltaje	1	8,89	8,89
8	20/02/2017	Bajo voltaje	1	8,89	8,89
9	26/02/2017	Sobrecalentamiento	2,5	8,89	22,225
10	14/03/2017	Sobrecalentamiento	1,5	8,89	13,335
11	29/03/2017	Obstrucción	2	8,89	17,78
12	17/04/2017	Fuga	5,5	8,89	48,895
13	22/04/2017	Sobrecalentamiento	2,5	8,89	22,225
14	03/05/2015	Sobrecalentamiento	3	8,89	26,67
15	23/05/2017	Sobrecalentamiento	2	8,89	17,78
16	19/06/2017	Bajo voltaje	1,5	8,89	13,335
17	20/07/2017	Fuga	5	8,89	44,45
Total			45,5	151,13	404,495

Fuente: LIMARICE S.A.

Como se puede observar en la Tabla 40 de Fallas del compresor se tiene que 47% de fallas tiene como causa el sobrecalentamiento, el cual es la falla más frecuente. Se tiene en total un total de 45,5 h perdidas por mantenimiento correctivo solo en el compresor durante los meses de enero a julio del año 2017, sin embargo, en los meses de enero y febrero son los meses en las cuales se presentan más fallas, debido a que la producción es mayor por estar en temporada alta. Cabe resaltar que la máquina tiene una antigüedad de 19 años. También se concluye que el costo total por fallas en el compresor es de S/ 404,495, el cual se considera como una pérdida económica.

5. Moldes deteriorados, es un instrumento importante dentro del proceso productivo ya que contiene y protege al producto terminado, sin embargo, el estado de los moldes permite el ingreso de la salmuera y por lo tanto pérdidas económicas por el hielo quebradizo, el estado de los moldes se puede observar en la Figura 14.

3.4.DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN:

3.4.1. Automatizado en el llenado de la cisterna

Propuesta de mejora ante el problema de deficiente llenado de la cisterna, el cual trae como consecuencia principal pérdida de materia prima, teniendo como causas la falta de control en la operación, por lo que se propone
Instalación de una electroválvula en funcionamiento con un temporizador
Con esta propuesta se pretende obtener un llenado uniforme y evitar pérdida de materia prima y por ende evitar las pérdidas económicas y pérdidas por materia prima, ya que el llenado se realizará como la empresa LIMARICE S.A. lo ha establecido, que es 15 cm bajo el ras del molde. Además, se eliminar actividades que se realizaba para modificar y adecuarse a lo establecido en la empresa en relación al llenado.

Ventajas:

- Proceso automatizado
- Eficiencia en la operación
- Adaptación a cambios

Equipos:

- 04 Electroválvula hidráulica 2 vías – Marca Venturi EVD6. Ver Anexo 20
- 04 Temporizador digital – Marca THEBEN SUL 181h. Ver Anexo 21

Diseño

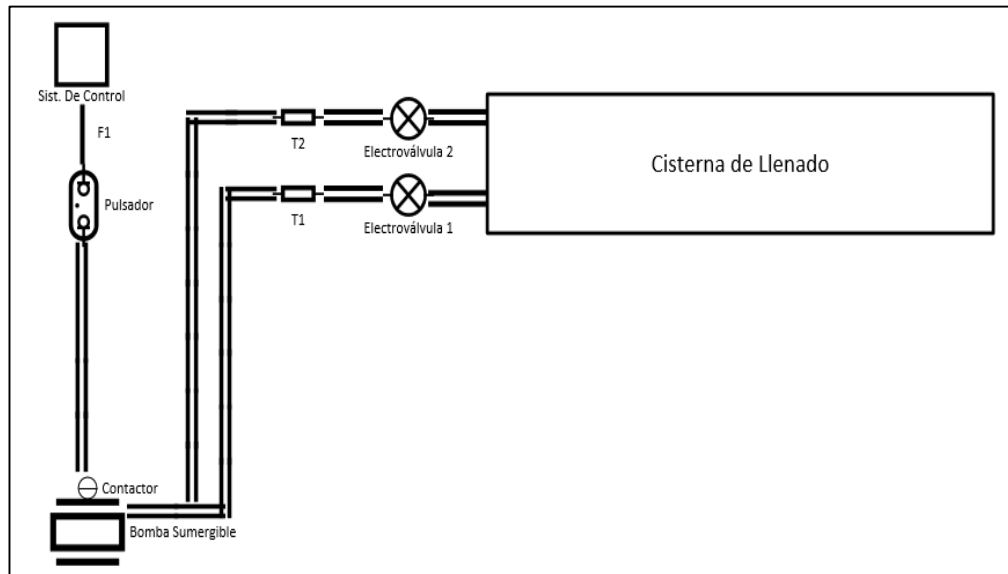


Figura 34. Sistema de llenado

Fuente: LIMARICE S.A.

Funcionamiento:

Manualmente se abre la electroválvula, luego se presiona el pulsador, el cual manda una señal eléctrica al contactor de la bomba sumergible y la enciende, el fluido de agua se transporta por los tubos de 2 p de diámetro y por consiguiente empieza a llenar la cisterna, después de 10,4 min el temporizador manda una señal al contacto de la bomba para que la apague y deje de fluir agua, y esté lista para llenar los moldes en su medida exacta.

Además, se propone el procedimiento PHL001 para el correcto manejo del nuevo sistema que se implementará, ya que traerá cambios en las actividades de los operarios, los cuales estos deben conocer y familiarizarse con el mismo.

3.4.2. Distribución de funciones y Procedimientos

Se ha propuesto una distribución de funciones para la delegación de tareas de los operarios de producción y el correcto uso de su tiempo y desarrollo de sus actividades, trayendo consigo la identificación de la diferencia de responsabilidades entre ellos, división del trabajo para aumentar la productividad individual y organizacional. La problemática mencionada se encuentra presente en la Figura 28 y Figura 29. Hombre –Máquina, y como se especifica en la Tabla 16 y Tabla 17, por lo que se propone distribuir las funciones, en donde se tenga dos operarios para cada cámara. Ver la Figura 31. Diagrama de recorrido, donde muestra que existen dos cámaras (dispensador, pozas y área de despacho), el cual para que existe un flujo continuo del llenado, transporte y despacho, por lo que se otorga dos operarios para cada cámara, para obtener una mejor eficiencia de sus actividades y control de las mismas al realizarlas, reduciendo al mismo tiempo la saturación.

Tabla 41 . Distribución de funciones

Operario	Funciones
Operario1	Llenado de cisterna (PHL001) Llenado de moldes (PHL001) Medición de parámetros
Operario 2	Llenado de cisterna (Figura 34) Llenado de moldes (Figura 34) Medición de parámetros
Operario 3	Verificación, baño maría, desmolde y triturado
Operario 4	Verificación, baño maría, desmolde y triturado

Fuente: LIMARICE S.A.

PROCEDIMIENTO DE LLENADO CISTERNA/MOLDES DE HIELO PHL001
LIMARICE S.A.

- 1. Objetivo:** Supervisar el llenado de la cisterna y realizar el llenado de moldes de hielo, y en ambos en el tiempo mínimo y con el menor desperdicio de agua en la empresa LIMARICE S.A.
- 2. Alcance:** Aplica a las operaciones relacionadas con encender la electroválvula, supervisión del llenado de la cisterna y el de los moldes
- 3. Responsables:**
 - Operario de producción – llenado de moldes de hielo (Op.1 y Op.2)
 - Supervisor de planta
- 4. Desarrollo del procedimiento**
 - 4.1.Encendido de la electroválvula y pulsador**
El encargado de llenado de moldes de hielo se dirige a la electroválvula, debe revisar la fuente de alimentación, revisar el equipo y manualmente abrir la electroválvula, para después presionar del pulsador de la bomba sumergible
 - 4.2.Supervisión del llenado de cisterna**
El encargado espera 10,4 min hasta que se llene la cisterna y supervisa el mismo, hasta que el temporizador apague la bomba y deja de fluir el agua.
 - 4.3.Llenado de moldes de hielo**
El encargado manipula la cisterna de llenado para que empiece a fluir el agua en los 20 moldes
 - 4.4.Entrega**
Al finalizar el llenado de los moldes hasta 15cm al ras del molde, se hace la entrega de los moldes al operario de control de barras de hielo ´
 - 4.5.Registro**
SE realiza el llenado del registro RGL001, sobre el llenado de los moldes

5. Procedimiento

En la Figura 35 se muestra las actividades para el llenado de la cisterna y de los moldes, así mismo en la Figura 36 se muestra las operaciones específicas para el llenado de la cisterna y el tiempo que se emplea para dicha actividad y en la Figura 37 el mismo, pero para la actividad de llenado de moldes.

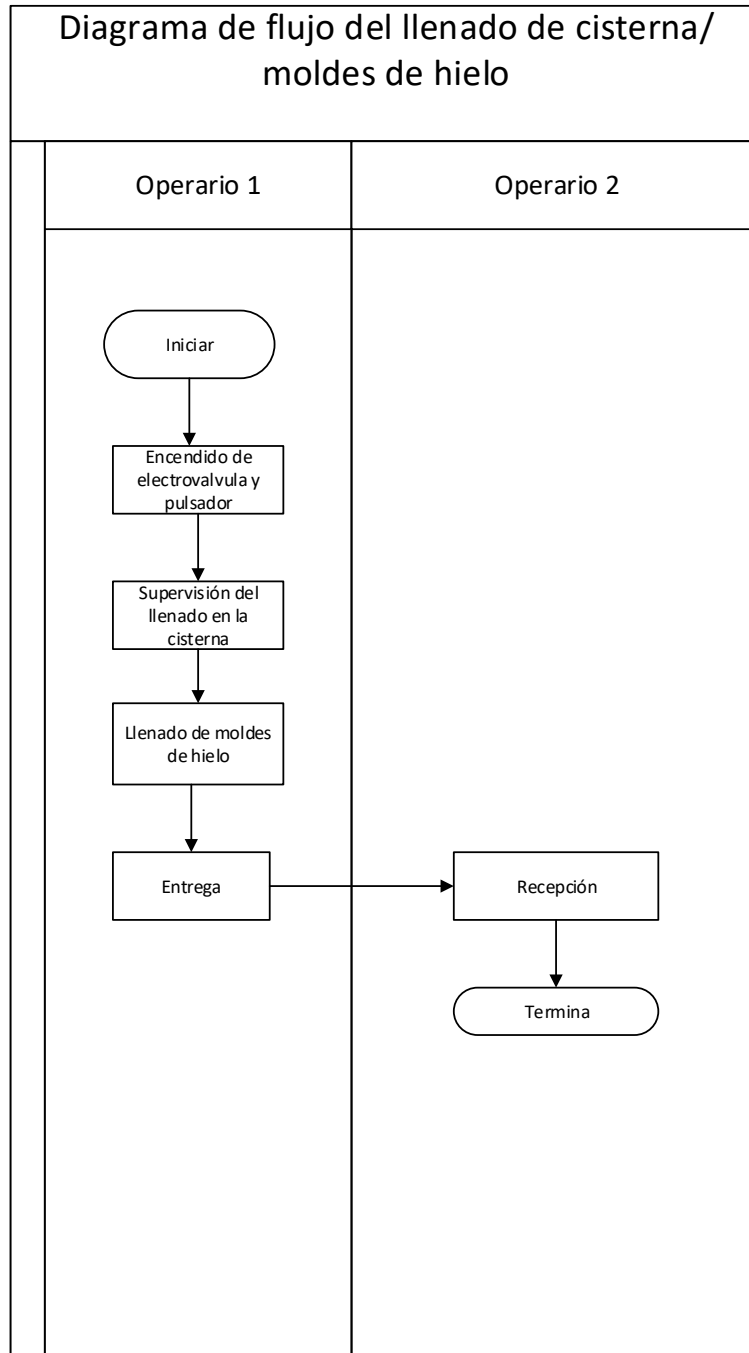


Figura 35. Diagrama de flujo del llenado

Fuente: LIMARICE S.A.

Figura 36. Diagrama de flujo del llenado de cisterna

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	LLENADO DE CISTERNA									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Encender dispositivo	●						0,05	0,05	
2	Llenado de cisterna	●					Supervisión de la actividad	10,4	10,4	
Total								10,45	10,45	0

Fuente: LIMARICE S.A.

Figura 37. Diagrama de flujo del llenado de moldes

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	LLENADO DE CISTERNA									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	◐	◻	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Girar el tanque dispensador	●						0,12	0,12	
2	Llenado de moldes	●					Supervisión de la actividad	1,383	1,383	
4	Girar el tanque dispensador	●						0,1	0,1	
Total								1,603	1,603	0

Fuente: LIMARICE S.A.

PHL002: PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN- CONTROL DE BARRAS

LIMARICE S.A.

1. Objetivo: Control y seguimiento de barras de hielo en las pozas de congelamiento (poza productora y poza selladora) de la empresa de hielo LIMARICE S.A.

2. Alcance: Aplica a las operaciones relacionadas con el seguimiento de las barras desde la poza productora la poza selladora, tiempo en cada una de las pozas, control de las barras de hielo y el llenado de registro por el operario, revisión por el supervisor y entrega al operario del siguiente turno

3. Responsables:

- Operario de producción – control de barras de hielo (Op3 y Op4)
- Supervisor de planta

4. Desarrollo del procedimiento

4.1. Recepción

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

4.2. Poza productora

El encargado transporta a la poza productora, que son la poza N°3 y la poza N°6, en esta poza tendrá que permanecer el lote 11 horas, según el antecedente *Paredes Quispe y Córdova Velasquez (2015)*.

4.3. Control

Se realiza el llenado del registro RGL002 con el código respectivo de cada lote (Ver anexo N°1), además en que fila se colocará el lote, las filas están enumeradas de forma ascendente

4.4. Traslado a poza

El encargado traslada las barras de hielo desde la poza productora a la poza selladora, para ser el traslado hace revisión del registro RGL002 y saber que barra debe trasladar por haber culminado el tiempo de 11 horas

4.5. Poza selladora

El encargado ingresa las barras de hielo en la poza selladora, que son la poza N°1, poza N°2, poza N°4 y poza N°5, en esta poza tendrá que permanecer el lote 7 horas para culminar el tiempo óptimo de congelamiento, que es de 18 horas, según el antecedente *Paredes Quispe y Cordova Velasquez (2015)*.

4.6. Control

Se realiza el llenado del registro RGL003

5. Procedimiento

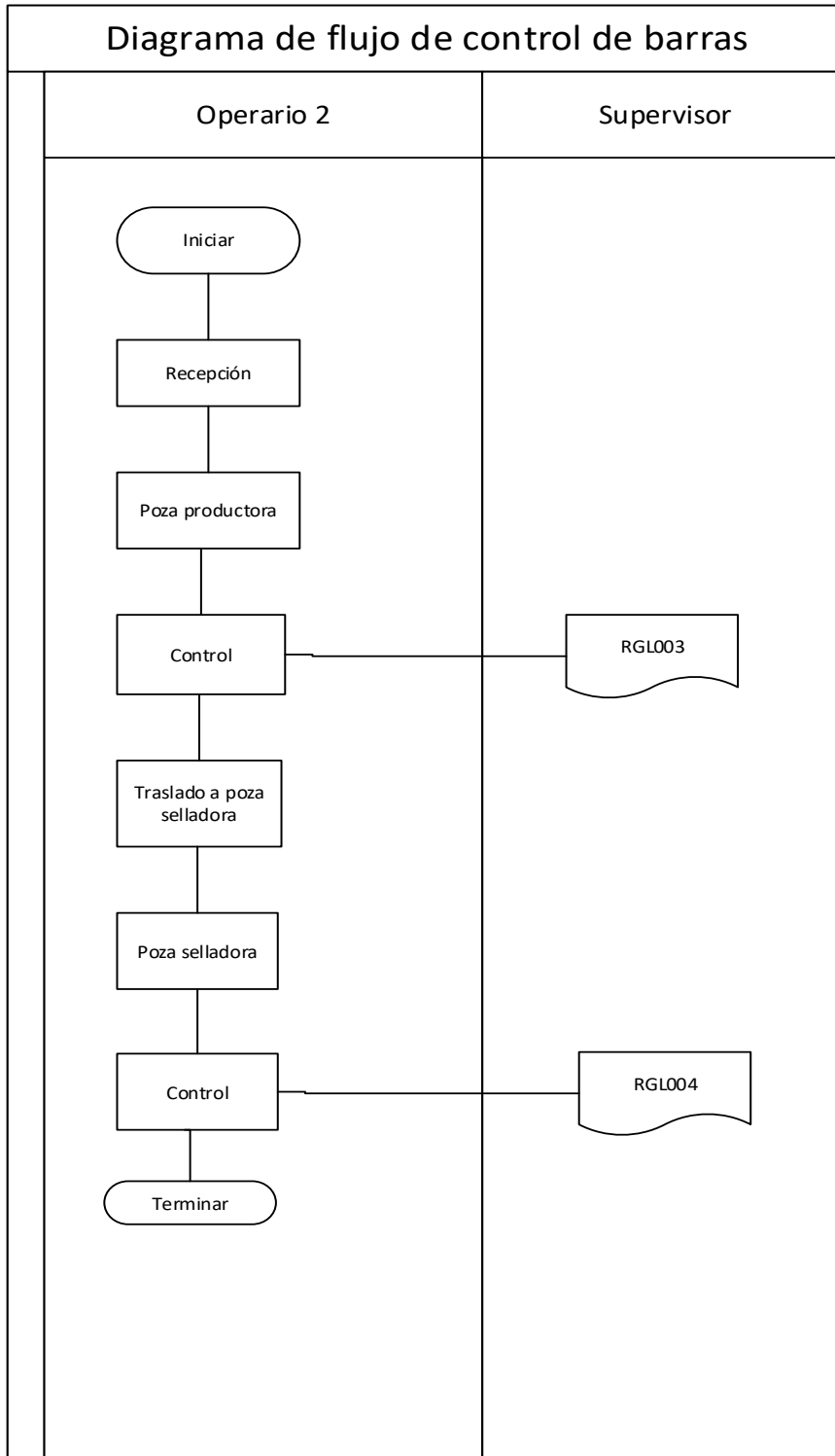


Figura 38. Diagrama de flujo e control de barras

Fuente: LIMARICE S.A

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	VERIFICACIÓN									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	D	□	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Retirar las tablas	●						0,6	0,6	
2	Revisión del registro de control de barras					●	Utilizar el Registro RGL002	0,25	0,25	
Total								0,85	0,85	0

Figura 39. Diagrama de flujo de la operación de verificación

Fuente: LIMARICE S.A.

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	TERMINO DE CONGELAMIENTO									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	D	□	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Sellado del hielo	●						420	420,00	
2	Revisión del registro de control de barras					●	Utilizar el Registro RGL003	0,25	0,25	
Total								420,25	420,25	0

Figura 40. Diagrama de flujo de la operación de termino de congelamiento

Fuente: LIMARICE S.A.

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	CONGELAMIENTO									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	⇒	D	□	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Congelamiento	●					Supervisión por el operario	660	660	
Total								660	660	0

Figura 41. Diagrama de Flujo de operaciones

Fuente: LIMARICE S.A.

Se empleará un sistema fijo basándose en aquellas barras de hielo que ingresan primero al sistema de congelamiento, son aquellas que deben salir primero, esto se logrará haciendo un seguimiento del procedimiento PHL002, empleando lo que es un codificación a cada lote y además lotizar la poza en congelamiento, esto permitirá realizar un control de barras y que completen su ciclo de congelamiento correctamente, basándose especialmente en el tiempo que debe permanecer en cada poza, que según los autores *Paredes Quispe y Cordova Velasquez*, en la poza productora debe permanecer 11 horas y en la selladora 7 horas, esto evitara obtener barras de hielo huecas y ser devueltas por los clientes.

Cabe mencionar para el buen funcionamiento del control de barras debe estar implementado el sistema en infraestructura y maquinaria en buen estado, por lo que se propone la renovación de los moldes en mal estado (picados y/o deteriorados), renovación de tapas para protección de las barras que no permitirá ingreso de material particulado e impurezas en las mismas y permitirá un mejor congelamiento y finalmente la lotización de cada poza.

En la Figura 38. Se puede observar el procedimiento de todo el control de las barras de hielo desde la poza productora y también en la poza selladora. Así mismo en la Figura 39 se muestra el diagrama de flujo de operación solamente de la verificación en la poza productora, en donde se utiliza el Registro RGL002 y para la poza selladora se observa la secuencia de las actividades en la Figura 40, además para llevar el lote al desmolde se utilizará el Registro RGL003, como se muestra en la figura el tiempo en el sellado es de 420 min, es decir 7 h

Para llevar a cabo el presente procedimiento se realizó una codificación de lotes, como se observa en la Figura 42, que todo el personal del área de congelamiento, especial a los operarios de control de barra, de ambos turnos, como se encuentran las barras, cuanto tiempo falta para culminar el congelamiento de cada lote, y así mismo realizar el despacho del lote correcto, entregando un producto de calidad en un menor tiempo, el cual ya está establecido por la empresa que es de 18 horas.

PROCEDIMIENTO DE DEPACHO DE BARRA DE HIELO PHL003
--

LIMARICE S.A.

1. **Objetivo:** Realizar el despacho de barras de hielo eficazmente en el tiempo mínimo en la empresa LIMARICE S.A.
2. **Alcance:** Aplica a las operaciones relacionadas con el término de desmolde de las barras de hielo y triturar el hielo para su entrega
3. **Responsables:**
 - Operario de producción – despacho de barras de hielo (Op3 y Op4)
 - Supervisor de planta

4. Desarrollo del procedimiento

4.1.Recepción

El encargado de despacho de barras de hielo recibe del operario de llenado de moldes de hielo la fila de bloques de hielo ya congelado

4.2.Desmolde con pinzas

El encargado hace uso de sus pinzas para terminar de sacar las barras de hielo de los moldes

4.3.Triturado

El encargado ingresa las barras de hielo a la trituradora para que pasen a ser trituradas

4.4.Entrega

Se le hace entrega del producto terminado que es hielo en escamas que ingresa directamente a la cámara frigorífica del cliente por medio de una manguera, a la vez se hace se llena el registro RGL004

5. Procedimiento

En la Figura 43 se muestra el diagrama de flujo de despacho de barras de hielo, incluyendo el desmolde con las pinzas, triturado del producto y la entrega del producto final. Además, se incluye también el diagrama de flujo de la operación de baño maría en la Figura 44, ya que es una de las funciones del operario 3 y operario 4 y se involucra en la toda la etapa de desmolde y despacho,

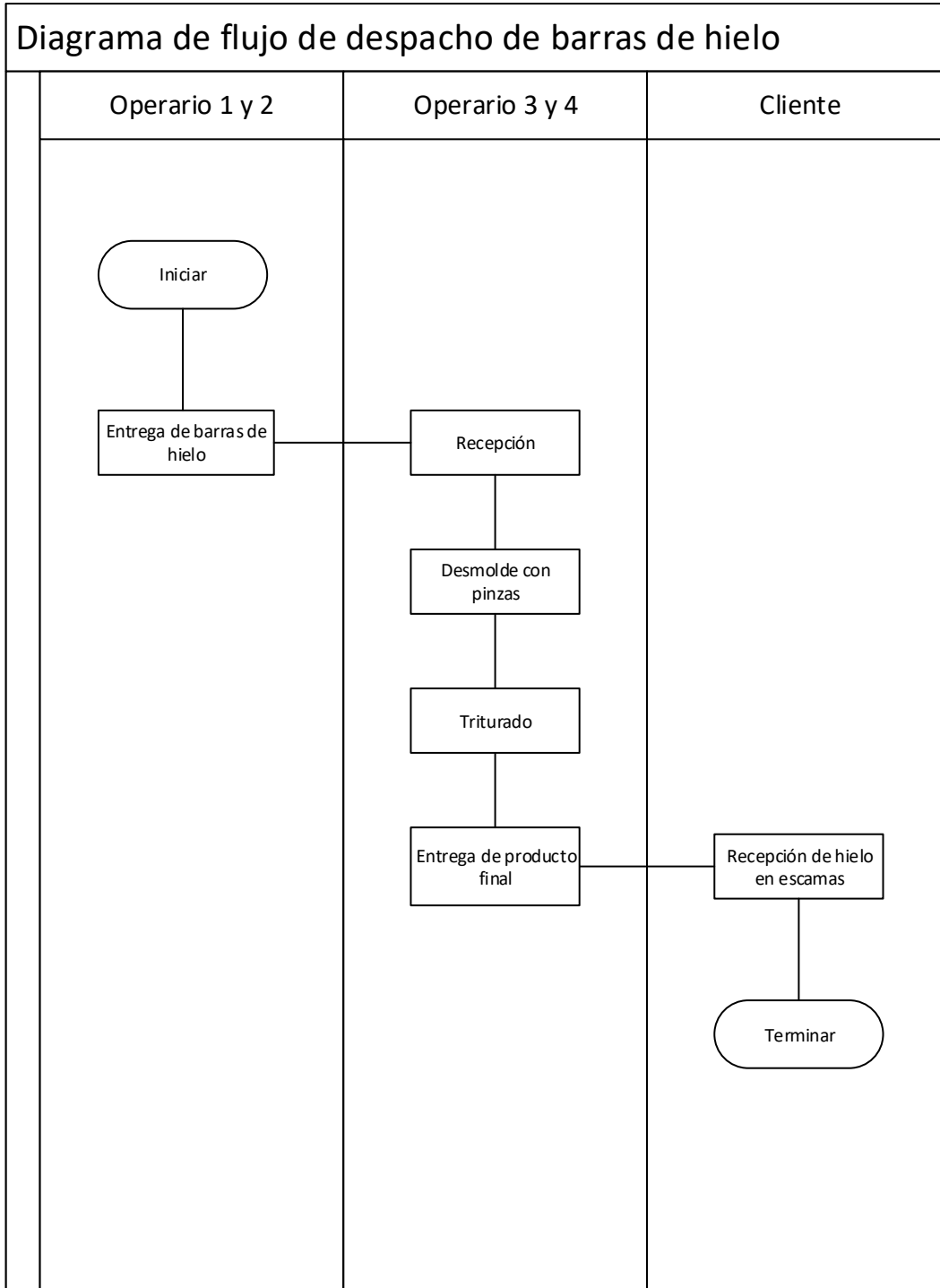


Figura 43 . Diagrama de flujo de despacho de barras

Fuente: LIMARICE S.A.

EMPRESA	LIMARICE S.A.									
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN									
PROCESO	BAÑO MÁRIA									
ETAPA	CONGELAMIENTO									
DIAGRAMA	DE FLUJO DE OPERACIONES ACTUAL									
HOJA	1 de 1									
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES										
Nº	Actividades	○	→	D	□	▽	Observación	Tpo. (min)	V.A	N.V.A
1	Ingresar a Baño maría los moldes	●						0,15	0,15	
2	Manipula el tecl	●						1,2	1,2	
4	Balanceo de moldes	●						0,6	0,6	
5	Manipula el tecl	●						0,5	0,5	
Total								2,45	2,45	0

Figura 44. Diagrama de flujo de operaciones

Fuente: LIMARICE S.A.

3.4.3. Procedimiento de control de parámetros

La propuesta de mejora ante el problema de control de parámetros, se basa en que en la empresa LIMARICE S.A. no existe ningún seguimiento de estos, lo que no permite que se den las condiciones correctas del sistema para el congelamiento de las barras de hielo, y no lograr el producto esperado.

Se empleará el procedimiento PHL004 para realizar el control de los parámetros que no son controlados aun en la empresa y que son importantes para lograr el congelamiento en el tiempo indicado, estos parámetros son la salmuera y la temperatura de la poza, el cual permiten el congelamiento, el cual se realiza de manera eficiente si estos parámetros se encuentran en los valores deseados como es de 26°Be para la salmuera y la temperatura para la poza productora de -1°C y para la selladora de -5°C, según los autores *Paredes Quispe y Cordova Velasquez*.

Esto permitirá a los operarios de control de barras, realizar las modificaciones necesarias para que los parámetros se encuentren en los valores indicados, estos van de la mano con los insumos más importantes de la empresa que son la sal y el amoniaco, ya que estudios anteriores han demostrado que con el control de estos parámetros existe una mayor productividad en las fábricas de este rubro. Además, el procedimiento presenta la utilización de los instrumentos que permiten la medición de los parámetros y la calibración de los mismos, por medio de unas guías el cual tendrán que utilizar

Se recomienda realizar el cambio de salmuera anualmente, para obtener una mejor concentración de sal y permita de forma eficiente el congelamiento y poder cumplir con el tiempo de ciclo mejorado.

Además, se ha considerado el procedimiento PHL003 para el despacho de barra de hielo, el cual me permitirá tener el control del tiempo en que son despachadas las barras de hielo, la utilización de la trituradora y el registro de ventas de la empresa en relación a lo desmoldado, esperando que sea el mismo y no exista devoluciones del producto, lo cual me dará a conocer cuáles son los ingresos que tiene la fábrica de hielo LIMARICE S.A.

PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PARÁMETROS PHL004
LIMARICE S.A.

1. **Objetivo:** Realizar el control de los parámetros en la etapa de congelamiento con una frecuencia de dos veces por semana, para que se cumpla con el tiempo y requisitos de la barra de hielo, puesto por la fábrica de hielo LIMARICE S.A.
2. **Alcance:** Aplica a las operaciones relacionadas con el control de las variables como es la temperatura de la poza de congelamiento y salinidad de la salmuera, que incluye la medición de estas.
3. **Responsables:**
 - Operario de producción – control de barras de hielo (Op1 y Op2)
 - Supervisor de planta
4. **Desarrollo del procedimiento**

4.1. Revisión

El encargado de control de barras de hielo recibe revisa los parámetros anteriormente medidos

4.2.Preparación del instrumento

El encargado realiza la calibración de los siguientes instrumentos: hidrómetro portátil siguiendo la guía GIL001 (Ver Anexo11) y el termómetro siguiendo la guía GIL002 (Ver Anexo 12)

4.3.Medición:

- **Salinidad:** El encargado se moviliza a cada poza con el instrumento respectivo y un balde de 5 l, con este extrae el agua de salmuera e introduce el hidrómetro portátil en el balde para su medición de sal
- **Temperatura:** El encargado conecta el termómetro digital a la fuente de energía y luego se moviliza a cada poza con el instrumento respectivo, ingresa el instrumento donde se encuentra los serpentines para la medición de temperatura.

4.4.Registro

El encargado realiza el registro de los datos obtenidos en cada medición, en la salinidad se utiliza el RGL005 y para la temperatura RGL006

4.5. Seguimiento y Control:

El encargado compara los datos medidos con los parámetros de la empresa, en el caso que no sean los mismos para la:

- Salinidad: Se solicita al supervisor el ingreso de bolsas de sal hasta obtener la salinidad óptima, con el formato de solicitud SL001, Ver Figura 46.
- Temperatura: Se solicita al supervisor la revisión de las máquinas para la congelación, como el compresor, evaporador y condensador por los operarios de mantenimiento, con el formato de solicitud SL002, Ver Figura 47.

El supervisor gestiona de los recursos que se solicitan, para el parámetro de salinidad, el encargado de control de barras, ingresa los sacos solicitados en la poza que la requiera. En el caso de la temperatura el operario de mantenimiento realiza la revisión de las máquinas

Los resultados que se desean obtener son los siguientes:

Sal: La densidad deseada es de 26°Be , tomando como referencia el antecedente *Paredes Quispe y Cordova Velasquez (2015)*, en caso de que no se llegue a lo esperado, se debe solicitar añadir sal, con relación a 17 sacos por aumentar de 1°Be . Esta relación ha sido calculada de la siguiente manera, tomando en cuenta LIMARICE S.A.:

$$\begin{array}{ccc} 3^{\circ}\text{Be} & \longrightarrow & 50 \text{ sacks} \\ 1^{\circ}\text{Be} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = 16,67 \approx 17 \text{ sacos}$$

Temperatura: La temperatura depende de que poza en que se realice la medición, sin embargo la temperatura de las pozas debe encontrarse para las pozas productoras en -1°C y para las pozas selladoras en -5°C , tomando como referencia el antecedente *Paredes Quispe y Cordova Velasquez (2015)*, donde la temperatura de las pozas productora son más altas, debido a que se encuentra los moldes con agua en comparación con la temperatura de las otras pozas que son menores porque ya se encuentran congeladas las barras de hielo.

5. Procedimiento

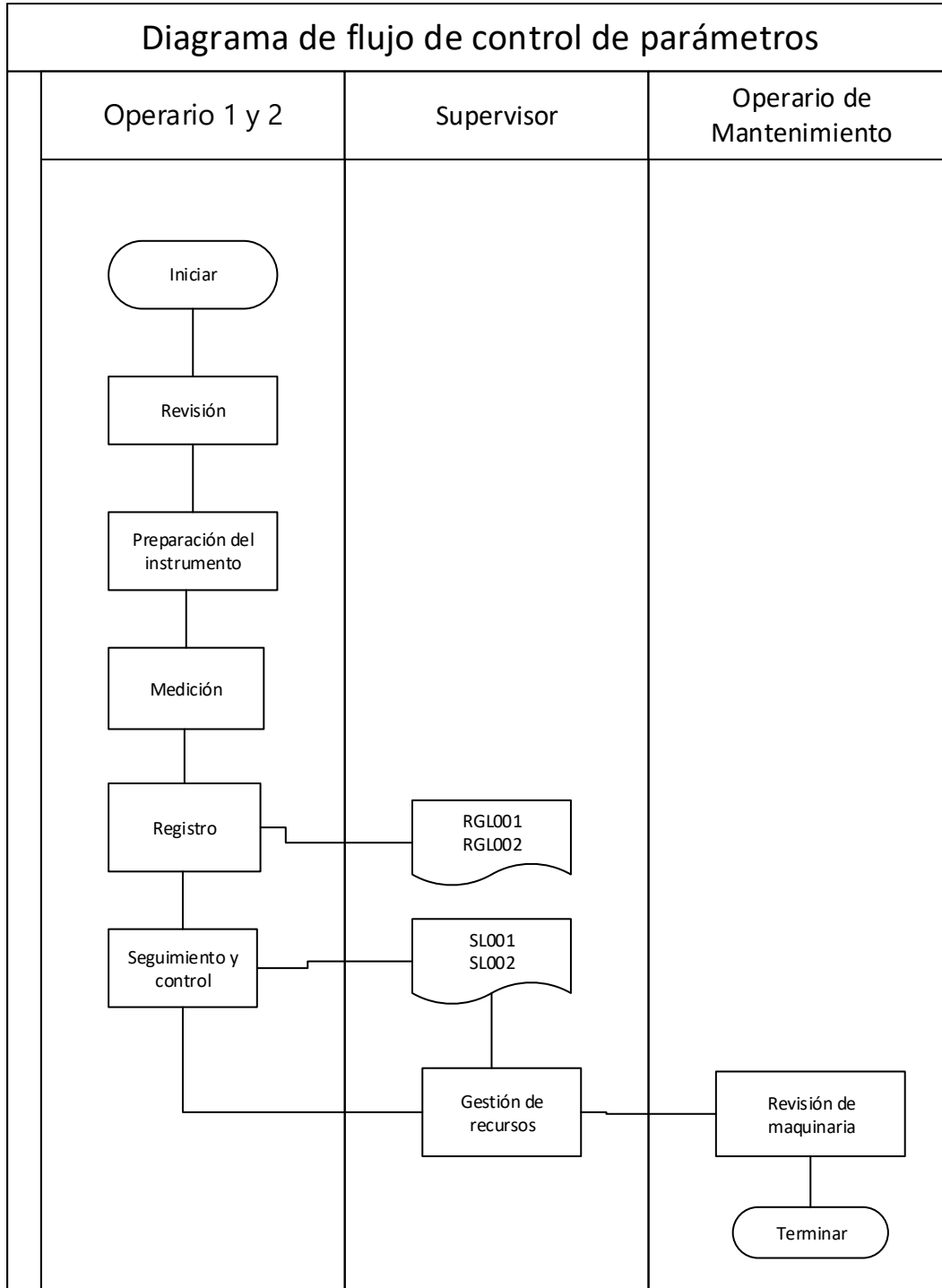


Figura 45. Diagrama de Flujo de control de parámetros

Fuente: LIMARICE S.A.

6. Registro

RGL005: REGISTRO DE SALINIDAD					
Área de producción: Etapa de congelamiento	Encargado:	Firma de supervisor	Mes:		
POZA N°1			POZA N°4		
Semana	Salinidad 1	Salinidad 2	Semana	Salinidad 1	Salinidad 2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		
POZA N°2			POZA N°5		
Semana	Salinidad 1	Salinidad 2	Semana	Salinidad 1	Salinidad 2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		
POZA N°3			POZA N°6		
Semana	Salinidad 1	Salinidad 2	Semana	Salinidad 1	Salinidad 2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		

Tabla 46. Registro de Salinidad

Tabla 47. Registro de temperatura

RGL006: REGISTRO DE TEMPERATURA					
Área de producción: Etapa de congelamiento		Encargado:		Firma de supervisor	
				Mes:	
POZA N°1			POZA N°4		
Semana	T °1	T °2	Semana	T °1	T °2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		
POZA N°2			POZA N°5		
Semana	T °1	T °2	Semana	T °1	T °2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		
POZA N°3			POZA N°6		
Semana	T °1	T °2	Semana	T °1	T °2
S1			S1		
S2			S2		
S3			S3		
S4			S4		
Promedio			Promedio		

Uso de equipos

Para llevar a cabo el procedimiento de control de parámetros, se requiere de uso de equipos de medición, para la temperatura como es el termómetro digital, que se realizará por medio de la guía GIL001 y se observa en el Anexo 11

SL001: SOLICITUD DE SAL		
LIMARICE S.A.		
Nombre del Operario:		
Fecha	N° Poza	Cantidad de sal
Firma de conformidad:		

Figura 46. Solicitud de Sal

Fuente: LIMARICE S.A.

SL002: SOLICITUD DE REVISIÓN DE MAQUINARIA		
LIMARICE S.A.		
Nombre del Operario:		
Fecha	N° Poza	Observación
Firma de conformidad:		

Figura 47. Solicitud de revisión de maquinaria

Fuente: LIMARICE S.A.

3.4.4. Mantenimiento preventivo

Como se ha mencionado anteriormente la maquinaria que posee la empresa LIMARICE S.A. es muy antigua y obsoleta, y como se observar en la Tabla 39, el número de fallas, la propuesta de mejora respecto a la maquinaria se engloba en las máquinas más críticas y que tienen mayor número de fallas que son los agitadores, compresores condensadores y tecles manuales, además estas siendo las máquinas que actúan principalmente en el proceso de congelación de las barras de hielo.

Se propone realizar mantenimiento a la maquinaria para su mejor funcionamiento en el sistema de congelación, es de vital importancia este apartado porque la maquinaria con la que cuenta la empresa LIMARICE S.A. tienen una antigüedad hasta de 20 años, la cual las vuelve vulnerables a su disfuncionamiento, que puede traer como consecuencia hasta el paro de la empresa, pérdida de la producción y dinero en su consecuencia, en especial si esto sucedo en época donde existe mayor demanda en el mercado.

En la Tabla 48 se muestra la maquinaria que requiere un mantenimiento preventivo por ser la más antigua y de mayor funcionamiento en la empresa LIMARICE S.A., porque requiere una inspección hasta diaria para medir el rendimiento y eficiencia de la máquina, además estas son las que han presentado más fallas en los últimos meses como se puede observar en la Tabla39

Cabe mencionar que se contratará un especialista en mantenimiento, para la supervisión, soporte y realización del mantenimiento, en caso se requiera.

Las razones de la frecuencia de mantenimiento preventivo, se puede observar en los manuales de mantenimiento de cada maquinaria que se adjuntan en los anexos, que se pueden observar en la Tabla 49, en la siguiente Tabla 48 se mostrará las especificaciones del mantenimiento en cada máquina, la frecuencia, y los recursos que se requieren para cada mantenimiento

Para llevar a cabo ambos mantenimientos en la empresa LIMARICE S.A. se debe guiar el operario de mantenimiento del procedimiento PHL005.

Equipo	Mantenimiento preventivo	Frecuencia	Recursos		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic				
			Materiales	Humanos																
Agitadores	Limpieza	4 veces/año	sosa caustica, ácido nítrico, guantes,	Operario 10																
	Cambio de rodamiento	2 veces/año		Operario 9																
	Cambio de fajas	4 veces/año		Operario 9																
Compresor	Cambio de aceite	5 veces/año	Aceite, lubricante, juego de llaves	Operario 8																
	Cambio de filtro y cilindro	1 vez/año		Operario 9																
	Revisión de filtro	Semanal		Operario 8																
	Limpieza de válvula	1 vez/año		Operario 10																
	Revisión de uniones	Cada 20 días		Operario 9																
Condensador	Cambio de aceites	5 veces/año	Aceite, lubricante, juego de llaves	Operario 8																
	Limpieza de toberas y tinas	Mensual		Operario 10																
	Cambio de rodamientos	2 veces/año		Operario 9																
	Revisión	Semanal		Operario 9																
Tecles manuales	Revisión de engranaje	Mensual	Lubricante, pinzas, llaves, desarmador, martillo	Operario 8																
	Cambio de aceite	5 veces/años		Operario 8																

Tabla 46. Mantenimiento preventivo

Fuente: LIMARICE S.A.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA, EQUIPOS E INSTRUMENTOS PHL005
LIMARICE S.A.

1. **Objetivo:** Prevenir de averías y realizar el mantenimiento de maquinaria, equipos e instrumentos, cumpliendo las fechas establecidas y de manera correcta en la empresa LIMARICE S.A.
2. **Alcance:** Aplica a las operaciones con el mantenimiento de toda la maquinaria, equipos e instrumentos
3. **Responsables:**
 - Operario de Mantenimiento Op8. 9 y 10.
 - Supervisor de producción
4. **Desarrollo del procedimiento**
 - 4.1. **Revisión de la planificación**

El operario de mantenimiento revisa el cronograma de mantenimiento, para saber qué es lo que debe hacer. Ver Tabla 46.
 - 4.2. **Preparación:**

El encargado se encarga de revisar y obtener todo el material, herramientas para desarrollar el mantenimiento de la manera más eficiente, siendo el más importante el manual de mantenimiento de la máquina que se realizará mantenimiento. En la Tabla 48 se observa los diferentes manuales para cada máquina de la empresa, como su código

Tabla 48. Manuales

Nombre del manual	Código	Anexo
Manual de mantenimiento de la bomba sumergible	MML001	Anexo 13
Manual de mantenimiento del Compresor Electrónico y mecánico	MML002	Anexo 14
Manual de mantenimiento del Condensador	MML003	Anexo 15
Manual de mantenimiento de Agitadores	MML004	Anexo 16
Manual de mantenimiento del teclé	MML005	Anexo 17
Manual de mantenimiento de las serpentines	MML006	Anexo 18
Manual de mantenimiento de electroválvula	MML007	Anexo 19

4.3. Mantenimiento

El encargado debe seguir las instrucciones del manual de mantenimiento respectivo y realizarlo de forma eficiente

4.4. Registro

Al finalizar el mantenimiento, se debe registrar este mismo, indicando que se realizó y que material uso en el registro RGL007

4.5. Supervisión

Se le entrega el registro al supervisor para que este se encargue

5. Procedimiento

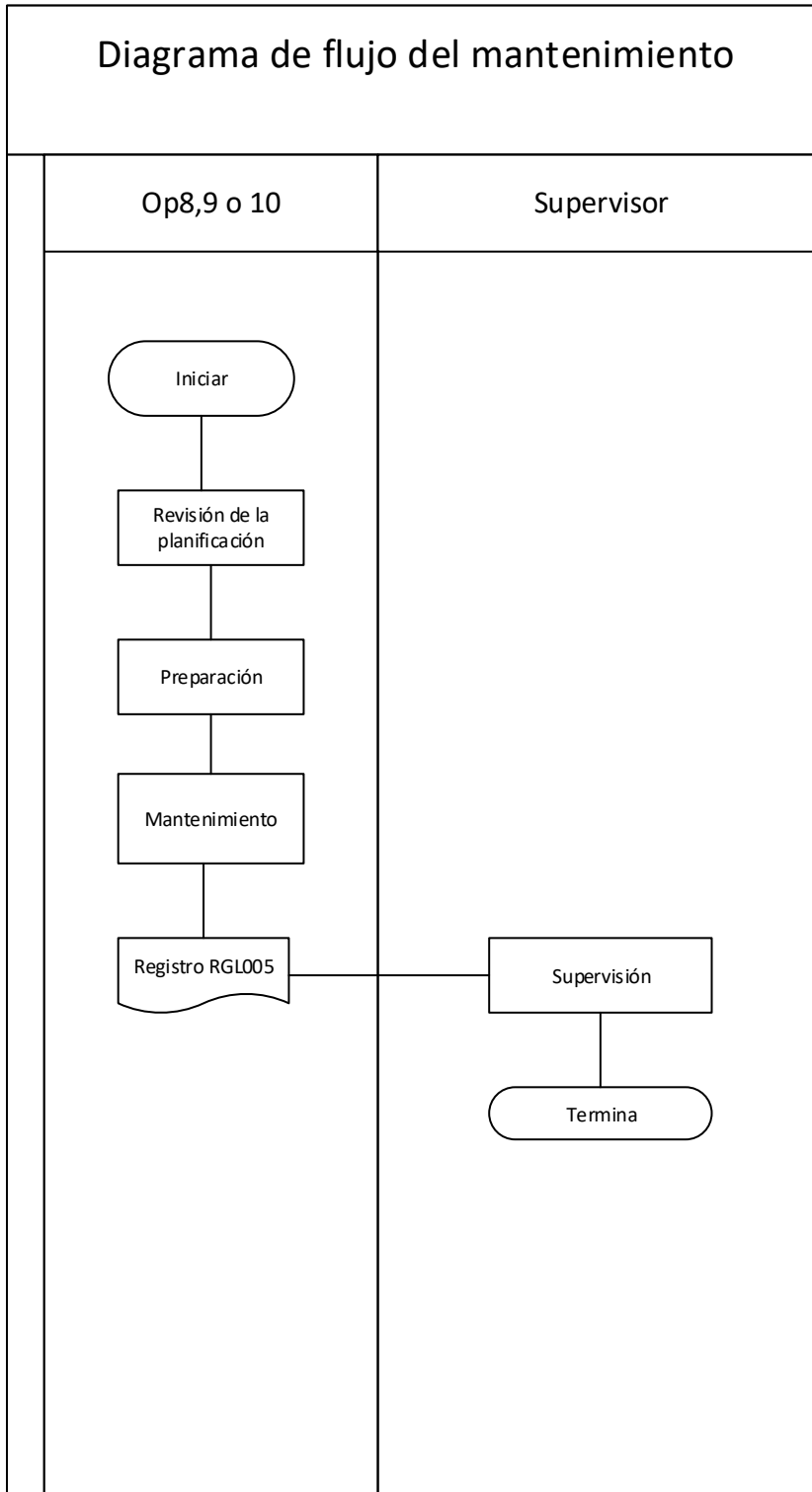


Figura 48. Diagrama de flujo de mantenimiento

Tabla 50. Capacitaciones

Capacitaciones	A cargo	Participantes	N° de participantes
Adaptación al nuevo sistema en general	Supervisor y capacitador	Todos los operarios	6
Registros de producción	Supervisor y capacitador	Operarios de producción- llenado, despacho y control	6
Control de parámetro	Supervisor y capacitador	Operarios de producción- control de barras	2
Control de barras y sistema FIFO	Supervisor y capacitador	Operarios de producción- control de barras y despacho	4
Funcionamiento del llenado de la cisterna	Supervisor y capacitador	Operarios de producción- llenado	2
Mantenimiento predictivo y preventivo	Capitador	Operarios de Mantenimiento	3

Fuente: LIMARICE S.A.

Tabla 51. Cronograma de Capacitaciones

Capacitaciones	Mes			
	S1	S2	S3	S4
Adaptación al nuevo sistema en general	x			
Registros de producción		X		
Control de parámetro		X		
Control de barras y sistema FIFO	X	X		
Funcionamiento del llenado de la cisterna	X	X		
Mantenimiento predictivo y preventivo	x	X	X	X

Fuente: LIMARICE S.A.

3.4.6. Tiempo estándar

3.4.6.1. Tiempo promedio de la propuesta

Después de los propuesto anteriormente en las operaciones de llenado de cisterna, llenado de moles, verificación, baño maría y congelamiento. Se obtuvo un nuevo tiempo promedio por cada operación, el cual se puede observar en la Tabla 52.

Tabla 52. Nuevo tiempo promedio

Etapa	Operaciones	Tiempo Promedio (min)
Llenado	Llenado del tanque dispensador	10,45
	Llenado de moldes	1,603
Congelado	Transporte a la poza productora	0,92
	Colocar los moldes en la poza	0,9
	Congelado	660
	Verificación del producto	0,85
	Transporte a otra poza selladora	0,42
	Termino de congelado	420,25
Desmoldado y despacho	Transporte a baño maría	0,5
	Baño maría	2,45
	Desmolda las barras	1,3
	Inspección final y entrega del producto	0,4
	Trituración	1,47
Total		1101,513

Fuente: LIMARICE S.A.

En la Tabla 52 se muestra los nuevos tiempos promedios de cada operación, teniendo el cuello de botella en la operación del congelado con 660 min, y un tiempo de ciclo de 1101,513 min

3.4.6.2. Tiempo normal de la propuesta

Se calculó el tiempo normal de la propuesta, el tiempo que demora el operario normal trabajando a un ritmo cómodo, por medio de la siguiente fórmula

$$Tiempo\ normal\ (TN) = TPC * FC$$

Dónde:

TPC: Tiempo de ciclo promedio

FC: Factor de calificación de desempeño

Para el factor de calificación de desempeño estará basado en uno de los sistemas de Calificación más antiguos y utilizados ampliamente, desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation.

Se consideran 4 factores al evaluar la actuación del horario, donde se evaluará y determinar el valor de desempeño global mediante la combinación de los factores y la adición de la unidad.

Tabla 53. Factor de calificación de desempeño

Actividades del proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
Llenado del tanque dispensador	0,08	0,02	0,02	-0,04	1,08
Llenado de moldes	0,08	0,02	0,02	-0,04	1,08
Transporte a la poza productora	0,06	0,02	0,02	-0,02	1,08
Colocar los moldes en la poza	0,03	0,4	0,02	0	1,45
Congelado	0	0	0	0	1
Verificación del producto	0,05	0,4	0,02	0	1,47
Transporte a otra poza selladora	0,06	0,02	0,02	-0,02	1,08
Termino de congelado	0,05	0,02	0	0,01	1,08
Transporte a baño maría	0,06	0	0,02	0	1,08
Baño maría	0,05	0,02	0,02	-0,04	1,05
Desmolda las barras	0,08	0,02	0,02	-0,02	1,1
Inspección final y entrega del producto	0,08	0	0,02	0,03	1,13
Trituración	0,11	0,02	0,02	0,03	1,18

Para el cálculo del Factor de Calificación que se muestra en la Tabla 53, se usó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Factor de calificación (FC)} \\
 &= 1 + \text{Habilidad} + \text{Esfuerzo} + \text{Condiciones de trabajo} \\
 &+ \text{Consistencia}
 \end{aligned}$$

$$FC = 1 + 0,08 + 0,02 + 0,02 - 0,04$$

$$\text{Factor de calificación (FC)} = 1,08$$

Se ha calculado el factor de calificación de desempeño de la operación de llenado de la cisterna, obteniendo un 1,08, además se concluye que la operación que tiene el mayor factor de calificación es la verificación del producto y teniendo el menor factor es 1,03 en la operación de congelado. Cabe mencionar no se ha tomado un factor de calificación para el congelamiento porque el operario no realiza alguna actividad en esta operación

Después de hallar el factor de calificación se pasa a calcular el tiempo normal, de cada operación como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 54. Tiempo Normal

Operaciones	Factor de calificación	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)
Llenado del tanque dispensador	1,08	10,45	11,29
Llenado de moldes	1,08	1,603	1,73
Transporte a la poza productora	1,08	0,92	0,99
Colocar los moldes en la poza	1,45	0,9	1,31
Congelado	1	660	679,80
Verificación del producto	1,47	0,85	1,25
Transporte a otra poza selladora	1,08	0,42	0,45
Termino de congelado	1,08	420,25	453,87
Transporte a baño maría	1,08	0,5	0,54
Baño maría	1,05	2,45	2,57
Desmolda las barras	1,1	1,3	1,43
Inspección final y entrega del producto	1,13	0,4	0,45
Trituración	1,18	1,47	1,73

Como se observa en la Tabla 54, se muestra los tiempos normales de todas las operaciones, que se ha calculado multiplicando el factor de calificación con el tiempo promedio, teniendo como resultado el tiempo normal del cuello de botella es 679,80min y el menor tiempo normal la inspección final y entrega del producto es de 0,45 min.

3.4.6.3. Tiempo Estándar

Después de calcular el tiempo normal, finalmente se halla el tiempo estándar para cada operación, ya que es el tiempo que requiere el operario en un trabajo a ritmo normal estandarizado y calificado

Para hallar el tiempo estándar, primero se debe hallar el factor de suplemento o tolerancia, para su cálculo se utilizó la tabla de tolerancias típicas de la Organización Internacional del trabajo (OIT)

Se ha realizado la valorización del factor suplemento con el Anexo 10.

Tabla 55. Factor de Suplemento

Actividades del proceso	Constantes	Trabajar de pie	Uso de fuerza	Ruido	Monotonía	Total
Llenado del tanque dispensador	9%	2%	-	-	1%	12%
Llenado de moldes	9%	2%	-	-	1%	12%
Transporte a la poza productora	9%	2%	-	2%	1%	14%
Colocar los moldes en la poza	9%	2%	-	-	1%	12%
Congelado	-	-	-	-	-	-
Verificación del producto	9%	2%	-	-	1%	12%
Transporte a otra poza selladora	9%	2%	-	2%	1%	14%
Termino de congelado	9%	2%	-	-	1%	12%
Transporte a baño maría	9%	2%	-	2%	1%	14%
Baño maría	9%	2%	-	-	1%	12%
Desmolda las barras	9%	2%	9%	-	1%	21%
Inspección final y entrega del producto	9%	2%	9%	-	1%	21%
Trituración	9%	2%	-	5%	1%	17%

Fuente: OIT

Como se puede observar en la Tabla 55, se ha considerado dentro del factor de suplemento a los constantes, ya que es obligatorio, las cuales contiene el suplemento por necesidades personales y base por fatiga en un total de 9%, debido a que todos los operarios son hombres, después se ha considerado el suplemento variable de trabajar de pie con un 2%, debido a que todas las operaciones se realizan de pie, respecto al uso de fuerza solo se ha considerado en las operaciones de desmolde y entrega del producto final con un 9%, ya que con ayuda de fuerza deben sacar los bloques de hielo del molde y luego empujarlos a la trituradora, respecto al suplemento de ruido se ha considerado para todos los transportes un 2%, ya que el tecele emite un ruido y para la trituración un 5% por el ruido de la máquina que tritura y finalmente la monotonía para todas las operaciones con un 1%.

Sin embargo, no se ha tomado un factor de suplemento para el congelamiento porque el operario no realiza alguna actividad en esta operación

Finalmente se halla el tiempo estándar de cada operación, utilizando la siguiente fórmula

$$Tiempo\ estándar = \frac{Tiempo\ normal}{(1 - factor\ de\ suplemento)}$$

Tabla 56. Tiempo Estándar

Actividades del proceso	Tiempo normal (min)	Factor de Suplemento	Tiempo Estándar (min)
Llenado del tanque dispensador	11,29	12%	12,8
Llenado de moldes	1,73	12%	2,0
Transporte a la poza productora	0,99	14%	1,2
Colocar los moldes en la poza	1,31	12%	1,5
Congelado	660	-	660
Verificación del producto	1,25	12%	1,4
Transporte a otra poza selladora	0,45	14%	0,5
Termino de congelado	453,87	12%	515,8
Transporte a baño maría	0,54	14%	0,6
Baño maría	2,57	12%	2,9
Desmolda las barras	1,43	21%	1,8
Inspección final y entrega del producto	0,45	21%	0,6
Trituración	1,73	17%	2,1
Total			1203,2

Como se puede observar en la Tabla 56 el tiempo estándar de cada operación, es decir que para que el operario realice de forma calificada y en condiciones normales el llenado requiere de 12,8 min y así para todas las operaciones, teniendo un tiempo total d 1203,2 min

3.4.7. Nuevos Indicadores de producción y productividad

Tabla 57. Análisis del proceso

Actividades del proceso	Tiempo Estándar (min)	Operario
Llenado del tanque dispensador	12,83	Op 1 y 2
Llenado de moldes	1,97	Op 1 y 2
Transporte a la poza productora	1,16	Op 1 y 2
Colocar los moldes en la poza	1,48	Op 1 y 2
Congelado	660	Op 1 y 2
Verificación del producto	1,42	Op 3 y 4
Transporte a otra poza selladora	0,53	Op 3 y 4
Termino de congelado	515,76	Op 3 y 4
Transporte a baño maría	0,63	Op 3 y 4
Baño maría	2,92	Op 3 y 4
Desmolda las barras	1,81	Op 3 y 4
Inspección final y entrega del producto	0,57	Op 3 y 4
Trituración	2,09	Op 3 y 4
Total	1203,2	

Producción teórica

$$P = \frac{Tb}{c}$$

$$P = \frac{1440 \text{ min/día}}{1203,2 \text{ min/lote}}$$

$$P = 1,196 \frac{\text{lote}}{\text{día}}$$

$$1 \text{ lote} = 180 (1,196)$$

$$P = 215,28 \text{ t/día}$$

Con el nuevo tiempo de ciclo que se ha obtenido después de la propuesta de mejora, se puede producir teóricamente 215,28 t/día

Productividad en mano de obra

- $Productividad \ M.O = \frac{PRODUCCIÓN}{N^{\circ} \ DE \ OPERARIOS} = \frac{129120 \text{ barras de hielo /mes}}{7 \text{ operarios/mes}}$
- $Productividad \ M.O = 18445,7 \text{ barras de hielo/ mes} * \text{operario}$

Como se ha obtenido una productividad de mano de obra de 18445,7 barras de hielo/mes* operario, es decir que cada operario ahora puede producir 18445,7 barras de hielo durante todo el mes

Productividad

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

$$Productividad = \frac{6458,4 \textit{ t/mes}}{720 \textit{ hr/mes}}$$

$$Productividad = 8,97 \textit{ t/h-hombre}$$

Como se ha obtenido una productividad de 8,97 t/h-hombre, es decir que cada operario ahora puede producir 8,97 t en una hora

Eficiencia física

$$Eficiencia \textit{ física} = \frac{\textit{producción total}}{\textit{insumos requerida}}$$

$$Eficiencia \textit{ física} = \frac{215,28 \textit{ t /día}}{215,28 \textit{ insumos requerida}}$$

$$Eficiencia \textit{ física} = 100\%$$

Se hallado la eficiencia física, tomando en cuenta en insumos requeridos, a la materia prima utilizándola en un 100%, ya que no existirá un desperdicio de la misma, es decir que el rendimiento es el máximo

Cuello de botella:

El nuevo cuello de botella de la empresa de hielo LIMARICE S.A. sigue siendo la etapa de congelamiento, sin embargo, el tiempo de ciclo del congelamiento sería de 1175,76 es decir 19,6 horas, el cual ha reducido en 4 horas, como se puede observar en la tabla 48, el cual la operación de congelamiento es de 660 min, es decir 11 y el termino del congelamiento 515,76 min, es decir 8,596.

Utilización

Es la cantidad de toneladas de hielo que la empresa producirá respecto a la capacidad que puede producir.

$$Utilización = \frac{\textit{Capacidad real}}{\textit{capacidad diseñada}}$$

$$Utilización = \frac{215,28\textit{t/día}}{272 \textit{ t/ día}}$$

$$Utilización = 79,15\%$$

Es decir que después de la mejora, e podrá utilizar la capacidad de la empresa en un 79%

3.4.8. Cuadro comparativo de indicadores

Finalmente se muestra el resultado de los nuevos indicadores después de la mejora, para ver el contraste con los indicadores calculados en el diagnóstico y la reflejar la mejora en indicadores. Ver Tabla 58

Tabla 58. Cuadro Comparativo de Indicadores

Indicadores	Antes de la mejora	Después de la mejora
Producción	74,72 t/día	215,28 t/día
Eficiencia	90%	100%
Productividad	3,1 t/h-hombre	8,97t/h-hombre
Cuello de botella	24 h	19,6 h
Utilización	41%	79%
Tiempo de ciclo	1472,57 min	1203,03 min

Como se puede observar se han obtenido mejores resultados de los indicadores después de la mejora, respecto a la producción actual de 215 t/día, donde aumento en 187%, es decir que se podrá percibir un 187% de ingresos, después de la mejora, por el aumento de la producción.

Respecto a la eficiencia física de la materia prima, se utilizará en un 100%, debido a la instalación del nuevo sistema de llenado de cisterna, que ayudará a utilizar el agua en su totalidad y no permitir el rebalse del agua ni el desperdicio de esta.

La productividad actual aumentó en un 189,4% respecto a la productividad anterior, es decir que cada operario va producir 8,97t/h, es decir que los operarios realizaran sus actividades de forma más eficiente, por lo que habrá más producción.

En el mejorado proceso de producción de hielo se tiene el cuello de botella en la misma etapa que es el congelamiento, el cual se redujo en un 18,3%, equivalente a 4,4 horas, es decir que se puede congelar en un menor tiempo, tomando en cuenta el control de los parámetros para llegar al congelamiento óptimo en el tiempo de 19,6h. Esto me permite obtener una mejor utilización de la fábrica, la cual después de la mejora será en un 79% en comparación con la actual que es de 41%, teniendo un aumento de 92,6%, es decir que se está aprovechando más la capacidad de la empresa.

Finalmente, respecto al tiempo de ciclo, se disminuyó en 269 min, es decir en 4,49 h, debido a la eliminación de actividades que no agregan valor como algunas revisiones innecesarias, transportes y actividades consecuentes de la falta de control en l actividad anterior, como es la de manipular el tecele para retirar agua en la operación de llenado de moldes y también la reducción de tiempo del congelamiento.

En la Figura 49. Se muestra el nuevo diagrama de análisis de proceso, después de la mejora con los tiempos estándar hallados anteriormente en la Tabla 56.

Tabla 59. Resumen del nuevo DAP

RESUMEN			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (min)	Distancia
OPERACIÓN	8	1198,90	
INSPECCIÓN	1	1,40	
COMBINADA	1	0,43	
TRANSPORTE	3	2,3	110m
TOTAL	13	1203,03	110m

En la Tabla 59. Se muestra el resumen del nuevo DAP, donde se tiene 8 operaciones que se realizan en un tiempo de 1198,9 min, una inspección de 1,40 min una inspección y supervisión de 0,43 min y finalmente tres transportes en un tiempo de 2,3 min, teniendo un nuevo tiempo de ciclo para la producción de hielo industrial en bloques de 1203, 03 min, equivalente a 20,0505.

Cabe mencionar que en ciertas operaciones ha aumentado el tiempo que requiere llevarlas a cabo después de la mejora, debido al tiempo estándar, un tiempo que toma en cuenta diferentes factores que permiten realizar la actividad en un tiempo real y alcanzable, involucrando diferentes factores como fatiga, cansancio, entre otros.

EMPRESA	LIMARICE S.A.
DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN
PROCESO	HIELO DE BLOQUES
DIAGRAMA	DE BLOQUES ACTUAL
HOJA	1 DE 1

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO

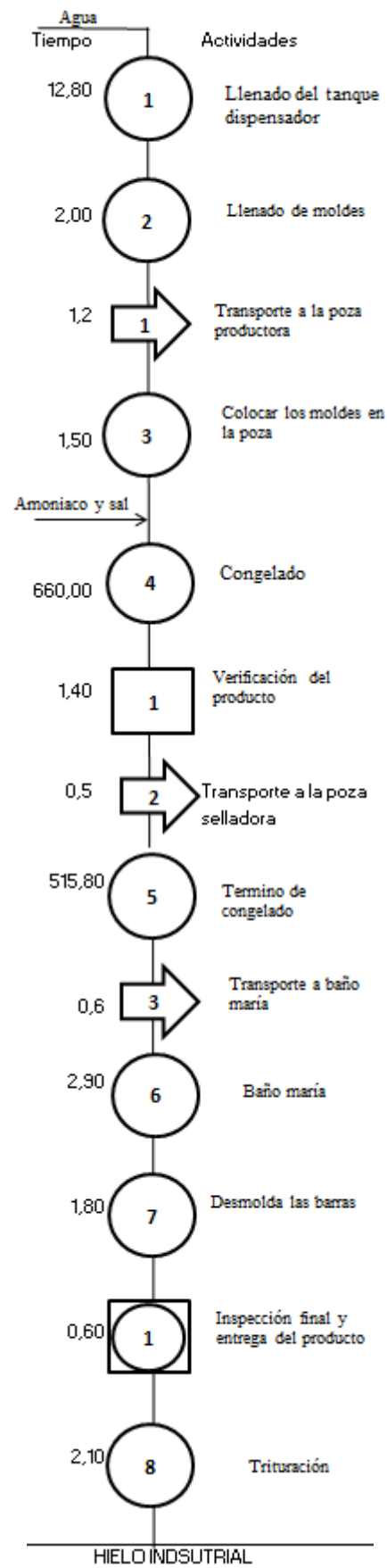


Figura 49. DAP de la propuesta

3.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Los resultados del análisis de los ingresos percibidos después de la mejora, al incrementar la capacidad de producción y no teniendo devoluciones y de los egresos de la propuesta de mejora se evaluará de forma mensual durante ocho meses, en función de la inversión de infraestructura y el sistema de llenado del tanque dispensador. Los demás egresos se consideran mensualmente como el de capacitación y mantenimiento.

Las mejoras propuestas varían respecto a costos, por tal motivo se muestran las especificaciones en cada una.

En la siguiente Tabla 60 se muestran los costos para la mejora de la instalación del sistema de llenado del tanque dispensador, el cual se requiere de la adquisición de los equipos como temporizadores y electroválvulas

Tabla 60. Costo para el sistema de llenado del dispensador

Equipos	Unidades	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Temporizador programable digital	4	60	240
Electroválvula hidráulica	4	305	1220
Instalación	1	300	300
Materiales	4	170	680
Total			2440

En la siguiente Tabla 61 se muestran los costos para la mejora del control de barras en el sistema de congelación de la empresa LIMARICE S.A., en la que se necesita invertir en infraestructura. Ver Anexo 26, Anexo 27 y Anexo 28

Tabla 61. Costos para el control de barras de hielo

Infraestructura	Unidades	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Moldes	5440	140	761600
Material para lotización (pintura y brocha)	1	20	20
Tapas de madera	30	45	1350
Total			762970

Cabe recalcar que el costo unitario de cada molde es brindado por la empresa, ya que es hechizo, es decir fabricado por la empresa

En la siguiente Tabla 62 Costos por capacitaciones se detalla cada capacitación que se ha propuesto para la mejora, el tiempo que se requiere y el costo por cada una. Ver Anexo 22 y Anexo 23

Tabla 62. Costos por capacitaciones

Capacitaciones	Horas	Costo Unitario/h (S/)	Costo Total de capacitación (S/)
Capacitación de Adaptación al nuevo sistema en general	4	200	800
Capacitación de Registros de producción	2	90	180
Capacitación de Control de parámetro	6	120	720
Capacitación de Control de barras y sistema FIFO	8	170	1360
Capacitación de Funcionamiento del llenado de la cisterna	4	185	740
Capacitación de Mantenimiento predictivo y preventivo	10	190	1900
Capacitación de uso de EPPs	8	150	1200
Materiales	7	100	700
TOTAL			S/ 7600

En la siguiente Tabla 63 de Costos Anuales de mantenimiento preventivo, se muestra los costos específicos por cada maquinaria crítica que posee la empresa LIMARICE S.A., como la mano de obra, insumos, materiales, entre otros

Además, se considera la compra de equipos de protección personal para realizar las diferentes actividades de mantenimiento, con un gasto de S/ 4 163 y para la prestación del servicio anual del especialista de mantenimiento es de S/ 25 000. Ver Anexo 42 y 43.

Como se muestra en la siguiente Tabla 64, la inversión para la propuesta de mejora es de S/777173, tomando en cuenta los egresos por la instalación del sistema de llenado, infraestructura, capacitación y equipos de protección personal. Ver Anexo24, Anexo 25 y Anexo 35

Tabla 63. Costos Anuales de mantenimiento

Costos anuales de Mantenimiento preventivo			
Agitadores			
Ítems	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mano de Obra	4	150	600
Insumos	3	8	24
Materiales	3	20	60
Rodamientos	12	120	1440
Fajas	24	30	720
			2844
Compresores			
Mano de Obra	3	500	1500
Insumos	1	2000	2000
Materiales	3	20	60
Filtro	3	1200	3600
Cilindro	3	600	1800
			8960
Condensador			
Mano de Obra	4	350	1400
Insumos	1	3800	3800
Materiales	8	180	1440
			6640
Tecles			
Mano de Obra	2	200	400
Insumos	1	420	420
Materiales	4	80	320
			1140
TOTAL			19584

Tabla 64. Inversión de mejora

Actividad	Precio (S/)
Instalación del sistema de llenado	2440
Infraestructura	762970
Capacitación	7600
EPPs	4163
Total	777173

Tabla 65. Costos de Equipos de seguridad

Equipos de seguridad	P.U (S/)	Cantidad (und.)	Total (S/)
Botas	36	12	432
Casco de ABS	80	5	400
Casco de ABS	55	10	550
Mascara para soldar	220	3	660
Guantes para soldar	18	3	54
Guantes	15	19	285
protección de vista	24	3	72
Orejas	40	12	480
Chaleco naranja	40	4	160
Chaleco	35	10	350
Vestimenta	72	10	720
Total			4163

Para la cotización de los equipos de seguridad ver Anexo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39 y 40.

En la Tabla 68 se puede observar que el valor actual neto es positivo, por lo que la inversión de la propuesta es de S/. 6.823.919,09y una de interés de retorno de 81%, es decir la propuesta de inversión es viable, ya que supera el valor de la rentabilidad mínima requerida que es 10%, Se obtiene como costo beneficio S/. 5,22, es decir que por cada S/1 invertido en la mejora se gana S/ 4,22, utilizando la siguiente fórmula

$$\text{Costo beneficio} = \frac{4292288}{821757} = 5,22$$

Los ingresos totales se han tomado de la Tabla 66, de todas las ganancias que percibiría la empresa implementando la mejora, y respecto a los egresos se han tomado de la Tabla 67, en donde incluye el costo por el nuevo sistema de llenado del condensador, infraestructura para el control de barras, capacitaciones, epps, y los servicios de mantenimiento

El tiempo de recuperación es 2 meses con 8,587 días, es decir a partir del mes de marzo la empresa tendrá un flujo acumulado positivo, es decir se obtendrán ganancias por la propuesta de mejora en la empresa de hielo LIMARICE S.A. El tiempo de recuperación se hallado de la siguiente forma, tomando en cuenta que el mes de marzo tiene 31 días.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mes} \quad \longrightarrow \quad \text{S/ } 364008,7 \\ x \quad \longrightarrow \quad \text{S/ } 100755,7 \end{array}$$

$$x = 0,277 * (31 \text{ días}) = 8,587 \text{ días}$$

Tabla 66. Ingresos

Mes	Días	t/día	P actual	P antes	Beneficio (S/)	Ganancia (S/)
			ton /mes	ton /mes		
Enero	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Febrero	28	215	6020	2068,45	3951,55	316124
Marzo	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Abril	30	215	6450	2068,45	4381,55	350524
Mayo	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Junio	30	215	6450	2068,45	4381,55	350524
Julio	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Agosto	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Septiembre	30	215	6450	2068,45	4381,55	350524
Octubre	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Noviembre	30	215	6450	2068,45	4381,55	350524
Diciembre	31	215	6665	2068,45	4596,55	367724
Total	365	2580	78475	24821,4	53653,6	4292288

Tabla 67. Egresos

Inversión	Costo (S/)
Costo dispensador	2440
Control de barras	762970
Capacitación	7600
Epps	4163
Servicio de mantenimiento	25000
Mantenimiento	19584
Total	821757

En la Tabla 68 se puede observar el flujo de caja que se ha proyectado durante 1 año, tomando en cuenta la inversión que se puede observar en la Tabla 64, la utilidad adicional que se puede observar en la Tabla 66 como ganancia, y en los egresos se toma en cuenta el mantenimiento, ya que se realizara de manera mensual como el pago por mano de obra en el mantenimiento; pudiendo obtener un flujo neto positivo todos los meses y un flujo acumulado a partir del segundo mes, por lo que se puede decir se obtiene ganancias a partir del segundo mes.

Tabla 68. Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA													
Mes	0	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inversión	-777173												
Ingresos													
Utilidad adicional		367724	316124	367724	350524	367724	350524	367724	367724	350524	367724	350524	367724
Egresos		3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33	3715,33
Mantenimiento		1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632	1632
M.O mantenimiento		2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3	2083,3
Flujo Neto	-777173	364008,7	312408,7	364008,7	346808,7	364008,7	346808,7	364008,7	364008,7	346808,7	364008,7	346808,7	364008,7
Flujo Acumulado	-777173	413164,3	100755,7	263253,0	610061,7	974070,3	1320879,0	1684887,7	2048896,3	2395705,0	2759713,7	3106522,3	3470531,0

VAN	S/ 6.823.919,09
-----	--------------------

TIR	81%
-----	-----

IV. CONCLUSIONES

- La empresa de hielo LIMARICE S.A., empresa empírica de producción de hielo industrial, cuenta con pérdidas de 10,86% de su producción debido al hielo quebradizo, pérdidas es por el tamaño y por desperdicio de materia prima, que son disminuidas después de la mejora a un 0%. Otro problema es que cuenta con un 20,38% de actividades que no agregan valor que son reducidas a un 0%, y también se disminuyó a un 0% el desperdicio de materia prima que era de un 61%.
- En la propuesta de mejora para la fábrica de hielo LIMARICE S.A. consiste en implementar la instalación de un sistema automatizado de llenado de cisterna de agua, con electroválvulas y temporizadores, permitiendo un ingreso económico antes no percibido por las pérdidas de hielo quebradizo en un promedio de 2734 barras en los meses de enero-julio, para la disminuir las pérdidas de tamaño se debe implementar un control de parámetros, barras, para el seguimiento del buen funcionamiento del sistema y sus condiciones que permitan el congelamiento de las barras, por medio de procedimientos para su correcta realización. Por medio de la propuesta mejora se puede obtener hasta ganancias de S/ 367724 mensualmente, obteniendo unos resultados positivos de los recursos utilizados como el caso de la mano de obra con el aumento de la producción a 215,28 t/día, una productividad por operario de 8,79 t/h, así mismo del recurso de materia prima de 100%. Además, con la mejora se redujo el cuello de botella a un 19,6 h, disminuyendo tiempos que no agregan valor al proceso de 269,54 min, es decir 4,5h.
- La propuesta de mejora ofrece un costo beneficio económico rentable de un S/ 5,22, recuperando su inversión en un tiempo de 2 meses con 8,59 días, en la cual se obtienen ganancias antes no percibidas que permiten obtener una tasa de retorno de 81% con un valor actual neto de S/. 6.823.919,09

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones respecto a la capacidad de la empresa, debido a que se definió dos pozas para producir el hielo y cuatro pozas para sellar, por lo que solamente cuatro pozas contienen producto final, que es la oferta que tiene la empresa, debido a que a las dos pozas productoras se le ha otorgado maquinaria nueva y en mayor cantidad para el sistema de amoniaco que permite producir el hielo.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones en la empresa respecto a la infraestructura que posee, debido que no permite mantener el congelamiento de la poza, ya que es un lugar abierto y por lo tanto en época de verano las condiciones ambientales son un factor que afecta al congelamiento y esta demora más.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones en la empresa respecto al área de mantenimiento, debido a que se dispone de muchos recursos para el mantenimiento correctivo que realiza la empresa actualmente, porque la gran parte de máquinas tienen muchos años trabajando y el mantenimiento que se le realiza no es suficiente para su buen funcionamiento
- Se recomienda realizar futuras investigaciones en basa a lo propuesto en esta investigación, para conocer el nivel de impacto que trae a la empresa y en caso se requiere proponer mejoras y tomar decisiones en beneficio de la empresa.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Creus, José. *Tratado práctico de refrigeración automática*. España: Marcombo S.A., 1998.
- Álvarez, Humberto. *Gestión y desarrollo de los pilares: Mejoras Enfocadas, Mantenimiento Autónomo y Planificado*. Apsoluti Group, 2011.
- Balón Ramos, Isabel. *Mejora del sistema de producción para optimizar los recursos y atender la demanda de marquetas de hielo en la empresa Zona Fría*. Tesis de Ingeniería Industrial, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.
- Bellodas, José, Cinthia Niño, Miguel Vega, y Brayan Martínez. «Mejora del proceso productivo en un enfoque lean utilizando la herramienta diagrama O-T en la empresa FundiNorte S.A.C.» *Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, 2014.
- Chapman, Stephen. *Planificación y Control de la Producción*. México, 2006.
- De la Peña, Adolfo. *Optimización de la producción y rentabilidad de una fábrica de hielo, mediante la segmentación de la producción y división en áreas de producción y comercialización*. Informe de Estudio de Posgrado, México: Instituto Tecnológico de la Paz, 2012.
- Escobar, Carlo. *Cálculo y diseño de una planta frigorífica para un sistema de fabricación de hielo*. Informe, Colombia: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2014.
- Euskalit: *Gestión y mejora de procesos*. 2008. www.euskalit.net/nueva/images/stories/documentos/folleto5.pdf (último acceso: 14 de Octubre de 2016).
- Fuentes Martínez, José Alfredo, y José Manuel Rodríguez Sánchez. *Módulo 5: Instalaciones Frigoríficas*. Uruguay: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Valencia, 2011.
- Graham, J., W. Johnston, y F. Nicholson. *El hielo en las pesquerías: Equipo de Fabricación de Hielo*. Roma: FAO, 1993.
- Icelings: *Hielo Tube Machine Factory*. 18 de Junio de 2014. http://www.iceclings.net/products/block_ice_plant.php (último acceso: 13 de Octubre de 2016).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. «INEI.» *I Censo Nacional de la Pesca Artesanal en el Ámbito Marítimo*. 6 de Junio de 2014.

- Paredes Quispe, Joel. *Subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-707 y su relación con el incremento del coeficiente de performance de la fábrica de hielo Lesser S.A.C.* Tesis de Ingeniería Industrial, Córdoba: Universidad Nacional del Santa, 2015.
- Romero, Marco. *Diseño de una instalación de refrigeración industrial.* Tesis de Ingeniería Industrial, Lima: UpCommons, 2014.
- Salazar Larios, Karla María Alejandra. *Mejora de la producción de la fábrica de hielo Sarita Colonia S.A.C.* Tesis de Ingeniería Industrial, Chiclayo: USAT, 2015.
- Salazar Sánchez, Fiorella Rosario. *Propuesta de mejora del proceso de producción de carpetas vinílicas en una empresa productora de plásticos aplicando la metodología Lean Management.* Tesis de Ingeniería Industrial, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2011.
- Sawyer, Michael, y Avilio Medina Pizalli. «El uso de hielo en pequeñas embarcaciones de pesca.» *FAO*, 2005: 9-28.
- Sundem, Horngren, y Elliot Philbrick. *Introduction to Financial Accounting.* Pearson, 2010.
- Vásquez Gervasi, Óscar. *Apuntes de estudio: Ingeniería de Métodos.* Chiclayo: USAT, 2012.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Características del Refrigerante R717

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) Nº	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de Ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento Atmosf. 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasific. según: 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad		Temp. Auto-ignición °C			
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
2	B2	R-717	Amoniaco	NH3	17	0.00035	-33	630	0.104	15	0.195	28	0	0	1
2	B2	R-1130	1,2-Dicloroetileno	CHCl = CHCl	96.9	*		458	0.246	6.2	0.595	15	*	0	1
3	A3	R-50	Metano	CH4	16	0.006	-161	645	0.032	4.9	0.098	15	21	0	1
3	A3	R-170	Etano	C2H6	30	0.008	-89	515	0.037	3	0.19	15.5	3	0	1
3	A3	R-290	Propano	C3H8	44	0.008	-42	470	0.038	2.1	0.171	9.5	3	0	1
3	A3	R-600	Butano	C4H10	58.1	0.0089	0	365	0.036	1.5	0.202	8.5	3	0	1
3	A3	R-600a	Isobutano	CH(CH3)3	58.1	0.011	-12	460	0.043	1.8	0.202	8.5	3	0	1
3	A3	R-1150	Etileno	CH2 = CH2	28.1	0.006	-104	425	0.031	2.7	0.391	34	3	0	1
3	A3	R-1270	Propileno	C3H6	42.1	0.008	-48	455	0.043	2.5	0.174	10.1	3	0	1
3	A3	R-E170	Dimetileter	CH3OCH3	46	0.011	-24.8	235	0.064	3.4	0.489	26	*	0	1

Fuente: Boletín oficial del Estado, España 2011, Sec. I. Pág. 25864.

Anexo 2. Ficha del Compresor

FICHA TECNICA																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Características Generales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maquina</td> <td>Vilter Compresor 450 XL</td> </tr> <tr> <td>Marca</td> <td>EMERSON</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>A12K458XL</td> </tr> <tr> <td>Refrigerante</td> <td>R717</td> </tr> <tr> <td>Voltaje</td> <td>230 V</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Marco de compresor- Hidrostatica</td> </tr> <tr> <td>Lado bajo</td> <td>375</td> </tr> <tr> <td>Lado alto</td> <td>525</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Desplazamiento por cilindro de 85 m3/h</td> </tr> <tr> <td>Fuerza</td> <td>250 HP con motor electrico</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td>300 psi</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dimensiones</td> </tr> <tr> <td>Largo</td> <td>7pies</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td> <td>4pies</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>7pies</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Cantidad de cilindros: 4 cilindros</td> </tr> </tbody> </table>	Características Generales		Maquina	Vilter Compresor 450 XL	Marca	EMERSON	Modelo	A12K458XL	Refrigerante	R717	Voltaje	230 V	Marco de compresor- Hidrostatica		Lado bajo	375	Lado alto	525	Desplazamiento por cilindro de 85 m3/h		Fuerza	250 HP con motor electrico	Presión	300 psi	Dimensiones		Largo	7pies	Ancho	4pies	Alto	7pies	Cantidad de cilindros: 4 cilindros	
	Características Generales																																		
	Maquina	Vilter Compresor 450 XL																																	
	Marca	EMERSON																																	
	Modelo	A12K458XL																																	
	Refrigerante	R717																																	
	Voltaje	230 V																																	
	Marco de compresor- Hidrostatica																																		
	Lado bajo	375																																	
	Lado alto	525																																	
	Desplazamiento por cilindro de 85 m3/h																																		
	Fuerza	250 HP con motor electrico																																	
	Presión	300 psi																																	
	Dimensiones																																		
Largo	7pies																																		
Ancho	4pies																																		
Alto	7pies																																		
Cantidad de cilindros: 4 cilindros																																			

Fuente: Emerson Climate Technologies.

Anexo 3. Ficha Técnica de la Sal Industrial

		
HOJA TECNICA		
SAL INDUSTRIAL		
Versión: 001-2011		
1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		
La sal industrial fina es un sólido blanco, inodoro e higroscópico, altamente soluble en agua. Número de CAS 7647-14-5		
2. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO		
NOMBRE COMERCIAL	SAL INDUSTRIAL	
PESO MOLECULAR	58.44 g/mol	
FORMULA QUIMICA	NaCl	
APARIENCIA	SOLIDO BLANCO	
3. REQUERIMIENTOS		
PARAMETROS	ESPECIFICACION	
Pureza, NaCl, %	99.0 mín.	
Humedad, %	0.5 máx.	
Insolubles en agua	Pasa el test.	
4. APLICACIONES		
En productos químicos, vidriado de cerámica, metalurgia, curado de pieles, conservación de alimentos, aguas minerales, manufactura de jabones, ablandamiento de agua domestica, deshielo de autopistas, herbicida, extintor de incendios, higiene dental, soluciones superenfriantes.		
5. PRESENTACION Y DESPACHO		
Bolsas de polipropileno de 50 Kg.		
6. CONDICIONES DE ALMACENAJE		
Almacenar sobre parhuelas bajo techo, en lugar seco, protegido contra el sol y la lluvia para evitar que el producto se endurezca formando bloques compactos por ganancia o pérdida de agua.		

Fuente: Aris Industrial

Anexo 4. Ficha técnica del tanque de almacenamiento

FICHA TECNICA							
				Nombre			
				Tanque para amoniaco			
				Refrigerante			
				R717			
				Capacidad			
				500lt			
				Tipo de Recipiente			
				IIMC			
				Tamaño de la tubería de conexión (mm)			
				d1: 25	d2: 25	d3: 15	
Tamaños principales (mm)							
H: 750	H1: 230	L: 2462	L2: 132				
L3: 210		L4: 150					

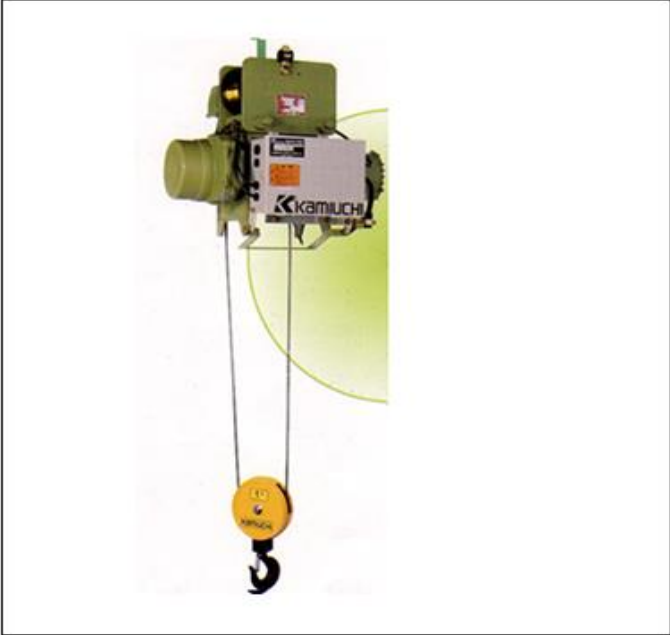
Fuente: INGUSA grupo

Anexo 5. Ficha técnica del condensador

FICHA TECNICA							
				Nombre			
				Condensador evaporativo			
				Marca			
				Snowkey			
				Origen			
				China			
				Capacidad			
				1275 Kw			
				Temperatura			
				Mayor a 28°C			
Fuente de alimentación							
440V / 3P / 60 Hz							

Fuente: SNOWKEY- Froztec International Inc.

Anexo 6. Ficha técnica del tecele manual

FICHA TECNICA	
	Nombre
	Tecele Manual
	Marca
	Kamiuchi
	Capacidad
	1 Ton
	Levante estándar
	3 m
	Accionamiento cadena para levantar un metro
	43 eslabones
	Tension en cadena de accionamiento a plena capacidad
24 N	
Numero de ramales	
1	
Peso	
13,5 Kg	

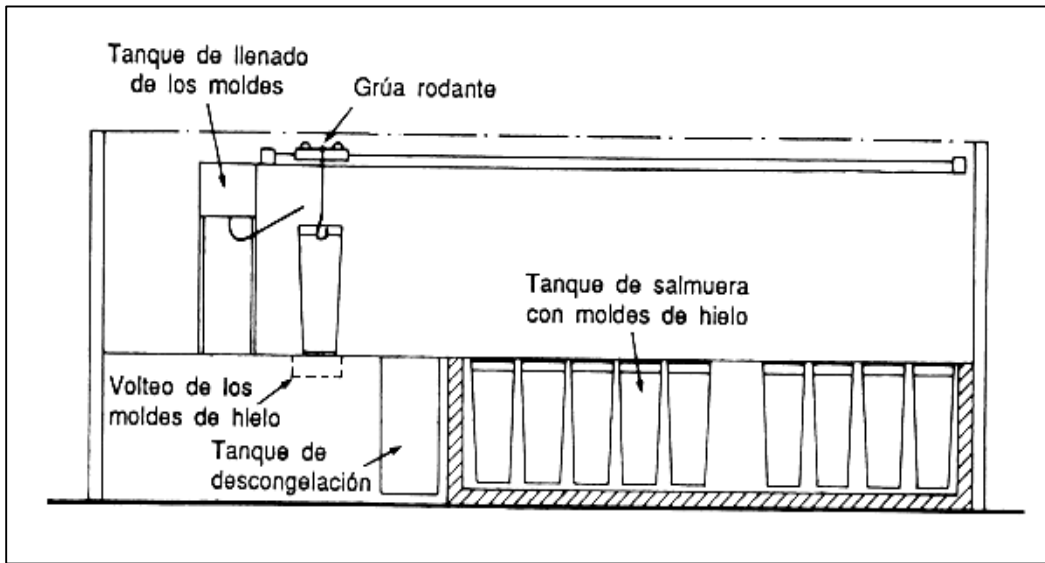
Fuente: EMARESA.

Anexo 7. Ficha técnica de la bomba sumergible

FICHA TECNICA	
	Nombre
	Bomba sumergible
	Marca
	Pentax
	Recuencia
	50 hz
	Q max (m^3/h)
	24
	Hmax (m)
	125
	Potencia (HP)
10	
Voltaje (V)	
440	
Amperios (A)	
15	
Temperatura °C	
entre 15 a 110	

Fuente: Pentax Industries

Anexo 8. Etapa de congelación



Fuente: LIMARICE S.A.

Anexo 9. Serpentes



Fuente: LIMARICE S.A.

Anexo 10. Suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES					
	Hombres	Mujeres			
A. Suplemento por necesidades personales	5	7			
B. Suplemento base por fatiga	4	4			
2. SUPLEMENTOS VARIABLES					
	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4		45
B. Suplemento por postura anormal			2		100
Ligeramente incómoda	0	1			
incómoda (inclinado)	2	3			
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7			
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)					
Peso levantado [kg]					
2,5	0	1			
5	1	2			
10	3	4			
25	9	20			
35,5	22	máx			
D. Mala iluminación					
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0			
Bastante por debajo	2	2			
Absolutamente insuficiente	5	5			
E. Condiciones atmosféricas					
Índice de enfriamiento Kata					
16		0			
8		10			
F. Concentración intensa					
Trabajos de cierta precisión			0	0	
Trabajos precisos o fatigosos			2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5	
G. Ruido					
Continuo			0	0	
Intermitente y fuerte			2	2	
Intermitente y muy fuerte			5	5	
Estridente y fuerte					
H. Tensión mental					
Proceso bastante complejo			1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4	
Muy complejo			8	8	
I. Monotonía					
Trabajo algo monótono			0	0	
Trabajo bastante monótono			1	1	
Trabajo muy monótono			4	4	
J. Tedio					
Trabajo algo aburrido			0	0	
Trabajo bastante aburrido			2	1	
Trabajo muy aburrido			5	2	

Fuente: Organización Internacional del trabajo (OIT)

Anexo 11. Guía de Hidrómetro portátil

GIL001: Hidrómetro portátil

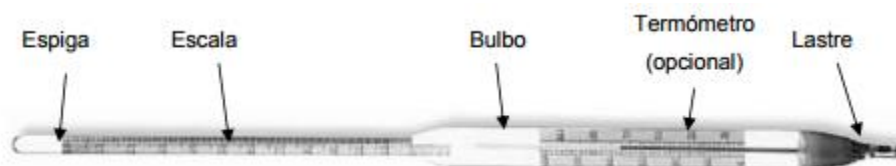
Instrucciones de uso

LIMARICE S.A.

Descripción:

Un hidrómetro es un instrumento usado para la medición de la densidad de líquidos, construido por lo general en vidrio o en algún tipo de material incoloro. Se compone de un tubo delgado o cuello (vástago), con una escala graduada y un cuerpo en forma de bulbo alargado el cual contiene en el fondo un material de contrapeso, o lastre, de masa constante, por lo general plomo, permitiéndole flotar en posición vertical al ser sumergido en un líquido. Cuando el hidrómetro flota libremente dentro del líquido en estudio deja parte de su cuello, y por ende parte de la escala, expuesto al medio ambiente. La densidad será leída en la escala del cuello como una función de su altura de la parte sumergida y del empuje ejercido por el líquido en estudio sobre el hidrómetro.

Composición:



Manejo:

Los hidrómetros de inmersión necesitan una muestra de líquido suficiente para poder sumergir el instrumento, de tal manera que pueda flotar libremente sin tocar ni el fondo del recipiente ni las paredes. Normalmente se utiliza una probeta de tamaño adecuado y de material transparente para facilitar la lectura. Al añadir el líquido a la probeta debemos tener en cuenta el volumen que desplazará el densímetro al sumergirse para evitar que desborde. La temperatura del líquido es un factor a tener muy en cuenta porque los densímetros están calibrados a temperaturas determinadas (15°C ó 20°C) y es a esa temperatura donde proporcionan la medida más precisa. Si realizamos la medida a una temperatura diferente a la de calibración deberemos corregir el dato con las tablas apropiadas.

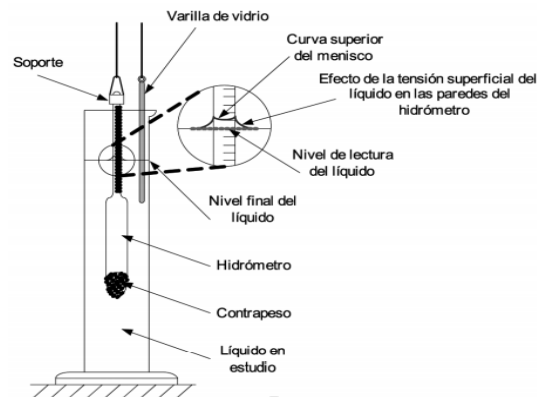
- Introducir la muestra a ensayar en la probeta
- Agitar con una varilla para homogeneizar densidad y temperatura
- Coger el densímetro limpio ¡por encima de la escala!
- Introducir el densímetro en el líquido con suavidad, si lo soltamos muy rápido puede hundirse y romper en el fondo.
- Dejar que el densímetro se equilibre sin tocar las paredes de la probeta.
- Hacer la lectura en la escala del densímetro (en la base del menisco).
- Comprobar la temperatura y corregir si es diferente a la de calibración.

Calibración:

La calibración de los hidrómetros se basa en el principio de Arquímedes donde el valor de masa del instrumento es evaluado tanto en el aire como en un líquido, preferiblemente de densidad conocida, con el cual sea posible verificar el comportamiento de la escala graduada del mismo al producirse un desplazamiento de este líquido, a este método se le conoce como el Método de Cuckow.

El método de Cuckow consiste en colocar al hidrómetro un soporte en la parte superior del cuello de forma que este pueda suspenderse por debajo de una balanza analítica, esto define su masa al aire o masa seca. Posteriormente, se sumerge el hidrómetro dentro del líquido de densidad conocida en tres puntos diferentes de la escala a calibrar, preferiblemente 10 %, 50 %, y 90 %, y siempre colgando por debajo de la balanza para obtener su valor de masa sumergida o masa húmeda.

La figura muestra la forma en la que el hidrómetro es sumergido en el líquido utilizado para la medición; del mismo modo, el recuadro muestra la forma como se comporta el líquido en presencia del material con el cual fue construido el hidrómetro, a esto se le llama menisco y es la curvatura producida por la tensión superficial del líquido ante el material del hidrómetro; el menisco produce un efecto de falsa lectura del valor de medición. Cuando se ajusta el líquido al nivel de medición adecuado se debe tener cuidado en obtener la lectura de forma correcta



Importante:

Es importante que el laboratorio de calibración controle los gradientes de temperatura tanto verticales como horizontales (gradientes espaciales) en el líquido de referencia en densidad, al igual que la estabilidad de temperatura previo y durante la calibración, permitiendo que el hidrómetro se ambiente apropiadamente, y que la temperatura se mantenga estable durante la calibración (gradiente temporal). El valor de los gradientes espaciales y temporales depende de la incertidumbre requerida en la calibración.

Es muy importante que todo el sistema de medición se encuentre estable en temperatura (ambientado) para obtener los mejores resultados en la calibración.

Es importante que el laboratorio de calibración mantenga el control metrológico de su patrón de densidad (líquido de referencia), y demuestre la trazabilidad del valor de densidad hacia las unidades del Sistema Internacional.

Anexo 12. Guía de un termómetro digital

GIL002: Termómetro digital

Instrucciones de uso

LIMARICE S.A.

Descripción:

Los termómetros digitales son instrumentos que se utilizan para medir temperatura y que tienen una pantalla digital y una sonda permanente. Son portátiles. Pueden ofrecer la temperatura en grados Fahrenheit, centígrados o Celsius. También pueden mostrar la amplitud y la escala.



Composición:

Manejo:

La sonda digital se introduce al líquido, donde se realizará la medición en grados Celsius, para lo cual se espera un tiempo aproximado de 2 minutos. Posterior a esto, en el display de cristal líquido se observa la temperatura.

Calibración:

Los termómetros deben ser calibrados usando el método de punto de hielo o el método del punto de ebullición. El método de punto de hielo es el que se usa más comúnmente. Mientras que el método del punto de ebullición es menos exacto por las variaciones que existen en elevación y presión atmosférica.

Método de Punto de Hielo

1. Llene un recipiente con hielo machucado. Agregue agua limpia de la llave hasta que el recipiente este lleno.
2. Ponga la varilla del termómetro en el hielo de tal manera que la zona sensible este completamente sumergida. Espere 30 segundos.
3. Si la temperatura no mide 32 °F, entonces asegure la tuerca de calibración con una llave y mueva la cabeza del termómetro hasta que lea 32°F.

Método de Punto de Ebullición

1. Hierva agua limpia de la llave en una olla profunda.
2. Ponga la varilla del termómetro en el agua hirviendo. Asegúrese de que la zona sensible está completamente sumergida. Espere 30 segundos.
3. Si la temperatura no mide 212 °F, asegure la tuerca de calibración con una llave y mueva la cabeza del termómetro hasta que lea 212°F.

Anexo 13. Manual de mantenimiento de la bomba sumergible

MML001: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA SUMERGIBLE

LIMARICE S.A.

PRECAUCIONES

**Peligro:**

Desconecte y bloquee la energía eléctrica antes de instalar la bomba o realizar el mantenimiento de la unidad.

**Advertencia:**

Respete siempre las pautas de seguridad al trabajar con la bomba. Asegúrese de que la unidad no pueda rodar o caer y ocasionar daños personales o materiales.

Enjuague la unidad completamente con agua limpia antes de trabajar con ella.

Enjuague los componentes con agua después de desmontarlos.

Asegúrese de seguir los requisitos siguientes:

Compruebe si existe riesgo de explosión antes de soldar o de utilizar herramientas eléctricas.

Deje que todos los componentes del sistema y de la bomba se enfríen antes de manipularlos.

Asegúrese de que el producto y sus componentes se hayan limpiado a fondo.

No abra ninguna válvula de ventilación o de drenaje ni retire ningún tapón mientras el sistema esté presurizado. Asegúrese de que la bomba esté aislada del sistema y de que haya liberado la presión antes de desmontarla, retirar los tapones o desconectar las tuberías.

INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO:

Durante el mantenimiento y antes de volver a montarlo, recuerde realizar siempre las tareas siguientes:

- Limpie todas las piezas a fondo; en especial los surcos de la junta tórica.
- Cambie todas las juntas tóricas, juntas y arandelas de sellado.
- Engrase todos los muelles, tornillos y juntas tóricas.

Para una protección contra la corrosión óptima, es necesario recubra las juntas tóricas y las superficies adyacentes con Exxon Mobil Unirex N3 o equivalente

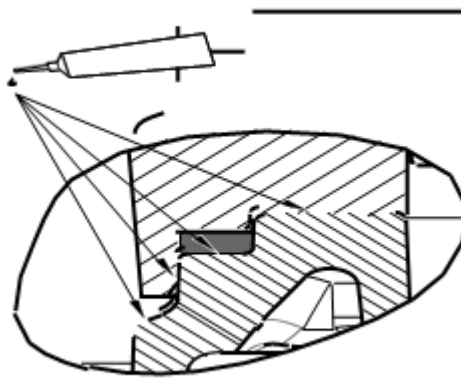


Imagen 1: Ejemplo de superficies adyacentes a juntas tóricas

Durante el nuevo montaje, compruebe siempre que las marcas de referencia están alineadas.

Una vez rearmada la unidad del motor debe someterse a una prueba de aislamiento y una vez rearmada la bomba siempre debe funcionar en modo de prueba antes del funcionamiento normal.

VALORES DEL PAR DE APRIETE

Los tornillos y las tuercas deben lubricarse para que puedan alcanzar el par de apriete correcto. Las roscas de los tornillos que vayan a utilizarse en acero inoxidable deben recubrirse con los lubricantes apropiados para prevenir su agarrotamiento.

MANTENIMIENTO

Las inspecciones regulares y el mantenimiento de la bomba garantizan un funcionamiento más seguro.

Tipo de mantenimiento	Objetivo	Intervalo de inspección
Inspección	Para evitar interrupciones del funcionamiento y averías de la máquina. Las medidas para garantizar el rendimiento y la eficiencia de la bomba se definen y establecen para cada aplicación individual. Pueden incluir aspectos como el nivelado del impulsor, el control y la sustitución de las piezas de desgaste, el control de los ánodos de zinc y la supervisión del estator.	Dos veces al año
Revisión general	Para comprobar que el producto tiene una larga vida útil. Incluye la sustitución de los principales componentes y las medidas tomadas durante una inspección.	Todos los años, en condiciones de funcionamiento normales

Nota:

Puede ser necesarios intervalos más cortos cuando las condiciones de funcionamiento son extremas; por ejemplo, con aplicaciones muy agresivas o corrosivas, o cuando las temperaturas del líquido exceden de 40 °C (104 °F).

INSPECCIÓN

Las inspecciones regulares y el mantenimiento de la bomba garantizan un funcionamiento más seguro.

Elemento de mantenimiento	Acción
Piezas visibles en la bomba y la instalación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe que todos los tornillos, pernos y tuercas estén bien apretados. 2. Compruebe el estado de la carcasa de la bomba, el filtro, la cubierta, las asas de elevación, los pernos de ojo, las cuerdas, las cadenas y los cables. 3. Compruebe si hay piezas desgastadas o deterioradas. 4. Ajuste o sustituya las que lo necesiten.
Tubos, válvulas y otros equipos periféricos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe si hay piezas desgastadas o deterioradas. 2. Ajuste o sustituya las que lo necesiten.

Elemento de mantenimiento	Acción
Impulsor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe si hay piezas desgastadas o deterioradas. 2. Ajuste o sustituya las que lo necesiten. <p>El desgaste del impulsor o de las piezas próximas requiere el ajuste fino del impulsor o la sustitución de las piezas gastadas.</p>
Aceite	<p>Compruebe el aceite:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tome una muestra de aceite. 2. Si el aceite contiene partículas, reemplace el sello mecánico. Acuda a un taller de servicio autorizado. <p>Asegúrese de que el volumen está lleno hasta el nivel correcto. Una cantidad de agua más pequeña no es dañina para el sello mecánico.</p>
Entrada del cable	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe que se cumplen los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> • La entrada de cables debe estar apretada con firmeza en su posición más baja. • Versión MSHA de la bomba: La entrada de cables debe estar apretada para que la holgura entre el tornillo del casquillo y la cubierta MSHA sea de >3,175 mm (1/8 pulg.). Use un calibrador de separaciones para comprobar el espacio. • Versión MSHA de la bomba: El tornillo del casquillo se bloquea para que no gire mediante un tornillo y una arandela. • El manguito de junta y las arandelas deben concordar con el diámetro exterior de los cables. 2. Corte un trozo del cable de manera que el manguito de junta obture en una nueva posición del cable. 3. Vuelva a colocar manguito de juntas si es necesario.

Elemento de mantenimiento	Acción
Volumen de inspección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe que el tornillo de inspección esté bien apretado. 2. Extraiga el tornillo de inspección. 3. Drene todo el líquido, en caso necesario. 4. Si hay aceite en el volumen de inspección, vacíe el aceite y vuelva a comprobarlo después de una semana. Si vuelve a haber aceite en el volumen de inspección, reemplace el sello mecánico. Acuda a un taller de servicio autorizado. 5. Si hay agua en el volumen de inspección, compruebe que la junta tórica del tornillo de inspección no esté dañada.
Cable	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustituya el cable si la camisa exterior está dañada. 2. Asegúrese de que los cables no estén doblados ni aplastados.
Sistema de refrigeración	Si el flujo se ha restringido parcialmente en el sistema, aclárelo y límpielo.
Sensores de nivel u otros equipos de detección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe la funcionalidad. 2. Repare o sustituya los componentes estropeados. 3. Limpie y ajuste el equipo.
Equipo de arranque	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe su estado y funcionamiento. 2. Si es necesario, acuda a un electricista.
Resistencia de aislamiento en el estator	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compruebe el aislamiento entre: <ul style="list-style-type: none"> • Fase-fase en el estátor • Phasetierra El aislamiento debería ser > 1 megaohmio. Utilice un megóhmetro de 1000 V CC para probar el aislamiento. 2. Si el valor resultante es < 1 megaohmio, acuda a un taller de servicio autorizado.

REVISIÓN GENERAL

A modo de revisión general, y además de las tareas que se indican en "Inspección", lleve a cabo esta acción.

Elemento de mantenimiento	Acción
Cojinete auxiliar y principal	Cambie los cojinete usados por cojinetes nuevos.
Sello mecánico	Coloque unidades de sellado nuevas.

CAMBIE EL ACEITE

Se recomienda usar un aceite de parafina con una viscosidad similar a ISO VG32. La bomba se suministra de fábrica con este tipo de aceite. En aplicaciones en las que la toxicidad tenga poca importancia, puede emplearse un aceite mineral con una viscosidad de hasta ISO VG32.



1. Tapón de inspección
2. Tornillo del aceite
3. Tapón de los pernos de ojo

Imagen 2: Símbolos

Vaciar el aceite

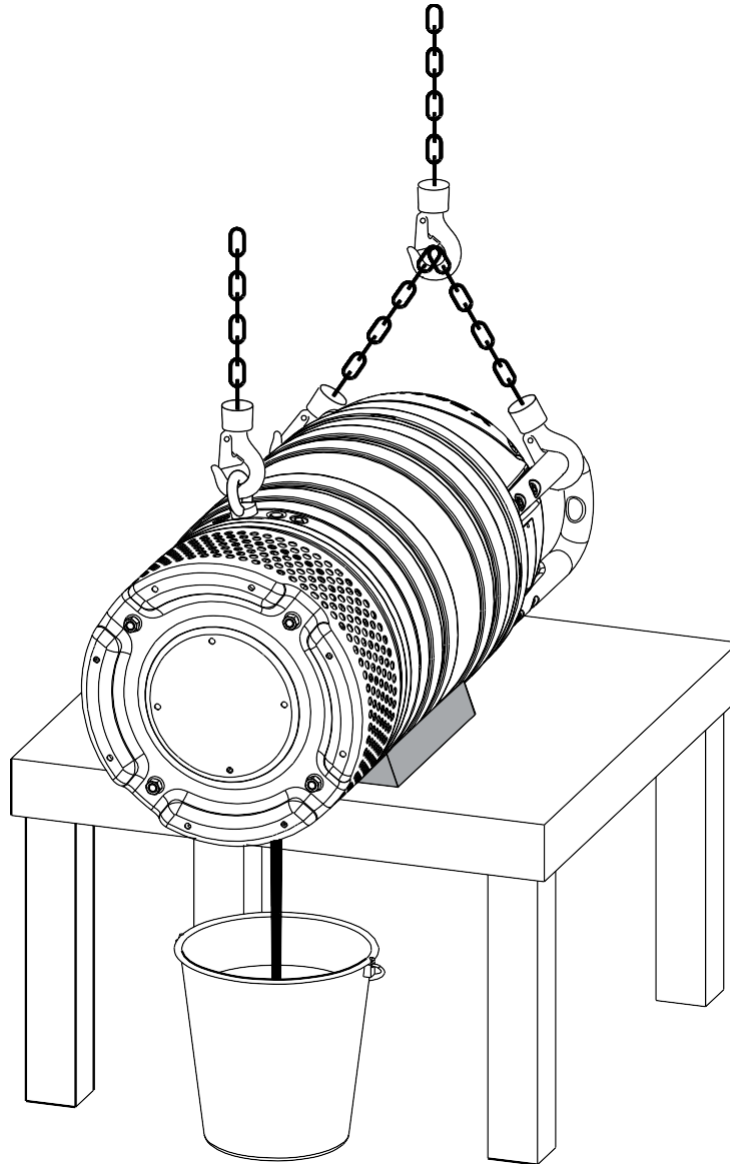
1. Ponga la bomba de lado.
Calce la bomba para impedir que ruede.
2. Retire el tornillo del aceite.
Hay dos tornillos de aceite. Puede utilizar cualquiera de los tornillos para el drenaje, pero es más fácil vaciar el aceite si se quitan ambos tornillos.



Advertencia:

El alojamiento del aceite puede estar presurizado. Coloque un trapo sobre el tapón del aceite para evitar que el aceite se pulverice.

3. Gire la bomba para que el orificio del aceite mire hacia abajo y deje que se vacíe.



Llenado del aceite

1. Vuelva a colocar la junta tórica del tornillo del aceite.
2. Vuelva a colocar uno de los tornillos del aceite y apriételo.
3. Gire la bomba para que el orificio del aceite mire hacia arriba y llene con aceite nuevo.

Llene hasta que el nivel de aceite alcance el orificio de entrada. Cantidad: 1,8 L (1,9 qt)

4. Vuelva a colocar el tapón del aceite y apriételo.

CAMBIAR EL IMPULSOR

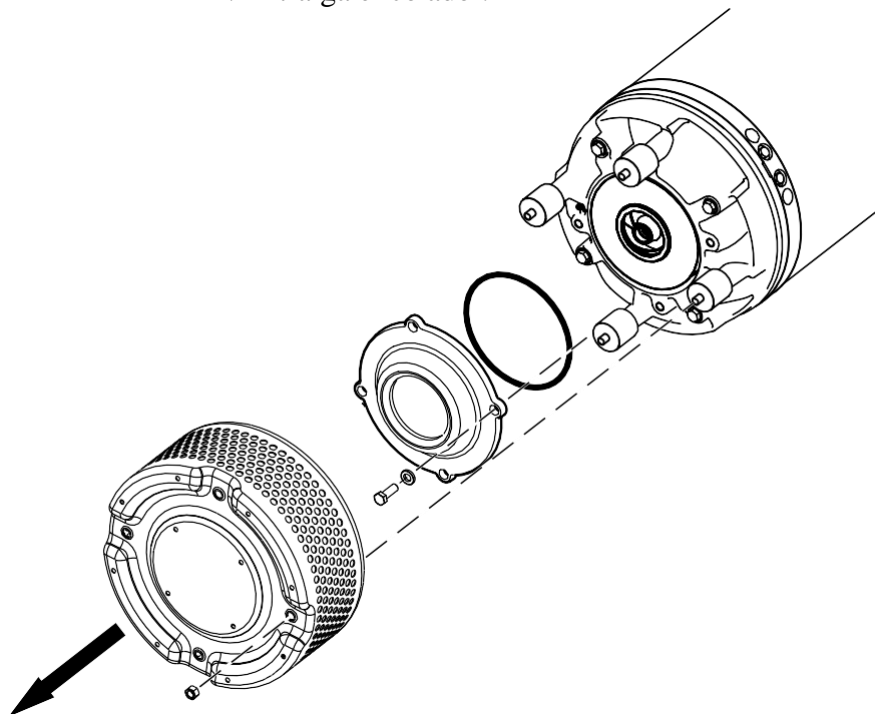
Extraiga el impulsor N, H



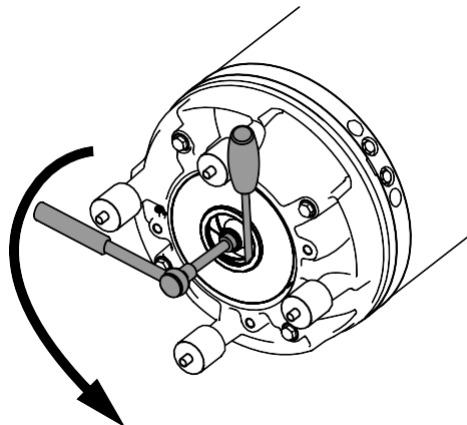
Advertencia:

Los impulsores y la carcasa de la bomba desgastados pueden tener bordes afilados. Utilice guantes protectores.

1. Extraiga el colador.

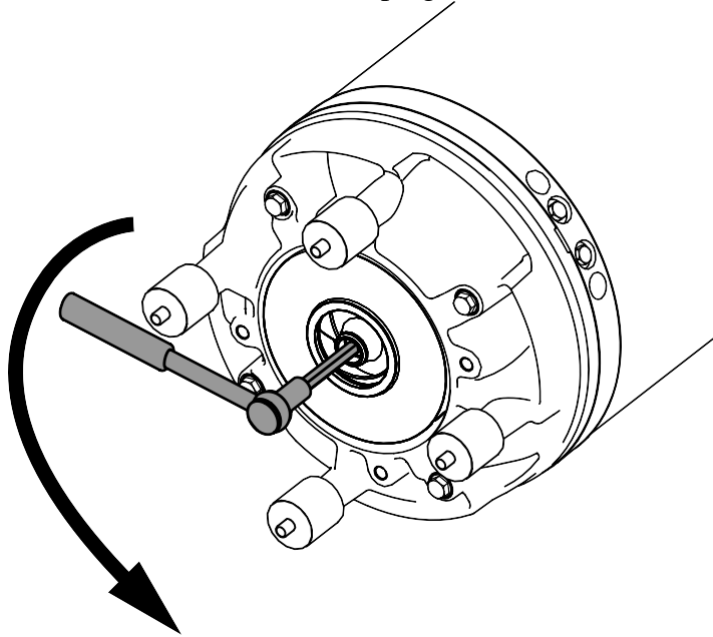


2. Extraiga la cubierta de aspiración.
3. Extraiga la junta tórica.
4. Afloje el impulsor:
 - a) Bloquee el impulsor para impedir que pueda girar.
Utilice unos alicates, un destornillador u otra herramienta.



- b) Extraiga el tornillo y la arandela del impulsor.

5. Saque el impulsor:
 - a) Bloquee el impulsor para impedir que pueda girar.
Utilice unos alicates, un destornillador u otra herramienta.
 - b) Gire el tornillo de ajuste hacia la izquierda hasta que el impulsor se suelte del eje.
Utilice un adaptador de punta hexagonal (llave Allen) de 12 mm con una extensión de 100 mm (4 pulgadas).



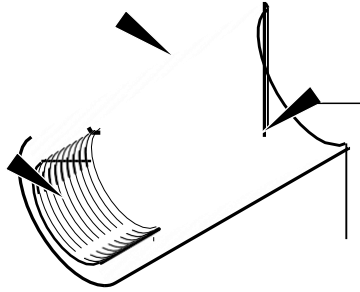
- c) Extraiga el impulsor.

Instale el impulsor N, H

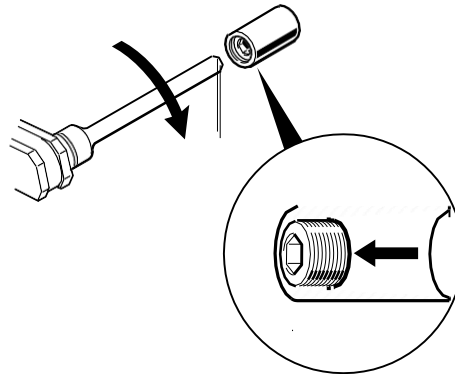
1. Prepare el eje:
 - a) Pula las imperfecciones con una lija fina.
El extremo del eje debe estar limpio y carecer de rebabas.
 - b) Recubra las superficies cónica interior y cilíndrica exterior, así como la rosca del manguito cónico con una fina capa de grasa.
La lubricación correcta es con grasa para cojinetes, por ejemplo, Exxon Mobil Unirex N3, Mobil Mobilith SHC 220 o equivalente.

NOTA:

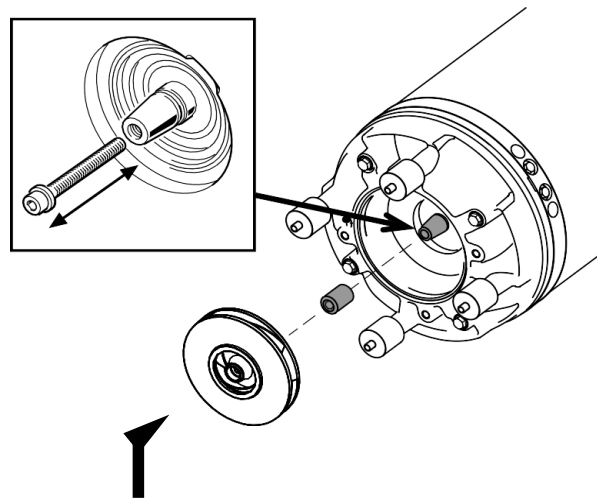
La grasa sobrante puede hacer que la hélice se afloje. Retire el exceso de grasa de las superficies cónicas o cilíndricas de los ejes o manguitos.



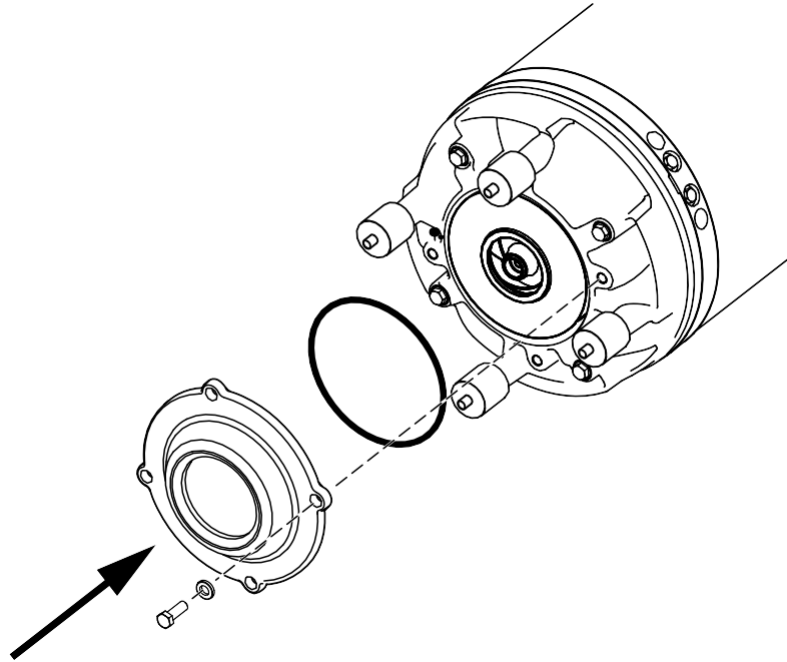
2. Alinee el extremo del tornillo de ajuste con el borde del manguito cónico para que queden enrasados.



3. Engrase las roscas del impulsor y la arandela.
La lubricación correcta del tornillo y la arandela es con grasa para el conjunto de pernos, etc., por ejemplo, Kluber ALTEMP Q NB 50 o equivalente.
4. Compruebe que el tornillo del impulsor esté limpio y sea fácil de atornillar en el extremo del eje.
Esto es para evitar que el eje gire con el tornillo del impulsor.
5. Monte el manguito cónico en el impulsor.
Asegúrese de que el manguito cónico descansa sobre el impulsor.

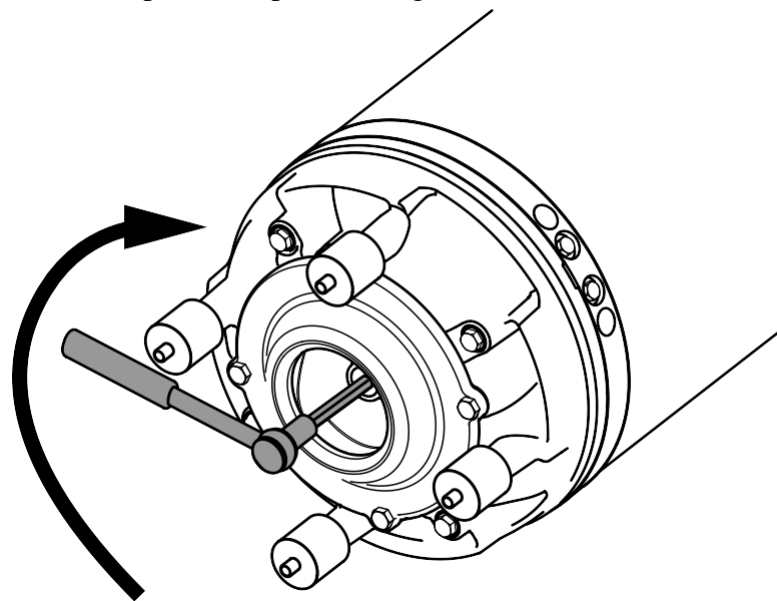


6. Monte el impulsor con el manguito cónico en el eje.
Asegúrese de que el manguito cónico descansa sobre el impulsor.
7. Monte la cubierta de succión con su junta tórica y apriétela. Par de apriete: 76 Nm (57 pies-libras)



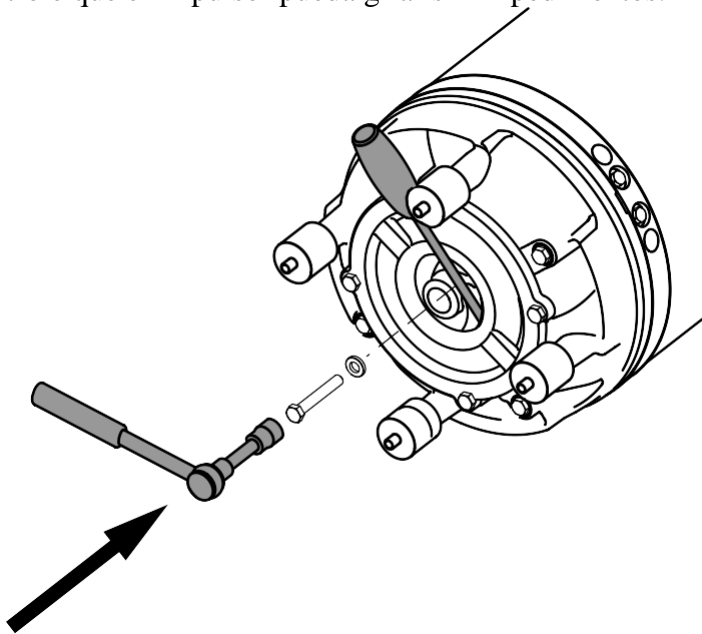
8. Gire el tornillo de ajuste hacia la derecha hasta que el impulsor entre en contacto con la cubierta de aspiración. Apriete un 1/8 de vuelta más, 45°.

Así quedará asegurado el espacio de separación correcto entre el impulsor y la cubierta de aspiración en la siguiente fase del trabajo. Utilice un adaptador de punta hexagonal (llave Allen) de 12 mm.

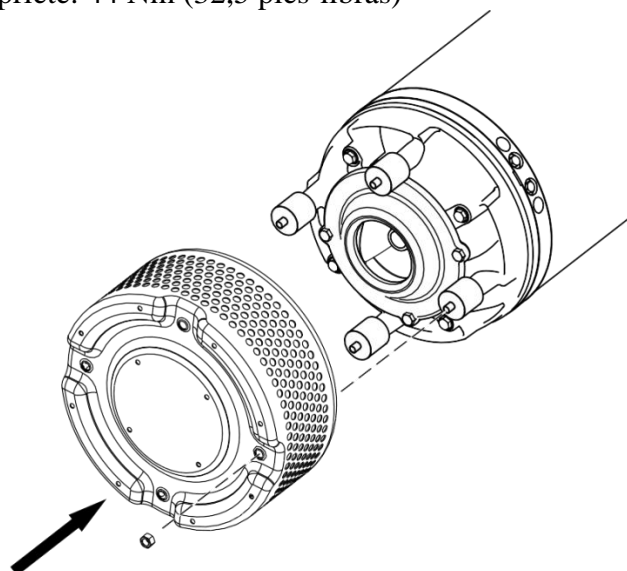


9. Asegure el impulsor:

- a) Coloque la arandela en el tornillo del impulsor.
- b) Bloquee el impulsor para impedir que pueda girar.
Utilice unos alicates, un destornillador u otra herramienta.
- c) Apriete el tornillo del impulsor.
Par de apriete: 76 Nm (57 pies-libras)
- d) Apriete un 1/8 de vuelta más, 45°.
El tornillo se cargará hasta su límite de elasticidad y la capacidad de carga de la junta será superior.
- e) Controle que el impulsor pueda girar sin impedimentos.



10. Monte el colador y las tuercas.
Par de apriete: 44 Nm (32,5 pies-libras)



Anexo 14. Manual de mantenimiento del compresor

MML002: MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR ELECTRÓNICO Y MECÁNICO

LIMARICE S.A.

Tenga en cuenta las siguientes indicaciones para el mantenimiento.
De esta manera, conseguirá las mejores condiciones para una larga vida útil y un funcionamiento sin fallos de su compresor.



Atención:

Antes de cada trabajo de mantenimiento o al subsanar una avería, es imprescindible desconectar el compresor con el interruptor ON/OFF. A continuación, interrumpir el suministro eléctrico y dejar el compresor completamente "sin presión" (p. ej., con una pistola de soplado que se conecta al acoplamiento rápido, se elimina "soplado" toda la presión del depósito; no dirigir la pistola de soplado hacia personas ni animales).

INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

Los intervalos de mantenimiento son aplicables para condiciones de funcionamiento "normales" (temperatura ambiente, humedad del aire y carga). En caso de que las condiciones de uso sean extremas, dichos intervalos se reducen proporcionalmente. Procure que las aletas de refrigeración del cilindro, la culata y el refrigerador de salida estén libres de polvo.

Tras un tiempo de funcionamiento de aprox. 10 horas, se deberán reapretar todas las uniones atornilladas accesibles desde el exterior, sobre todo los tornillos de cabeza cilíndrica (par de apriete 20 Nm).

Acción	Intervalos
Filtro de aspiración: Comprobación: Soplar: Cambiar:	- Semanalmente. - Cada 50 horas de servicio. - En caso necesario; una vez al año.
Control de nivel de aceite: Cambio de aceite: 1. Cambio de aceite: Aceite mineral: Aceite sintético:	- Después de 50 horas de servicio. - Una vez al año. - Cada dos años.
Limpieza de la válvula antirretorno:	- Anualmente: Atención: El depósito está bajo presión; ¡evacuar antes la presión!
Comprobar las uniones atornilladas:	- Cada 500 horas de servicio.

FILTRO DE ASPIRACIÓN

La limpieza efectiva del aire ambiente aspirado es uno de los requisitos más importantes para una larga vida útil del compresor. La pieza insertada para el filtro de aspiración deberá soplarse después de unas 50 horas de servicio con una pistola de soplado o sustituirse en caso necesario.

¡Importante! No poner nunca el compresor en funcionamiento sin filtro de aspiración.

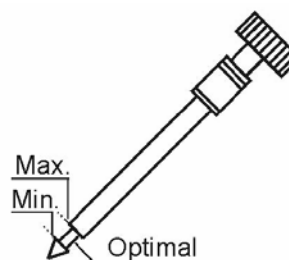
Consejo: El control periódico del filtro de aspiración es especialmente necesario en los trabajos de lijado y de aplicación de pinturas.

CONTROL DE NIVEL DE ACEITE Y CAMBIO DE ACEITE

Control del nivel de aceite

Antes de cada puesta en servicio, controle el nivel de aceite en la varilla de medición (pos. 15).

Si el nivel de aceite se encuentra entre la marca de mínimo y la marca de máximo, el grupo de compresión tiene el nivel de aceite óptimo (véase también la figura).



Cambio de aceite

El primer cambio de aceite debería realizarse después de 50 horas de servicio.

Cambios de aceite siguientes:

- En el caso de aceite mineral para compresores, una vez al año.
- En el caso de aceite sintético para compresores, cada dos años.

Cuidado, ¡peligro de quemarse con el aceite caliente!

- Poner el compresor en marcha para que se caliente.
- Apagar el compresor en el interruptor de conexión/desconexión. A continuación, extraer el enchufe de red.
- Colocar un recipiente colector apropiado para el aceite usado.
- Extraer la varilla de medición de aceite.
- Enroscar el tornillo de purga de aceite.
- Extraer todo el aceite.

En condiciones de servicio desfavorables, es posible que entren condensados en el aceite. En ese caso, el aceite presenta una coloración lechosa y debe cambiarse inmediatamente. Procure eliminar de forma ecológica el aceite usado.

Importante: ¡El aceite sintético y el aceite mineral no deben mezclarse bajo ningún concepto! Se debe evitar a toda costa un llenado excesivo.

TABLA DE LUBRICANTES

Aceite mineral para compresores			
Proveedor	Denominación	N.º art.	Envase
Schneider Druckluft	Aceite especial para compresores de pistón móviles	B 111 005	0,75 l
Aceite sintético para compresores			
Proveedor	Denominación	N.º art.	Envase
Schneider Druckluft	Aceite sintético para compresores SD 555	B 111 006	3,0 l

CONDENSADO



Atención: Los condensados contienen contaminantes del agua. La cantidad de condensado formado depende de la carga y de la temperatura ambiente del compresor.

Depósito:

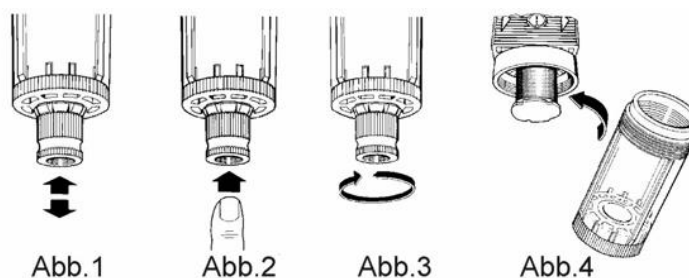
El condensado se acumula en el fondo del depósito.

Se debe vaciar de forma periódica, preferiblemente después de cada uso.

Para ello, abra vuelta y media la válvula de purga de condensado y deje que el condensado salga bajo presión (máximo 2 bar).

Reductor de la presión del filtro:

Evacuación del condensado y limpieza del filtro:



Si la válvula de purga de condensado se encuentra en posición central (Abb. 1), la válvula funciona de forma semiautomática. Si no hay presión, saldrá el condensado. Si se presiona la válvula de purga de condensado (Abb. 2), el condensado saldrá "bajo presión". Para bloquear completamente la válvula, la válvula de purga de condensado se debe girar en el sentido contrario al de las agujas del reloj (Abb. 3). Para limpiar el inserto filtrante, se debe desmontar el depósito del reductor de la presión del filtro cuando está sin presión (Abb. 4). El tornillo de fijación para el inserto filtrante debe enroscarse manualmente en el sentido contrario al de las agujas del reloj. En ese momento se puede retirar el inserto filtrante.

VÁLVULA ANTIRRETORNO

La pieza insertada para la válvula anti retorno se debe limpiar una vez al año; o bien debe ser sustituida.



Atención: Antes de abrir la válvula anti retorno, el compresor completo (incluido el depósito) se debe dejar sin presión (es imprescindible).

Si el disco de goma de la pieza insertada de la válvula anti retorno está demasiado desgastado, se debe cambiar la pieza insertada completa de la válvula anti retorno. Si no es posible limpiar el asiento del disco de goma en la válvula anti retorno, se debe sustituir la válvula anti retorno completa.

UNIONES ATORNILLADAS

Compruebe cada 500 horas de servicio que las uniones atornilladas (p. ej., tornillos de cabeza cilíndrica) están bien apretadas.

Anexo 15. Manual de mantenimiento del condensador

MML003: MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL CONDENSADOR
LIMARICE S.A.

Es obligatorio realizar un programa de mantenimiento, correctamente planificado, llevarlo a cabo y mantener registros de todas las intervenciones realizadas.

¡ATENCIÓN! Realizar una inspección después de las primeras 24 horas de funcionamiento o después de haber estado un tiempo fuera de servicio.

Las inspecciones y tareas de mantenimiento principales son las siguientes:

1. Inspección general del condensador para detectar cualquier ruido o vibración.
2. Comprobar que ningún objeto obstruya las entradas y salidas de aire.
3. Comprobar que no existen fugas en las conexiones de agua ni en las del refrigerante.
4. Controlar el nivel del agua en la balsa durante el funcionamiento y regularlo si fuera necesario.
5. Comprobar el funcionamiento de la válvula de flotador.
6. Limpiar el filtro de la balsa en la aspiración de la bomba.
7. Vaciar completamente la balsa de agua y limpiarla a fondo.
8. Si existen, comprobar el estado y funcionamiento de las compuertas de sobrepresión.
9. Desmontar los elementos separadores de gotas y limpiarlos.

10. Verificar y limpiar las toberas pulverizadoras y el serpentín de condensación del refrigerante.

Anexo 16. Manual de mantenimiento de agitadores

MML004: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE AGITADORES
LIMARICE S.A.

GENERALIDADES

Este agitador, como cualquier otra máquina, requiere un mantenimiento. Las instrucciones contenidas en este manual tratan sobre la identificación y reemplazamiento de las piezas de recambio. Las instrucciones han sido preparadas para el personal de mantenimiento y para aquellas personas responsables del suministro de las piezas de recambio.



Todo el material cambiado debe ser debidamente eliminado/reciclado según las directivas vigentes en cada zona.



Desconectar SIEMPRE el agitador antes de empezar los trabajos de mantenimiento.

Comprobar el cierre mecánico

Comprobar periódicamente que no existan fugas en la zona de delante del motor. En caso de fugas a través del cierre mecánico, reemplazarlo siguiendo las instrucciones descritas en el apartado Montaje y Desmontaje.

ALMACENAMIENTO

Antes de almacenar el agitador ésta debe estar completamente vacío de líquidos. Evitar en lo posible la exposición de las piezas a ambientes excesivamente húmedos.

LIMPIEZA



El uso de productos de limpieza agresivos como la sosa cáustica y el ácido nítrico pueden producir quemaduras en la piel.

Utilizar guantes de goma durante los procesos de limpieza.



Utilizar siempre gafas protectoras.

Si el agitador está instalado en un sistema provisto de proceso CIP, el desmontaje del agitador no es necesario.

Si no está previsto el proceso de limpieza automático, desmontar el agitador como se indica en el apartado Montaje y Desmontaje.

Soluciones de limpieza para procesos CIP.

Utilizar únicamente agua clara (sin cloruros) para mezclar con los agentes de limpieza:

- a) Solución alcalina:** 1% en peso de sosa cáustica (NaOH) a 70°C (150°F)
1 Kg NaOH + 100 l. de agua = solución de limpieza
o
- b) Solución ácida:** 0,5% en peso de ácido nítrico (HNO₃) a 70°C (150°F)
0,7 litros HNO₃ al 53% + 100 l. de agua = solución de

Controlar la concentración de las soluciones de limpieza, podría provocar el deterioramiento de las juntas de estanquidad del agitador.

Para eliminar restos de productos de limpieza realizar SIEMPRE un enjuague final con agua limpia al finalizar el proceso de limpieza.

DESMONTAJE/MONTAJE DEL AGITADOR

Desmontaje

Desmontar el agitador de la válvula de paso directo al que está montado a través de la tuerca (45). Desmontar el elemento agitador (02,02A) desenroscándolo del eje agitador (05). Sacar el eje (05) por detrás del motor (93) deslizándolo por su eje hueco. Primero girar adecuadamente el pasador (56A) junto con el gira-eje (05A) del final de éste. Desmontar el tubo salida con purga (01) que está unido al motor mediante los tornillos (51, 52 para CPG-330) y arandelas (53). Sacar el tope cierre (17), quitando antes los espárragos allen (55). Sacar la parte giratoria del cierre mecánico (08). Quitar la tapa cierre (09) junto con su junta tórica (80A). Sacar la parte fija del cierre mecánico (08).

Montaje

Poner la junta tórica (80A) dentro de la tapa cierre (09). Colocar la tapa cierre (09) dentro del alojamiento de la brida del motor (93). Entrar cuidadosamente la parte fija del cierre mecánico (08) en el alojamiento de la tapa cierre (09). Seguidamente, deslizar la parte giratoria del cierre mecánico (08) sobre el eje del motor. Colocar el tope cierre (17) hasta tocar al eje del motor, y fijar los espárragos allen (55). Entrar el eje agitador (05) a través del eje hueco del motor de la parte posterior de éste. Entrar el tubo salida con purga (01) y fijarlo al motor a través de los tornillos (51, 52 para CPG-330) y arandelas (53). Finalmente, montar las palas plegables (02,02A) roscándolas al eje agitador (05).

Anexo 17. Manual de mantenimiento del tecele

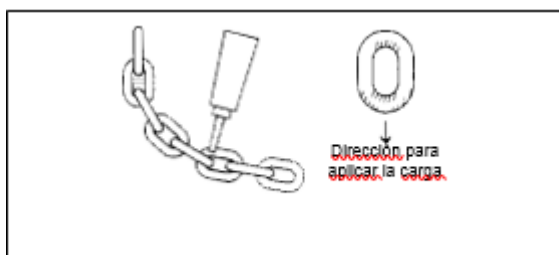
MML005: MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL TECLE

LIMARICE S.A.

LUBRICACIÓN

Cadena de carga

- Para tener una vida más larga, la cadena debe estar lubricada.
- La lubricación de la cadena de carga se debe efectuar después de limpiarla con una solución limpiadora no ácida.
- Aplique grasa lubricante KITO (No. de parte. ER1BS1951) o una grasa equivalente de litio general industrial, NLGI No. 0, a las superficies de soporte de los eslabones de la cadena de carga como se indica en las áreas sombreadas en la Figura 6-1. También aplique grasa a las áreas de la cadena de carga (áreas sombreadas en la Figura 6-1) que hacen contacto con la polea de carga. Asegúrese de que la grasa se aplique a las áreas de contacto en las bolsas de la polea de carga.
- Se puede usar el aceite de máquina o engrane (grado ISO VG 46 o 68 o equivalente) como un lubricante alternativo, pero se debe aplicar más frecuentemente.



- La cadena se debe lubricar cada 3 meses (más frecuentemente con uso más pesado o condiciones severas).
- Para ambientes polvorientos, es aceptable sustituir con lubricante seco.

Componentes de los ganchos y la suspensión

Ganchos - Los rodamientos se deben limpiar y lubricar cuando menos una vez al año en uso normal. Limpie y lubrique más frecuentemente para uso pesado y condiciones severas.

Pasadores de suspensión - Lubrique el pasador de la cadena y el pasador superior cuando menos dos veces por año en uso normal, más frecuentemente en uso pesado o condiciones severas.

Aplicación de grasa en los engranes

- Retire la pieza B como se explica en la Sección 6.3.
- Retire la grasa usada y cámbiela por grasa nueva (NLGI No. 2), en la inspección

anual.

- El rango de temperatura para la grasa estándar es -20°C (-4°F) a + 60°C (140°F). Si el polipasto/ tecla de cadena se usa a temperaturas por debajo de los -20°C (-4°F) o por encima de 60°C (140°F), consulte al fabricante o distribuidor dado que algunas piezas deberán cambiarse.

Lubricación general			
Partes que deben lubricarse	Nombre del aceite	Cantidad de lubricación y método de lubricación	Frecuencia de la lubricación
Partes del freno mecánico: Disco del trinquete, pasador del trinquete, partes de tornillo del piñón	Para máquina o aceite del engranaje	Limpie el aceite con un paño desechable después de aplicar la cantidad apropiada de aceite.	Cuando la palanca manual se vuelva extremadamente pesada en las operaciones de descenso.

DESMONTAJE, MONTAJE Y AJUSTE

Aviso

- 1) Realice el desmontaje o montaje apropiado conforme con este manual.
- 2) El polipasto/tecla de cadena utiliza placas de fricción secas, estas no deben lubricarse.
- 3) No extienda la cadena de carga.
- 4) Retire la grasa vieja de las partes desmontadas.
- 5) Cambie los componentes con las partes aprobadas por KITO.
- 6) Para volver a ensamblar, aplique grasa nueva y use una nueva chaveta y anillo de fijación.

Herramientas

Se requieren las siguientes herramientas para el montaje y desmontaje del polipasto/tecla de cadena.

Herramientas requeridas para el desmontaje del polipasto/tecla de cadena	
Herramienta	Operación
1. Pinzas para el anillo de fijación	Abertura de un anillo de fijación
2. Llaves de cubo métricas	Tuercas ranuradas
3. Llaves hexagonales métricas (Llaves Allen)	Tornillos con cabeza de casquillo
4. Llaves métricas	Pernos y tuercas
5. Desarmador Phillips	Tornillos para metales
6. Alicates (De punta)	Chavetas
7. Martillo de cabeza suave (Punta	

roma)	
8. Bloques de madera	Polipasto/tecle de cadena elevado

DESMONTAJE DEL POLIPASTO/TECLE CE CADENA

Proceda como sigue (**Nota: Las cifras entre paréntesis son los números de Figura en la Lista de Partes**):

- 1) Oriente un polipasto/tecle de cadena con la cubierta de la rueda hacia arriba.
- 2) Desatornille los tres tornillos [38] (con las rondanas de resorte [39]) que unen la cubierta de la rueda [37].
- 3) Retire la cubierta de la rueda [37] del cuerpo A [10].
- 4) Inserte un eslabón vertical de la cadena manual [43] dentro de la muesca de la rueda manual [33] y retire la cadena manual girando la rueda manual en sentido contrario a las manecillas del reloj.

NOTA: Coloque la muesca de la rueda manual del lado derecho.

- 5) Jale la chaveta [36] hacia fuera del pasador de tope de la rueda [35] y retire el pasador de tope de la rueda [34] fuera del piñón [14].
- 6) Retire la rueda manual [33] del piñón [14] girando la rueda manual en sentido contrario a las manecillas del reloj.

NOTA: Si la rueda manual está muy apretada como para girarla manualmente, coloque nuevamente la cadena manual sobre la rueda manual y jale de la misma hacia abajo con fuerza. Esto liberará el freno.

- 7) Retire las dos placas de fricción [32], el disco del trinquete [30] y el buje [31] fuera del disco de fricción [29].
- 8) Retire el disco de fricción [29] fuera del piñón [14] girando en sentido contrario a las manecillas del reloj el extremo del piñón con ayuda de los dedos.
- 9) Retire el anillo de fijación [28] fuera del pasador del trinquete [24] (en el cuerpo A [10]) y después retire el trinquete [27] y el resorte del trinquete [26].
- 10) Desatornille el pasador del trinquete [24].

NOTA: El pasador del trinquete se fija con la tuerca U [25].

- 11) Desatornille los cuatro pernos de enchufe [22, 22-A] que conectan el cuerpo A [10] y B [11].

NOTA: Cuatro pernos de enchufe están fijos con las tuercas U [23] del lado del cuerpo B.

- 12) Separe los cuerpos A [10] y B [11].
- 13) Tome el rodamiento de bola A [15] y C [17-A] fuera del cuerpo A [10] (únicamente si necesita cambiarse el rodamiento).
- 14) Retire el gancho superior [1] y el pasador superior [3] fuera del cuerpo

B [11].

15) Retire el piñón [14], la guía de cadena [20] (o guía de rodillos [20-A]), el dispositivo desforrador [21], el pasador del extremo [40] y la cadena de carga [42].

16) Retire el armazón [13].

17) Tome la polea de carga [18] fuera del engrane de carga [19].

18) Retire el engrane de carga [19].

19) Desatornille el perno de enchufe de impacto [41] fuera del cuerpo B [11].

20) Jale la chaveta [9] fuera de la tuerca ranurada [8] y retire la tuerca ranurada y el pasador de cadena [7] fuera del gancho inferior [4].

CONJUNTO DEL POLIPASTO/TECLE DE CADENA

Advertencia

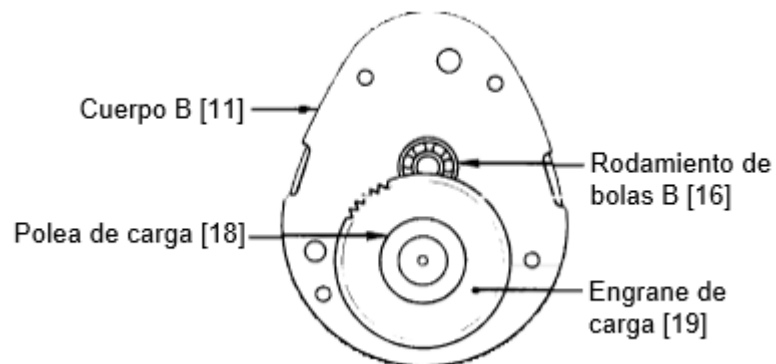
- Inspeccione y reemplace cualquier parte dañada o desgastada.
- Asegure con firmeza todas las tuercas, pernos y chavetas.
- Cambie todas las chavetas y anillos de retención.

Conjunto

1) Limpie la grasa usada del cuerpo B [11] y el armazón [13].

2) Aplique garsa nueva al rodamiento de bolas B [16] y C [17] en el cuerpo B [11].

3) Inserte la polea de carga [18] dentro del engranaje de carga [19] y colóquelos juntos en el rodamiento de bolas C [17].

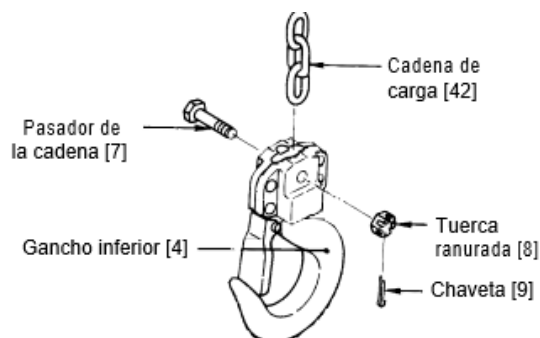


4) Aplique grasa nueva en el engranaje de carga [19].

5) Coloque el armazón [13] sobre el cuerpo B [11] conforme al patrón.

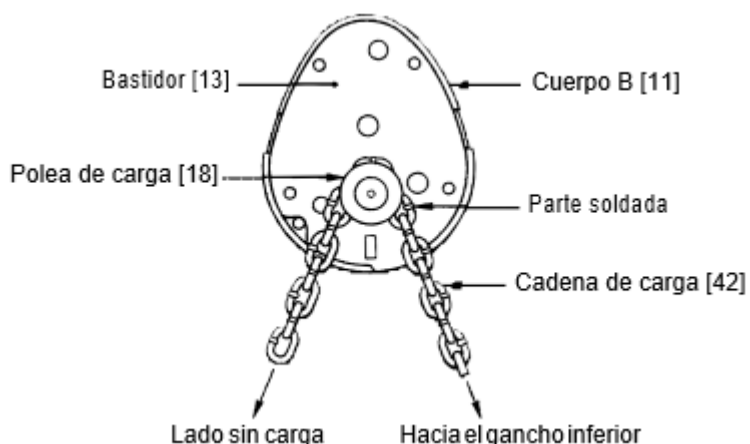
6) Inserte el extremo de la cadena de carga [42] en el gancho inferior [4] y fíjelo con el pasador de cadena [7], la tuerca ranurada [8] y la chaveta [9].

ADVERTENCIA: Doble siempre la chaveta de manera segura.



7) Coloque la cadena de carga [42] sobre la polea de carga [18] de modo que el lado del gancho inferior quede a la derecha y el eslabón final del otro lado quede en posición vertical con respecto a la bolsa de la polea de carga.

ADVERTENCIA: Ponga la parte unida con soldadura del eslabón de la cadena vertical orientada hacia fuera.



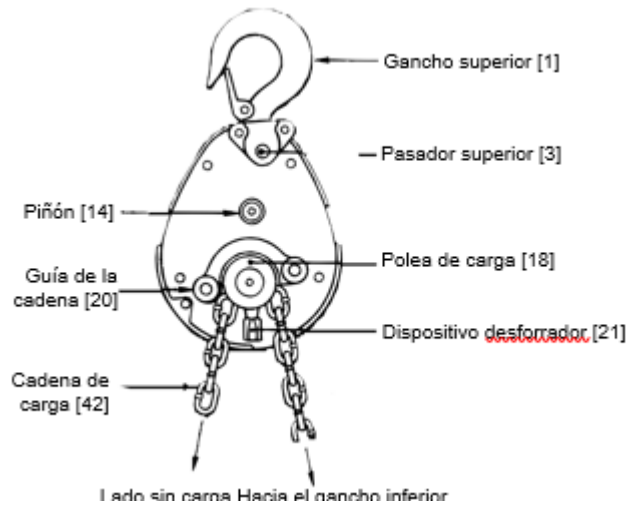
8) Ponga la guía de cadena [20] (o para la guía de rodillos de 1/2 tonelada [20-A]) sobre el armazón [13].

ADVERTENCIA: Ajuste el reborde grande de la guía de cadena [20] dentro de los orificios del armazón [13].

9) Ponga el dispositivo desforrador [21] en el armazón [13].

10) Inserte la flecha del piñón [14] desde su lado con engranaje a través del armazón [13] y dentro del rodamiento de bolas B [16].

11) Inserte el pasador superior [3] dentro del armazón [13] y coloque el gancho superior [1] para el pasador superior.



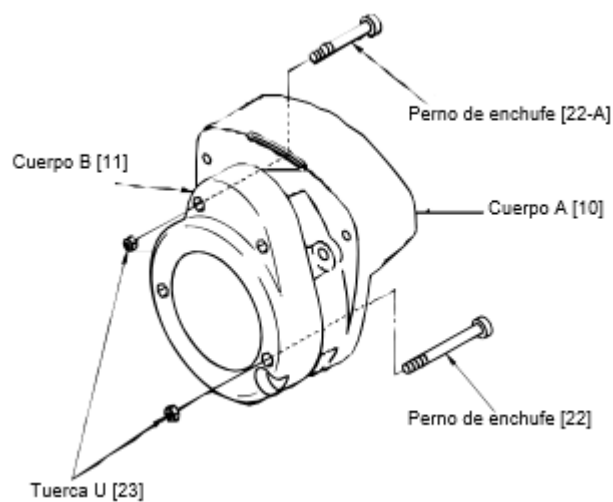
12) Limpie y engrase el rodamiento de bolas A [15] y D [17-A] e insértelo en el cuerpo A [10] (si lo está cambiando).

13) Ponga el cuerpo A [10] con los rodamientos de bolas [15, 17-A] por la parte inferior del cuerpo B [11].

ADVERTENCIA: Asegúrese que cada parte se haya ajustado completamente entre el cuerpo A [10] y el armazón [13].

14) Inserte cuatro pernos de enchufe [22, 22-A] dentro del cuerpo A [10] y gire el cuerpo completo hacia los lados. Después fije los pernos con las tuercas U [23], sosteniendo dichas tuercas U con los dedos.

ADVERTENCIA: Inserte los pernos de enchufe cortos [22-A] en los orificios superiores y los pernos de enchufe largos [22] en los orificios inferiores.



15) Inserte el pasador del trinquete [24] dentro del cuerpo A [10] y fíjelo con la tuerca U [25].

16) Aplique aceite de máquinas en el pasador del trinquete [24] y una el resorte del trinquete [26] y el trinquete [27] respectivamente al mismo. Fije el trinquete con el anillo de fijación [28].

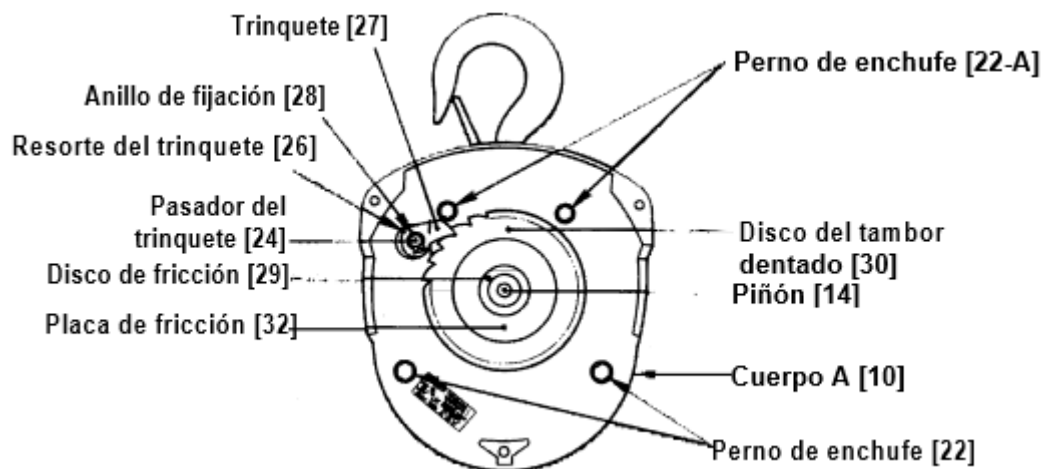
ADVERTENCIA: Asegúrese que el resorte del trinquete se fije al trinquete y que el anillo de fijación se ajuste de manera segura a la ranura del pasador del trinquete.

17) Enrosque el disco de fricción [29] en el piñón [14].

18) Limpie cualquier suciedad en el disco de fricción [29], las placas de fricción [32] y en ambos lados del disco del trinquete [30] además de asegurarse que el buje [31] se encuentre inmerso adecuadamente en aceite. Después coloque la placa de fricción, buje, disco del trinquete (mientras se gire el trinquete [27] en sentido contrario a las manecillas del reloj), además de la placa de fricción respectivamente, en el disco de fricción (asegúrese que el trinquete se combine adecuadamente con el disco del trinquete).

ADVERTENCIA: NUNCA aplique aceite debido a que el freno es un “sistema seco”. Limpie completamente cualquier residuo de aceite o suciedad en el freno. El engrane del trinquete debe apuntar hacia el trinquete. De lo contrario, no podrá ensamblarse posteriormente la rueda manual.

En el caso en que el buje no tenga aceite en su interior, sumérjalo en aceite para turbinas por un día. Instálelo sin limpiar el aceite. Asegúrese que el trinquete se combine adecuadamente con el disco del trinquete.



19) Retire la suciedad de la rueda manual [33] y aplique aceite de máquina a la parte roscada. Ensamble sobre la flecha del piñón [14] girándolo en el sentido de las manecillas del reloj lo más posible.

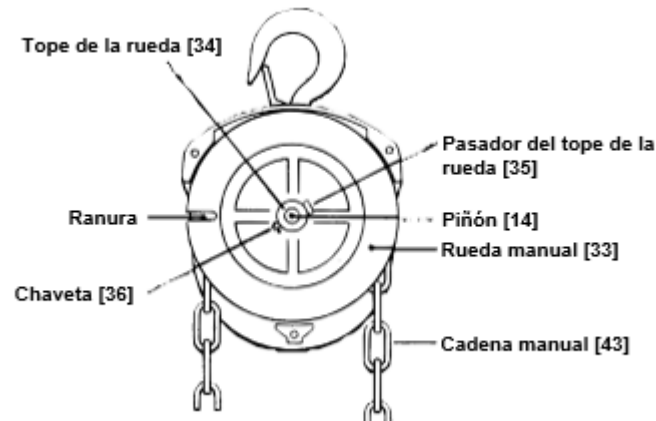
20) Coloque el tope de la rueda [34] sobre el cabezal del piñón [14], inserte el pasador del tope de la rueda [35] y fíjelo con una chaveta [36].

ADVERTENCIA: NUNCA olvide doblar la chaveta después de insertarla

dentro del pasador del tope de la rueda.

21) Coloque la muesca de la rueda manual del lado izquierdo. Inserte el eslabón vertical de la cadena manual [43] dentro de la muesca de la rueda manual [33] y pase la cadena manual girando la rueda manual en el sentido de las manecillas del reloj.

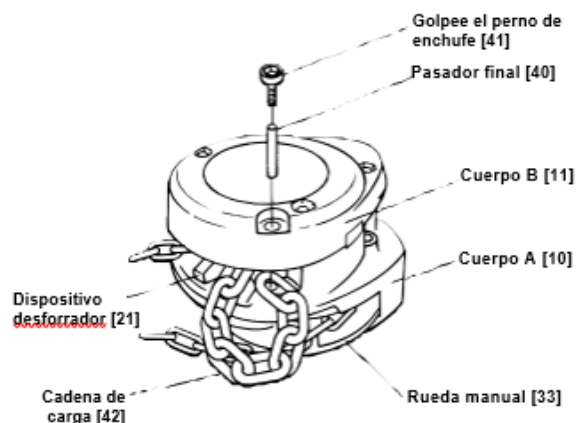
NOTA: Asegúrese de que las soldaduras de la cadena manual den hacia el exterior de la ruda manual.



22) Ponga la cubierta de la rueda [37] sobre el cuerpo A [10] y fíjelo con las rondanas del resorte [39] y los tornillos [38].

23) Ponga un polipasto/tecle de cadena con el cuerpo B [11] hacia arriba. Coloque el extremo holgado de la cadena de carga entre el cuerpo A [10] y el cuerpo B [11]. Después inserte el pasador del extremo [40] y el perno de enchufe de impacto roscado [41] dentro del cuerpo B.

ADVERTENCIA: Compruebe que la cadena de carga no esté torcida. Tenga cuidado de no entrecruzarse o aplicar una torsión excesiva en el perno de enchufe de impacto [41].



ALMACENAMIENTO

Advertencia

Un uso INADECUADO del polipasto/tecle de cadena de cadena puede ocasionar la muerte o lesiones serias. Para evitar estos riesgos:

- Almacene SIEMPRE el polipasto/tecle de cadena bajo condiciones sin carga.
- Limpie SIEMPRE toda la suciedad y agua.
- Limpie SIEMPRE el aceite de la cadena, los pasadores de gancho y los cerrojos del gancho.
- Cuelgue SIEMPRE en un sitio seco.
- Revise SIEMPRE el polipasto/tecle de cadena para detectar anomalías (conforme con los procedimientos de inspección regular) cuando use el polipasto/tecle de cadena después de un periodo sin usarse.

INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE

Para las instalaciones de polipastos/tecle de cadena al aire libre, éstos se deben de cubrir o llevarse al interior cuando no estén en uso.

La posibilidad de corrosión en los componentes del polipasto/tecle de cadena aumenta en donde esté presente aire salitroso y alta humedad. Haga inspecciones frecuentes y regulares de las condiciones y operación del polipasto/tecle de cadena.

Anexo 18. Manual de mantenimiento de Serpentes

MML007: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE SERPENTINES
LIMARICE S.A.

Para garantizar que esta unidad funcione sin problemas, el fabricante sugiere seguir las pautas siguientes. La mayoría de los problemas asociados con fallas de ventiladores se relacionan directamente con la falta de inspección y de mantenimiento.

Registre todas las actividades de mantenimiento o inspección realizadas en este ventilador en la sección de documentación que se encuentra al final de este manual.

ADVERTENCIA: NO INTENTE REALIZAR TAREAS DE MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD HASTA QUE EL SUMINISTRO ELÉCTRICO HAYA SIDO DESCONECTADO POR COMPLETO, Y SE HAYA CERRADO LA VÁLVULA DE SUMINISTRO DE GAS PRINCIPAL (SI ES NECESARIO).

Mantenimiento general

1. La toma de aire y los lugares de acceso del ventilador deben mantenerse

limpios y sin obstrucciones.

2. Normalmente, los motores están permanentemente lubricados. Revise los rodamientos de forma periódica. Si tienen engrasadores, lubríquelos en cada estación del año. Tenga cuidado al lubricar los rodamientos: limpie los engrasadores; la unidad debe girarse a mano mientras se la lubrica. Precaución: tenga cuidado al tocar el exterior de un motor en funcionamiento.

Normalmente, los motores funcionan a altas temperaturas, suficientes para producir dolor o lesiones.

3. Cada vez que se realicen revisiones de mantenimiento, antes de volver a poner en marcha la unidad se debe comprobar que los elementos de sujeción estén bien ajustados.

4. Los sopladores requieren muy poca atención cuando mueven aire limpio. En ocasiones, se puede acumular aceite y polvo, lo que provoca desequilibrio. Si el ventilador está instalado en un ambiente corrosivo o sucio, inspeccione y limpie de forma periódica la hélice, la toma y las demás partes móviles para garantizar un funcionamiento seguro y sin problemas.

5. No bloquee ni cubra las unidades de condensación. No deje que se acumulen briznas de césped cortado, hojas ni ningún otro tipo de residuo a los costados o en la parte superior de la unidad.

6. No ponga en funcionamiento el sistema acondicionador de aire si la temperatura exterior es menor a 55 °F (12,8 °C).

Dos semanas después de la puesta en marcha

1. La tensión de las correas debe verificarse después de las primeras dos semanas de funcionamiento. Las correas tienden a estirarse y asentarse en las poleas después de la secuencia inicial de puesta en marcha. **No cambie la configuración de la polea del motor para dar tensión a las correas;** esto cambiará la velocidad del motor y podría dañarlo. Para volver a dar tensión a las correas, desconecte la alimentación eléctrica del motor. Afloje los elementos de sujeción que sujetan la placa de desplazamiento del soplador al soplador. Gire el motor a la izquierda o a la derecha para ajustar la tensión de las correas. La tensión de las correas debe ajustarse de forma tal que permita una deflexión de 1/64" por pulgada de vano de la correa (o 1/64 cm por cada cm). Tenga sumo cuidado al ajustar las correas en V, para que no se desalineen las poleas. Cualquier grado de desalineación reducirá de forma significativa la vida útil de la correa y hará que se produzcan ruidos chirriantes. La tensión excesiva desgastará las correas y los rodamientos más de lo normal y producirá ruido. La falta de tensión hará que la correa se deslice en el arranque y se desgaste de forma despareja. Al quitar o colocar correas, nunca las fuerce sobre las poleas sin aflojar primero el motor para reducir la tensión de las correas. Cuando reemplace correas, use el mismo tipo que el suministrado por el fabricante. En unidades enviadas con poleas de canal doble, siempre deben usarse correas compatibles.

2. Cada vez que se realicen revisiones de mantenimiento, antes de volver a poner en marcha la unidad se debe comprobar que los elementos de sujeción estén bien ajustados.

Cada tres meses

1. La tensión de las correas debe comprobarse trimestralmente. Consulte las instrucciones de la sección de mantenimiento anterior. La tensión excesiva desgastará los rodamientos más de lo normal y producirá ruido. La falta de tensión hará que la correa se deslice en el arranque y se desgaste de forma despareja.

2. Los filtros deben limpiarse o reemplazarse trimestralmente, y con mayor frecuencia en situaciones de uso exigentes. Los filtros lavables se pueden lavar con agua jabonosa tibia. Al volver a colocar los filtros, asegúrese de hacerlo con el flujo de aire en el sentido correcto, como se indica en el filtro.

3. Revise si hay residuos acumulados alrededor de la base del condensador, y si los hay, quítelos.

Esto garantizará que se drene el agua del condensador de manera apropiada.

Todos los años

1. Inspeccione los rodamientos en busca de desgaste y deterioro. Reemplácelos si es necesario.

2. Revise si las correas están desgastadas y reemplace las que estén rasgadas o desgastadas.

3. Compruebe que los pernos y los tornillos de fijación estén bien ajustados. Ajústelos según sea necesario.

4. Inspeccione el motor para ver si está limpio. Solo limpie las superficies exteriores. Quite el polvo y la grasa de la carcasa del motor para garantizar un enfriamiento apropiado. Quite la suciedad y la grasa de la hélice y de la carcasa para evitar que se desequilibre o se dañe.

Anexo 19. Manual de mantenimiento de electroválvula

MML008: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE ELECTROVÁLVULA
LIMARICE S.A.

El incumplimiento de los procedimientos de mantenimiento apropiados podría causar un funcionamiento defectuoso del producto, produciendo daños al equipo.

- El aire comprimido puede resultar peligroso si se maneja de manera inadecuada. El mantenimiento de los sistemas neumáticos deberá ser realizado únicamente por personal cualificado.
- Antes de empezar cualquier tarea de mantenimiento, asegúrese de cortar la presión de alimentación y de eliminar la presión residual del sistema.
- Tras el mantenimiento, conecte el suministro eléctrico y de presión al equipo y compruebe que funciona correctamente y que no existen posibles fugas de aire. Si el funcionamiento es incorrecto, verifique los parámetros de ajuste del producto.
- No realice ninguna modificación del producto.
- No desmonte el producto a menos que se indique en las instrucciones de instalación o mantenimiento.

Utilice aire limpio

Evite utilizar aire comprimido que contenga productos químicos, aceites sintéticos con disolventes orgánicos, sal o gases corrosivos, ya que pueden originar daños o un funcionamiento defectuoso.

Precaución Instale un filtro de aire

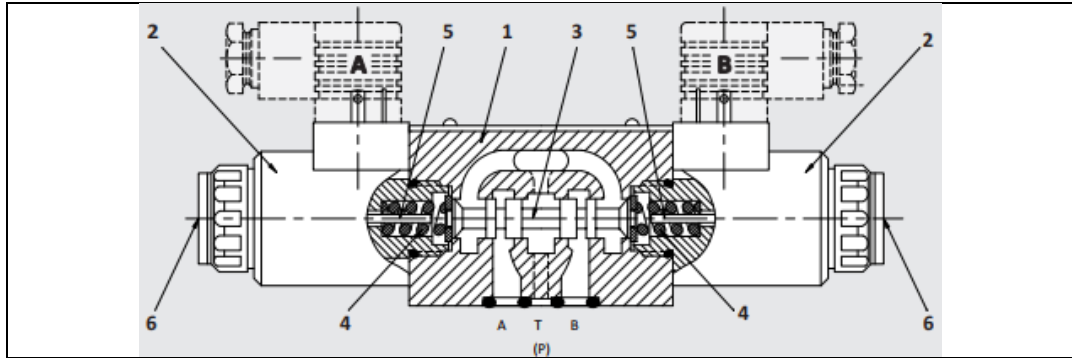
Instale un filtro de aire aguas arriba, cerca de la válvula. Seleccione un filtro de aire con un grado de filtración de 5 µm o inferior.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Prepare y siga un programa de inspección de rutina según el fluido, el entorno y la frecuencia de uso.
- Mantenga el fluido en circulación a través de la válvula libre de suciedad y materiales extraños lo más posible. Según el fluido y las condiciones del servicio, limpie el cedazo o filtro de la válvula según sea necesario, para mantenerlo libre de contaminación. En un caso extremo, la contaminación provocará el mal funcionamiento de la válvula y esta podría no moverse.
- Mientras se encuentra en servicio, la válvula debe operarse al menos una vez por mes para garantizar un funcionamiento adecuado.

Anexo 20. Ficha técnica de electroválvula

FICHA TÉCNICA DE ELECTRO VÁLVULAS HIDRÁULICAS Marca Venturi EVD6 LIMARICE S.A.	
	
Descripción	Las válvulas direccionales son válvulas de vástago accionado magnéticamente por un solenoide. Su función principal es controlar el comienzo, la detención y la dirección del caudal, son válvulas del tipo on-off.
Partes y funcionamiento	



Las válvulas direccionales se componen esencialmente de un cuerpo (1), uno o dos actuadores (2), el vástago de mando (3), y uno o dos resortes de retorno (4).

En estado desenergizado el vástago de mando (3) es mantenido en posición central o de reposo por los resortes de retorno (4).

El accionamiento del vástago de mando (3) se efectúa a través del actuador (2).

La fuerza magnética del actuador (2) actúa a través de un empujador (5) sobre el vástago de mando (3) desplazándolo de su posición de reposo a la posición final deseada. De esta manera quedan libres los sentidos de flujo deseados, según el tipo de vástago de mando utilizado.

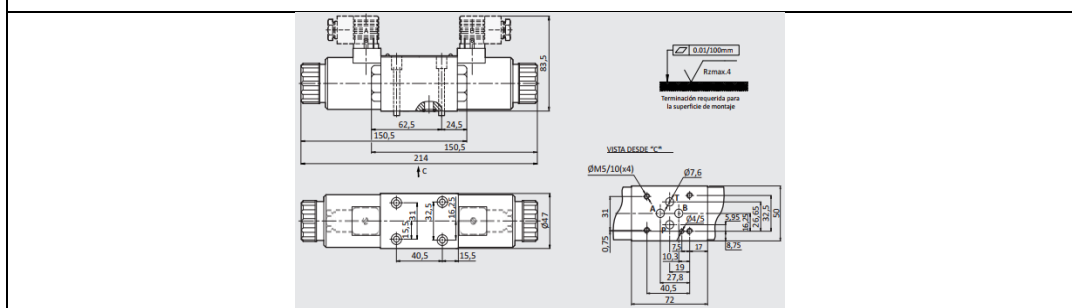
Una vez desenergizado el actuador (2), el vástago de mando (3) es desplazado nuevamente por el resorte de retorno (4) a su posición de reposo.

Es posible actuar la válvula manualmente a través de un accionamiento de emergencia (6), el cual permite desplazar el vástago de mando (3) sin la necesidad de energizar el actuador.

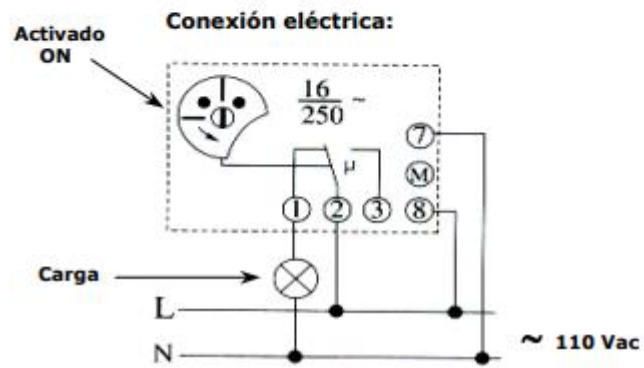
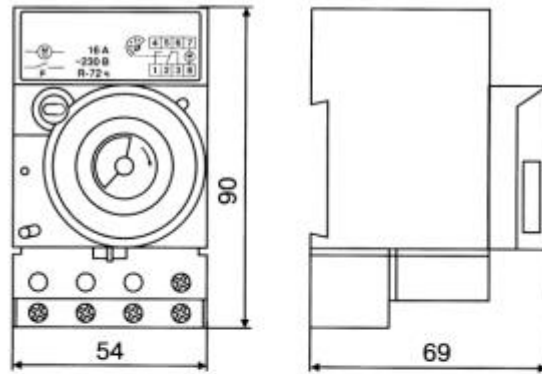
Información técnica

Masa (kg)		
	-Con 2 solenoides	1,95 (EVD6)
Rango de temperatura ambiente (°C)		-20° hasta +50° (juntas NBR)
Presión de servicio máxima (bar)		100
Caudal máximo (L/min)		80 (EDV6)
Flujo hidráulico		Aceite mineral (HL, HLP) seg. DIN 51524
Rango de temperatura del fluido hidráulico (°C)		-20°~70°
Rango de viscosidad (mm ² /s)		2,8 hasta 100

Dimensiones



	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagrama eléctrico 2. Indicador de funcionamiento 3. Indicador de estatus de la salida 4. Botón automático / permanente 5. Ajuste de minutos 6. Indicador de Hora actual / minutos 7. Indicador de minutos 8. Numeración de horas (0 ~ 24) 9. Ajuste de hora / ajuste de programa 			
Información técnica				
Capacidad de los contactos	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Resistiva: 16 Amp. 250 Vac</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Inductiva: 6 Amp.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Lamp. Incandescente: 1300 W</td> </tr> </table>	Resistiva: 16 Amp. 250 Vac	Inductiva: 6 Amp.	Lamp. Incandescente: 1300 W
Resistiva: 16 Amp. 250 Vac				
Inductiva: 6 Amp.				
Lamp. Incandescente: 1300 W				
Consumo	14 mA			
Tiempo de reserva	150 horas			
Período de carga	70 horas			
Temperatura	-20~55 °C			
Intervalo de programación mínimo	30 minutos			
Alimentación	110 Vac +- 10%			
Montaje	Riel Din			
Frecuencia	45~60 Hz			
Salida	1 NA + 1 NC (SPDT)			
Precisión del reloj	Cuarzo /+- 2,5 seg/día a 20°C			
Conexión	Tornillos			
Peso	200 g			
Dimensiones				



PRECIO: S/ 60.00

Anexo 22. Cotización de Capacitación

**GRUPO
DASARO**

Chiclayo, 09 de agosto del 2017

Señorita:
Amparo Díaz Oña
Presente.-

En atención a su correo le remitimos la proforma solicitada

Asunto: Remito proforma para Capacitación

Mediante el presente documento le remito la propuesta técnica económica.

**PROPUESTA TÉCNICA N° 035 – 2017
CAPACITACIÓN**

I. OBJETIVOS
✓ Capacitación a trabajadores.

II. LUGAR, PLAZOS Y CONDICIONES DE LA CAPACITACIÓN:
La capacitación estará a cargo de la empresa DASAROGROUP S.A.C., cuyo servicio incluye:

1. Profesional especializado.
2. Material para la capacitación.
3. Certificado por participante.
4. Certificado corporativo.

III. DE LA CAPACITACIÓN
La capacitación es de naturaleza teórico práctico en relación 20/80.

IV. PROPUESTAS DE LA CAPACITACIÓN
La inversión es de 7 600.00 soles.

Sin otro particular nos despedimos de ustedes y esperando vernos favorecidos.

DASAROGROUP S.A.C.
Av. América N° 426 J.L.O. / Teléfono (074) 512462
RUC: 20600793846

www.dasaro.pe

Capacitaciones	Horas	Costo Unitario/ h (S/)	Costo Total de capacitación (S/)
Capacitación de Adaptación al nuevo sistema en general	4	200	800
Capacitación de Registros de producción	2	90	180
Capacitación de Control de parametro	6	120	720
Capacitación de Control de barras y sistema FIFO	8	170	1360
Capacitación de Funcionamiento del llenado de la cisterna	4	185	740
Capacitación de Mantenimiento predictivo y preventivo	10	190	1900
Capacitación de uso de EPPs	8	150	1200
Materiales	7	100	700
TOTAL			S/ 7600



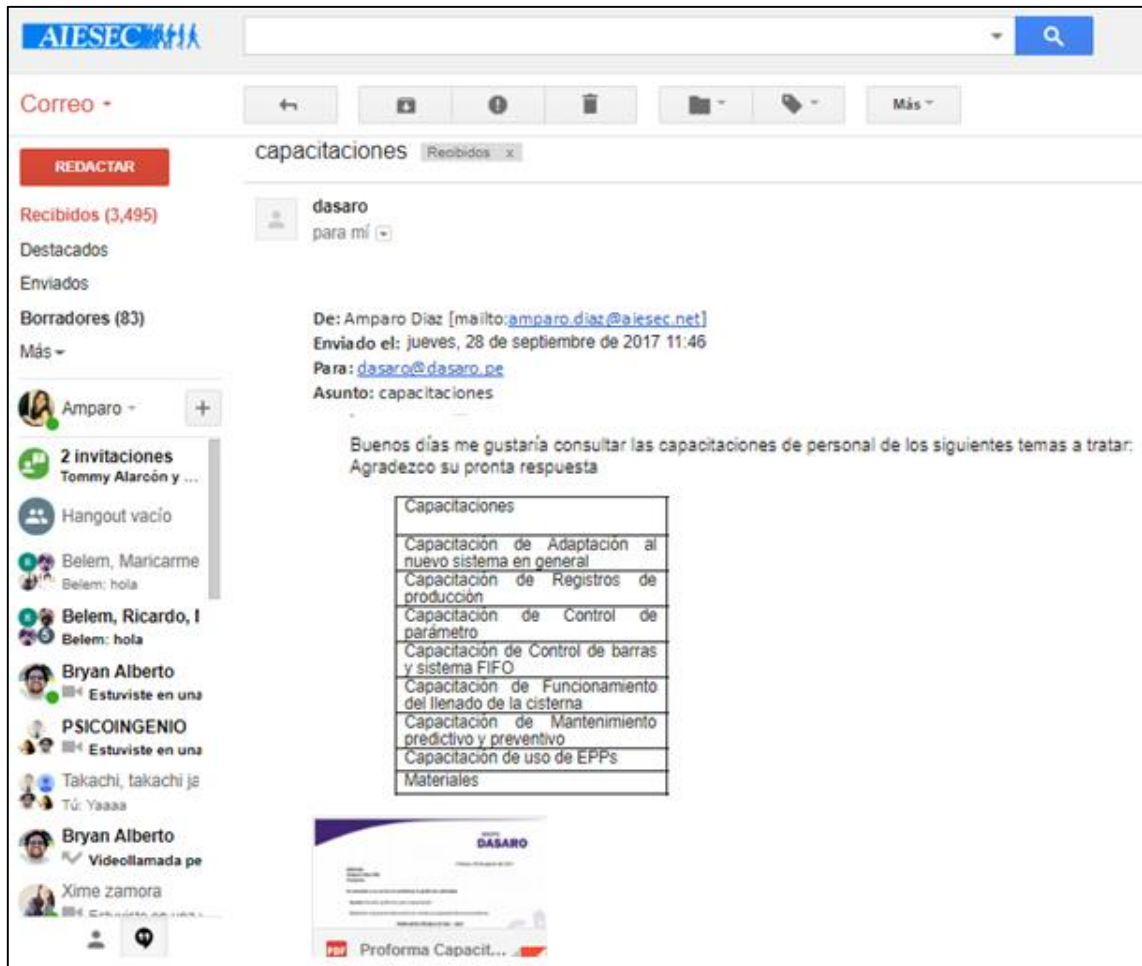
Max Torres Sarmiento Ccst
DASAROGROUP S.A.C.
20220210000000

DASAROGROUP S.A.C.
Av. América N° 426 J.L.O. / Teléfono (074) 512462
RUC: 20600793846

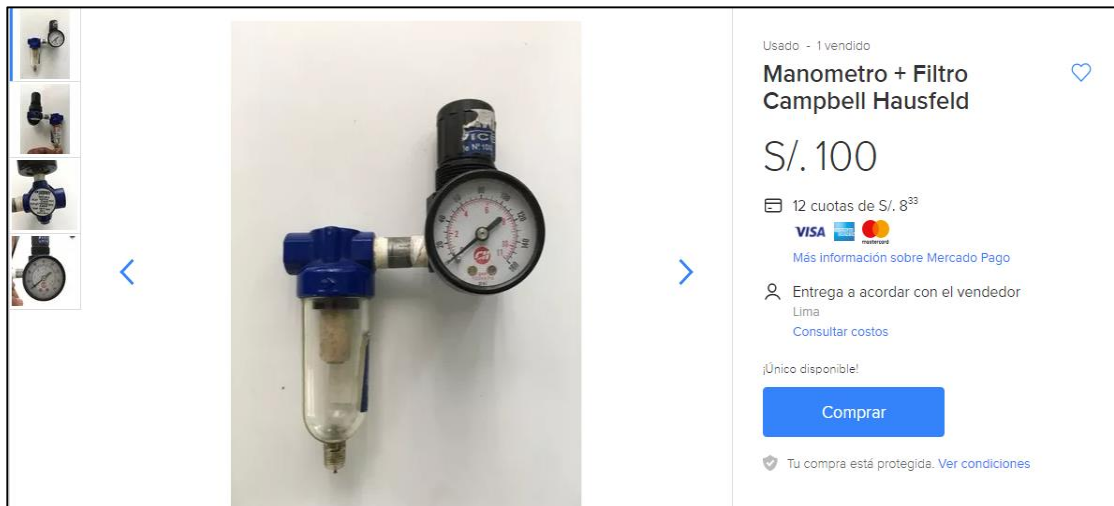
www.dasaro.pe

Fuente: DASAROGROUP S.A.C.

Anexo 23. Correo de respuesta de cotización para capacitaciones

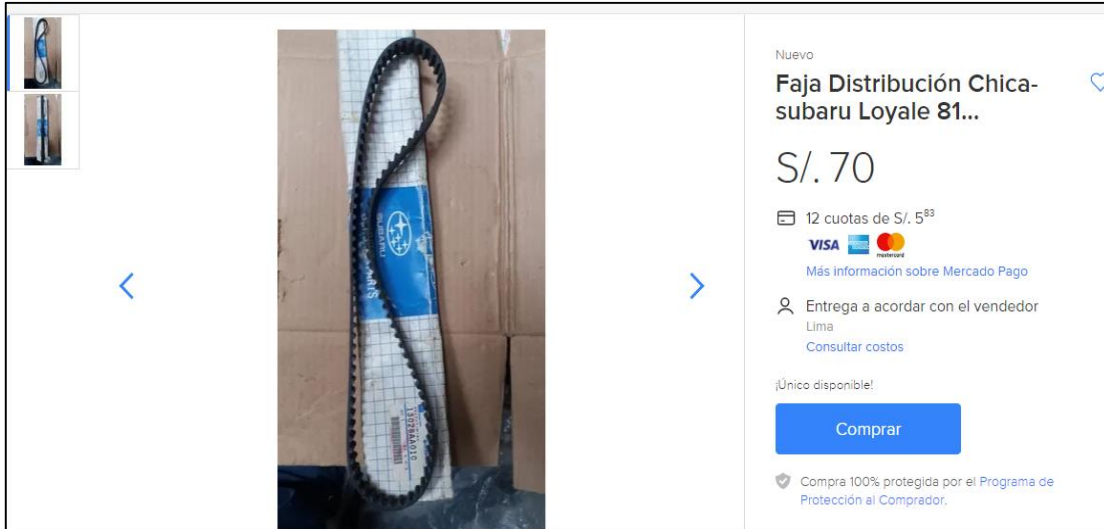


Anexo 24. Cotización del filtro del compresor



Fuente: Mercado libre

Anexo 25. Cotización de fajas para agitadores




Nuevo

Faja Distribución Chica-subaru Loyale 81...

S/. 70

12 cuotas de S/. 5.83

VISA 

Más Información sobre Mercado Pago

Entrega a acordar con el vendedor

Lima

Consultar costos

¡Único disponible!

Comprar

Compra 100% protegida por el Programa de Protección al Comprador.

Fuente: Mercado libre

Anexo 26. Cotización de pintura



Balde para Pintura 20 L Kolor

SKU 171373-6 |   

120
15
10
5

GLAM
KOLOR
EL PODER DEL CEMENTO

BALDE MULTIUSOS 20L

¡ Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.



S/ 12.90 C/U

Acumulas: 25 CMR Puntos

Cantidad

1  

Agregar al carro  [Agregar a mi lista](#)

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

-  Despacho a domicilio
-  Retiro en tienda
-  Disponibilidad en tiendas

Fuente: Sodimac

Anexo 27. Cotización de brocha


PROMART
HOMECENTER

BUSCA POR DEPARTAMENTOS

Ciudad de despacho: Lima

Nuestros departamentos

Promart | Pinturas y Acabados | Accesorios para pintar | Brochas



Brocha Águila 2"
AGUILA | SKU: 22690

S/ 6.80

CANTIDAD: 1

DESCRIPCIÓN
Realiza de forma óptima tus trabajos de pintura con productos de gran calidad. Las brochas Águila están fabricadas con filamentos íntegramente de nylon, lo cual hace que no se deforme. Tiene un equilibrio ideal con el mango para hacer mucho más cómodas tus tareas.

Fuente: Promart

Anexo 28. Cotización de tablas de madera

Tabla Madera Pino Radiata 2" x 6" x 10.5' Arauco
SKU 102936-3 | [f](#) [t](#) [p](#)



S/ 44.90 C/U
Acumulas: 89 CMR Puntos

Cantidad
1 [Agrega a mi lista](#)

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

• Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

Fuente: Sodimac

Anexo 29. Cotización de botas de seguridad

Botas de Seguridad Caña Alta de PVC T44 Negro Prodator
 MODELO: Caña Alta | SKU 37919-0 | [f](#) [t](#) [@](#)



ⓘ Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **35.90** C/U
 Acumulas: 71 CMR Puntos

Tallas
 44

Cantidad
 1

[Agregar al carro](#) [Agregar a mi lista](#)

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

🚚 Despacho a domicilio [Ver opción](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 30. Cotización de guantes de cuero

Guantes de Cuero para soldar Aulekro
 SKU 33731-5 | [f](#) [t](#) [@](#)



ⓘ Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **17.90** C/U
 Acumulas: 35 CMR Puntos

Cantidad
 1

[Agregar al carro](#) [Agregar a mi lista](#)

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

🚚 Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
 🏠 Retiro en tienda [Ver opciones](#)
 📍 Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 31. Cotización de casco

Casco con Ratchet H701R 3M
 MODELO: H-700 | SKU 201646-X | [f](#) [t](#) [@](#)



Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.


S/ 54.90 C/U
 Acumulas: 109 CMR Puntos

Cantidad: + -

[Agregar al carro](#) [Agregar a mi lista](#)

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

-  Despacho a domicilio
-  Retiro en tienda
-  Disponibilidad en tiendas

Fuente: Sodimac

Anexo 32. Cotización de casco ABS

Casco ABS Blanco Steelpro
 SKU 159557-1 | [f](#) [t](#) [@](#)



Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
 El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.


S/ 79.90 C/U
 Acumulas: 159 CMR Puntos

Cantidad: + -

[Agregar al carro](#) [Agregar a mi lista](#)


REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

-  Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
-  Retiro en tienda [Ver opciones](#)
-  Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 33. Cotización de máscara de soldar

Máscara Soldar Negro Bauker
SKU 113949-5 | [f](#) [t](#) [@](#)



❗ Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 219.90 C/U
Acumulas: 439 CMR Puntos

Cantidad: 1
 [Agregar a mi lista](#)

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio [Ver opciones](#)
- Retiro en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver tiendas](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 34. Cotización de antiparra

Antiparra Zex Anti Empaño Claro Steelpro
SKU 100291-0 | [f](#) [t](#) [@](#)



❗ Precio corresponde a tienda: **SODIMAC SAN MIGUEL**.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 23.90 C/U
Acumulas: 47 CMR Puntos

Cantidad: 1
 [Agregar a mi lista](#)


REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio [Ver opción](#)
- Retiro en tienda [Ver opción](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 35. Cotización de juego de llaves

Juego dados/llaves 25 piezas Stanley
MODELO: 86-736 | SKU 122180-9 | [f](#) [t](#) [p](#)



Info Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 169.90 C/U
Acumulas: 339 CMR Puntos

Cantidad: 1

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda
- Disponibilidad en tiendas

Fuente: Sodimac

Anexo 36. Cotización de chaleco

Chaleco Multibolsillo Azul Talla M Besxt
SKU 105407-4 | [f](#) [t](#) [p](#)



Info Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ 34.90 C/U
Acumulas: 69 CMR Puntos

Cantidad: 1

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda

Fuente: Sodimac

Anexo 37. Cotización de orejera

Orejera Adaptable a Casco Redline

MODELO: CM 501 | SKU 41887-0 | [f](#) [t](#) [@](#)



S/ 39.90 C/U
Acumulas: 79 CMR Puntos

Cantidad: 1

[Agregar a mi lista](#)

REVISAR LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda

Fuente: Sodimac

Anexo 38. Cotización de chaleco reflector

Chaleco 3M Reflector Clase 2 Naranja 3M

MODELO: Clase 2 | SKU 250767-6 | [f](#) [t](#) [@](#)



S/ 39.90 C/U
Acumulas: 79 CMR Puntos

Cantidad: 1

[Agregar a mi lista](#)

REVISAR LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda

Fuente: Sodimac

Anexo 39. Cotización de guantes

Guantes de Cuero Driver amarillo Producto Exclusivo

MODELO: Driver | SKU 4507-1 | [f](#) [t](#) [p](#)



S/ 14.90 C/U
Acumulas: 29 CMR Puntos

Cantidad: 1

[Agregar a mi lista](#)



REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Despacho a domicilio
- Retiro en tienda

Fuente: Sodimac

Anexo 40. Cotización de ropa de trabajo

Comparar Comparar

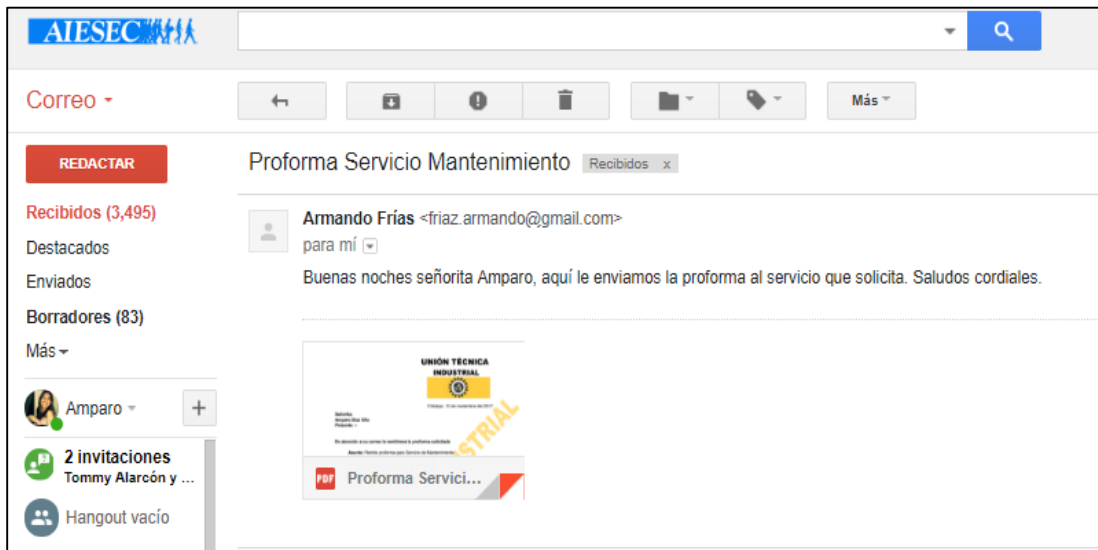


Atlanta
Camisa Comando Azul
Marino Talla M
SKU:25059-7
Precio normal:
S/ 35.90 C/U

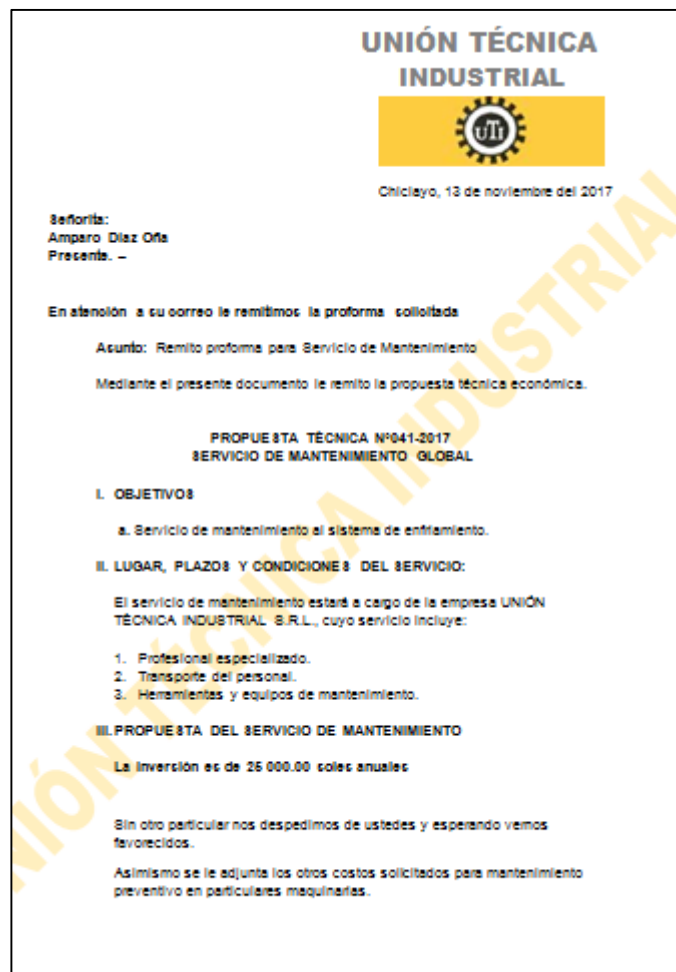
Atlanta
Pantalón Comando Azul
Talla 32
SKU:24980-7
Precio normal:
S/ 35.90 C/U

Fuente: Sodimac

Anexo 41. Correo de cotización de servicio de mantenimiento



Anexo 42. Cotización de mantenimiento



**UNIÓN TÉCNICA
INDUSTRIAL**

Mano de obra	Precio Unitario (S/)
Agitadores	150
Compresores	500
Condensador	350
Tecles	200
Total	1200



Armando Fites Caceda
UNIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL S.R.L.

Fuente: Unión técnica Industrial

Anexo 43. Carta de aceptación

CARTA DE ACEPTACIÓN DE TESIS

Yo, Yessika Giulianna Díaz Flores con DNI 40112989 Gerente general de la empresa "LIMARICE S.A." autorizo a la estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Amparo Díaz Oña con DNI 71199038 y código universitario 131CV43778, el acceso a las instalaciones y todos las facilidades que requiera y estén al alcance, para su uso exclusivamente académico en la empresa "LIMARICE S.A." con RUC 20548897719 con el objetivo de desarrollar su proyecto de tesis.

Sin otro particular:


Firma

Anexo 44. Plan de acción de la mejora

Actividad	Responsable	Cronograma												Recursos		Presupuesto	Resultados	
		E	F	M	A	M	J	J	S	O	N	D	Material	Humano				
Instalación del sistema de llenado	Gerente general y Jefe de producción														Procedimiento	Personal para instalación	S/ 2440	Llenado de moldes uniformes
Cambio de Infraestructura	Gerente general y Jefe de producción y área de mantenimiento																S/ 7762970	Control adecuado de parámetros, producto
Compra de Eeps	Gerente general y Jefe de producción																S/ 4 163	Protección al personal
Capacitación del personal	Recursos Humanos													Material de Capacitación	Especialista	S/ 7 600	Personal calificado para el trabajo	
Mantenimiento de máquinas	Área de mantenimiento													Procedimiento y manuales	Especialista	S/ 19 584	Maquinas con buen rendimiento y funcionamiento correcto	