

FACULTAD DE INGENIERIA

Carrera de Ingeniería Industrial

"PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE HIELO, TRUJILLO, 2021"

Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero Industrial

Autores:

Javier Alberto Barrantes Vargas

Maricarmen Ayllen Carranza Caceda

Asesor:

Ing. Oscar Alberto Goicochea

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres, su apoyo incondicional desde el primer día de nuestra vida universitaria nos permitió culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros docentes a lo largo de nuestra carrera universitaria, quienes más que darnos sus conocimientos en las materias, nos inculcaron valores y nos brindaron su confianza para nunca dudar de nosotros mismos y nuestras capacidades.

A la empresa, por permitirnos visitar sus instalaciones y por el buen trato que recibimos.

A nuestras familias, amigos, pero sobre todo a Dios.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO 1.	11
INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.1.1. <i>Bases Teóricas</i>	16
1.1.2. <i>Definición de Términos</i>	20
1.2. Formulación del problema.....	23
1.3. Objetivos	23
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	23
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	23
1.4. Hipótesis	23
1.5. Variables	23
1.5.1. <i>Variable independiente</i>	23
1.5.2. <i>Variable dependiente</i>	23
1.6. Operacionalización de Variables.....	24
CAPÍTULO 2.	25
MÉTODO.....	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	26
2.4. Procedimiento.....	27
2.4.1. <i>Misión y Visión</i>	27
2.4.2. <i>Organigrama</i>	27
2.4.3. <i>Distribución de la Empresa</i>	28
2.4.4. <i>Clientes</i>	28
2.4.5. <i>Proveedores</i>	28
2.4.6. <i>Principales Productos y/o servicios</i>	29
2.4.7. <i>Diagrama de Proceso productivo de la Empresa:</i>	29
2.5. Diagnóstico de problemáticas principales.....	30

CAPÍTULO 3.	32
RESULTADOS	32
3.1. Diagnóstico del área problemática	32
3.2. Análisis de datos	33
3.3. Propuesta de herramientas de ingeniería industrial	35
3.3.1. <i>Insuficiencia de Maquinaria</i>	35
3.3.2. <i>Falta de Orden y Limpieza</i>	36
3.3.3. <i>Herramientas de trabajo no ergonómicas para el operario</i>	39
3.3.4. <i>Mala distribución del producto al cliente</i>	40
3.4. Cuantificación de la situación después de la propuesta.....	45
3.4.1. <i>Monetización de pérdidas por demanda insatisfecha después de la mejora</i>	45
3.4.2. <i>Monetización de pérdidas por incidentes laborales después de la mejora</i>	45
3.4.3. <i>Monetización de pérdidas por merma en el envasado de hielo después de la mejora</i>	46
3.4.4. <i>Monetización de pérdida por mala distribución de producto terminado después de la mejora</i>	46
3.5. Cálculo de la productividad	46
3.6. Costeo de la Propuesta de Mejora	50
3.6.1. <i>Costeo de implementación de una máquina nueva</i>	50
3.6.2. <i>Costeo de implementación de la herramienta 5S</i>	50
3.6.3. <i>Costeo de la implementación de las medidas correctivas</i>	51
3.6.4. <i>Costeo de la implementación del plan de distribución</i>	52
3.7. Evaluación Económica y Financiera de la Propuesta de Mejora	53
3.7.1. <i>Estado de Resultados Financiero</i>	53
3.7.2. <i>Flujo de caja proyectado</i>	56
CAPÍTULO 4.	58
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
4.1. Discusión.....	58
4.2. Conclusiones	60
.....	62
REFERENCIAS	64
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	24
Tabla 2: Matriz de priorización de las causas raíz	30
Tabla 3: Matriz de indicadores	31
Tabla 4: DRP mensual propuesto	40
Tabla 5: Ponderación de puntajes para micro localización.....	41
Tabla 6: Ruta de distribución 1: Zona Centro	42
Tabla 7: Ruta de distribución 2: Zona Víctor Larco.....	44
Tabla 8: Cálculo de la productividad total y por estación de trabajo	47
Tabla 9: Cálculo de la productividad en función a costos	49
Tabla 10: Cálculo de la productividad en función a ventas	49
Tabla 11: Costo de la nueva máquina para la estación de congelado	50
Tabla 12: Costo de implementación de 5S	50
Tabla 13: Costo de las herramientas a reemplazar	51
Tabla 14: Costo de las herramientas a implementar	52
Tabla 15: Ahorro obtenido con la propuesta de mejora	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de investigación	25
Figura 2: Diagrama de procedimiento	27
Figura 3: Organigrama de la empresa.....	27
Figura 4: Layout de la empresa	28
Figura 5: Diagrama de operaciones de la empresa.....	29
Figura 6: Diagrama Ishikawa	30
Figura 7: Diagrama Pareto	31
Figura 8: Diagrama de análisis de operaciones.....	32
Figura 9: Análisis de estadística descriptiva	33
Figura 10: Análisis de prueba de normalidad	33
Figura 11: Análisis de capacidad de proceso	34
Figura 12: Línea de producción actual	35
Figura 13: Línea de producción aplicando balance de línea.....	36
Figura 14: Ruteo Zona Centro.....	43
Figura 15: Ruteo Zona Víctor Larco	45
Figura 16: Línea de Producción (antes)	46
Figura 17: Línea de Producción (después).....	47
Figura 18: Simulación Línea de Producción (antes)	48

Figura 19: Simulación Línea de producción (después)	48
Figura 20: Estado de resultados financiero	53
Figura 21: Flujo de caja proyectado	56
Figura 22: Variación de la productividad por estación de trabajo	62
Figura 23: Variación de la productividad en los costos	62
Figura 24: Variación de la productividad con respecto a las ventas	63

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Determinación del tiempo muerto.....	19
--	----

RESUMEN

La presente investigación responde al problema general: ¿La implementación de mejoras en el proceso de producción y logística permitirá incrementar la productividad en la empresa fabricante de hielo?, siendo el objetivo general determinar cuál es el impacto de la mejora del proceso de producción y la logística sobre la productividad en una empresa fabricante de hielo. La hipótesis formulada es que la implementación de mejoras en el proceso de producción y logística incrementa la productividad en una empresa fabricante de Hielo Gourmet. Para ello se propuso utilizar la herramienta de balance de línea para evaluar el incremento de una máquina nueva que cubra la demanda insatisfecha, la herramienta 5S para el problema de falta de orden y limpieza y, además, el reemplazo de ciertas herramientas, que influyen en la merma obtenida del producto. Además, se realizó una micro localización para evaluar donde se ubicará la cámara frigorífica que servirá como almacén en una zona céntrica y cerca a los clientes y, se utilizó un sistema DRP para la planeación de distribución de la producción diaria a los clientes mediante un furgón acondicionado para evitar el rechazo del producto por descongelamiento y pérdida de su forma característica. Se concluye que, al implementar las herramientas propuestas impactan positivamente en la productividad de la empresa, puesto que se incrementa un 33.48% en el área de producción y un 44.23% en las ventas. También un VANE de S/.117,861.54, un TIRE de 23.8%, un B/C de 1.74, Payback de 13.18 y ROI de 3.16; lo cual genera mayores beneficios en la compañía.

Palabras clave: Productividad, logística, balance de línea, 5S, DRP

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Si hablamos del hielo como producto o bien de consumo, hablamos tanto de su uso en las cadenas de frío para la preservación de alimentos que viajan largos tramos, como los que vemos en nuestras bebidas frías cuando el producto es presentado. Las empresas de hielo industrial producen grandes bloques de hielo, los cuales son triturados y utilizados en las embarcaciones en contenedores para mantener en buenas condiciones productos como pescados y mariscos, frutas y vegetales, etc. Las empresas de hielo para consumo humano dirigen su producción a la fabricación de pequeños bloques de hielo y, específicamente hablando de hielo gourmet o premium, hielo con alguna forma característica y distintiva.

En el 2018, el diario español La Sexta afirma que cada español consume entre 400 y 500 cubitos de hielo al año, lo que sitúa a España a la cabeza de Europa en consumo. Éste es influido por factores como las condiciones climáticas, el turismo y la misma cultura de consumo. Menciona también que las 380 fábricas de hielo en España trabajando 24 horas los 7 días no consiguen dar abasto.

El mercado de hielo es cíclico, con picos en verano y caídas en invierno. A diferencia de Estados Unidos, donde los productores están reunidos en la Asociación Internacional de Hielo Empaquetado (IPIA), en América Latina el mercado es más diversificado, aunque igualmente impulsado por Everest y Mayekawa, fabricantes de máquinas refrigeradoras con sede en Brasil y México, respectivamente. Además, según el diario El comercio (2018) sostiene que el mercado peruano se divide entre

las pocas empresas formales y las pequeñas empresas con poca vigilancia en su producción.

Para el cierre del año 2019, según el INEI, el negocio de restaurantes en el Perú aumentó 4,60%, y la actividad de servicio bebidas reportó un ascenso de 10,77% impulsada por negocios como bares, discotecas y juguerías. Estos datos influyen paralelamente al consumo de hielo, ya que anteriormente se veía el hielo gourmet solo en los restaurantes y bares de hoteles cinco estrellas y discotecas exclusivas o VIP. Pero a diferencia del hielo convencional que solía utilizarse, es decir, el bloque de hielo que al romper se conseguían pequeños trozos de hielo asimétricos, ahora son cada vez más estos negocios que antes consumían este producto, ahora optan por la opción de hielo gourmet por una cuestión de estética y para darle otra imagen a la presentación de los productos que ofrecen.

Esta oportunidad de negocio la vieron pequeñas empresas en Trujillo como la empresa de la cual se habla en esta investigación, quien ofrece hielo gourmet de forma cilíndrica con pequeño hundimiento en el centro, característica que la distingue de la competencia que ofrece la forma de cubos transparentes. La empresa en cuestión opera las 24 horas del día para satisfacer la necesidad existente de sus clientes, pero como se ha mencionado antes, el crecimiento de éstas es considerable y conlleva a un aumento de producción y actividades relacionadas. La empresa enfrenta, además, una capacidad limitada de producción en sus máquinas, lo que ocasiona que no se satisfaga al 100% a sus clientes.

Mediante la observación en la visita realizada se pudo contemplar también algunos errores en el área laboral, como la falta de orden y limpieza y, junto con esto, el no uso de herramientas adecuadas para el operario y una falta de condiciones favorables para el transporte encargado de la distribución del producto a los clientes,

provoca merma del producto. Al ser el hielo un bien delicado y, por su naturaleza, el derretimiento del mismo, el retraso por estos errores es crítico.

Por tal motivo, esta investigación tiene como objetivo corregir estos errores proponiendo una mejora utilizando herramientas de ingeniería industrial con el fin de incrementar la productividad en las áreas de producción y logística para así obtener beneficios económicos.

1.1.1 Antecedentes de la Investigación

Con respecto a los problemas detectados en la empresa, podemos mencionar la demanda insatisfecha producto de tiempos muertos en el área de producción, la falta de orden y limpieza en toda el área y la no estandarización de procesos, y el rechazo del producto por parte del cliente debido a una mala gestión de distribución logística. Todos los problemas mencionados derivan a un solo problema el cual es la baja productividad de la empresa, ocasionando pérdidas económicas.

1.1.1.1 Antecedente internacional

En Estados Unidos, se realizan encuestas anuales a diversas organizaciones sobre estrategias laborales de bienestar. Estas encuestas indican que, con la tendencia de crecimiento global, el 78% de los empleadores ha cambiado su visión respecto al tema y se preocupan cada vez más no solo por la productividad de sus compañías, sino también de la salud de sus trabajadores ya que está ligada a ella. Según los informes, enfocan a la salud como factor importante, debido a que, en un mundo lleno de desafíos, las enfermedades crónicas van en aumento. Por tanto, afirman que mantener la salud de los trabajadores, a la vez que ellos deben poner de su parte, es la clave para lograr una alta productividad. (Kirsten, 2010)

Japón ha confirmado esta teoría desde mediados del siglo pasado, puesto que constantemente ha buscado aumentar sus indicadores de productividad a través de la mejora continua y el bienestar laboral aplicando diferentes herramientas cuyo principal objetivo es incentivar a los trabajadores a mantener un orden y disciplina en su lugar de trabajo (Ikeda, P. 2019). De ese modo se obtiene una empresa más productiva y comprometida con fabricar un producto que cumpla y supere las expectativas de calidad de los consumidores. Estas herramientas, denominadas Herramientas Lean, cuando son implementadas de forma correcta, mejoran el rendimiento de la organización, este modelo se basa en producir bienes y servicios de acuerdo a la demanda. De ese modo de asegura la calidad del producto, con mayor rapidez y con el menor trabajo posible. Actualmente, este país continúa mejorando sus técnicas para obtener cada vez mejores resultados. (Piñero et al.,2018)

1.1.1.2 Antecedente Nacional

En el Perú, la productividad se toma simplemente como un indicador de cantidad producida entre número de trabajadores, es decir, se mide la productividad del trabajo. Otro método usado es el de la productividad total de factores y se calcula restando la producción de la mano de obra y la del capital al total producido en el país. Como se puede apreciar, el indicador de productividad es tratado como un valor numérico que solo se puede incrementar aumentando la cantidad producida. (Céspedes et al.,2016)

A nivel nacional, diversos economistas han determinado que, para incrementar la productividad en las empresas, se debe hacer énfasis en ciertos temas que antes no se tomaban en cuenta. Estos abarcan desde temas institucionales, infraestructurales, la

importancia del capital humano y la innovación. Recién se está dando importancia a las herramientas Lean y su filosofía y, poco a poco, se deben ir implementando en las industrias del país. (Cabrera et al., 2018)

1.1.1.3 Antecedente Local

En Trujillo, la productividad se mide de la misma manera, es decir, se toma como un indicador que relaciona la cantidad producida y los recursos utilizados. Paisig (2020) menciona que hablar de productividad es referirse a la producción de unidades o servicios específicos en una escala superior al promedio para lograr satisfacer absolutamente a los clientes, empleando de la mejor manera posible todos los recursos existentes, así en su investigación para aumentar la productividad en una empresa de calzado utilizando la metodología 5S logró un aumento del 46%.

También en el ámbito local, Aguirre (2018) menciona que las empresas se ven afectadas por la competencia de productos extranjeros, ya que ellos cuentan con certificaciones y requerimientos de calidad que el mercado internacional impone, por ello esta realidad condiciona a que las empresas gestionen eficientemente sus recursos para mejorar y optimizar su productividad, esto permitiría competir con mayor eficiencia tanto con organizaciones extranjeras como con los locales de su mismo rubro. Por ello en su investigación para aumentar la productividad en una empresa de producción de hongos que ayudan o eliminan plagas en los cultivos utilizados en grandes empresas de agroindustria, logró un aumento del 27% utilizando los ocho pasos de PHVA.

1.1.1. Bases Teóricas

Romero (2019) aplicó la metodología 5S obteniendo como resultados que, el uso de esta herramienta, mejora considerablemente los tiempos de respuesta de las actividades que se realizan y se obtiene un mejor control de inventarios además de ser bastante económica puesto que solo requirió de una inversión menos a 7,000 USD y mediante la evaluación financiera obtuvieron un coeficiente de beneficio de 1.44 lo que quiere decir que es rentable aplicar esta herramienta.

Becilla (2019) en su investigación para la optimización de la productividad en el llenado de cajas de banano, encontró que, en el proceso de embalado, se generaba un cuello de botella al momento de esperar las bandejas llenas, por lo que, luego de aplicar el método de balance de línea, se tomó la decisión de adicionar una banda transportadora más para así eliminar dicho cuello de botella.

Cabrera (2018) usó la metodología *Lean Manufacturing* y aplicó varias herramientas dentro de esta metodología, entre ellas el análisis OEE, el diagrama *Ishikawa*, *SMED* y *5S*. Gracias a ésta última, redujo tiempos muertos, estandarizó procesos y creó un ambiente de trabajo limpio y ordenado. Todo ello permitió que la productividad de la empresa aumentara más de un 8%, y redujo sus costos operativos en más de 1,000,000 \$USD.

Morales (2016) encontró que, mediante la capacitación de trabajadores que apoye en la estandarización de procesos se produce un incremento de la producción a mediano plazo, puesto que se cuenta con un recurso humano apto para las funciones que debe realizar. Adicionalmente creó un nuevo plan de recorridos, eliminando así operaciones de transporte innecesarias. Una vez aplicadas estas mejoras, el indicador de productividad aumentó un 14.36% y disminuyó el cuello de botella en 1.28 minutos.

A demás, los indicadores de rentabilidad VAN y TIR aumentaron, señalando aún más la factibilidad de la implementación de la mejora.

Vertiz (2019) aplicó un método de balance de línea para la optimización de la producción de néctar en la empresa Cassinelli e Hijos S.A.C, logrando optimizar la zona de almacenamiento de pulpas con un aumento de 50% de *batch* en la producción. Además, logró aumentar la productividad tanto del área de pulpeo y en la línea de envasado en un 9%.

Saavedra (2018), en su investigación sobre aplicar las 5S en la empresa Construcciones Y Pavimentaciones C&G S.A.C para incrementar la productividad, logró aumentar en un 67% los requerimientos solicitados en el área de almacén y logró reducir en un 75% el tiempo de demora por buscar herramientas. Además, determinó que la productividad después de implementar esta herramienta fue de 71.71%, el cual fue un aumento significativo.

Quiñones y Rodríguez (2020) hicieron uso de la herramienta DRP en su propuesta de un plan de distribución para empresas Torrefactoras para la distribución de café en Bogotá, logrando reducir la cantidad de envíos al año y los costos de lote, puesto que anteriormente la empresa no tomaba en cuenta el dato de la demanda ni consideraba un stock de seguridad.

Consideramos que la productividad es más que un indicador, que puede ser trabajada y mejorada, obteniendo así resultados que, no solo se ven reflejados en el incremento de la productividad, sino también en otras áreas de la empresa que ayudan a su crecimiento como industria. Dichas técnicas no solo abarcan la implementación de las herramientas Lean y la metodología *Six Sigma*, sino que también se ha encontrado

una relación entre la productividad y el mantenimiento, la logística y la calidad entre otras áreas. Lo cual nos lleva a una nueva forma de ver la productividad y no nos limita únicamente a la línea de producción.

Para García y Bermeo (2018) la logística es una parte fundamental para las empresas, por la forma dinámica, creativa e innovadora de trabajar mediante procesos para lograr productos o servicios de calidad, los mismos sean entregados manera eficiente, tomando en cuenta los factores de tiempo y distancia, el destino final. Finalmente, el término logística de marketing y el de distribución física son equivalentes, y su función es hacer llegar los productos desde el punto de producción hasta el de consumo, esto mediante diferentes estrategias, y herramientas de procesos logísticos.

Según Carro y Gonzales (2013) Logística es planificar, operar, controlar y detectar oportunidades de mejora en el proceso de flujo de materiales (insumos, productos), servicios, información y dinero. Es la función que normalmente opera como nexo en las fuentes de aprovisionamiento y suministro y el cliente final o la distribución.

Su objetivo es satisfacer permanentemente la demanda en cuanto a cantidad, oportunidad y calidad al menor costo posible para la empresa.

También mencionan, en el 2012, que un sistema de producción consiste en insumos, procesos productos y flujos de información que lo conectan con clientes y el ambiente externo. Los insumos incluyen recursos humanos, capital, materiales, servicios comprados, tierra y energía.

Olarte (2010) define el proceso de producción como la secuencia de operaciones dirigidas a transformar materias primas en productos, bienes o servicios, utilizando las instalaciones, el personal y los medios tecnológicos adecuados.

Respecto del balance de línea, Salazar (2019) lo define como una herramienta para la gestión de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso. Su objetivo principal es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso productivo. Para este trabajo, primero se realizará una visita a la planta y se analizará la línea de producción, tomando los tiempos, dimensiones de los espacios, elementos y distancias para llevar a cabo esta mejora. Una vez obtenidos todos los datos de todas las estaciones de trabajo se procederá a hacer el balance de línea, identificando los tiempos muertos y el cuello de botella. Para la implementación de la mejora se considerará el tamaño de la planta. Las fórmulas para la aplicación de este método son las siguientes.

Ecuación 1

Determinación del tiempo muerto

$$\text{Tiempo muerto} = N^{\circ} \text{ estaciones} \times \text{Cuello de botella} - \sum \text{tiempos}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum n^{\circ} \text{ de est.} \times \text{tiempo}}{n^{\circ} \text{ de maquinas} \times \text{Cuello de botella}} \times 100\%$$

$$\text{Nuevo Número de máquinas} = \frac{\text{tiempo por estación}}{\text{nuevo cuello de botella}}$$

$$\text{Nuevos tiempos por estación de trabajo} = \frac{\text{Tiempo de ciclo por estación}}{\text{Número de máquinas por estación}}$$

Para Gómez y Domínguez (2018) las 5S es una filosofía para organizar el trabajo de manera que disminuya el desperdicio, asegurando así que las áreas de trabajo se mantengan sistemáticamente limpias y organizadas, mejorando así la productividad, seguridad, siendo la entrada de información para la implementación de procesos

esbeltos, Obtiene su nombre a partir de las iniciales de las letras japonesas que conforman los puntos a seguir para mantener el orden y limpieza donde sean aplicadas.

Según Becerra y Rojas (2021) el *Distribution Resource Planning* se enfoca en la planificación de recursos de distribución para poder determinar la ubicación del inventario y de esta manera satisfacer la demanda del cliente. También permite visualizar los niveles de inventario en cada punto de la cadena de suministro, distribución e inventarios de artículos para que lleguen al cliente final o almacenes. Esta metodología necesita diversos datos para poder aplicarse, desde una proyección de la demanda, pedidos de los clientes, datos de inventario hasta órdenes de compra y políticas de stock de seguridad. Los beneficios que se obtienen con el DRP es alcanzar el nivel óptimo de inventarios, lo que significa evitar las ventas perdidas y el exceso de existencias.

Marín Monteagudo (2012) afirma que la micro localización es el estudio que se hace con el propósito de seleccionar la comunidad y el lugar exacto para elaborar el proyecto, en el cual se va a elegir el punto preciso, dentro de la macrozona, en donde se ubicará definitivamente la empresa o negocio, permitiendo así cumplir con los objetivos del lograr la más alta rentabilidad o producir el mínimo costo unitario.

1.1.2. Definición de Términos

Cadena de frío: conjunto de normas y procedimientos que aseguran el correcto almacenamiento y distribución de insumos a los puntos de destino utilizando equipos de refrigeración que permiten su conservación

Cadena de suministro: conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para llevar a cabo el proceso de venta de un producto en su totalidad. Abarca desde

la búsqueda de materia prima hasta la venta al consumidor final, pasando por los procesos de producción, transporte, etc.

Costo beneficio: mide la relación entre el coste por unidad producida de un bien o servicio y el beneficio obtenido por su venta.

Eficiencia: capacidad de lograr el objetivo deseado utilizando el mínimo de recursos posible.

Hielo gourmet: tipo de hielo que se caracteriza por su forma cilíndrica, tamaño y transparencia. Usado principalmente por bares y restaurantes para la elaboración de bebidas.

Herramientas de trabajo: insumos que permiten a los operarios realizar con éxito sus tareas y funciones.

Optimizar: conseguir que algo llegue a una situación óptima, es decir, que alcance su mejor valor para obtener los mejores resultados.

Plazo de Recuperación: periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

ProModel: es un simulador con animación y optimización para hacer modelos de simulación y optimizarlos. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, servicios, call centers, manejo de materiales. Determina la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de camiones sin penalizar el servicio, etc.

Rentabilidad: relación entre el beneficio económico con los recursos propios necesarios para obtener ese lucro.

Retorno sobre la inversión: es una métrica usada para saber cuánto la empresa ganó a través de sus inversiones. Para calcular el ROI es necesario levantar los ingresos totales, sustraer de estos los costos y, finalmente, dividir ese resultado por los costos totales.

Tasa Interna Retorno Económico: es la rentabilidad que ofrece una inversión teniendo en cuenta los activos y el patrimonio de la empresa

Tasa Interna Retorno Financiero: es la rentabilidad que ofrece una inversión solo teniendo en cuenta la liquidez de la empresa

Valor Actual Neto Económico: es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión teniendo en cuenta los activos y el patrimonio de la empresa

Valor Actual Neto Financiero: criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión solo teniendo en cuenta la liquidez de la empresa

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y logística sobre la productividad en una empresa fabricante de hielo, Trujillo, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y logística sobre la productividad en una empresa fabricante de hielo, Trujillo, 2021

1.3.2. Objetivos específicos

Diagnosticar la realidad actual de la productividad en la empresa, proponer herramientas de Ingeniería Industrial, cuantificar la situación de la productividad después de la propuesta y evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora en las áreas de producción y logística incrementa la productividad en una empresa fabricante de hielo, Trujillo, 2021.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

Las variables independientes son el proceso de producción y proceso logístico, será en ellos que se aplicará las herramientas seleccionadas para la propuesta de mejora.

1.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente de esta investigación es la productividad, puesto que será el indicador de resultado de la aplicación de las herramientas de mejora en las variables independientes.

1.6. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

	Variable	Dimensión	Indicadores
Independiente	Proceso de producción	Eficiencia del proceso	Producción real/ Producción teórica
	Proceso logístico	Eficiencia del proceso	Unidades vendidas/ Producción real
Dependiente	Productividad	Máquina	Bolsas / Hora
		Dinero	Bolsas / Sol (S/.)
		Ventas	Bolsas / Día

CAPÍTULO 2. MÉTODO

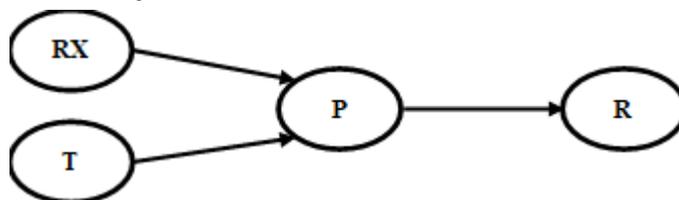
2.1. Tipo de investigación

Según Vargas (2009), esta se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. De acuerdo con el fin que se busca, es una investigación aplicada.

La investigación propositiva es aquella en donde se formula una modificación basada en un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de resolver problemas existentes. (Ramírez, 2017)

Figura 1

Diseño de investigación



Donde:

RX: Productividad antes de la mejora (variable fáctica)

T : Con la aplicación de balance de línea y la herramienta 5S, se logra aumentar la productividad

P : Propuesta de mejora en el proceso de producción

R : Productividad después de la mejora

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población objeto de estudio son todas las operaciones del proceso productivo; y como muestra: Producción, Logística y Administración.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La primera, y la más importante técnica que se utilizó fue la observación, la cual permite visualizar el proceso y poder determinar los puntos en los que se deben hacer las mejoras.

Posterior a ello, se realizó un análisis de documentos, ya que permite la recolección de información respecto a la producción y demás temas de la empresa.

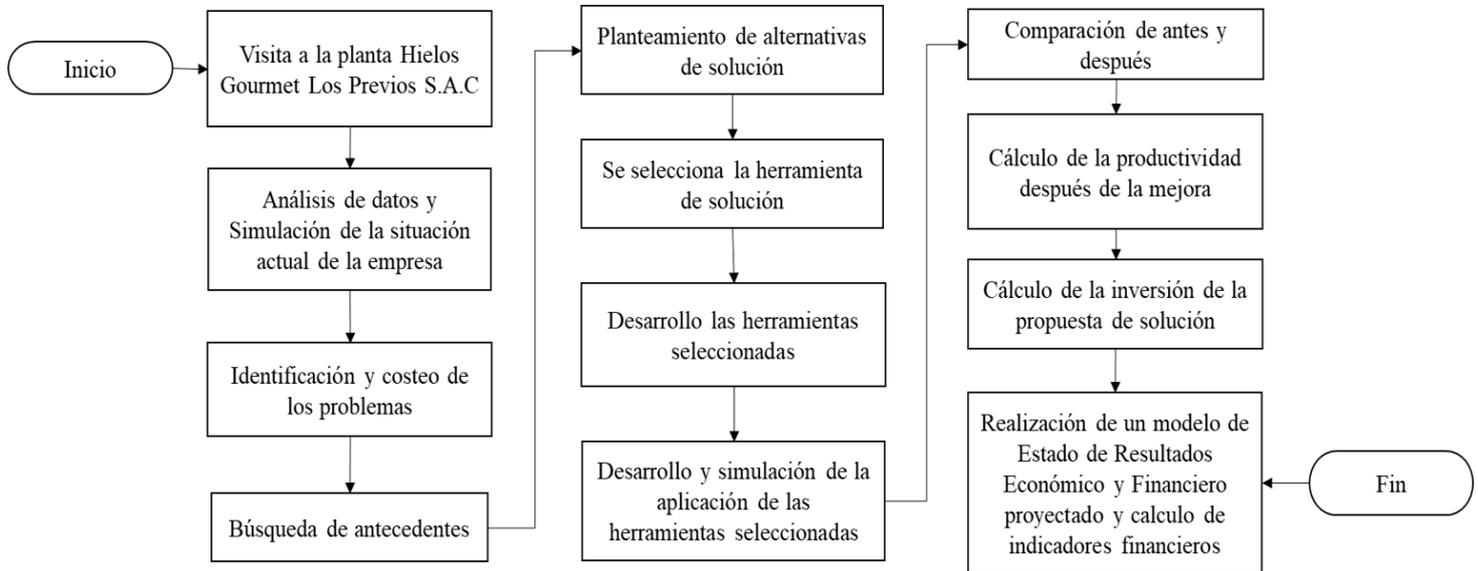
En primer lugar, se deberá observar el proceso de producción, de ese modo se tendrá una primera impresión de cómo se realiza y poder ver algún fallo que pueda existir. Se deberá observar también la preparación del producto para su distribución.

Posteriormente mediante una entrevista personalizada al personal del área y jefe de producción se conocerá su opinión acerca del proceso de producción y proceso logístico y en qué puntos cree que se puede mejorar. Por último, se analizarán los datos obtenidos de la recolección de información en documentos e informes de la empresa para determinar su situación actual con respecto a la demanda insatisfecha, ventas, etc.

2.4. Procedimiento

Figura 2

Diagrama de procedimiento



2.4.1. Misión y Visión

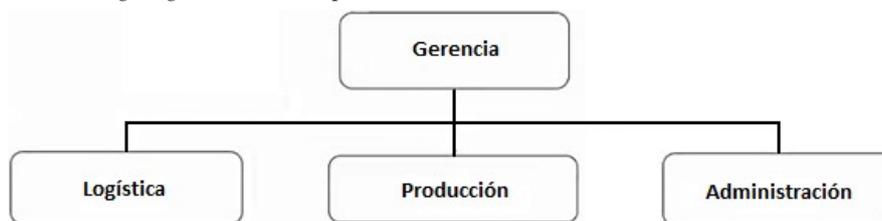
Misión: Somos una empresa fabricante de hielo buscando ofrecer el mejor producto para consumo humano, cumpliendo con altos estándares de calidad, satisfaciendo la necesidad de nuestros clientes en el mercado trujillano.

Visión: ser la empresa líder de hielo gourmet de La Libertad, creando lazos de confianza entre nuestros clientes y ser reconocidos como una empresa comprometida con su gente.

2.4.2. Organigrama

Figura 3

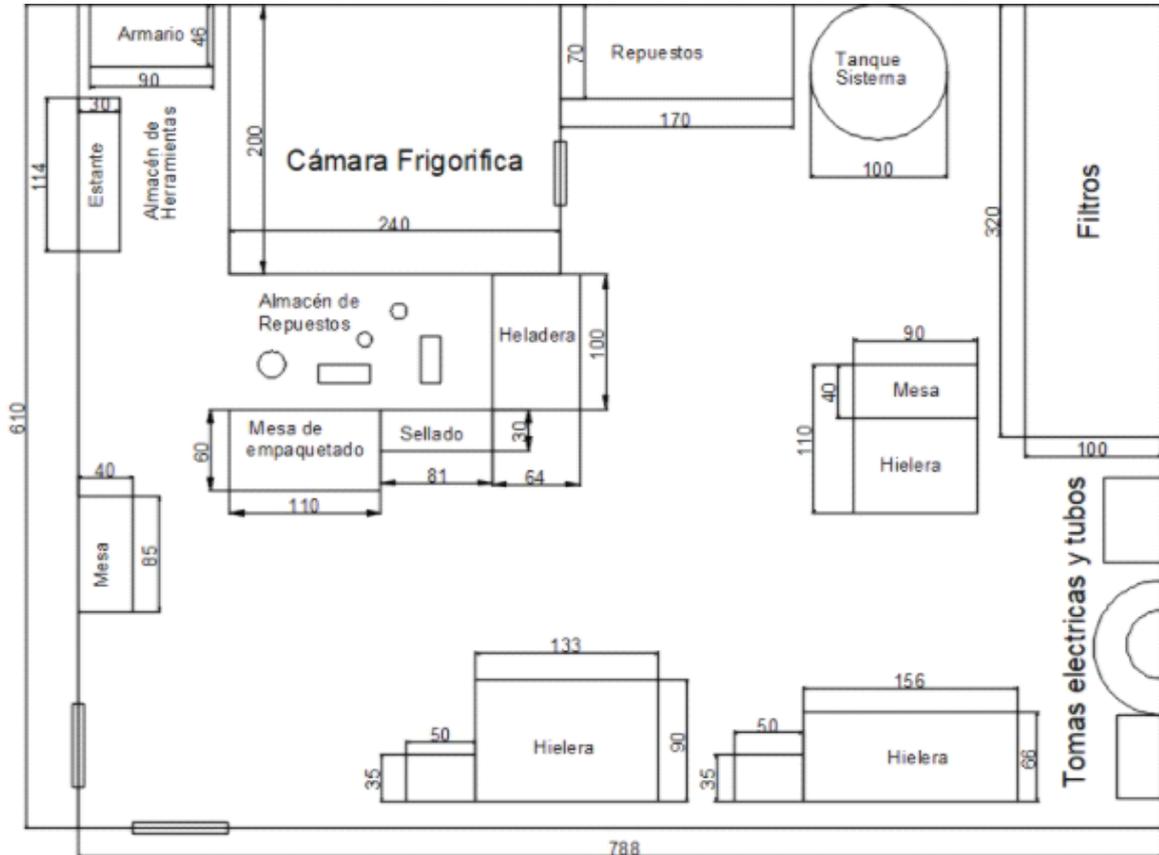
Organigrama de la empresa



2.4.3. Distribución de la Empresa

Figura 4

Layout de la empresa



2.4.4. Clientes

Los principales clientes de esta empresa son algunos de los más conocidos restobares y restaurantes de la ciudad, como por ejemplo Wachaque Restobar, Los Previos Restobar, Discoteca Pozito, Coco Torete y Blanqui.

2.4.5. Proveedores

El hielo requiere como insumo principal el agua, pero para ser purificada y tratada en las máquinas requiere de otros insumos como sal y cloro, que son comprados al por mayor mensualmente. Las bolsas de polietileno con el logo de la empresa donde se empaca y presenta el producto son proveídas por la empresa Maquiplast.

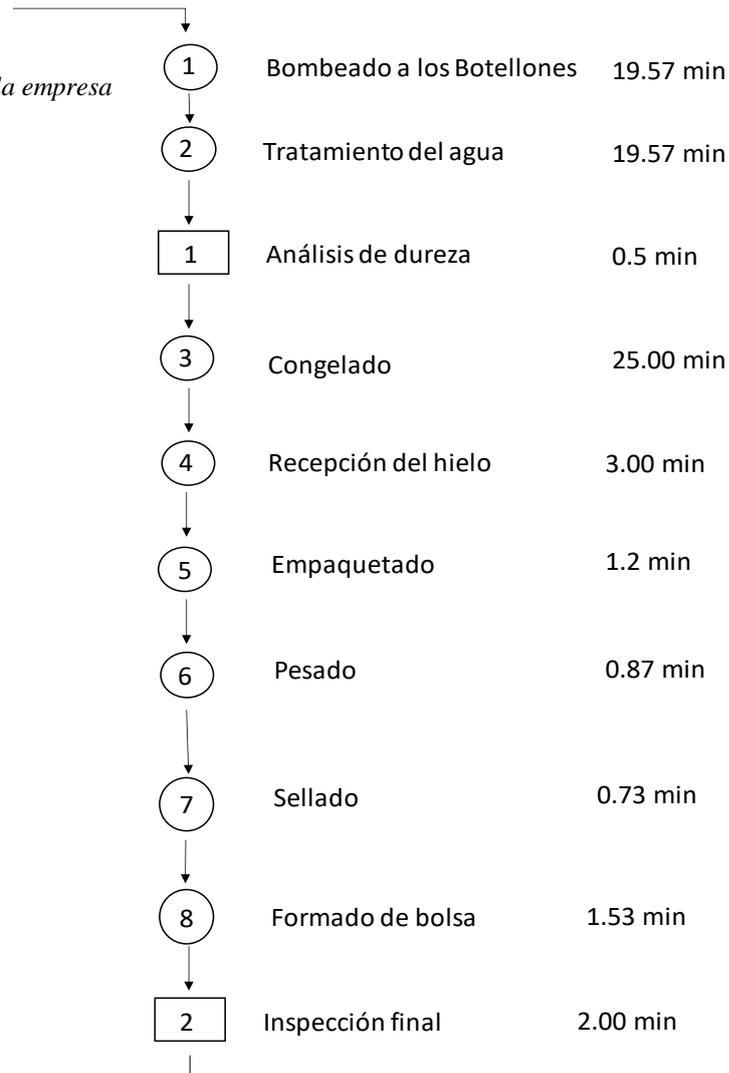
2.4.6. Principales Productos y/o servicios

Su principal producto es el hielo gourmet, pero actualmente está en desarrollo la idea de la venta de agua embotellada con la misma marca del hielo.

2.4.7. Diagrama de Proceso productivo de la Empresa:

Figura 5

Diagrama de operaciones de la empresa



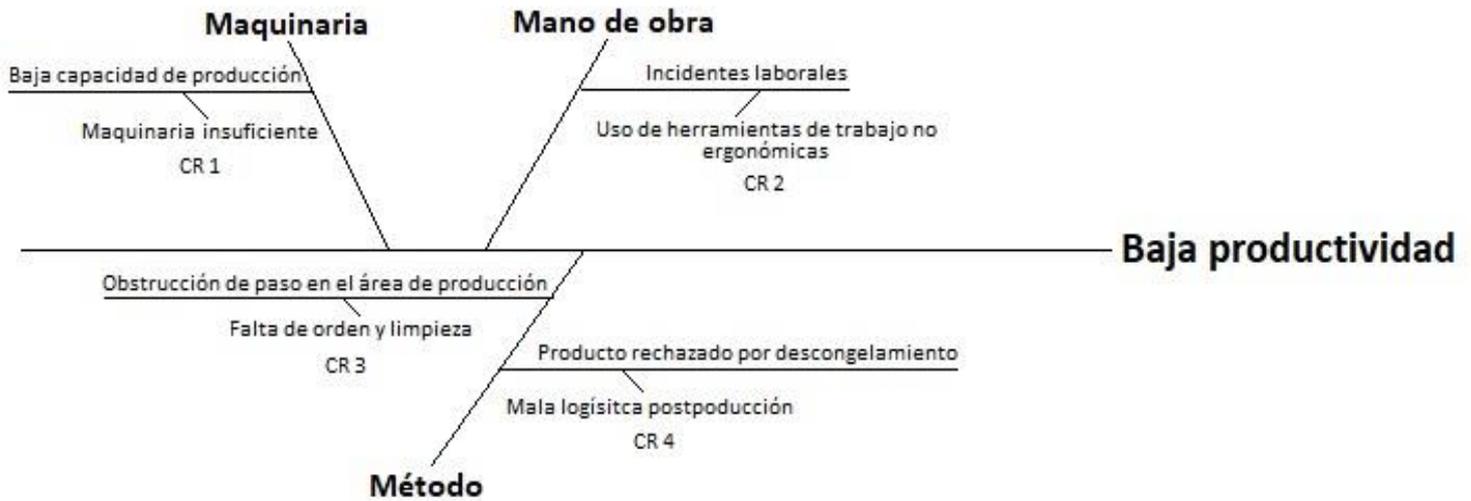
Operación	Cantidad	Tiempo (min)
○	8	71.47
□	2	2.5

2.5. Diagnóstico de problemáticas principales

Diagrama Ishikawa

Figura 6

Diagrama Ishikawa



Nota. La figura nos muestra las causas raíz de la baja productividad de la empresa

Matriz de Priorización de las Causas Raíz

Tabla 2

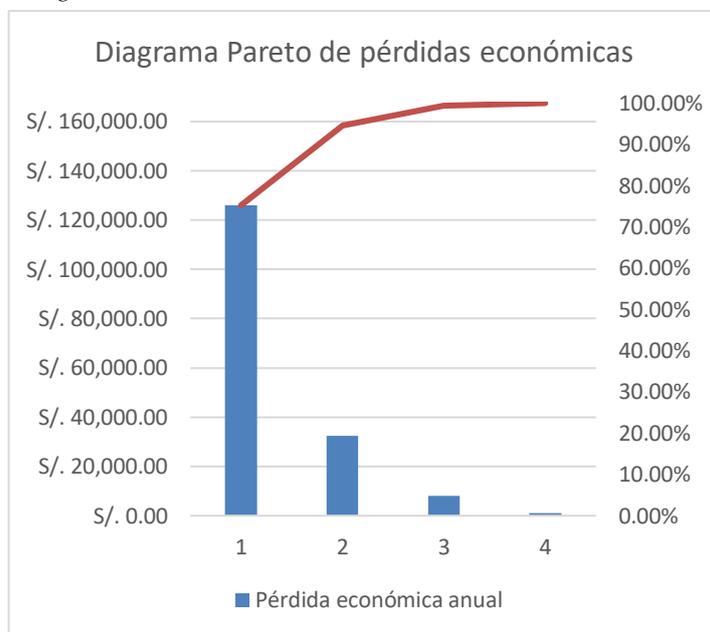
Matriz de priorización de las causas raíz

CR	Descripción	Pérdida económica anual	%	h%
CR1	Maquinaria insuficiente	S/. 126,000.00	75.23%	75.23%
CR4	Producto rechazado (8%)	S/. 32,400.00	19.35%	94.58%
CR3	Falta de orden y limpieza	S/. 8,030.90	4.80%	99.37%
CR2	Herramientas de trabajo no ergonómicas	S/. 1,054.00	0.63%	100.00%
TOTAL		S/. 167,484.90	100%	

Diagrama de Pareto

Figura 7

Diagrama Pareto



Matriz de Indicadores

Tabla 3

Matriz de indicadores

N°	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Descripción	Valor Actual	Valor Meta	Herramienta
CR1	Maquinaria insuficiente	Cantidad de bolsas producidas al mes	Cantidad producida/unidad de tiempo	Demanda Insatisfecha	Producción 230 bolsas	Producción 300 bolsas	Método de Balance de Línea
CR2	Herramientas de trabajo no ergonómicas	Productividad por costo de mano de obra	Cantidad producida al año/costo total de mano de obra al año	Incidentes Laborales	Pérdida de S/. 1,054.00	Pérdida de S/. 0	Medida Correctiva
CR3	Falta de orden y limpieza	% bolsas perdidas por merma al mes	Bolsas perdidas por merma al mes/ bolsas producidas al mes	Merma del producto (2%)	Merma 2%	Merma 1%	Metodología 5S
CR4	Mala logística	% bolsas rechazadas por mala logística al mes	Bolsas rechazadas al mes/ bolsas producidas al mes	Producto rechazado (8%)	Rechazo del 8%	Rechazo del 0%	DRP

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del área problemática

Figura 8

Diagrama de análisis de operaciones

Diagrama de Análisis de Procesos							
ACTIVIDAD	○	→	◐	□	▽	Tiempo (min)	OBSERVACIÓN
Bombeado a los botellones	●					19.57	
Tratamiento del agua	●					19.57	Incluye 5 tipos de filtrado
Análisis de dureza				■		0.50	Lo genera el último filtro automáticamente cada ciclo
Congelado	●					25.00	Tiempo en que las 3 máquinas forman los hielos
Recepción de hielo	●					3.00	El operario recoge los hielos de cada máquina con una bandeja honda y una palana
Empaquetado	●					1.20	
Pesado	●					0.87	La balanza que usa el operario es modelo tradicional
Sellado	●					0.73	Adopta postura encorvada
Darle forma a la bolsa	●					1.53	Adopta postura encorvada
Almacenamiento 1					▽	0.2	Previo al almacen final, se almacena momentáneamente en una cámara frigorífica pequeña
Inspección Final				■		2	
Almacenamiento 2					▽	1.15	Tiempo en que demora en almacenar las bolsas en la cámara frigorífica grande

3.2. Análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó el programa Minitab.19, con el cual se realizó la prueba de normalidad, el análisis de capacidad y de estadística descriptiva, los datos que se sometieron a análisis son las muestras de pesado de producto terminado. El producto debe pesar 3kg, pero se permite una desviación estándar de +/- 100 g.

Estadística Descriptiva

Figura 9

Análisis de estadística descriptiva

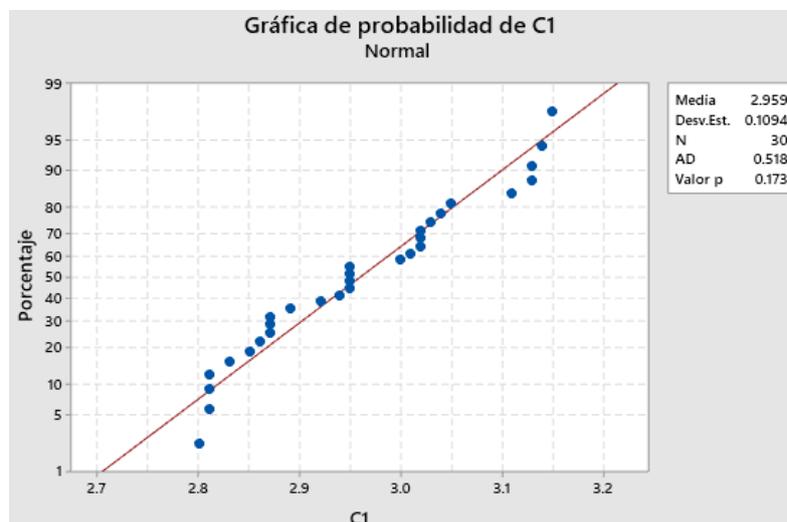
Variable	N	N*	Media	Error estándar de la				Mínimo	Q1	Mediana
				media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar			
C1	30	0	2.9593	0.0200	0.1094	0.0120	3.70	2.8000	2.8675	2.9500
Variable	Q3		Máximo							
C1	3.0325		3.1500							

El 50% de los datos tomados en una hora de producción el peso del producto es igual o menor a 2.95 kg.

Prueba de Normalidad

Figura 10

Análisis de prueba de normalidad

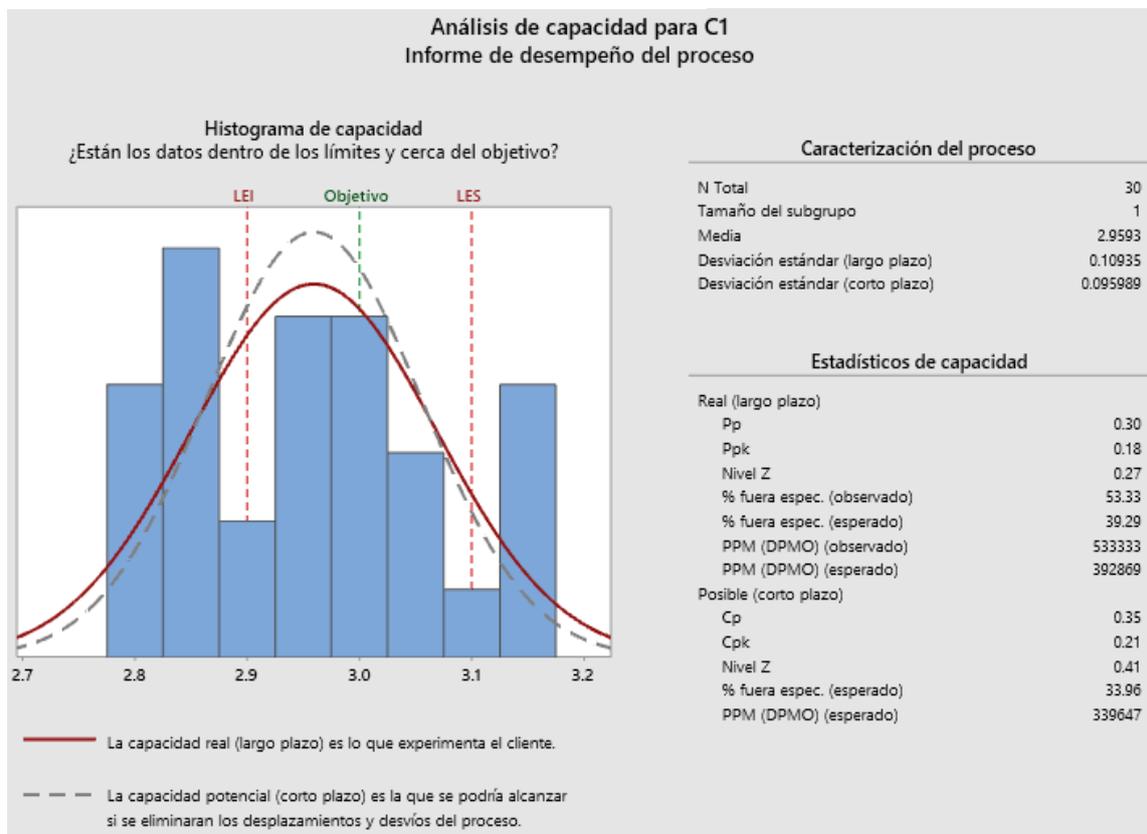


Nota. El valor de $p > 0.05$, lo que significa que los pesos siguen una distribución normal. El proceso está bajo control, y el no cumplimiento con el peso estándar se debe a una causa que forma parte del proceso.

Análisis de Capacidad de Proceso

Figura 11

Análisis de capacidad de proceso



El valor Ppk es de 0.18, valor muy por debajo del referencial que es de 1.33, quiere decir que la empresa debe buscar maneras de mejorar el proceso.

El valor P es de 0.30, comparado con el valor Ppk de 0.18, son notablemente diferentes, esto significa que el proceso no está dentro de los límites superior e inferior.

3.3. Propuesta de herramientas de ingeniería industrial

3.3.1. Insuficiencia de Maquinaria

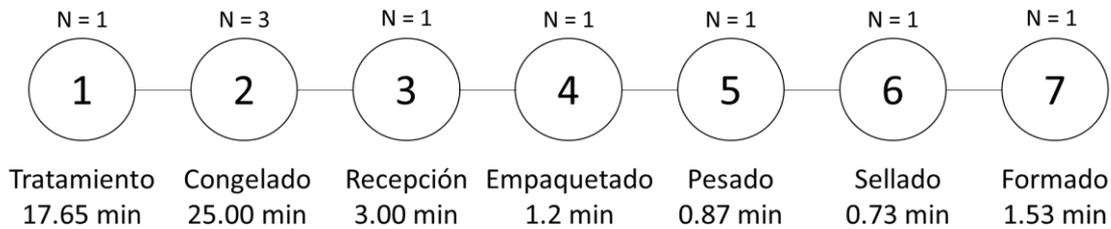
Selección de la herramienta de Ingeniería Industrial

Se seleccionó el método de balance de línea, puesto que esta herramienta permite nivelar la línea de producción de acuerdo con la demanda y, además de ello, mejorar la eficiencia y disminuir tiempos muertos.

Solución de la Causa Raíz

Figura 12

Línea de producción actual



Cuello de botella = 25 min

Producción = 24 horas x 60 min x 4 bolsas / 25 min = 230.4 bolsas al día

Tiempo muerto = N.º estaciones x c- $\sum t$ = 375.06 minutos al día

Eficiencia = $(\sum(n*t) / (n^{\circ} \text{maq.} \times c)) \times 100\% = 44.44\%$

Se desea un incremento de la cantidad de bolsas producidas del 30%

La nueva producción será = 300 bolsas al día = 12.48 bolsas por hora

Cuello de botella = 19.23 min

Determinación del número de máquinas por estación de trabajo

E1 0.92 = 1 maquina

E2 (3 máquinas) 1.30 = 4 maquinas

E3 0.16 = 1 maquina

E4 0.06 = 1 maquina

E5 0.05 = 1 maquina

E6 0.04 = 1 maquina

E7 0.08 = 1 maquina

Al tratarse de un proceso automatizado, la implementación de una 4ta máquina en la estación de congelado no disminuye el tiempo de ciclo, pero si aumenta el tiempo de las otras

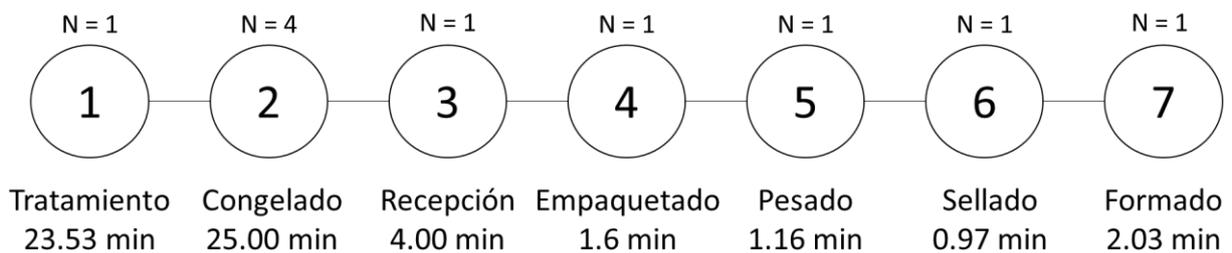
estaciones, disminuyendo así los tiempos muertos y aumentando la eficiencia y la cantidad producida.

Con la implementación de una 4ta máquina en el área de congelado, la línea de producción, cantidad producida, tiempos muertos y eficiencia resulta de la siguiente manera.

Ver figura 13.

Figura 13

Línea de producción aplicando balance de línea



Producción = 24 horas x 60 min x 5.33 bolsas / 25 min = 307 bolsas al día

Tiempo muerto = N.º estaciones x c- $\sum t$ = 350.13 minutos al día

Eficiencia = $(\sum(n*t) / (n^{\circ} \text{maq.} \times c)) \times 100\% = 53.32\%$

3.3.2. Falta de Orden y Limpieza

Selección de la herramienta de Ingeniería Industrial

Se seleccionó la herramienta 5S para la solución de este problema, puesto que esta herramienta es ideal para la participación de todo el personal con el objetivo de tener un ambiente de trabajo más organizado.

Solución de la Causa Raíz

Para la implementación de las 5S, previamente se tomarán en cuenta los siguientes puntos:

- Capacitación al personal: Para que todo el equipo de trabajo tenga conocimiento de los cambios y nuevas reglas a seguir, se realizará una capacitación para que

conozcan el porqué de esta implementación de metodología y poder realizar una planificación conjunta de las actividades.

- **Tiempo de parada de producción:** Una vez establecida la fecha de inicio, se deberá parar la producción, puesto que para poner en marcha las primeras 3S, es esencial que las máquinas estén apagadas para poder movilizarlas y, posteriormente, reubicarlas.

- **Asignación de tareas:** La implementación de esta herramienta requiere que todo el personal esté involucrado, por lo que se le asignarán tareas a cada uno y se seguirán de acuerdo con un cronograma.

Implementación de *Seiri* (Clasificación)

- Se hará una lista de todos los objetos presentes en el área de producción, desde los necesarios hasta los innecesarios, para poder clasificarlos bajo el siguiente criterio: A, R o D (Almacenar, Reubicar o Desechar)

Implementación de *Seiton* (Ordenar)

- Los elementos que se han de almacenar se ubicarán en los anaqueles ubicados detrás de la cámara frigorífica. Por ejemplo, las herramientas que se utilizan para el mantenimiento de las máquinas, las bolsas para el empaqueo del producto, la sal que se utiliza para la salmuera y el cloro que es utilizado para uno de los filtros.

- Los elementos que se necesitan reubicar serán aquellos que son muy necesarios tenerlos presentes a la vista, pero se les dará una ubicación específica a la que deben retornar una vez usados. En este caso, al costado de la mesa de trabajo, donde se ubica la balanza y la selladora, se dispondrá una mesa donde se ubicarán dichas herramientas que se necesitan “a la mano”.

- Los elementos que se han de eliminar, se las ubicará en los tachos respectivos de acuerdo con el tipo de desecho.

Implementación de *Seiso* (Limpieza)

- La limpieza integral del área de producción se hará rutinariamente. Por la presencia de agua es frecuente que las gotas y la tierra de las suelas de los zapatos generen manchas de suciedad, por lo que, uno de los elementos que se encontrarán alcance del operario será un trapeador.

- Además de dejar todo limpio antes del cambio turno, el operario deberá dejar absolutamente todo en su lugar tal y como ya se estableció en la 2S.

Implementación de *Seiketsu* (Estandarización)

- Se elaborará un *checklist* con los siguientes criterios: Almacén, Herramientas, Limpieza, Desechos.

- Para la sección de “almacén”, se registrará que los elementos permanezcan o retornen a dicha ubicación.

- Para la sección de “herramientas”, se registrará que las herramientas de trabajo estén en la mesa asignada para ellas, confirmando que no falte ni una.

- Para la sección de “limpieza”, se registrará que cada cambio de turno, el operario ingresante encuentre el área de producción limpio y los elementos en su lugar.

- Para la sección “desechos”, se registrará que no haya elementos que no son requeridos en el área de producción.

Fase *Shitsuke* (Disciplina)

- Se hará seguimiento a los registros del *checklist*, de modo que se asegure el cumplimiento de lo establecido anteriormente. Además, se realizarán auditorías mensualmente, para revisar con mayor detalle que todo marche correctamente.

3.3.3. Herramientas de trabajo no ergonómicas para el operario

Selección de la herramienta de Ingeniería Industrial

Se propuso una serie de medidas correctivas mediante el reemplazo de las herramientas de trabajo, las cuales provocan una posición inadecuada al momento que el operario realiza su trabajo y que el producto terminado no sea de 3kg precisamente.

Solución de la Causa Raíz

Se realizará el cambio de las siguientes herramientas de trabajo:

- Mesa de trabajo principal: se reemplazará la actual mesa, debido a que es de tamaño pequeño, lo cual genera que el operario adopte una posición de encorvamiento al darle forma a las bolsas de hielo.
- Balanza: La actual balanza no permite un pesado preciso de la cantidad de hielo que debe ser empaquetado, es de modelo tradicional. Por tanto, se debe reemplazar por una balanza digital.
- Cubeta de recepción de hielo: Es necesario el cambio de herramienta con la que se traslada el hielo de las máquinas a la mesa de trabajo, puesto que ésta también influye en la merma, por hielos rotos o derretimiento de los mismos, por lo que se reemplazaría por una cubeta de aluminio, ya que este material evita el rápido derretimiento de hielo.
- Selladora de bolsa: El tiempo que se pierde en el sellado influye también en los tiempos del proceso, además, el modelo de la selladora no permite configurar un tiempo menor, por tanto, se reemplazará por una selladora de pedal, un modelo cómodo en el que no requiera mucho tiempo de acomodo y el tiempo de calor para el sellado será menor a 6 segundos.

3.3.4. Mala distribución del producto al cliente

Selección de la herramienta de Ingeniería Industrial

Se propuso realizar el estudio de una micro localización para establecer la ubicación del almacén en una zona céntrica cerca a los clientes, un plan de distribución estratégico a través de un ruteo y la adquisición de un nuevo equipo móvil con refrigeración. Además, planificar el envío de producto que se realizará diariamente mediante una Planeación de Recursos de Distribución

Solución de la Causa Raíz

- Adquisición de un furgón refrigerador y una cámara frigorífica: Se hará la compra de una camioneta Chevrolet N300 acondicionada para el transporte de productos que requieren refrigeración con capacidad de transportar hasta 180 bolsas de hielo. Adicionalmente para acondicionar el almacén en la ciudad, se realizará la compra de una cámara de congelación hecha de acero inoxidable con capacidad de 1500 litros, suficientes para almacenar nuestra producción.

- Planeación de Recursos de Distribución (DRP)

Planificación del envío diario de producto, de la fábrica al nuevo punto de almacenamiento en la ciudad, cerca de los clientes.

Tabla 4

DRP Mensual Propuesto

Planeación de Requerimientos de Distribución Semanal					
	0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario de seguridad	10				
Capacidad de envío	24				
Tiempo de espera	1				
Pronóstico		2110	2110	2110	2110
Embarques en tránsito		2100	2100	2100	2100
Saldo Disp. Proyectado	10	149	223	177	251
Embarques planeados		24	0	24	0

- **Micro localización:**

Se procedió a realizar la micro localización de planta para nuestro almacén en la ciudad teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Proximidad a los clientes: con las coordenadas de latitud y longitud se determinó el centro de gravedad y en base a ello se ubicó la zona en donde se debe ubicar el almacén. En este caso se tomaron en cuenta los locales cercanos a la Av. Larco, Av. Húsares y la Universidad UPAO. Todos se encuentran en la ciudad de Trujillo, La Libertad.

- Costo del lugar: de acuerdo a la zona, distribución del local y presupuesto, el costo de alquiler mensual del local no debe exceder de S/. 1,300.

- Accesibilidad: debido a que se trata de un centro de distribución, el local tiene que estar ubicado en una zona de fácil acceso y con salida a las principales avenidas de la ciudad.

- Facilidad de acondicionamiento: debido a que el producto es hielo gourmet, el local debe acondicionarse para poder conservarlo sin que se derrita ni pierda la forma.

Tabla 5

Ponderación de puntajes para micro localización

Factores	Pesos	Local frente a al Real Plaza	ESCALA (1 - 10)				PUNTOS PONDERADOS				
			Local en Av. Fátima	Local en el Golf	Local en Av. Larco	Local cerca Upao	Local frente a al Real Plaza	Local en Av. Fátima	Local en el Golf	Local en Av. Larco	Local cerca Upao
Proximidad a los clientes	0.3	6	6	5	8	7	1.8	1.8	1.5	2.4	2.1
Costo del lugar	0.2	6	5	5	10	6	1.2	1	1	2	1.2
Accesibilidad	0.2	3	4	8	8	4	0.6	0.8	1.6	1.6	0.8
Facilidad de acondicionamiento	0.3	7	5	7	5	3	2.1	1.5	2.1	1.5	0.9
	1						5.7	5.1	6.2	7.5	5

Una vez tomados en cuenta todos los criterios y puntos ponderados se seleccionó el local ubicado en la Avenida Larco Herrera puesto que es el que mejor se adapta a nuestros criterios.

- Ruteo

Para el diseño del ruteo se tomó en cuenta las ubicaciones de los clientes y se identificaron dos zonas a las que se les denominó Zona Centro y Zona Víctor Larco. También se tomaron en cuenta los horarios dispuestos por los clientes en que reciben insumos de sus proveedores. Se utilizó la el software *SmartMonkey* con el cual, ingresando los horarios mencionados y sus ubicaciones, calcula una ruta óptima de entrega del producto.

Tabla 6

Ruta de distribución 1: Zona Centro

Ruteo 1: ZONA CENTRO				
Punto de partida	Almacén en Av. Larco (propuesto)			
Tiempo estimado de entrega (h)	2			
Distancia total recorrida (km)	17.94			
Puntos de destino	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo de despacho (min)	Observaciones
FAST FOOD Y DIVERSION S.A.C.	190	1	2	
REPRESENTACIONES VHG E.I.R.L.	950	4	2	
INVERSIONES DALYSIL E.I.R.L.	600	4	3	Tomar Jirón Francisco Pizarro
MARINA ´S BUFFET E.I.R.L.	700	3	1	Girar por Jirón Bolognesi
NANDOS CHICKEN E.I.R.L.	1000	4	2	Tomar Av. Mansiche y Av. Nicolas de Piérola
GRUPO PARDO S.A.C.	1300	6	2	
EL CASTILLO ENTERTAINMENT S.A.C.	2400	8	2	

TRADICION Y CULTURA S.A.C.	1200	4	3	Tomar Av. España
A BAILAR S.A.C.	2600	8	2	Tomar Jirón Unión
INVERSIONES MORENA DE ORO S.R.L.	3100	9	3	Tomar Av. América Sur
CORPORACION CEVA S.A.C	1700	6	2	Tomar Av. España
INVERSIONES JUNKER E.I.R.L.	1200	5	2	Seguir por Av. Larco
SAN REMO S.A.	400	2	3	Tomar calle Estados Unidos
PRO INVERSIONES PZ S.A.C.	600	2	2	

Figura 14

Ruteo Zona Centro



Tabla 7

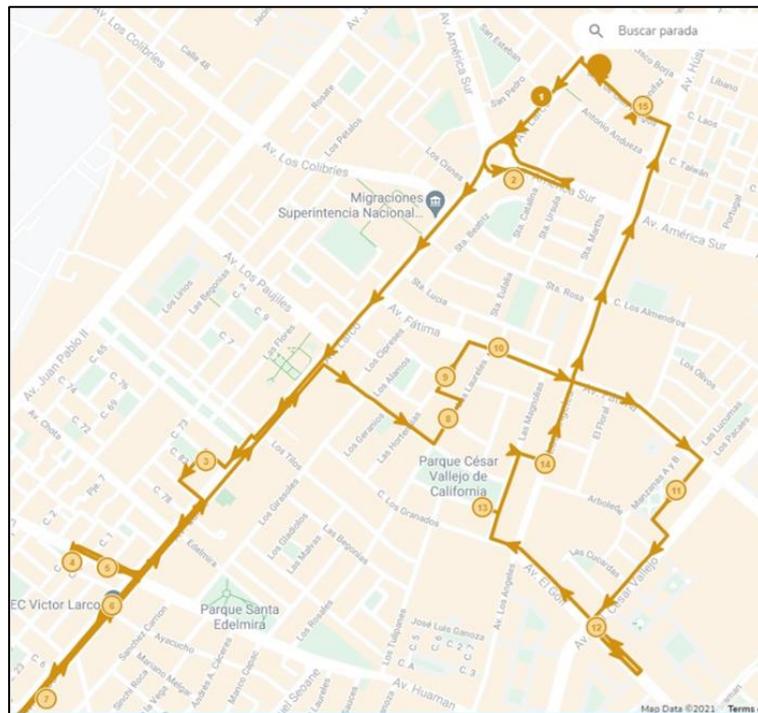
Ruta de distribución 2: Zona Víctor Larco

Ruteo 2: ZONA VICTOR LARCO

Punto de partida	Almacén en Av. Larco (propuesto)			
Tiempo estimado de entrega (h)	1.5			
Distancia total recorrida (km)	9.65			
Puntos de destino	Distancia (m)	Tiempo (min)	Tiempo de despacho (min)	Observaciones
BLANQUI PASTELERIA FINA	500	2	1	Tomar Av. Larco
GLORISA S.A.C	400	1	2	
CORPORACION COCO TORETE S.A.C.	1400	5	3	
ORTRAUMEDIC S.A.C.	1000	5	1	
CABILDO 29 S.A.C.	350	2	3	
ADMINIST.DE EMPRESAS Y SERVICIOS S.A.C	1400	5	2	
BARCLEY S.A.C.	1200	3	2	Ir por el pasaje de la izquierda
DISTRIBUIDORA Y MERCANTIL C & G S.A.	250	2	2	
COMPAÑIA DE EVENTOS KVC S.A.C.	160	1	1	
4 CATS PRODUCCIONES S.A.C.	750	3	1	
INVERSIONES EL POZITO S.A.C.	230	2	2	Voltear a la izquierda
WACHAKE GASTROBAR S.A.C.	750	3	3	Ir por el pasaje
R.E. INVERSIONES GAMING S.A.C.	260	2	1	
ALDO TENORIO Y RAUL LARCO S.A.C.	1000	4	1	

Figura 15

Ruteo Zona Víctor Larco



3.4. Cuantificación de la situación después de la propuesta

3.4.1. Monetización de pérdidas por demanda insatisfecha después de la mejora

De acuerdo con la simulación realizada, se logra cubrir la demanda en su totalidad, pero se crea un excedente de un poco más de 100 bolsas al mes.

Consideramos esa cantidad de bolsas como un stock de seguridad en caso de que surgir una demanda no prevista.

3.4.2. Monetización de pérdidas por incidentes laborales después de la mejora

Al eliminar los elementos que interrumpen el paso e implementar un sistema de orden y limpieza en el área de producción, se estima la reducción total de los incidentes laborales ocurridos en la planta, puesto que se eliminarían todos los

causantes y posibles riesgos de los mismos, además de que se reemplazarían las herramientas que causan posiciones no ergonómicas en los trabajadores.

3.4.3. Monetización de pérdidas por merma en el envasado de hielo después de la mejora

No es posible garantizar la reducción de la merma al 0%, pero sí se estima, al menos, un 1% menos de la merma actual, debido a que, con el cambio de la herramienta de traslado de hielo de las máquinas a la mesa de trabajo donde los hielos son empaquetados y por el despeje de espacio, se perdería menos tiempo de movilización por parte del operario y no habría pérdida de hielo por derretimiento.

3.4.4. Monetización de pérdida por mala distribución de producto terminado después de la mejora

Con la incorporación de un furgón refrigerador y una cámara frigorífica como almacén en un punto específico estratégicamente ubicado en una zona céntrica y cerca a los clientes, se espera reducir en su totalidad las bolsas con hielos derretidos y, en consecuencia, no se perderá la venta de los mismos.

3.5. Cálculo de la productividad

Para el cálculo de la productividad, se tomaron en cuenta los nuevos tiempos que, luego de la implementación de las mejoras y haber aplicado las herramientas de ingeniería industria, se esperan reducir.

Figura 16

Línea de Producción (antes)



Figura 17

Línea de Producción (después)



Cálculo de la productividad con respecto a las estaciones de trabajo

Tabla 8

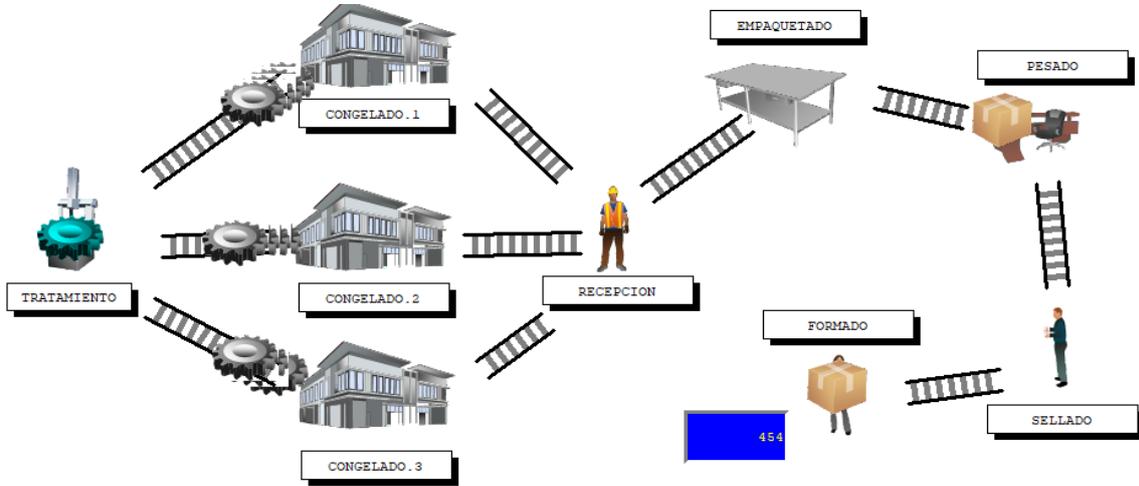
Cálculo de la productividad total y por estación de trabajo

	Productividad			Unidad
	Antes	Después	Variación	
Estaciones en planta	9.583	12.792	33.48%	Bolsas/hora
Estación				
Tratamiento	0.680	0.680	0.01%	litros/minuto
Congelado	0.480	0.640	33.33%	litros/minuto
Recepción	1.333	1.481	11.04%	Bolsas/minuto
Empaquetado	3.333	3.807	14.21%	Bolsas/minuto
Pesado	4.598	5.330	15.93%	Bolsas/minuto
Sellado	5.479	7.507	37.00%	Bolsas/minuto
Formado	2.614	2.626	0.43%	Bolsas/minuto

Según la tabla anterior, podemos notar variación positiva en algunas estaciones de trabajo, esto se debe a que, debido a que, luego de la implementación se esperan reducir tiempos de operación y movimiento del operario, aumentando así la productividad por estación y, por ende, la productividad total en el área de producción.

Figura 18

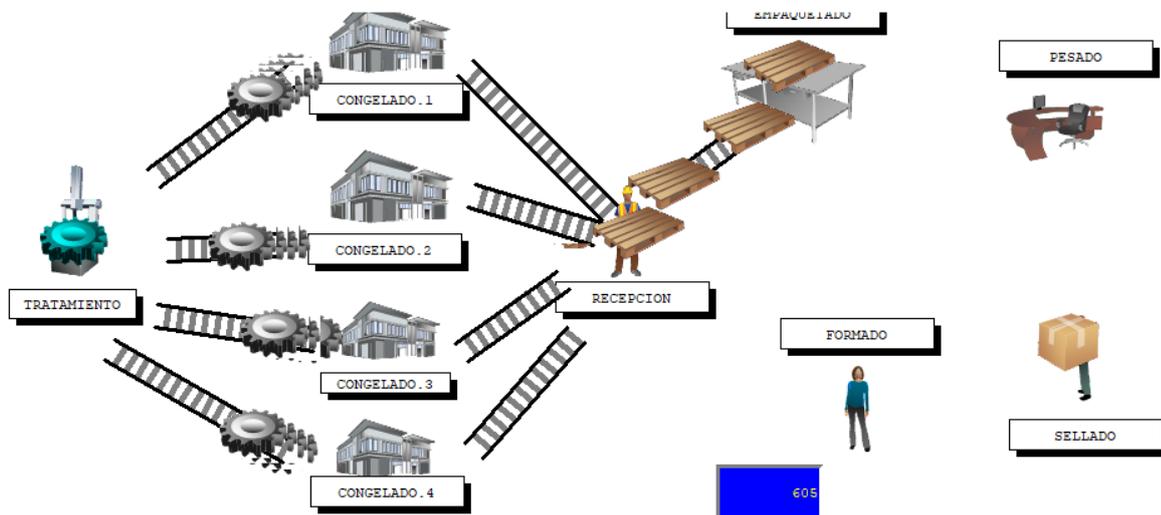
Simulación Línea de Producción (antes)



Nota. La cantidad de bolsas simuladas por 48 horas son 454, ya que las primeras 24 horas se considera el tiempo en que se inicia el proceso de tratamiento del agua luego de parar el proceso.

Figura 19

Simulación Línea de producción (después)



Nota. La cantidad de bolsas simuladas por 48 horas son 605, ya que las primeras 24 horas se considera el tiempo en que se inicia el proceso de tratamiento del agua luego de parar el proceso.

Cálculo de la productividad con respecto a los costos

Se calculó, además, la productividad en función a los costos que representan y están relacionados con las herramientas de la propuesta de mejora, demostrando que hay un incremento positivo en la productividad de los costos de mano de obra, maquinaria y los costos operativos.

Tabla 9

Cálculo de la productividad en función a costos

	Productividad			Unidad
	Antes	Después	Variación	
Costo mano de obra	3.59	5.02	39.78%	Bolsas/Sol
Costo de maquinaria (Ice Maker)	9.58	10.61	10.71%	Bolsas/Sol
Costos operativos	0.62	0.66	7.06%	Bolsas/Sol

Cálculo de la productividad con respecto a las ventas

La productividad en función a las ventas se calculó a partir de los datos de las ventas diarias antes de la mejora y con el dato de la nueva producción con un 1% de pérdida considerando un escenario realista, ya que, con la implementación del furgón para la distribución del producto, no habría rechazo del producto.

Tabla 10

Cálculo de la productividad en función a ventas

	Productividad			Unidad
	Antes	Después	Variación	
Ventas Netas Diarias	208	300	44.23%	Bolsas/Día

3.6. Costeo de la Propuesta de Mejora

3.6.1. Costeo de implementación de una máquina nueva

Las máquinas con las que se cuenta actualmente en la empresa, cuentan con una capacidad de 4kg. Según el balance de línea, se necesita otra máquina con la misma capacidad, por lo que se solicitará otra máquina del mismo modelo.

Tabla 11

Costo de la nueva máquina para la estación de congelado

Descripción	Costo
Instalación (técnico)	S/ 300.00
ITV Ice Maker SPIKA MS 1000	S/ 18,018.00
TOTAL	S/ 18,318.00

3.6.2. Costeo de implementación de la herramienta 5S

Con respecto a la inversión que se realizaría para la implementación, se consideraron los materiales y herramientas que se van a utilizar, además de las horas hombre que se ocuparán para la capacitación a los colaboradores, resultando un total de S/.853.50.

Tabla 12

Costo de implementación de 5S

S	Recurso	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Seiri	Personal (Gerente General)	Hrs. Hombre	8	6.25	50.00
	Personal (Trabajadores)	Hrs. Hombre	16	3.90	62.40
	Capacitación	Hrs. Hombre	2	6.25 gerente y 3.90 trabajador	28.10
	Tarjetas de colores	Unidades	150	0.2	30.00
	Informes	Copias	20	0.05	1.00
Seiton	Personal (Gerente General)	Hrs. Hombre	8	6.25	50.00
	Personal (Trabajadores)	Hrs. Hombre	16	3.90	62.40

	Capacitación	Hrs. Hombre	2	6.25 gerente y 3.90 trabajador	28.10
	Etiquetas de ubicación	Unidades	100	0.2	20.00
	Informes	Copias	20	0.05	1.00
Seiso	Personal (Gerente General)	Hrs. Hombre	8	6.25	50.00
	Personal (Trabajadores)	Hrs. Hombre	32	3.90	124.80
	Escoba	Unidades	2	15	30.00
	Recogedor	Unidades	2	15	30.00
	Trapeador	Unidades	1	30	30.00
	Desinfectantes	Galones	2	15	30.00
	Bolsas para basura	Paquete de 50 unidades	2	13	26.00
	Contenedor de basura	Unidades	1	140	140.00
Seiketsu	Materiales complementarios	Copias	50	0.05	2.50
	Informes	Copias	20	0.05	1.00
Shitsuke	Capacitación	Hrs. Hombre	4	6.25 gerente y 3.90 trabajador	56.20
TOTAL					853.50

3.6.3. Costeo de la implementación de las medidas correctivas

Se plantea invertir en las medidas correctivas que ayudarían a reducir la merma y a optar una mejor postura por parte de los colaboradores. Se reemplazará la actual mesa de trabajo de vidrio templado de muy poca altura por una de acero inoxidable más grande y más alta, también una balanza digital en lugar de la analógica que actualmente se usa y, por último, la cubeta de plástico se reemplazará por una cubeta de metal galvanizada.

Tabla 13

Costo de las herramientas a reemplazar

Descripción	Costo
Balanza Electrónica Digital Electro Master	S/ 168.00
Mesa de trabajo acero inoxidable 1.5 x 0.6 x 0.95 metros	S/ 900.00
Henkel - Selladora de bolsa a pedal - PFS-600	S/ 959.00
Cubeta de metal galvanizada 169 oz.	S/ 147.00
TOTAL	S/ 2,174.00

3.6.4. Costeo de la implementación del plan de distribución

La inversión que se realizará para el plan de distribución incluye el furgón refrigerador y la cámara frigorífica como almacén en la zona propuesta.

Tabla 14

Costo de las herramientas a implementar

Descripción	Costo
Furgón Refrigerador Chevrolet N300	S/ 88,240.00
Cámara Frigorífica	S/ 13,302.02
TOTAL	S/ 101,542.02

3.7. Evaluación Económica y Financiera de la Propuesta de Mejora

3.7.1. Estado de Resultados Financiero

Figura 20

Estado de resultados financiero

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ventas		38,030.85	47,109.15	42,550.20	47,109.15	45,589.50	47,109.15	45,589.50	47,109.15	47,109.15	45,589.50	47,109.15	45,589.50
Costo de ventas		8,337.06	10,327.19	9,327.78	10,327.19	9,994.05	10,327.19	9,994.05	10,327.19	10,327.19	9,994.05	10,327.19	9,994.05
Utilidad bruta		29,693.79	36,781.97	33,222.42	36,781.97	35,595.45	36,781.97	35,595.45	36,781.97	36,781.97	35,595.45	36,781.97	35,595.45
Servicios		7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77
Costo variable (asumir)		1,901.54	2,355.46	2,127.51	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,279.48
Personal		4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00
Depreciación y amortización		985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98
Utilidad operativa		14,652.50	21,286.75	17,955.16	21,286.75	20,176.22	21,286.75	20,176.22	21,286.75	21,286.75	20,176.22	21,286.75	20,176.22
Gasto Financiero		715.36	685.56	655.75	625.94	596.14	566.33	536.52	506.72	476.91	447.10	417.30	387.49
Utilidad antes de impuestos		13,937.13	20,601.20	17,299.41	20,660.81	19,580.09	20,720.42	19,639.70	20,780.04	20,809.84	19,729.12	20,869.46	19,788.73
Perdidas acumuladas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U impositiva		13,937.13	20,601.20	17,299.41	20,660.81	19,580.09	20,720.42	19,639.70	20,780.04	20,809.84	19,729.12	20,869.46	19,788.73
Impuesto a la renta		4,181.14	6,180.36	5,189.82	6,198.24	5,874.03	6,216.13	5,891.91	6,234.01	6,242.95	5,918.74	6,260.84	5,936.62
Utilidad neta		9,755.99	14,420.84	12,109.58	14,462.57	13,706.06	14,504.30	13,747.79	14,546.03	14,566.89	13,810.38	14,608.62	13,852.11
		Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
Ventas		47,109.15	47,109.15	42,550.20	47,109.15	45,589.50	47,109.15	45,589.50	47,109.15	47,109.15	45,589.50	47,109.15	45,589.50
Costo de ventas		10,327.19	10,327.19	9,327.78	10,327.19	9,994.05	10,327.19	9,994.05	10,327.19	10,327.19	9,994.05	10,327.19	9,994.05
Utilidad bruta		36,781.97	36,781.97	33,222.42	36,781.97	35,595.45	36,781.97	35,595.45	36,781.97	36,781.97	35,595.45	36,781.97	35,595.45
Servicios		7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77	7,863.77
Costo variable (asumir)		2,355.46	2,355.46	2,127.51	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,355.46	2,279.48	2,355.46	2,279.48
Personal		4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00	4,290.00
Depreciación y amortización		985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	985.98	-
Utilidad operativa		21,286.75	21,286.75	17,955.16	21,286.75	20,176.22	21,286.75	20,176.22	21,286.75	21,286.75	20,176.22	21,286.75	21,162.21
Gasto Financiero		357.68	327.88	298.07	268.26	238.45	208.65	178.84	149.03	119.23	89.42	59.61	29.81
Utilidad antes de impuestos		20,929.07	20,958.88	17,657.09	21,018.49	19,937.77	21,078.11	19,997.38	21,137.72	21,167.53	20,086.80	21,227.14	21,132.40
Perdidas acumuladas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U impositiva		20,929.07	20,958.88	17,657.09	21,018.49	19,937.77	21,078.11	19,997.38	21,137.72	21,167.53	20,086.80	21,227.14	21,132.40
Impuesto a la renta		6,278.72	6,287.66	5,297.13	6,305.55	5,981.33	6,323.43	5,999.21	6,341.32	6,350.26	6,026.04	6,368.14	6,339.72
Utilidad neta		14,650.35	14,671.22	12,359.96	14,712.94	13,956.44	14,754.67	13,998.17	14,796.40	14,817.27	14,060.76	14,859.00	14,792.68

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
EBITDA		15,638.48	22,272.74	18,941.14	22,272.74	21,162.21	22,272.74	21,162.21	22,272.74	22,272.74	21,162.21	22,272.74	21,162.21
TAX	-	4,181.14	6,180.36	5,189.82	6,198.24	5,874.03	6,216.13	5,891.91	6,234.01	6,242.95	5,918.74	6,260.84	5,936.62
EBITDA despues de impuestos		11,457.34	16,092.38	13,751.32	16,074.49	15,288.18	16,056.61	15,270.30	16,038.73	16,029.78	15,243.47	16,011.90	15,225.59
INVERSIONES													
Costo 5S	-	853.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquina estacion de congelado	-	18,318.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furgón refrigerador N300 y camara de congelacion	-	101,742.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herramientas	-	1,215.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	-	20,490.83	1,990.13	999.41	999.41	333.14	333.14	333.14	333.14	-	333.14	333.14	333.14
Total Inversiones	-	122,128.70	20,490.83	1,990.13	999.41	999.41	333.14	333.14	333.14	-	333.14	333.14	333.14
Análisis del IGV													
- IGV de Ventas	-	6,845.55	8,479.65	7,659.04	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,206.11
- IGV de Gastos	-	3,258.43	3,698.35	3,477.43	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,624.71
- IGV de Inversiones	21,983.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGV Neto	-	21,983.17	3,587.13	4,781.29	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40
Crédito Fiscal	-	21,983.17	18,396.04	13,614.75	9,433.14	4,651.85	70.45	-	-	-	-	-	-
Pago de IGV a Sunat	-	-	-	-	-	-	4,710.84	4,581.40	4,781.29	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40
Efecto Neto de IGV	-	21,983.17	3,587.13	4,781.29	4,781.29	4,581.40	70.45	-	-	-	-	-	-
Flujo de Caja antes de la Dueda	-	144,111.87	5,446.36	18,883.54	18,932.33	19,856.38	20,202.71	15,793.93	15,603.43	15,705.59	16,029.78	15,576.60	15,558.72
Flujo de Caja de la Dueda													
Ingresos por prestamos	61,064.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Egresos por servicios de deuda	-	3,259.71	3,229.90	3,200.10	3,170.29	3,140.48	3,110.68	3,080.87	3,051.06	3,021.26	2,991.45	2,961.64	2,931.84
Total FC de la deuda	61,064.35	3,259.71	3,229.90	3,200.10	3,170.29	3,140.48	3,110.68	3,080.87	3,051.06	3,021.26	2,991.45	2,961.64	2,931.84
FLUJO DE CAJA FINANCIERO	-	83,047.52	8,706.07	15,653.64	15,732.23	16,686.09	17,062.23	12,683.25	12,522.56	12,654.53	13,008.53	12,585.15	12,626.88

	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
EBITDA	22,272.74	22,272.74	18,941.14	22,272.74	21,162.21	22,272.74	21,162.21	22,272.74	22,272.74	21,162.21	22,272.74	21,162.21
TAX	- 6,278.72	- 6,287.66	- 5,297.13	- 6,305.55	- 5,981.33	- 6,323.43	- 5,999.21	- 6,341.32	- 6,350.26	- 6,026.04	- 6,368.14	- 6,339.72
EBITDA despues de impuestos	15,994.02	15,985.07	13,644.01	15,967.19	15,180.87	15,949.31	15,162.99	15,931.42	15,922.48	15,136.16	15,904.60	14,822.49
INVERSIONES												
Costo 5S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquina estacion de congelado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furgón refrigerador N300 y camara de congelacion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Herramientas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capital de trabajo	- 333.14	-	999.41	999.41	333.14	333.14	333.14	333.14	-	333.14	333.14	333.14
Total Inversiones	- 333.14	-	999.41	999.41	333.14	333.14	333.14	333.14	-	333.14	333.14	333.14
Análisis del IGV												
- IGV de Ventas	8,479.65	8,479.65	7,659.04	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,479.65	8,206.11	8,479.65	8,206.11
- IGV de Gastos	3,698.35	3,698.35	3,477.43	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,698.35	3,624.71	3,698.35	3,624.71
- IGV de Inversiones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IGV Neto	4,781.29	4,781.29	4,181.61	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40
Crédito Fiscal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pago de IGV a Sunat	4,781.29	4,781.29	4,181.61	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,781.29	4,581.40	4,781.29	4,581.40
Efecto Neto de IGV	-											
Flujo de Caja antes de la Dueda	15,660.88	15,985.07	14,643.42	14,967.78	15,514.01	15,616.17	15,496.13	15,598.29	15,922.48	15,469.30	15,571.46	15,155.62
Flujo de Caja de la Dueda												
Ingresos por prestamos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Egresos por servicios de deuda	- 2,902.03	- 2,872.22	- 2,842.42	- 2,812.61	- 2,782.80	- 2,753.00	- 2,723.19	- 2,693.38	- 2,663.58	- 2,633.77	- 2,603.96	- 2,574.15
Total FC de la deuda	- 2,902.03	- 2,872.22	- 2,842.42	- 2,812.61	- 2,782.80	- 2,753.00	- 2,723.19	- 2,693.38	- 2,663.58	- 2,633.77	- 2,603.96	- 2,574.15
FLUJO DE CAJA FINANCIERO	12,758.85	13,112.85	11,801.00	12,155.18	12,731.21	12,863.17	12,772.94	12,904.90	13,258.90	12,835.53	12,967.50	12,581.47

Nota. Se calculó un VANF de S/. 21,676.45 y un TIRF del 12.94%; indicando que el proyecto daría beneficio a la empresa

3.7.2. Flujo de caja proyectado

Figura 21
Flujo de caja proyectado

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos												
Ventas a contado	S/ 38,030.85	S/ 47,109.15	S/ 42,550.20	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50
TOTAL DE INGRESOS	S/ 38,030.85	S/ 47,109.15	S/ 42,550.20	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50
Egresos												
Materiales	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50	S/ 336.50
Mano de obra	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00	S/ 4,290.00
Gastos indirectos de fab.	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00	S/ 9,000.00
Gastos administrativos y V.	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Impuesto a la renta	S/ 4,181.14	S/ 6,180.36	S/ 5,189.82	S/ 6,198.24	S/ 5,874.03	S/ 6,216.13	S/ 5,891.91	S/ 6,234.01	S/ 6,242.95	S/ 5,918.74	S/ 6,260.84	S/ 5,936.62
Activos tangibles	S/ 122,128.70											
Activos intangibles	S/ 300.00											
TOTAL DE EGRESOS	S/ 141,736.34	S/ 21,306.86	S/ 20,316.32	S/ 21,324.74	S/ 21,000.53	S/ 21,342.63	S/ 21,018.41	S/ 21,360.51	S/ 21,369.45	S/ 21,045.24	S/ 21,387.34	S/ 21,063.12
Flujo de efectivo economico	-S/ 103,705.49	S/ 25,802.29	S/ 22,233.88	S/ 25,784.41	S/ 24,588.97	S/ 25,766.52	S/ 24,571.09	S/ 25,748.64	S/ 25,739.70	S/ 24,544.26	S/ 25,721.81	S/ 24,526.38
Amortizacion de capital	S/ 3,259.71	S/ 3,229.90	S/ 3,200.10	S/ 3,170.29	S/ 3,140.48	S/ 3,110.68	S/ 3,080.87	S/ 3,051.06	S/ 3,021.26	S/ 2,991.45	S/ 2,961.64	S/ 2,931.84
Flujo efectivo financiero	-S/ 106,965.20	S/ 22,572.39	S/ 19,033.78	S/ 22,614.12	S/ 21,448.49	S/ 22,655.85	S/ 21,490.22	S/ 22,697.57	S/ 22,718.44	S/ 21,552.81	S/ 22,760.17	S/ 21,594.54

	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
Ingresos												
Ventas a contado	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 42,550.20	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50
TOTAL DE INGRESOS	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 42,550.20	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50	S/ 47,109.15	S/ 45,589.50
Egresos												
Materiales	S/ 336.50											
Mano de obra	S/ 4,290.00											
Gastos indirectos de fab.	S/ 9,000.00											
Gastos administrativos y V.	S/ 1,500.00											
Impuesto a la renta	S/ 6,278.72	S/ 6,287.66	S/ 5,297.13	S/ 6,305.55	S/ 5,981.33	S/ 6,323.43	S/ 5,999.21	S/ 6,341.32	S/ 6,350.26	S/ 6,026.04	S/ 6,368.14	S/ 6,339.72
Activos tangibles												
Activos intangibles												
TOTAL DE EGRESOS	S/ 21,405.22	S/ 21,414.16	S/ 20,423.63	S/ 21,432.05	S/ 21,107.83	S/ 21,449.93	S/ 21,125.71	S/ 21,467.82	S/ 21,476.76	S/ 21,152.54	S/ 21,494.64	S/ 21,466.22
Flujo de efectivo economico	S/ 25,703.93	S/ 25,694.99	S/ 22,126.57	S/ 25,677.10	S/ 24,481.67	S/ 25,659.22	S/ 24,463.79	S/ 25,641.33	S/ 25,632.39	S/ 24,436.96	S/ 25,614.51	S/ 24,123.28
Amortizacion de capital	S/ 2,902.03	S/ 2,872.22	S/ 2,842.42	S/ 2,812.61	S/ 2,782.80	S/ 2,753.00	S/ 2,723.19	S/ 2,693.38	S/ 2,663.58	S/ 2,633.77	S/ 2,603.96	S/ 2,574.15
Flujo efectivo financiero	S/ 22,801.90	S/ 22,822.76	S/ 19,284.16	S/ 22,864.49	S/ 21,698.87	S/ 22,906.22	S/ 21,740.60	S/ 22,947.95	S/ 22,968.82	S/ 21,803.19	S/ 23,010.55	S/ 21,549.13

Nota. Se tiene una tasa de descuento mensual o COK mensual del 10%, con ello se calculó el VANE (Valor Actual Neto Económico) que es de S/.117,862;

un TIRE o Tasa Interna de Retorno Económico de 23.8%, un Beneficio Costo de 1.74, PRI o Payback de 13.18 y un ROI de 3.16; todas las ratios calculadas nos indican que el proyecto es viable.

CAPÍTULO 4.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La mejora 5'S trae consigo un espacio de trabajo más limpio y ordenado, lo que disminuye los movimientos entre las distintas áreas y mejora las condiciones del ambiente laboral. Esto, según Chillón (2017) plantean la implementación de 5S en la línea de producción de una planta embotelladora de agua con el objetivo de incrementar la productividad, logrando un incremento de un 29% y reduce por completo los incidentes laborales dentro de la organización. En nuestro caso, el objetivo de eliminar los incidentes laborales en su totalidad se cumple y la productividad por costo de mano de obra se incrementa un 39.78% obteniendo resultados superiores al estudio elaborado por Chillón.

Para Salazar (2019), el balance de línea es una herramienta que iguala los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso productivo o los aproxima lo máximo posible con la finalidad de reducir tiempos muertos, incrementar eficiencia y cumplir con el programa de producción. Esto lo aplicó Vertiz (2019), logrando optimizar la zona de almacenamiento de pulpas con un aumento de 50% de batch en la producción. Además, logró aumentar la productividad tanto del área de pulpeo y en la línea de envasado en un 9%. En nuestra investigación la producción de la planta se incrementa un 33.48% y la productividad por estación de trabajo también se ve afectada de forma positiva.

Adicionalmente la productividad en función a los costos de maquinaria y costos operativos se incrementan un 8.51% y un 6.91% respectivamente superando así los resultados obtenidos por Vértiz.

La simulación del proyecto se realizó en el software ProModel para la evaluación de la mejora, ya que, cuenta con una manera dinámica visual del proceso para poder observar su comportamiento, a su vez, presenta cuadros estadísticos sobre el flujo de materiales entre los diversos procesos de la empresa, de manera parecida Trujillo *et al.* (2012) aplican los modelos de ProModel para la implantación de mejoras, asegurando que este solo da un resultado bastante aproximado de la producción, ya que, el programa funciona de forma óptima y no toma en cuenta pequeños retrasos o inconvenientes que pueden llegar a suceder en la práctica.

Según Albarracín y Vargas (2012), la logística de distribución hace referencia al modelo cuantitativo para la disposición de almacenes y permite determinar la ubicación de los productos para el almacenamiento, y es aplicable cuando la demanda se muestra constante. De la misma forma, mencionan que la logística de transporte es vital para el desempeño de la empresa, por tanto, es necesario gestionar su funcionamiento. Al aplicar un sistema de ruteo que recorre todos los almacenes de la empresa MI REY PROMY Colombia, calcularon el ahorro de tiempo en un 75%, ya que su diseño optimizó la ruta de transporte según las distancias y el tiempo de recorrido. Tomamos como base el modelo de ruteo que diseñaron los autores y se diseñaron dos sistemas de ruteo, uno para los clientes ubicados en la zona centro de Trujillo, y otra para la zona de Víctor Larco.

El sistema DRP, según Granados Piedrahita (2016), busca determinar el cuándo, cuánto y donde es requerido el inventario para poder satisfacer no solo las necesidades del cliente, si no también conocer la curva de la demanda y conocer sus puntos generadores. Sin embargo, en su investigación optó por la implementación de un DRP colaborativo, ya que se trata de una empresa grande, con mayor cantidad de almacenes y productos, por lo cual

incluye a todas las partes involucradas en la red logística, lo que genera un equilibrio de costos entre todos los implicados en el proceso.

4.2. Conclusiones

Las mejoras implementadas dieron como resultado un incremento en la productividad de la empresa. Desde un punto de vista operativo se incrementó en un 33.48% la producción de bolsas por hora, en cuanto a costos observamos un incremento significativo de la productividad en relación a los costos operativos y de mano de obra. Finalmente obtenemos un incremento del 7.22% en la productividad con respecto a las ventas. Todo ello gracias a la implementación del balance de línea y la designación de dos rutas de distribución junto con la adquisición de un furgón frigorífico.

El diagnóstico inicial del área de producción de la empresa, determinó 5 causas raíces, de las cuales se priorizaron: la demanda insatisfecha por falta de maquinaria y la merma e incidentes laborales por falta de orden, limpieza y por el no uso de herramientas adecuadas, que fueron las que más costos le representaban a la empresa.

La determinación de las herramientas de ingeniería industrial: 5S y Balance de Línea, estiman el aumento de la productividad por estación de trabajo en un 30%, esto producirá que se cumpla con la demanda diaria y el operario trabaje en un ambiente limpio y ergonómico.

A través de la simulación con ProModel, se obtuvieron datos que permitieron el cálculo de la nueva producción después de las mejoras propuestas, esto permitió el cálculo de la nueva productividad general del área de producción, dando como resultado un incremento de 33.48% de bolsas/hora.

Con el uso de un sistema DRP, se logrará controlar la cantidad de reabastecimiento diario de fábrica a almacén, teniendo en cuenta el requerimiento del cliente y, con el transporte acondicionado para el transporte del producto, se estima un 0% de pérdida del producto.

Finalmente, se evaluó el impacto económico generado por la propuesta de solución. Se realizó un estado de resultados financiero proyectado a dos años, y con él evaluar los indicadores valor actual neto financiero (VANF) y tasa interna de retorno financiera (TIRF). El valor del VANF es de S/. 21 676.45 soles y la tasa interna de retorno es de 12.94%. Así mismo se realizó un flujo de caja proyectado a dos años y calcular el valor actual neto económico (VANE), la tasa interna de retorno económica (TIRE), el plazo de recuperación, el costo beneficio y el retorno sobre la inversión (ROI). Se obtuvo un VANE de S/.117,861.54, un TIRE de 23.8%, un B/C de 1.74, Payback de 13.18 y ROI de 3.16; todos los valores se interpretan como un proyecto viable y que traería beneficio a la empresa.

Cuadros resumen con los costos y los ahorros detallados

Tabla 15

Ahorro obtenido con la propuesta de mejora

Causas raíces	Antes de la propuesta (S/)	Después de la propuesta (S/)	Ahorro (S/)
Demanda Insatisfecha	S/. 5,600.00	0	S/ 5,600.00
Incidentes Laborales	S/. 1,054.00	0	S/ 1,054.00
Merma del producto (mes)	S/. 535.39	S/ 373.52	S/ 161.88
Producto Rechazado	S/. 2,700.00	0	S/ 2,700.00

Gráficos estadísticos comparativos

Figura 22

Variación de la productividad por estación de trabajo

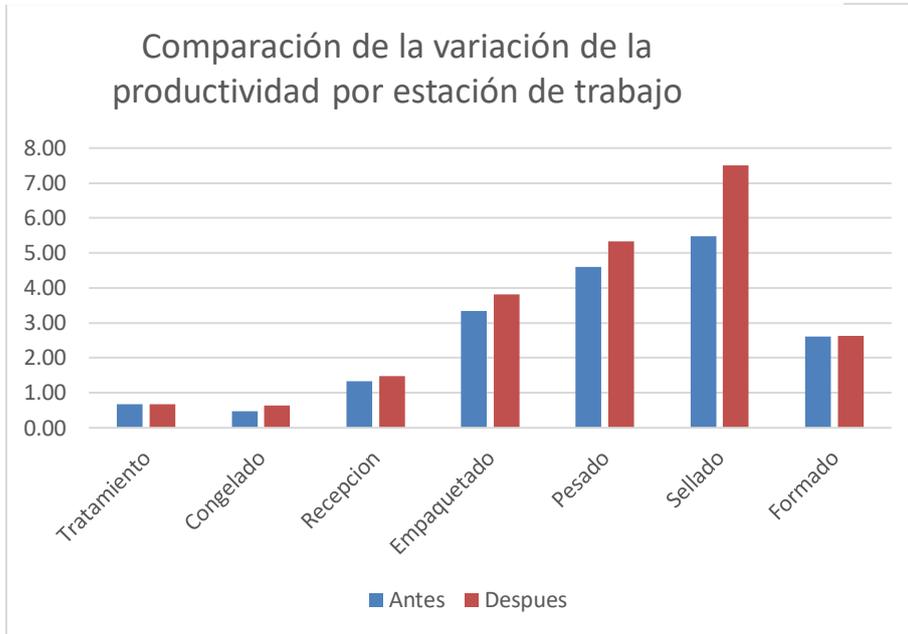


Figura 23

Variación de la productividad en los costos

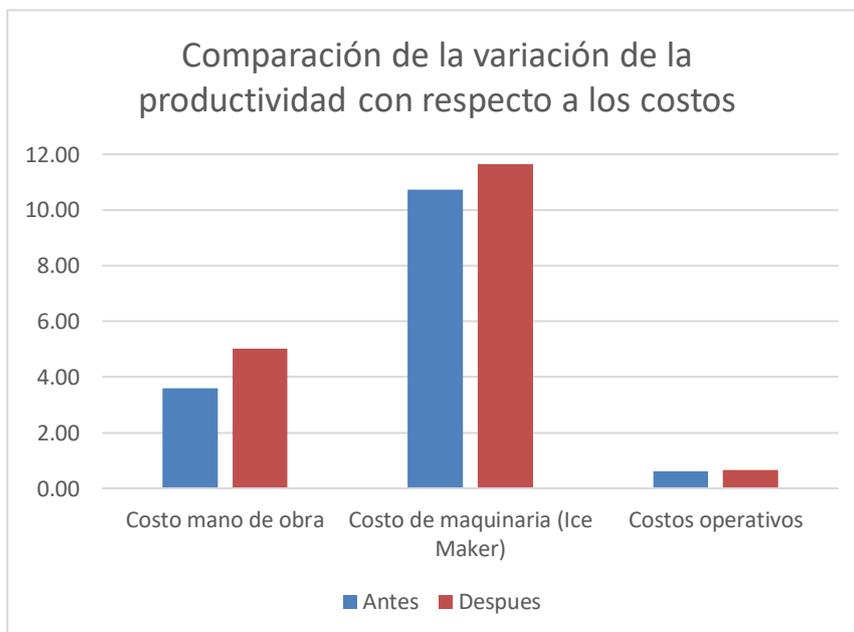
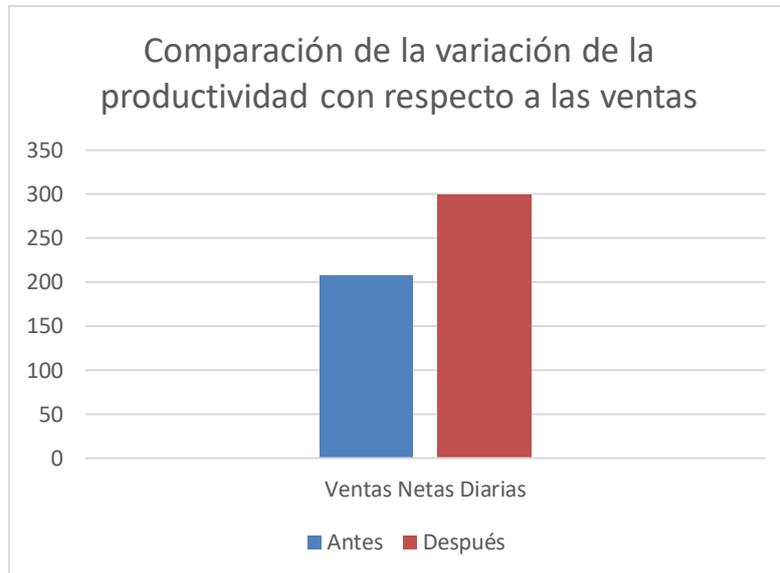


Figura 24

Variación de la productividad con respecto a las ventas



REFERENCIAS

Aguirre Gurreonero, D. (2018). Mejora continua para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa SOLAGRO SAC – Trujillo 2018. Repositorio UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25228/gurreonero_ad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Albarracín Camacho, A. A., & Vargas Sierra, M. (2012). Plan logístico de distribución y transporte para productos Mi Rey Promy SA.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7809/AlbarracinCamachoAfredoAriel2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Becerra Tello, P. J., & Rojas Acuña, J. A. Modelo de gestión de inventarios basado en Distribution Resource Planning (DRP) de una distribuidora automotriz.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655542/Becerra_TP.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Becilla, J. (2019). Aplicación de la técnica de Balance de Línea para la optimización de la productividad en el llenado de cajas de banano en la hacienda "La Pasión" ubicada en el Babahoyo - Los Ríos.
<http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4841>

Bermeo Pacheco, J., García Regalado, J. (2018). Logística empresarial. Repositorio UTMACHALA.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14275/1/Cap.1-Log%C3%ADstica%20Empresaria%20.pdf>

Cabrera, P. (2018). Propuesta de mejora de una línea de bebidas para incrementar su productividad.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625474/CabreraH_P.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Carro Paz, R., González Gómez, D. (2012). El sistema de producción y operaciones. Repositorio digital de la FCEyS – UNMDP.

http://nulan.mdp.edu.ar/1606/1/01_sistema_de_produccion.pdf

Carro Paz, R., González Gómez, D. (2013). Logística empresarial. Repositorio digital de la FCEyS – UNMDP. http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf

Céspedes, N., Lavado, P., Ramírez Roldán, N. (2016). Productividad en el Perú – medidas, determinantes e implicancias. Repositorio Up.

<https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1083/C%C3%A9spedesNikita2016.pdf>

Chillón, X., Esquivel, L., y Estela, W. (2017). Implementación de las 5s para incrementar la productividad en una planta embotelladora de agua. Revista INGnosis, 3(1), 130-139.

Depetris, M. (2016). Wellness Empresarial. Recuperado de

<https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/5953/Depetris.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Durin, M. (2018). ¿Por qué la mayoría de las empresas fracasan con la implementación Lean?

Blog de Instituto Kaizen. Recuperado de:

<https://www.kaizen.com/blog/post/2018/07/05/why-are-most-companies-failing-with-lean-implementation.html>

Gómez Kou, J. M., & Domínguez Lozada, D. A. (2018). *Implementación de la Metodología 5S en el área de Logística del Hospital Teodoro Maldonado Carbo* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.).
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34221/1/BINGQ-ISCE-18P42.pdf>

Granados Piedrahita, M. F. (2016). Implementación de un DRP colaborativo en una empresa de consumo masivo para la reducción de gastos logísticos.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14917/GranadosPiedrahitaMarioFerney2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ikeda, P. (2019). El método japonés de las 5S para mejorar los negocios y la calidad vida.
<https://www.infobae.com/parati/estar-mejor/2019/05/15/el-metodo-japones-de-las-5s-para-mejorar-los-negocios-y-la-vida/>

Kirsten, W. (2010). Making the Link between Health and Productivity at the Workplace – A Global Perspective. Review Article.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/indhealth/48/3/48_3_251/pdf/-char/ja

Marín Monteagudo, D. (2012). Macro-localización y Micro-localización. Universidad pedagógica nacional.
<http://garduno-elaboracion-de-proyectos.blogspot.com/2012/01/macro-localizacion-y-micro-localizacion.html>

Ministerio del Ambiente (2017) Decreto Supremo – Estándares de Calidad del Agua.
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- Morales, C. (2016). Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/831/1/TL_MoralesRazuriCarlosAlberto.pdf
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et Technica*, 16(44), 354-356. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>
- Olvier, R. (07 de junio de 2016). Trabajar al estilo japonés. *El País*. https://elpais.com/economia/2017/06/07/actualidad/1496855106_996045.html
- Paisig Sánchez de Zevallos, C. (2020). Plan de mejora para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Crismely Calados – Trujillo. Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7663/Paisig%20S%C3%A1nchez%20de%20Zevallos%20Cinthy%Domenika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piñero, E. A., Vivas, F. E. V., & de Valga, L. K. F. (2018). Programa 5S´s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6(20), 99-110. <https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/215057003009.pdf>
- Prokopenko, J. (1989). La Gestión de la Productividad. Recuperado de: <https://n9.cl/bri2s>
- Promé, G. (2014). El método 5S. <https://www.qualitiso.com/methode-5s/>

Quiñones Rincon, N., & Rodriguez Alfonso, M. A. Propuesta de un plan de distribución para empresas torrefactoras de Colombia basada en la técnica DRP.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/27954/2020nataliaquinones.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Ramírez, A. (2017). Tipos de investigación.

<https://es.slideshare.net/AnaKarenRamirezGarci/proyecto-detallerdeinvestigacion#:~:text=INVESTIGACI%C3%93N%20DIAGN%C3%93STICA%20O%20PROPOSITIVA%20%E2%80%A2,diagnosticar%20y%20resolver%20problemas%20fundamentales.&text=La%20investigaci%C3%B3n%20propositiva%20se%20caracteriza%20por%20generar%20conocimiento.>

Romero Alvarado, C. A. (2019). Propuesta de mejoramiento mediante la metodología 5S en la bodega de producto terminado de una empresa productora de alimentos-snacks.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45053/1/TESIS%20CRISTHIAN%20ROMERO%20ALVARADO.pdf>

Saavedra, E. (2018). Implementación de las 5s para mejorar la Productividad del almacén de la empresa construcciones y pavimentaciones c&g s.a.c, trujillo - 2018.

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27587>

Salazar, B. (2019). Balanceo de Línea. Recuperado de:

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/balanceo-de-linea/>

Sampieri, R. (2003). Libro: Metodología de la Investigación. Recuperado de

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Trujillo, J., Arias Ávila, L., Castro Jaramillo, J. (2012). 9.7 METODOLOGÍA PARA SIMULACIÓN EN ProModel® DE PYMES PRODUCTORAS DE PAN.

[https://www.researchgate.net/profile/Johanna-Trujillo-](https://www.researchgate.net/profile/Johanna-Trujillo-Diaz/publication/269985536_Procesos_panaderos/links/549ad0240cf2d6581ab2dbb4/Procesos-panaderos.pdf)

[Diaz/publication/269985536_Procesos_panaderos/links/549ad0240cf2d6581ab2dbb4/](https://www.researchgate.net/profile/Johanna-Trujillo-Diaz/publication/269985536_Procesos_panaderos/links/549ad0240cf2d6581ab2dbb4/Procesos-panaderos.pdf)

[Procesos-panaderos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Johanna-Trujillo-Diaz/publication/269985536_Procesos_panaderos/links/549ad0240cf2d6581ab2dbb4/Procesos-panaderos.pdf)

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Vertiz Vereau, Y. E. (2019). Optimización de la producción de néctar mediante el método de balance de línea en la Empresa Enrique Cassinelli e Hijos SAC.

[https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13003/Vertiz%20Vereau%20](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13003/Vertiz%20Vereau%20Yenny%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Yenny%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13003/Vertiz%20Vereau%20Yenny%20Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

Anexo N° 1: Primera postura no ergonómica del operario por el uso de herramientas inadecuadas



Se puede observar la posición de encorvamiento que presenta el operario al momento del sellado, aparato que se encuentra a un costado de la mesa de trabajo, ambos elementos de muy baja altura para el operario.

Anexo N° 2: Segunda postura no ergonómica por falta de estandarización de procesos



Lo que se puede ver en la imagen es un “proceso extra” luego de terminar el formado de bolsa, consiste en escurrir el agua que queda dentro de la bolsa, lo que vendría a ser hielo que se está derritiendo por el tiempo que demora todo el proceso. Esto provoca que, en muchos de los casos, las bolsas de hielo no cumplan con los 3kg de producto.

Anexo N° 3: Mesa de trabajo, balanza y selladora



La altura de la mesa de trabajo es de aproximadamente 0.7 m, lo que provoca el encorvamiento del operario como se aprecia en el anexo 1, la balanza es de tipo de cocina, con aguja imprecisa y la selladora es de diseño y modelo antiguo, demora en sellar 6 segundos.

Anexo N° 4: Evidencia de la falta de orden y limpieza



Ambas imágenes evidencian parte del área de producción donde, en un principio, solo el armario estaba destinado a almacenar insumos o algunas herramientas de trabajo. Pero con el tiempo se llenó de objetos innecesarios para la producción.

Anexo N° 5: Recepción del hielo en máquina 3



De esta manera y en esta posición es en la que el operario recepciona el hielo de la máquina 3, la cual, por su diseño y gran altura desde la boquilla hasta la base, provoca que el hielo caiga de gran altura y se rompa, perdiendo su diseño, por lo que el operario opta por amortiguar la caída recepcionando el hielo en un recipiente de plástico. A diferencia de las otras dos máquinas, ésta es en la que más merma representa a la empresa.

Anexo N°6 Monetización del problema

Monetización de pérdidas por demanda insatisfecha

Tabla 1.

Costo de lucro cesante por demanda insatisfecha

CR	Descripción	UND	Medida	Pérdida
CR1	Maquinaria insuficiente	2100	bolsas/mes	S/. 10,500.00

Monetización de pérdidas por incidentes laborales

Tabla 2.

Costo de incidentes laborales

CR	Descripción	Frecuencia	Medida	Pérdida
CR2	Lesión muscular	4	incidentes/año	S/ 620,00
	Contractura	1	incidentes/año	S/ 434,00
Total				S/ 1.054,00

Monetización de pérdidas por mermas en el envasado de hielo

Tabla 3.

Costo mensual por merma

CR	Descripción	Cantidad	UND	Pérdida
CR3	Merma (2%)	134	bolsas/mes	S/. 669.24

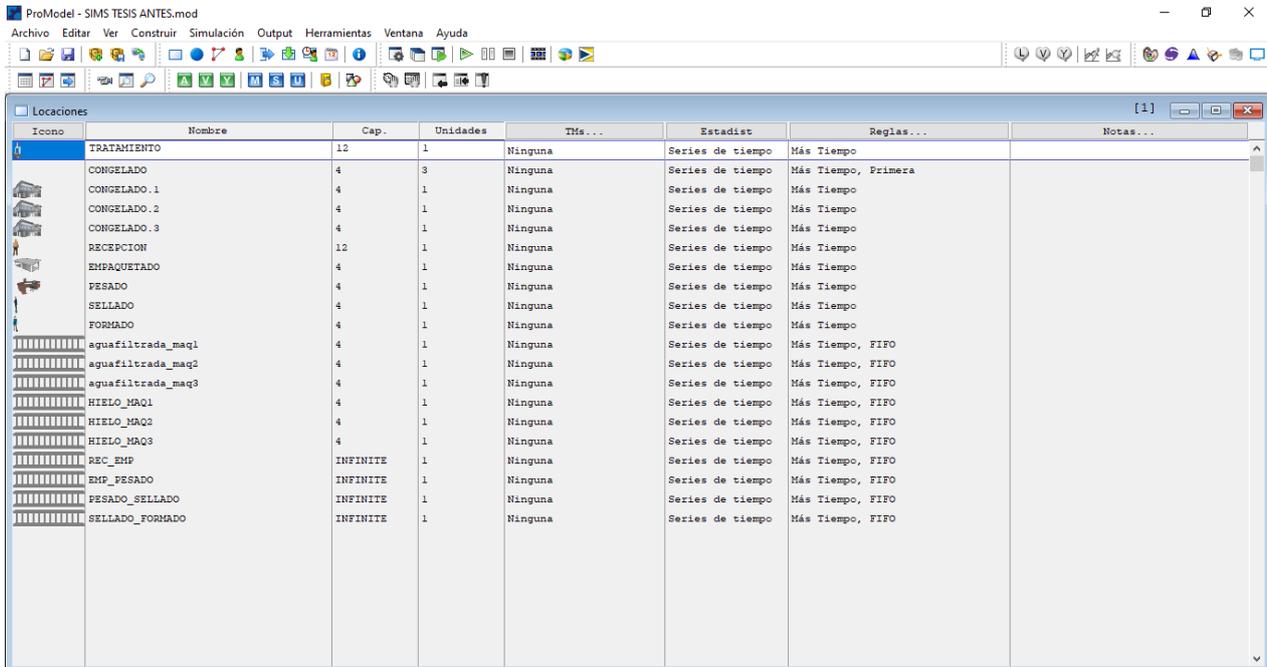
Monetización de pérdidas por rechazo del producto

Tabla 4.

Costo mensual por producto rechazado

CR	Descripción	Cantidad	UND	Pérdida
CR4	Producto rechazado (8%)	540	bolsas/mes	S/. 2,700.00

Anexo N° 7: Programación de locaciones en la simulación ProModel "Antes"



Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	TRATAMIENTO	12	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO	4	3	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, Primera	
	CONGELADO.1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO.2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO.3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	RECEPCION	12	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	EMPAQUETADO	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	PESADO	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	SELLADO	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	FORMADO	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	aguafiltrada_maq1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	aguafiltrada_maq2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	aguafiltrada_maq3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	REC_EMP	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	EMP_PESADO	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	PESADO_SELLADO	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	SELLADO_FORMADO	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	

Anexo N° 8: Programación de entidades en la simulación ProModel "Antes"

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	AGUA	150	Serie de tiempo	
	HIELO	150	Serie de tiempo	
	BOLSA	150	Serie de tiempo	
	AGUA_SIN_FILTRAR	150	Serie de tiempo	

Anexo N° 9: Programación de procesamiento en la simulación ProModel "Antes"

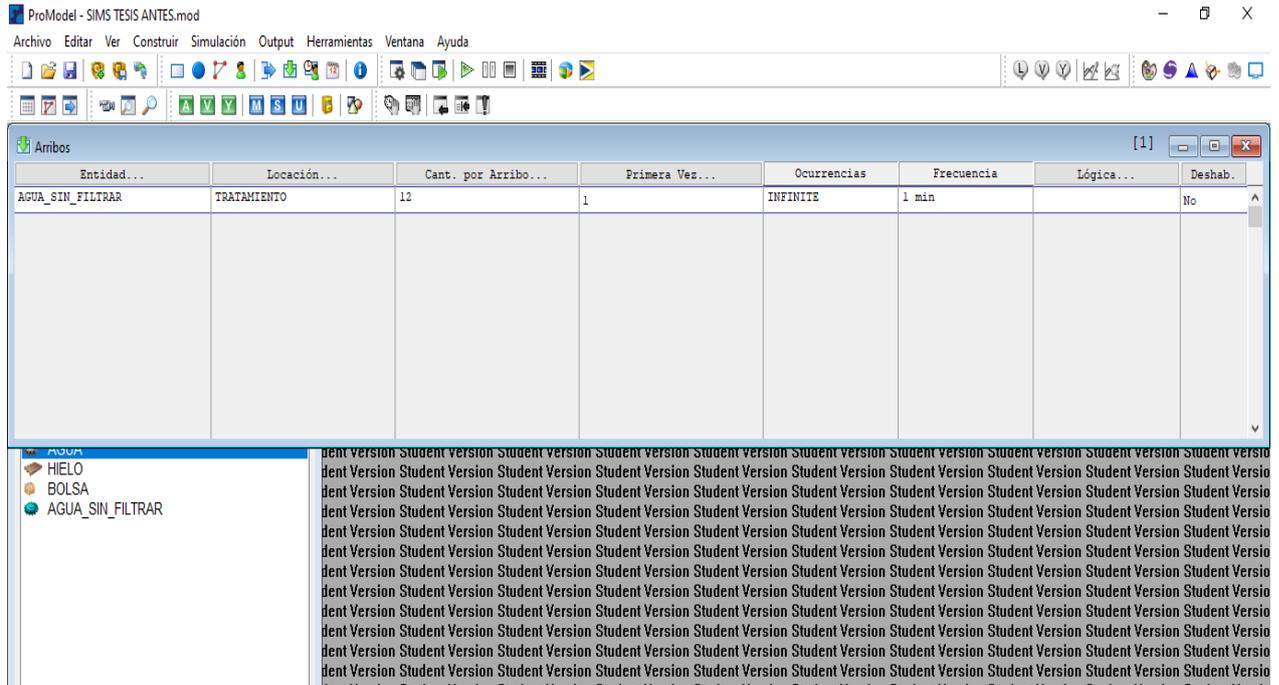
ProModel - SIMS TESIS ANTES.mod

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Entidad...	Locación...	Operación...
AGUA_SIN_FILTRAR	TRATAMIENTO	wait 17.65 min
AGUA	aguafiltrada_maq1	wait 0.01 min
AGUA	aguafiltrada_maq2	wait 0.01 min
AGUA	aguafiltrada_maq3	wait 0.01 min
AGUA	CONGELADO	wait 25 min
HIELO	HIELO_MAQ1	wait 0.01 min
HIELO	HIELO_MAQ2	wait 0.01 min
HIELO	HIELO_MAQ3	wait 0.01 min
HIELO	RECEPCION	wait 3 min
HIELO	REC_EMP	wait 0.2 min
HIELO	EMPAQUETADO	wait 1.2 minCombine 3
BOLSA	EMP_PESADO	wait 0.01 min
BOLSA	PESADO	wait 0.97 min
BOLSA	PESADO_SELLADO	wait 0.01 min
BOLSA	SELLADO	wait 0.73 min
BOLSA	SELLADO_FORMADO	wait 0.01 min
BOLSA	FORMADO	wait 1.53 minbolsas_totales =

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	AGUA	aguafiltrada_maq1	FIRST 1	move for 0.01 min
	AGUA	aguafiltrada_maq2	FIRST	move for 0.01 min
	AGUA	aguafiltrada_maq3	FIRST	move for 0.01 min

Anexo N° 10: Programación de Arribos en la simulación ProModel "Antes"



ProModel - SIMS TESIS ANTES.mod

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
AGUA SIN FILTRAR	TRATAMIENTO	12	1	INFINITE	1 min		No

Arribos [1]

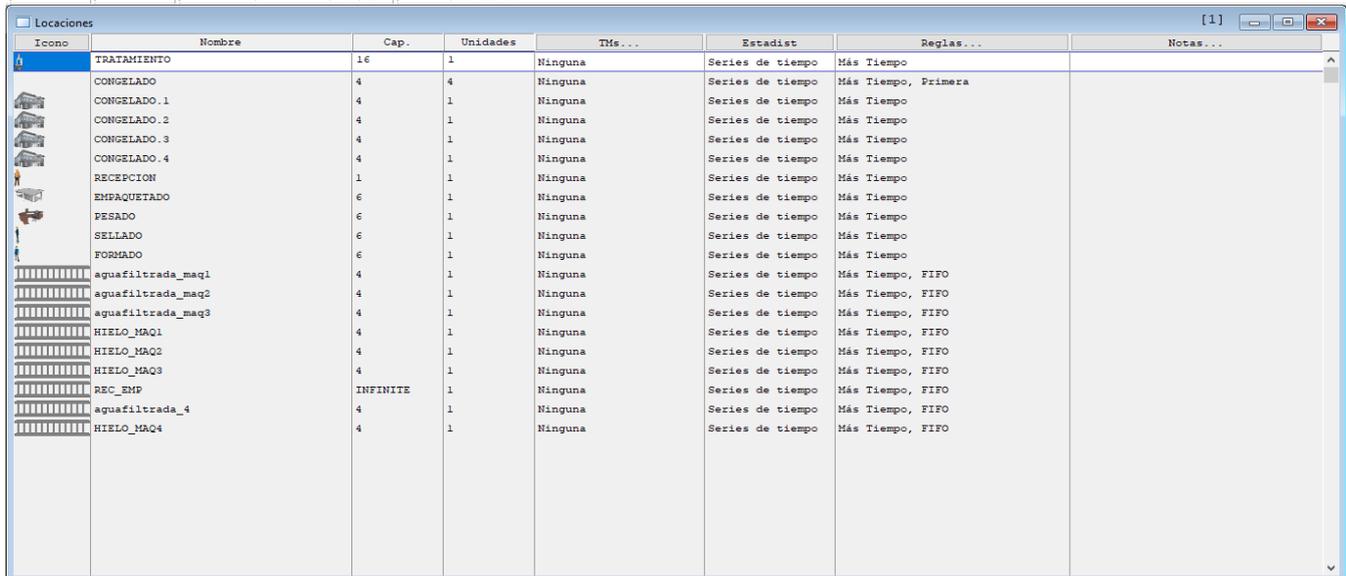
AGUA SIN FILTRAR

- HIELO
- BOLSA
- AGUA SIN FILTRAR

Anexo N° 11 Programación de localizaciones en la simulación ProModel "Después"

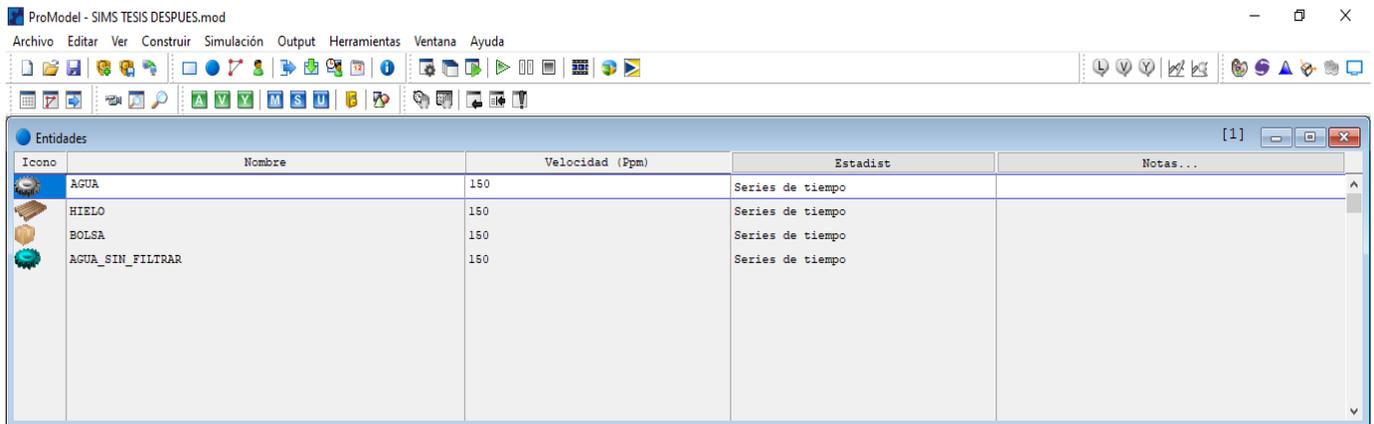
ProModel - SIMS TESIS DESPUES.mod

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda



Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	TRATAMIENTO	16	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO	4	4	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, Primera	
	CONGELADO.1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO.2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO.3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	CONGELADO.4	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	RECEPCION	1	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	EMPAQUETADO	6	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	PESADO	6	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	SELLADO	6	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	FORMADO	6	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo	
	aguafiltrada_maq1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	aguafiltrada_maq2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	aguafiltrada_maq3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ1	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ2	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ3	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	REC_EMP	INFINITE	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	aguafiltrada_4	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	
	HIELO_MAQ4	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO	

Anexo N° 12 Programación de entidades en la simulación ProModel "Después"



Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist	Notas...
	AGUA	150	Series de tiempo	
	HIELO	150	Series de tiempo	
	BOLSA	150	Series de tiempo	
	AGUA_SIN_FILTRAR	150	Series de tiempo	

Anexo N° 13 Programación de procesamiento en la simulación ProModel "Después"

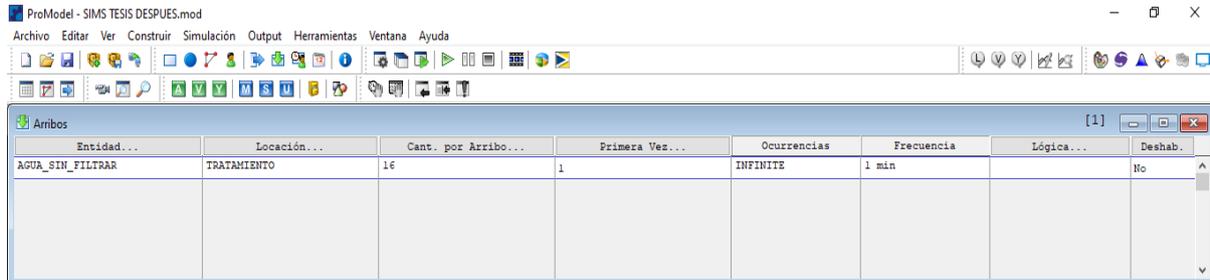
ProModel - SIMS TESIS DESPUES.mod

Archivo Editar Ver Construir Simulación Output Herramientas Ventana Ayuda

Entidad...	Locación...	Operación...
AGUA_SIN_FILTRAR	TRATAMIENTO	wait 23.53 min
AGUA	aguafiltrada_maq1	wait 0.01 min
AGUA	aguafiltrada_maq2	wait 0.01 min
AGUA	aguafiltrada_maq3	wait 0.01 min
AGUA	CONGELADO	wait 25 min
HIELO	HIELO_MAQ1	wait 0.01 min
HIELO	HIELO_MAQ2	wait 0.01 min
HIELO	HIELO_MAQ3	wait 0.01 min
HIELO	RECEPCION	wait 0.25 min
HIELO	REC_EMP	wait 0.2 min
HIELO	EMPAQUETADO	wait 0.4 minCombine 3
BOLSA	PESADO	wait 0.29 min
BOLSA	SELLADO	wait 0.24 min
BOLSA	FORMADO	wait 0.51 minbolsas_totales =
AGUA	aguafiltrada_4	wait 0.01 min
HIELO	HIELO_MAQ4	wait 0.01 min

Blk	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica de Movimiento...
1	AGUA	aguafiltrada_maq1	FIRST 1	move for 0.01 min
	AGUA	aguafiltrada_maq2	FIRST	move for 0.01 min
	AGUA	aguafiltrada_maq3	FIRST	move for 0.01 min
	AGUA	aguafiltrada_4	FIRST	move for 0.01 min

Anexo N° 14 Programación de arribos en la simulación ProModel "Después"



The screenshot shows the ProModel software window titled 'ProModel - SIMS TESIS DESPUES.mod'. The main window displays a table with the following data:

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
AGUA_SIN_FILTRAR	TRATAMIENTO	16	1	INFINITE	1 min		No