



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA

Reducción de pérdidas de Materia Grasa empleada en la elaboración de helados – Fábrica Nestlé Savory.

LUIS PUENTE DÍAZ

Director
Profesor Patrocinante
Dpto. Ciencia de los Alimentos y
Tecnología Química.

MARCELO SALDÍAS ARCE

Director
Líder Pilar FI
Planta Macul Nestlé Chile S.A.

**PROYECTO DE MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS**

JAVIERA KIOMI ÁVILA BURDILES

Santiago – Chile
2016

CIRCULACIÓN RESTRINGIDA

DEDICATORIA

“A Manuel y Araceli, por su compromiso, fuerza y amor”

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que hicieron posible la realización de este proyecto:

A Araceli, por darme su apoyo incondicional, amor y por ser tan fuerte, incluso en los peores momentos.

A Manuel, mi protección.

A mis amigos, la familia que yo escogí, por estar siempre.

A Luis Puente, director y profesor Patrocinante, por sus constantes consejos y apoyo durante los últimos años de carrera y principalmente en el trabajo de memoria.

A Marcelo Saldías, director de memoria y Líder del pilar FI de la planta Macul de Nestlé Chile S.A. por su constante apoyo, consejos y confianza depositada durante el desarrollo de este y otros proyectos.

A Víctor Medina, Analista del Área de Desarrollo Helados, por liderar el proyecto en la empresa y por su apoyo, conocimientos y disponibilidad.

A la empresa Nestlé Chile S.A. por la confianza y oportunidad para desarrollar este trabajo de memoria.

RESUMEN

El negocio de los helados ha incrementado su producción de manera notoria en los últimos años, tanto en nuestro país como a nivel mundial. En Chile el consumo de helados envasados registró un crecimiento de un 10,9% desde el año 2009 al 2014. Savory ha liderado el crecimiento de la industria, asignándose más del 50% de los helados consumidos en Chile anualmente.

La fábrica de Nestlé ubicada en la comuna de Macul contempla dos plantas: Helados y Refrigerados. Las pérdidas durante el año 2015 en Fábrica Macul alcanzaron los \$ 7.320 millones, de los cuales el 14,1% corresponden sólo a Materias Primas de planta Helados Savory.

Dentro de las materias primas relacionadas con la fabricación de mix semi-elaborado (mezcla base de helado antes de pasar por la etapa de congelación) las materias grasas ocupan siete lugares dentro del top diez de mayores pérdidas en el área de pasteurización, lo que se traduce en un 10,5%.

Debido a esto es que se utilizó el esquema “DMAIC” (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar) perteneciente a la metodología “Seis Sigma” como aplicación de mejora de los procesos involucrados para reducir las pérdidas de materias grasas, a nivel de ingeniería, producción y calidad.

Con esta metodología se logró identificar las principales causas de una alta desviación de uso que presentaban estos materiales, para luego determinar sus planes de acción asociados, priorizarlos e implementarlos, dentro de los que están el entrenamiento de operadores y creación de un estándar de operación.

Con la implementación del proyecto DMAIC para disminución en la desviación de uso de materias grasas en el área de pasteurización, las pérdidas bajarían de un - 4,3% a un -1,5%, lo que se traduce en la generación de una oportunidad de mejora de 116 millones de pesos (CLP) en un año.

Se concluye que los resultados conseguidos con la utilización de seis sigma en la desviación de uso de materias grasas mejoran las características de los procesos en la elaboración de helados, lo que conlleva al aumento de ingresos y ahorros relacionados con la disminución de fallas o errores en la producción.

SUMMARY

Fat loss reduction used in the elaboration of Ice Cream – Savory Nestlé Factory.

The Ice Cream business has increased its production notoriously in recent years, both in our country and worldwide. In Chile, the consumption of packaged ice cream grew by 10.9% from 2009 to 2014. Savory has led the growth of the industry, being assigned more than 50% of ice cream consumed annually in Chile.

Nestle factory located in Macul includes two plants: Ice Cream and Dairy Products. Losses during 2015 in Macul Factory reached \$ 7,320 million (CLP), of which 14.1% are only Ice Cream factory raw materials.

Among the raw materials related to the manufacture of mix Oils and Fats occupy seven places in the top ten largest losses in the area of pasteurization, which is translates to 10.5%.

Because this, is that scheme “DMAIC” (Define, Measure, Analyze, Implement and Control) is used, belonging to the “Six Sigma” methodology, as an application for improvement of the processes involved to reduce losses of fat at the level of engineering, production and quality.

With this methodology it was possible to identify the main causes of high loss presented by these raw materials, to then determine their associated action plans, prioritize and implement, within those training operators and creating a standard routines.

With the implementation of DMAIC project to decrease the deviation of use of fats in the pasteurization area, a loss would drop - 4.3% to -1.5%, which results in generating an opportunity improvement of 116 million (CLP) per year.

It is concluded that the results achieved with the use of six sigma in the deviation of fats improves the characteristics of process in making ice cream, leading to increased revenue and related decrease of failures in the production.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INDICE	VI
INDICE DE FIGURAS	VIII
INDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	3
I. HELADO: DEFINICIÓN, PROCESO DE ELABORACIÓN, ADITIVOS Y EQUIPOS.....	3
II. VISIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.	8
III. MEJORA CONTINUA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	19
IV. VISIÓN COMPARTIDA: ESTUDIO Y APLICACIÓN DE MEJORA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN.	23
HIPÓTESIS	25
OBJETIVOS	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
A. Levantamiento de información (Definir)	
B. Realización de ensayos (Medir)	
C. Tratamiento información obtenida (Analizar)	
D. Implementación (Implementar)	
E. Control de Resultados (Controlar)	
RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
CONCLUSIONES.....	66

BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	73
<i>Anexo 1. Planos Planta Helados.</i>	73
<i>Anexo 1.1. “Área de Pasteurización”</i>	73
<i>Anexo 1.2. “Patio estanques almacenamiento”</i>	74
<i>Anexo 2. Imagen microscópica de emulsión aceite en agua (o/w)</i>	75
<i>Anexo 3. Diagrama de flujo Materia Grasa.</i>	76
<i>Anexo 4. Mapeo General proceso materia grasa.</i>	77
<i>Anexo 5. Niveles Seis Sigma.</i>	77
<i>Anexo 6. Flujómetro: Principio de funcionamiento Coriolis.</i>	78
<i>Anexo 7. Tratamiento información desviación de uso por materia grasa (Agosto 2014 a Agosto 2015).</i>	79
<i>Anexo 8. Diapositivas de presentación DMAIC “Disminución en la Desviación de uso de materia grasa”</i>	81
<i>Anexo 8.1. “Definición del Problema (5W+1H)”</i>	81
<i>Anexo 8.2. “Evaluación Impacto Financiero”</i>	81
<i>Anexo 8.3. “Definición de Problemas”</i>	82
<i>Anexo 8.4. “Restauración condiciones Básicas”</i>	83
<i>Anexo 9. Lista planes de acción a realizar.</i>	84
<i>Anexo 10. Cotizaciones</i>	85
<i>Anexo 10.1. “Celdas de carga para dos estanques de almacenamiento materia grasa”</i>	85
<i>Anexo 10.2. “Balanza para Sala Fundición”</i>	85
<i>Anexo 11. Evidencias planes de acción realizados.</i>	86

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Diagrama de flujo proceso fabricación helados.....	7
FIGURA 2. Microestructura del helado obtenida con microscopio electrónico de barrido (SEM).....	9
FIGURA 3. Tinas de mezcla 1, 2 y 3 en área Pasteurización Planta Helados.....	10
FIGURA 4. Homogeneizador número 3. Área Pasteurización Planta Helados...	12
FIGURA 5. Pasteurizadores número 2 y 3. Área Pasteurización Planta Helados.....	14
FIGURA 6. Estanques de Maduración número 68, 72, 74 y 76. Sector Impulsivo Planta Helados.....	15
FIGURA 7. Freezers número 34, 28 y 12. Sector Impulsivo Planta Helados.....	16
FIGURA 8. Mapeo del proceso de materia grasa con los puntos críticos a controlar.....	29
FIGURA 9. Medidor de caudal de ingreso de nitrógeno al aceite.....	31
FIGURA 10. Equipo para medir niveles de solidos solubles y materia grasa de las mezclas de semi-elaborado.....	33
FIGURA 11. Pérdidas Fábrica Macul Nestlé durante el año 2015.....	36
FIGURA 12. Pérdidas Planta Helados Nestlé – Savory.....	37
FIGURA 13. Pérdidas área Pasteurización - Planta Helados Nestlé.....	37
FIGURA 14. Pérdidas Materias primas área de Pasteurización - Planta Nestlé Savory.....	37
FIGURA 15. Valores de desviación de uso semanal de materias grasas, obtenidos por sistema SAP.....	38

FIGURA 16. Planteamiento del objetivo del proyecto DMAIC de disminución en la desviación de uso de Materia Grasa.....	40
FIGURA 17. Recolección de datos desviación de uso Octubre 2015.....	45
FIGURA 18. Documentos calibración romana ingreso de materias primas.....	46
FIGURA 19. Recolección de datos ingreso materia prima en estado líquido.....	47
FIGURA 20. Conexiones descarga Aceite Palma B en estado líquido.....	48
FIGURA 21. Evidencias ensayo pérdidas de materia grasa en descarga a estanque de almacenamiento.....	48
FIGURA 22. Ensayo fundición de materias grasas sólidas (Mantequilla).....	50
FIGURA 23. Etiquetas de bidones con materia grasa fundida (Mantequilla).....	51
FIGURA 24. Ensayo pesaje de bidones con materia grasa fundida (Mantequilla).....	51
FIGURA 25. Ensayo Flujómetro dosificador a tinajas de mezcla.....	52
FIGURA 26. Valores ensayo Remanente materia grasa en tuberías.....	53
FIGURA 27. Re-estandarizaciones totales versus las realizadas con materia grasa.....	54
FIGURA 28. Orden de estanques en PLC.....	55
FIGURA 29. Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencias entre el uso real y uso por sistema de materia grasa”.....	57
FIGURA 30. Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.....	58
FIGURA 31. Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.....	58
FIGURA 32. Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencias entre el uso real y uso por sistema de materia grasa”.....	59

FIGURA 33. Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida” **60**

FIGURA 34. Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida” **60**

FIGURA 35. Matriz de priorización de mejoras para eliminación de causas potenciales de pérdidas de Materias Grasas en área de Pasteurización..... **62**

FIGURA 36. Gráfica comparativa desviación de uso (Antes/Después)..... **64**

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Aporte nutricional aproximado de los helados.....	4
TABLA 2. Relación entre cantidad y tipo de materia grasa y presión de Homogeneización.....	12
TABLA 3. Pérdidas estándar de Materias Primas en estudio (Valores obtenidos por sistema)	18
TABLA 4. Project Charter o Carta de Proyecto – Proyecto DMAIC Materia Grasa.....	42
TABLA 5. Plan de recolección de datos DMAIC Disminución en la desviación de uso de materias grasas.....	43
TABLA 6. Recolección de datos desviación de uso materia grasa Octubre 2015.....	44
TABLA 7. Recolección de datos – Pérdida de materia grasa en recepción...	49
TABLA 8. Ensayo de consumo Aceite de Palma B en estado líquido.....	53
TABLA 9. Planes de acción para implementar mejoras.....	61
TABLA 10. Puntuación asignada para la matriz de priorización de planes de acción de mejoras	62

INTRODUCCION

La producción de helado se ha incrementado rápidamente en los últimos años en muchos países del mundo. Algunos factores que contribuyen al desarrollo de la industria de helados son: los diversos avances tecnológicos relacionados con la refrigeración y la adaptación de la industria alimenticia, la mejora en el método de manufactura y el desarrollo de los equipos de procesamiento de mejor calidad [UNAD, 2014].

Según Reglamento Sanitario de los Alimentos el helado es el producto obtenido de una emulsión de grasa y proteínas, con la adición de otros ingredientes, y que ha sido tratada por congelación y mantenida en este estado. La producción de helado conlleva incorporar aire por agitación a dicha emulsión formando una espuma la cual es rápidamente congelada y estabilizada, obteniendo un producto suave y liviano. Esta mezcla debe ser previamente pasteurizada para así asegurar la inactivación de microorganismos por medio de calor, con el fin de evitar su desarrollo y reacciones relacionadas con su deterioro. Este es uno de los tratamientos térmicos de mayor uso en la industria alimenticia, el cual consiste en someter los productos a una temperatura relativamente suave (inferior a 100 °C) por un tiempo determinado, consiguiéndose una prolongación de la vida útil sin interferir significativamente en su valor nutritivo y cualidades organolépticas. Este proceso conserva mediante la inactivación de las enzimas del alimento y la destrucción de microorganismos relativamente termo sensibles [Vidal, 2011].

El valor nutricional del helado viene dado por las calorías aportadas por carbohidratos y grasas, además de vitaminas y minerales que intervienen en la composición del helado [Licata, 2016].

En este proyecto se contempla la unión de dos áreas muy distintas dentro de una empresa, pero estrechamente relacionadas, como son la elaboración de alimentos y el área de mejora de procesos y líneas de producción. Para favorecer el desarrollo económico coherente con la calidad y la eficiencia (pérdidas) dentro

del proceso de producción del helado es que debe existir un elemento común: la homogeneidad de los procesos.

En busca de la reducción en la variación de los procesos para mejorarlos nace Seis Sigma, una herramienta con fuerte base estadística que busca llevar a cero defectos los procesos y los productos de una organización. Es una metodología sistemática que reduce errores en base a la mejora de los procesos y el trabajo en equipo, necesitando una complicidad importante por parte de la alta dirección de la empresa [De Benito, 2000].

Seis Sigma es una herramienta que se puede llevar a cabo por medio de las metodologías DMADOV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Optimizar y Verificar) y PDCA-SDVA (Planificar, Ejecutar, Verificar y Actuar -Estandarizar, Ejecutar, Verificar y Actuar), las cuales son derivadas de la metodología DMAIC. Esta última hace mucho énfasis en el proceso de medición y análisis de los datos recolectados, y consta de cinco etapas para su desarrollo: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar [Ortiz y Rodríguez, 2006].

Con esta metodología se logró identificar las principales causas de una alta desviación de uso que presentaban las materias grasas que participan como materias primas en la preparación de los mix de semi-elaborado que se lleva a cabo en el área de pasteurización de la planta helados de Nestlé (**Anexo 1.1.**), mezcla que luego de pasar por diversos equipos, conforman los distintos tipos de helados que ofrece Savory. Se cuantificó la cantidad perdida de estos materiales, para luego identificar las áreas a mejorar, determinar sus planes de acción asociados, priorizarlos e implementarlos.

ANTECEDENTES

I. HELADO: DEFINICIÓN, PROCESO DE ELABORACIÓN, ADITIVOS Y EQUIPOS.

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA) del artículo 243 y 244, se definen los helados comestibles como los productos obtenidos de una emulsión de grasas y proteínas, con la adición de otros ingredientes o, de una mezcla de agua, azúcares y otros ingredientes, que han sido tratados por congelación y mantenidos en este estado. Además, detalla que los ingredientes de leche que se empleen en los helados y sus mezclas deberán haber sido pasteurizados y sometidos a un tratamiento térmico equivalente para la ausencia de fosfatasa [MINSAL, 2011]. La fosfatasa alcalina es una enzima presente en la leche cruda que se inactiva por calentamiento sobre 60 °C, por lo que su presencia/ausencia define la efectividad de la pasteurización en los productos lácteos [Faría *et al*, 2000].

El valor nutricional de los helados elaborados con leche o con crema de leche se basa en el contenido de proteínas de alto valor biológico, además de su contenido graso (mínimo 1,5 %p/p), ya sea proveniente de grasa vegetal o grasa animal (leche entera con 26% o leche desnatada con un 1% de materia grasa). Están también presentes numerosas vitaminas solubles en grasa y agua, fundamentalmente A, D, K, y F; los minerales proporcionados por los productos lácteos, zumos y frutas (calcio, sodio, potasio, magnesio, etc.) [Licata, 2016]. Su valor calórico y nutricional dependerá de sus componentes, como se detalla a continuación en la **Tabla 1**. En términos generales se puede decir que 100 gramos de helado aportan un valor energético de entre 149 y 250 Kcal provenientes principalmente de los carbohidratos y grasas que intervienen en su composición.

TABLA 1: Aporte nutricional aproximado de los helados.

Nutriente	Aporte (100 g producto)
Energía	149 – 250 Kcal
Proteínas	3 – 3,5 g
Hidratos de Carbono	23 – 25 g
Grasas	1,4 – 15 g
Agua	50 – 78 %
Lactosa	4,4 – 6,2 g
Calcio	88,6 – 148 mg
Fósforo	45 – 150 mg
Magnesio	0,05 – 2 mg
Hierro	30 – 205 mg
Cloro	50 – 180 mg
Potasio	60 – 175 mg
Vitamina A	0,02 – 0,13 mg
Vitamina B1	0,02 – 0,07 mg
Vitamina B2	0,17 – 0,23 mg
Vitamina B3	0,05 – 0,1 mg
Vitamina C	0,9 – 18 mg

Fuente: USDA

En cuanto a la estructura fisicoquímica del helado se puede describir en términos de dos fases: una continua y otra dispersa. La fase continua es la combinación de una solución (agua, azúcares, hidrocoloides, proteínas de leche y otros solutos), una emulsión (glóbulos grasos) y suspensión de sólidos en líquido (cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de leche), y la fase dispersa es una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa de la leche [Mantello, 2007].

El proceso base y general de la elaboración de helados (**Figura 1**) contempla como primera instancia, además de la recepción y el almacenamiento de las materias primas según su forma física (tanques, silos, bidones, sacos, entre otros), la formulación teórica del mix, donde se determinan las características del producto final calculando el porcentaje de sólidos lácteos no grasos (SLNG) a utilizar y contenido total de materia seca (MS), por lo que a partir de esto se

calcula la cantidad de cada uno de los ingredientes a utilizar. Por ejemplo, la formulación típica de un helado de crema es 10% de grasas, 15% azúcar y 0,5% estabilizantes [TetraPak, 1996].

Una vez establecida la fórmula a utilizar se pesan, dosifican y mezclan los diferentes ingredientes hasta conseguir un mix homogéneo, que luego se homogeniza y pasteuriza. En la homogeneización se disminuye el tamaño de los glóbulos de grasa para facilitar la formación de la emulsión y luego se pasteuriza a 83 – 85°C por aproximadamente 15 segundos. Luego de este proceso, la mezcla se enfría a 5°C y es transferida al tanque de maduración por al menos 4 horas a una temperatura entre 2 – 5° C con agitación suave y continua. La maduración es una etapa que debe cumplirse ya que permite que se lleve a cabo el efecto de estabilización (absorción de agua por parte de las proteínas y estabilizantes) y para que la grasa cristalice adecuadamente. Una vez cumplido el tiempo de maduración el mix pasa a un congelador continuo o freezer, donde el aire se introduce en la emulsión mientras el mix se congela entre -3 y -6 °C. Las funciones de esta etapa son incorporar aire a la mezcla hasta casi doblar su volumen y congelar su contenido de agua de manera de que se formen un gran número de pequeños cristales de hielo. El overrun típico de un helado es de 80 – 100%, de 0,8 a 1 litro de aire por litro de mix [TetraPak, 1996].

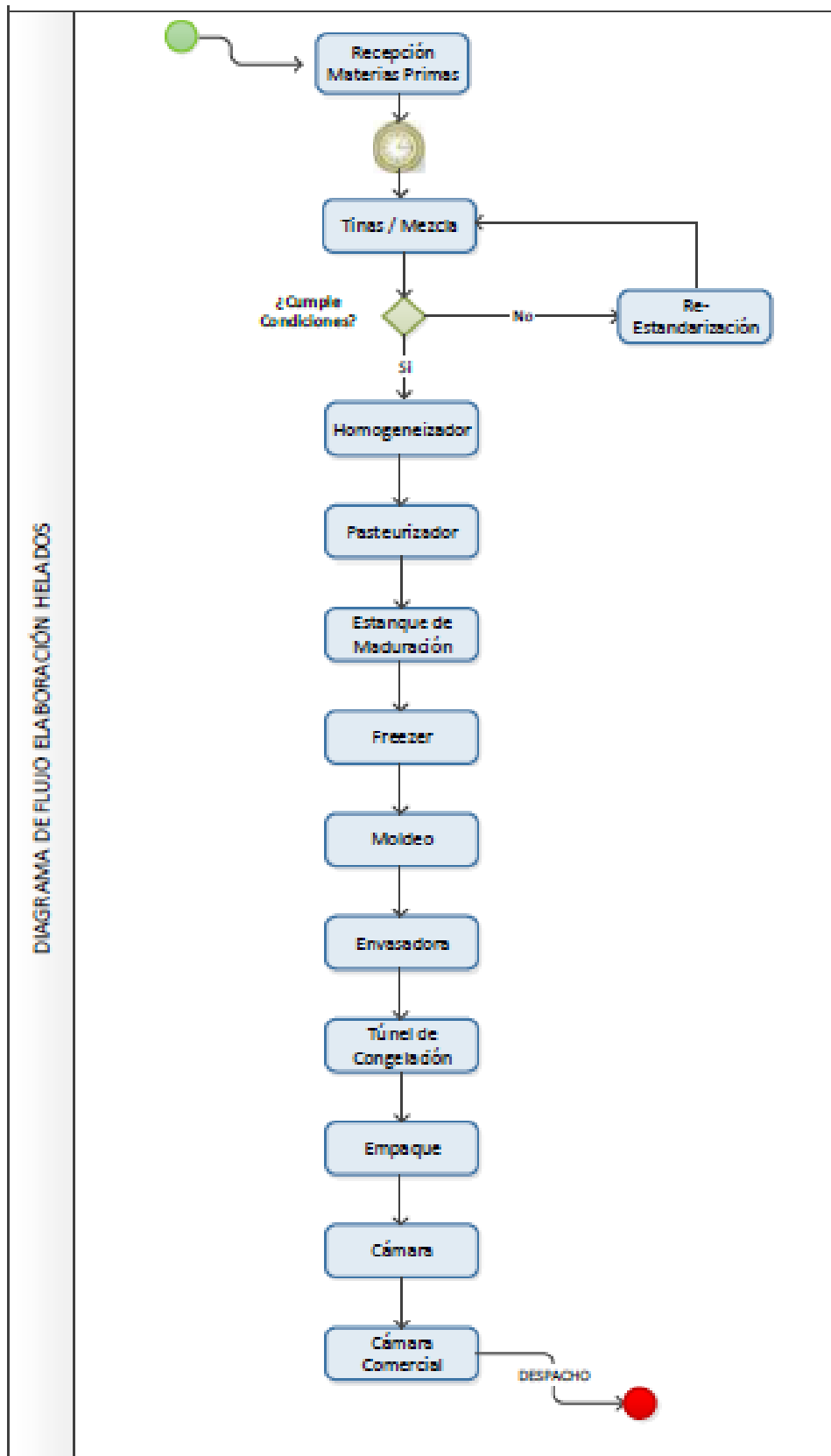
Finalmente, el helado dependiendo de su formato es moldeado para darle la forma requerida y envasado/tapado para pasar a través del túnel de congelación, a una temperatura de -20°C. Finalmente, luego del endurecimiento del producto este pasa a la cámara de conservación de congelados a -25°C [TetraPak, 1996].

Los ingredientes utilizados en la fabricación de mezclas de helados varían dependiendo del tipo a fabricar. En esta lista de materias primas están los aditivos, los cuales cumplen funciones fundamentales dentro de la mezcla, principalmente aportando en sabor y consistencia del mismo. Dentro de los aditivos están por un lado los aromatizantes, saborizantes y colorantes que se encargan de dar características organolépticas al helado, como son el sabor, aroma y color, buscando hacer más atractivo el producto. Por otra parte están los estabilizantes y emulsionantes, que son sustancias relacionadas con la consistencia y textura del

producto final, por lo tanto tienen un rol fundamental para el mix. Los estabilizantes actúan dispersándose en una fase líquida absorbiendo una gran cantidad de moléculas de agua, fenómeno conocido como hidratación y significa que el estabilizante forma un entramado que evita que las moléculas de agua se muevan libremente. Hay dos tipos de estabilizantes: proteicos y carbohidratos. El grupo de los proteicos incluye sustancias tales como la gelatina, caseína, albúmina y globulina. El grupo de los carbohidratos incluye coloides marinos, hemicelulosa y compuestos modificados de la celulosa. La dosis de estabilizantes es normalmente de un 0,2 – 0,4% en peso del mix del helado. Los emulsificantes son sustancias que colaboran en la estabilidad del producto por reducción de la tensión superficial entre las fases líquidas, reduciendo parcialmente la estabilidad de los glóbulos grasos para que actúen como estabilizantes de las burbujas de aire que serán incorporadas. En el caso de la elaboración de helados estos pueden dividirse en cuatro grupos principales de ésteres: de glicerina, de sorbitol, de azúcares y de otros orígenes. La cantidad adicionada normalmente a la mezcla es un 0,3 a 0,5% en peso del mix del helado [TetraPak, 1996].

La línea de elaboración de helados contempla diversos procesos y para ser llevados a cabo es necesario tener un equipamiento que logre realizarlos. Los principales equipos utilizados en plantas industriales elaboradoras de helados son: módulo de preparación del mix del helado, el cual consiste principalmente en tanques, bombas e intercambiadores de calor incluyendo tanque de mezcla y procesado, homogeneizador e intercambiador de calor de placas. Le sigue la unidad de enfriamiento; tanques de maduración; bombas de descarga; congeladores continuos; bombas para troceado de fruta; llenador rotatorio o extrusor; túnel de endurecimiento; cámara de almacenamiento congelado; sistema CIP [TetraPak, 1996].

FIGURA 1: Diagrama de flujo proceso fabricación helados.



II. VISIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

En la planta Savory de Nestlé se elaboran helados diferenciados en dos amplias categorías, como son los productos considerados como “*Hogareños*” y los productos “*Impulsivos*”. En la primera de estas están los helados en formatos familiares o de consumo grupal y se incluyen productos de 1; 1,2 y 4,8 litros, a diferencia de la segunda categoría que es donde se encuentran los helados comercializados para su consumo generalmente inmediato, individual y “No-Planeado” como son los palitos, conos, bombones, entre otros.

La producción de helados en Savory se comporta de una manera estacional, ya que presenta una *Temporada Alta* entre agosto y marzo, periodo en el cual se producen cerca de 1.700.000 litros por semana, y una *Temporada Baja* entre abril y julio donde se alcanza una producción de aproximadamente 750.000 litros semanales.

1. PROCESO FABRICACIÓN HELADOS EN PLANTA NESTLÉ (Savory).

1.1. Recepción de materias primas

Las materias primas en general son recibidas por el ingreso especial para cargas de la planta, donde se registra su peso al pasar por una romana en el ingreso y en la salida de la planta, posterior a su descarga. Cabe destacar que el complejo Nestlé ubicado en la comuna de Macul involucra tanto la planta de refrigerados como la de helados con esta zona de ingreso común para ambas.

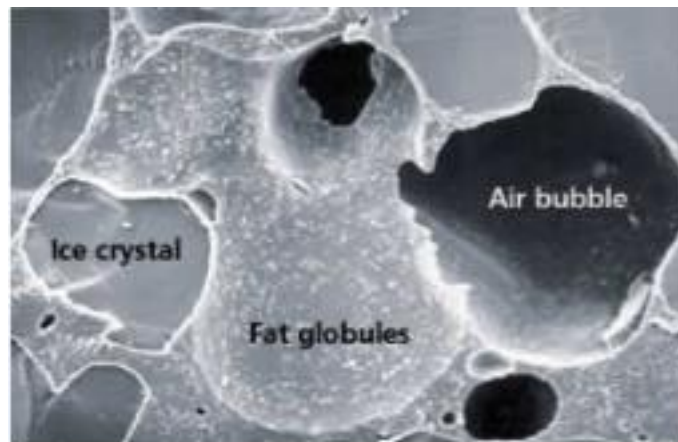
Los productos utilizados como materia prima son entregados en su respectiva bodega o estanque de almacenamiento (**Anexo 1.2.**), según las condiciones necesarias para mantenerlos en buen estado. Una vez que ya están en bodega, las materias primas se van liberando según lo planeado tanto en el programa semanal, como en las órdenes de producción, con un tiempo apropiado para que esté disponible en el momento de su utilización.

1.2. Mezcla de materias primas

En la elaboración de helados se utilizan variadas materias primas, como son la leche en polvo, el suero en polvo, colorantes, saborizantes, estabilizantes, emulsificantes y agua, entre otros. Inicialmente estos materiales son mezclados según la receta del producto a elaborar para formar lo que se determina como mix semielaborado, el cual es una mezcla homogénea de ingredientes y no contempla aun la incorporación de aire ni su pasada por el freezer.

La elaboración del mix es una de las etapas críticas en la producción de helados, ya que esta debe lograr una alta homogeneidad para construir una microestructura en el producto final (**Figura 2**), la que contempla cristales de hielo, glóbulos grasos y burbujas de aire formando un producto de líquido, aire y sólido, es decir, un sistema de tres fases [Baraldi *et al.*, 2014].

FIGURA 2: Microestructura del helado obtenida con microscopio electrónico de barrido (SEM).



Fuente: MundoHelado Consulting.

Esta microestructura se logra por medio de la disolución de ingredientes solubles y completa dispersión de los estabilizantes, ingredientes lácteos y grasas en agua, uniendo todos los ingredientes (líquidos y sólidos). Los ingredientes deben ser agregados a la tina de mezcla (**Figura 3**) en cantidades determinadas, las cuales son calculadas en base a un programa de carga y son incorporadas siguiendo un orden predeterminado. En primera instancia se programa en PLC la

incorporación de agua caliente y la leche líquida en caso de usarla. Luego se incorpora azúcares y jarabes, como por ejemplo azúcar invertido, glucosa, maltodextrina, entre otros. Posteriormente se dosifican los estabilizantes y emulsionantes, se dejan reaccionar en agitación, luego los demás ingredientes en polvo (cacao) y concentrado de proteínas (suero). Luego se incorporan las materias grasas animales o vegetales según receta y en el caso de utilizar mezclas de rescate para reproceso se agregan en este punto, para finalmente adicionar el resto de la cantidad de agua solicitada por orden de producción.

Se debe tener especial precaución al realizar la mezcla, ya que se realiza bajo agitación. El mix tiene una tendencia a formar espuma por lo que hay que definir con anterioridad el tipo de agitador que se utilizará y la velocidad a la cual realice su función para prevenir su formación, ya que si existiera espuma se obtendría una mezcla no-homogénea.

FIGURA 3: Tinajas de mezcla 1, 2 y 3 en área Pasteurización Planta Helados.



1.3. Homogeneización

Luego el mix de semielaborado pasa al homogeneizador (**Figura 4**) a una temperatura óptima de proceso de entre 72 y 75 °C. donde se reduce el tamaño de los glóbulos de grasa hasta alcanzar un rango de diámetro entre 0,6 y 1 micrón, lo que aumenta el área superficial promoviendo la formación de una membrana de proteínas (principalmente caseínas) que rodea su superficie y mantiene los glóbulos de grasa separados y suspendidos en la fase acuosa gracias al efecto estabilizante otorgado. Con esto se crea una emulsión homogénea de grasa o aceite en agua (o/w) (**Anexo 2**).

La reducción de los glóbulos de grasa se obtiene por medio de dos etapas, donde en la primera a una alta presión se reduce el diámetro hasta lo establecido y en la segunda etapa se realiza a una presión menor para prevenir la formación de grumos o aglomeración de estos.

El flujo de pasada por el homogeneizador varía dependiendo de la presión del equipo y de la viscosidad del mix. Se recomienda que la etapa de pasteurización sea posterior a la homogeneización, pero en el caso de Nestlé estas etapas están en el orden inverso debido a que no interviene de manera significativa en el producto final.

La formación de nuevas membranas de los glóbulos se relaciona con el porcentaje de grasa que contiene la receta, la interacción de los ingredientes tenso activos como leche y emulsificantes, y la importancia del área de interfase entre la fase dispersa y la fase líquida.

El tamaño final de los glóbulos de grasa varía dependiendo de la presión a la que se somete el mix, y a su vez, el valor de esta depende del tipo y cantidad de materia grasa utilizada. Estos valores se pueden ver en la **Tabla 2** presentada a continuación, la cual muestra una relación inversamente proporcional, es decir, a mayor porcentaje de grasa en el mix, menor es la presión de trabajo.

TABLA 2: Relación entre cantidad y tipo de materia grasa y presión de Homogeneización.

Grasa en mix (%)	Presión de Homogeneización [bar]		
	Crema de Leche	Mantequilla	Grasa Vegetal
2	235	220	215
3	230	220	210
4	230	215	205
5	225	210	200
6	220	205	190
7	215	200	180
8	210	190	175
9	195	180	165
10	180	160	140
11	150	135	120
12	130	115	100

Fuente: Nestlé.

El homogeneizador consiste básicamente en una bomba de desplazamiento positivo, la cual obliga a la mezcla a pasar a presión a través de los espacios entre la válvula y el asiento, produciendo que los glóbulos de grasa se sometan a fuerzas de rozamiento que los deforman y rompen.

FIGURA 4: Homogeneizador número 3. Área Pasteurización Planta Helados.



1.4. Pasteurización

Luego viene el proceso de tratamiento térmico, el cual se desarrolla en tres etapas: Regeneración, Pasteurización y mantenimiento y finalmente enfriamiento. La fase de pasteurización es un proceso continuo, a diferencia de la fase de hidratación o preparación de mezcla el cual es un proceso en batch (cargas).

En el caso de la leche y sus subproductos, la pasteurización constituye una de las etapas más importantes, ya que al someter uniformemente a la totalidad de las leches u otros productos lácteos a una temperatura conveniente durante el tiempo necesario se destruye la mayor parte de la flora banal y la totalidad de los gérmenes patógenos [MINSAL, 2011]. En el caso de la leche cruda, con la pasteurización se logra la eliminación del microorganismo más resistente y es considerado como el de referencia para el tratamiento: el bacilo de la tuberculosis, y por consiguiente todos los demás microorganismos sin afectar de manera importante sus propiedades físicas y químicas [TetraPak, 1996].

El tiempo y la temperatura son factores limitantes en el tratamiento de la leche y sus derivados, y dentro de las combinaciones posibles la más eficiente es la pasteurización HTST (High Temperature Short Time) o temperatura alta - tiempo corto. La pasteurización HTST en la industria láctea generalmente se lleva a cabo en un intercambiador de placas, donde el medio de calentamiento puede ser vapor o agua caliente, el cual se basa en la transferencia de calor entre un fluido caliente y uno frío. El equipo consiste de un paquete de placas de acero inoxidable sujetas por un bastidor, el que puede contener varios paquetes de placas separadas, formando secciones [TetraPak, 1996]. En el caso de los helados, generalmente en las plantas que trabajan a gran escala se realiza un mix con los ingredientes requeridos y posteriormente se hace pasar por un homogeneizador y luego a un intercambiador de calor de placas, equipo donde se produce la pasteurización a una temperatura de entre 83 y 85 °C durante 15 segundos [TetraPak, 1996].

En resumen, el pasteurizador (**Figura 5**) consiste en un intercambiador de calor de placas por donde circula la mezcla a calentar y el fluido caliente, el cual

permite asegurar la calidad microbiológica del producto final y requiere del uso de bombas para hacer circular los fluidos por su interior [TetraPak, 1996].

FIGURA 5: Pasteurizadores Nro. 2 y 3 - Área Pasteurización Planta Helados.



1.5. Maduración de mix.

Luego el mix ya pasteurizado es enfriado hasta alcanzar una temperatura de aproximadamente 5 °C y se transfiere al estanque de maduración (**Figura 6**) donde se mantiene a una temperatura de $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por un mínimo de 4 horas. Este estanque se encuentra provisto de agitadores que permiten agitar suavemente la mezcla manteniendo su homogeneidad y evitando que se rompan los glóbulos de grasa, y para mantener la mezcla en ese rango de temperatura es que se encuentran dotados de sistemas de control.

El tiempo que se mantiene el mix en este tipo de estanque es necesario para que se lleven a cabo diversos procesos fisicoquímicos necesarios para la completa formación de mix semielaborado. En estos procesos primero existe un desplazamiento continuo de proteínas desde los glóbulos de grasa, luego estos se

cristalizan mientras que las proteínas en polvo y el estabilizante se van hidratando, por lo cual aumenta su viscosidad (hidratación completa de hidrocoloides).

FIGURA 6: Estanques de Maduración número 68, 72, 74 y 76. Sector Impulsivo Planta Helados.



1.6. Enfriamiento mix y moldeado.

Luego de cumplido el tiempo de maduración la mezcla es llevada al freezer o congelador continuo (**Figura 7**) de la línea correspondiente al producto a realizar. Los congeladores continuos consisten en un equipo con un cilindro que en su interior poseen cuchillas rotatorias que permiten incorporar el aire a la mezcla además poseen una camisa de refrigeración que permite congelar el helado a una temperatura entre -3 y -6 °C [TetraPak, 1996]. En esta etapa el mix de semielaborado es transformado a helado por medio de la disminución de su temperatura en conjunto con la incorporación de aire, para luego ser moldeado según corresponda al producto. Una vez envasado según su formato, pasa al túnel de congelación y es llevado hasta las cámaras de almacenamiento de producto terminado.

FIGURA 7: Freezers número 34, 28 y 12. Sector Impulsivo Planta Helados.



2. MATERIAS GRASAS COMO MATERIA PRIMA.

En la elaboración del mix de semielaborado, el grupo de materias primas correspondientes a las materias grasas representan aproximadamente entre el 10 y 15% del peso del mix y aportan variadas propiedades en la fabricación de helados. Las grasas dan cremosidad, sabor, suavidad y volumen al producto final, y por otra parte reducen la cantidad necesaria de estabilizador a agregar a mixes con mayor contenido graso, ya que es más estable y no tiene efecto sobre el punto de congelación [Mantello, 2009].

Las grasas que se incorporan a la mezcla de helados pueden ser de origen animal o vegetal, pero estos dan resultados distintos en el producto final. Por ejemplo la materia grasa vegetal da mejores características en cuanto a fusión ya que no se funde tan rápido mejorando el grado de saturación de los ácidos grasos, pero su resultado al paladar suele ser inferior que el obtenido utilizando materias grasas lácteas. Las grasas con alto contenido de ácidos grasos insaturados suelen producir una distribución de aire insuficiente y tendencia a descender el nivel de calidad al aumentar el nivel de ácidos grasos insaturados [Mantello, 2009].

En Planta Helados de Nestlé (Savory), se utilizan principalmente tres tipos de materia grasa:

- Mantequilla.
- Aceite de Palma A.
- Aceite de Palma B.

Como primera etapa estas materias grasas, tanto las de origen animal como las de origen vegetal, son recepcionadas dependiendo de su forma física. En el caso del aceite de palma B en estado líquido es entregado a través de camiones cisterna y es almacenado en estanques, en cambio en el caso de la mantequilla, el aceite de palma A y en algunos casos (generalmente en temporada baja) el aceite de palma B, se realiza en pallets debido a su estado sólido. Estas últimas deben ser pre-tratadas para su posterior utilización según la formulación que presenta el tipo de helado a realizar. La segunda etapa a la cual se somete la materia grasa en estado sólido se realiza en la sala de fundición, donde los bloques de 15, 20 o 25 kilogramos (según materia prima) cambian a estado líquido por calentamiento indirecto al estar en contacto con una parrilla de fundición, calentada por medio de vapor y posteriormente se almacenan por tipo. Finalmente la materia grasa como tal es dosificada en tinas de mezcla según la fórmula del producto a realizar, pasando a ser parte del mix semielaborado que luego de ser homogeneizado, pasteurizado y madurado pasa a la sala de producción para obtener el producto final. El proceso descrito por el que pasa la materia grasa se apoya con el diagrama de flujo presente en el **Anexo 3**. En este se muestran las etapas a las que se someten desde su recepción hasta su utilización y parámetros operacionales establecidos teóricamente en protocolos internos.

Los parámetros iniciales relacionados con las posibles pérdidas de materia grasa son descritos en la **TABLA 3**. Estos valores corresponden al proceso que se lleva a cabo actualmente y que deben ser disminuidos a partir del desarrollo de un plan de mejora.

TABLA 3: Pérdidas estándar de Materias Primas en estudio (Valores obtenidos por sistema).

<i>Materia Grasa</i>	<i>Mermas %</i>	
	Sólido → Líquido	Líquido → Mezcla
<i>Mantequilla</i>	1,5 %	1,5 %
<i>Aceite Palma A</i>	1,5 %	1 %
<i>Aceite Palma B</i>	---	1 – 2 %

III. MEJORA CONTINUA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

Por otra parte, al llevar el tema de la efectividad de los procesos productivos a una visión diferente, es que las empresas y organizaciones en general buscan mejorar continuamente sus sistemas de gestión de calidad mediante el uso de diversas herramientas como son la política interna de calidad, los objetivos, resultados de auditorías, análisis de datos, entre otros, que ayudan a tomar decisiones sobre acciones correctivas y preventivas con el fin de obtener un sistema más eficaz y así lograr una mejora continua [ISO 9001, 2008].

En el afán de Nestlé por realizar continuas mejoras y en concordancia con su prestigio es que existe un programa conocido como “Nestlé Continuous Excellence” (NCE), el cual se aplica en todos los departamentos de la empresa. Esta es una iniciativa a nivel mundial que se enfoca en el consumidor y la mejora continua, procurando asegurar la sustentabilidad a través de las “3 C’s”: deleitar al Consumidor, entregar ventaja Competitiva y excelencia en Cumplimiento [Nestlé, 2015].

Una de las bases de NCE se encuentra en el *Mantenimiento Productivo Total* o *TPM*, el cual es un sistema que surge en Japón y que tiene como objetivo primordial la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción y equipos [Campos, 2012]. A su vez TPM incorpora el concepto de Mantenimiento Autónomo, el cual es el ejecutado por los propios operarios de producción e involucra la participación activa de todos los empleados de la planta [Espinosa, 2010]. Uno de los pilares fundamentales de la metodología TPM son las “*Mejoras Continuas*” (Kaizen en japonés) y se refiere a las actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la efectividad de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en grupos funcionales y multidisciplinarios que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de los tipos de pérdidas existentes en la planta [Lareau, 2003].

En resumen, lo que pretende la filosofía KAIZEN al ser llevada a cabo en una empresa es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias, ya que sirve para detectar y solucionar los problemas en todas las áreas de la organización, revisando y optimizando todos los procesos que se realizan, creando ventaja competitiva [Manufactura inteligente, 2012].

Por otra parte, existe una forma de medición que permite informar con claridad a los miembros de la organización el nivel de calidad del sistema y sus consecuencias económicas. Este sistema de gestión se conoce como SEIS SIGMA, el cual permite la mejora continua y la resolución de problemas que tienden a lograr la mayor satisfacción de los clientes internos y externos a la organización. Seis Sigma se orienta a los resultados y busca el éxito de las empresas a través de la mejora tanto en el valor para el cliente, como en el de los procesos de alto nivel de eficiencia al interior de una empresa [Serpell, 2013].

En estadística, la letra griega sigma se utiliza para representar la desviación estándar de una serie de datos, es decir, mide la distancia entre la media y los límites superior e inferior de una especificación correspondiente, por lo que el desempeño de una empresa puede medirse por el nivel sigma que alcanza en sus procesos de negocio.

Seis Sigma hace referencia a una filosofía que promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y organizada, que permite a las empresas alcanzar considerables ahorros económicos a la vez que mejoran la satisfacción de sus clientes, en un corto periodo de tiempo. Este sistema de gestión establece que existe una correlación directa entre el número de productos defectuosos, pérdidas operacionales y el nivel de satisfacción de los clientes [Serpell, 2013]. En otras palabras, el concepto detrás de Seis Sigma es una medición técnica del número de clientes insatisfechos o tasa de defectos por un millón de oportunidades [Membrado, 2004]. El nivel sigma es entonces una media de que tan buenos son los procesos y la meta es alcanzar el nivel 6.

El cálculo del número de defectos por millón de oportunidades para cada nivel Sigma, se realiza en base a la distribución y variabilidad normal del proceso, considerando que la capacidad de un proceso se expresa en el número de sigmas que deben estar dentro del rango de especificación del proceso y asumiendo que el proceso presenta una variación esperada de 1,5 sigma en ambos sentidos en relación a su valor promedio. Por lo tanto, a mayor nivel de sigmas mejor es la capacidad del proceso para cumplir su especificación, y menor es la probabilidad de defectos (**Anexo 5**). De esta manera, Seis Sigma en su nivel básico se asocia a intentar mejorar la efectividad y eficiencia de una organización, de manera conjunta. La mayoría de las empresas tradicionales se encuentran en un nivel 3 Sigma, lo que quiere decir que tienen un 6,37% de defectos [LEANSOLUTIONS, 2015].

Algunos de los usos que se le da a este sistema de gestión dentro de una empresa es en la eliminación de costos de No-Calidad (desperdicios, reprocesos, etc.), reducir la variación de un aspecto o característica de un producto, acortar los tiempos de respuesta a las peticiones de los clientes, mejorar la productividad y acortar los tiempos de ciclo de cualquier tipo de proceso, entre otros [Stephen, 2004].

Los equipos de mejoramiento de procesos SEIS SIGMA utilizan la metodología de 5 pasos para atacar estos problemas, que recibe el nombre de DMAIC por la sigla en inglés que conforman los nombres de las etapas (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) [Serpell, 2013]. Estos pasos, cuando son aplicables en una línea de producción involucran:

1. **Definir** → En esta primera etapa se define el propósito del proyecto de manera clara y planificada, en base a lo que los clientes requieren. Aquí nacen los primeros indicios de posibles soluciones y mejoras a implementar a partir de la observación de procesos que se llevan actualmente, realización de un mapeo del proceso y recopilación de información interna (datos históricos).

2. **Medir** → Se realizan ensayos con la finalidad de poder enfocar de mejor manera el problema, los defectos existentes en proceso y su desempeño actual. Con esto se puede definir puntos críticos con la ayuda de otras herramientas como es la estratificación, diagramas de Pareto, etc.
3. **Analizar** → Los datos recolectados son tratados para descubrir posibles causas de los problemas y proponer una solución. Aquí se debe realizar un análisis para identificar y verificar las causas principales utilizando datos reales y hechos.
4. **Implementar** → Aquí se llevan a cabo las soluciones que aborden las causas raíces identificadas, con el fin de eliminar o reducir el impacto. En esta etapa se proponen las acciones a la empresa, priorizándolas de acuerdo a sus necesidades, para luego estandarizar métodos antiguos, entrenar nuevos métodos y dar propuestas de nuevos procesos de trabajo.
5. **Controlar** → En la etapa final del proyecto se busca monitorear los resultados y verificar que las soluciones se ejecutan según el plan de acción. Aquí la idea es mejorar las ganancias, realizando análisis de Antes/Después mostrando el impacto de la mejora, con el fin de no hacer recurrentes los problemas ya detectados en proyectos futuros.

El equipo que desarrolla el proyecto DMAIC es seleccionado por el líder y debe cumplir con ser multidisciplinario (calidad, área técnica, operadores, analistas, entre otros). Para llevar a cabo los proyectos, estos deben ser previamente seleccionados en función de los beneficios, es por esto que los elementos clave que soportan el DMAIC son el conocimiento de los requerimientos del cliente, dirección basada en datos y hechos, mejora de procesos e implicación de la Dirección de la empresa [Torres y Tomati, 2006].

En Chile son varias las compañías que han aplicado esta metodología, siendo en su mayoría firmas internacionales. Debido a su impresionante impacto,

es fundamental que las empresas chilenas analicen la conveniencia de su aplicación [Serpell, 2013].

IV. VISIÓN COMPARTIDA: ESTUDIO Y APLICACIÓN DE MEJORA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

En particular en el área de manufactura de *Nestlé* se contempla una serie de prácticas y herramientas interrelacionadas, dentro de las cuales se encuentra un constante estudio y análisis relacionado con la desviación de las materias primas. Para *Nestlé* es de suma importancia tener menos pérdidas y mejorar la calidad en conjunto con la productividad, por lo que NCE se presenta como una herramienta de “Mejora Continua” de las operaciones, dentro de estas las relacionadas con fábrica y tiene como objetivo gestionar de manera eficiente los recursos de la empresa con el fin de traspasar menores costos a los consumidores.

Es entonces que la disminución de la desviación de materias primas es un factor de alta importancia para mejorar la rentabilidad de una empresa, ya que un alto nivel de pérdidas lleva a una disminución de rendimientos y eficiencias, lo que se traduce en costos económicos superiores. Debido a lo anterior es que NCE busca eliminar las pérdidas de procesos al cien por ciento, llevándolas a un nivel controlable y aceptable para la unidad productiva. La situación actual de *Nestlé* es que cuenta con diversos estudios para el desarrollo de este y otros proyectos, los que están dentro del área de mejora continua.

Debido a su producción en gran escala es que una de las preocupaciones de la empresa son las mermas relacionadas a las materias primas utilizadas en la realización del mix, en especial las materias grasas (mantequilla y aceite de palma).

Para plasmar de una mejor manera el proyecto es que se divide en cinco etapas, las que son:

1. Levantamiento de información (DEFINIR).
2. Metodología de realización de ensayos (MEDIR).
3. Resultados: análisis de la información obtenida (ANALIZAR).
4. Implementación (IMPLEMENTAR).
5. Control de Resultados (CONTROLAR).

HIPÓTESIS

Es posible disminuir la desviación de materia grasa en producción de mix semielaborado dentro del área de pasteurización en Planta Helados de Nestlé (Savory) mediante el uso de metodología DMAIC como alternativa de mejora de procesos actuales.

OBJETIVOS

✓ **Objetivo General**

Analizar proceso de elaboración de mixes en Planta Helados de Nestlé (Savory) con el fin de encontrar las principales fuentes de desviación de materia grasa, y a su vez generar e implementar soluciones que reduzcan las pérdidas en el proceso.

✓ **Objetivos Específicos**

- Levantar información relacionada con el área de proceso a estudiar (Pasteurización).
- Realizar programa de trabajo a partir de diagrama de bloques y Balance de masa para determinar mermas en Materias Primas (Materia Grasa).
- Determinar origen de desviación de materias grasas y cuantificar pérdida real (porcentaje).
- Establecer posibles soluciones para una disminución en el porcentaje de desviación de Materia Grasa.
- Proponer porcentaje de disminución en relación a la pérdida estándar encontrada.
- Disminuir mermas en materias primas, por medio del desarrollo de soluciones encontradas.
- Implementar un sistema de trabajo que permita gestionar y dar sustentabilidad al proceso de pasteurización.

MATERIALES Y MÉTODOS

La fuente de materia grasa utilizada en los productos *Savory de Nestlé* son principalmente tres, las que son recibidas listas para su uso o se realiza un tratamiento para cambiar su estado físico a través del proceso.

- ✓ Mantequilla (sólida y en solución)
- ✓ Aceite de Palma A (Sólido y en solución).
- ✓ Aceite de Palma B (Sólido, en solución y líquido).

El problema se origina en base a que la Materia Grasa utilizada como materia prima en la elaboración de mezclas de helados tiene un porcentaje de pérdida por sobre el 1,5% considerado por sistema, por lo tanto se debe hacer un barrido del proceso para encontrar las principales causas raíces que hacen que esta desviación se triplique y por lo tanto la planta pierda una alta suma de dinero anualmente.

El desarrollo de este proyecto de mejora está asociado a la metodología DMAIC, por lo que en primera instancia se debe establecer el equipo multidisciplinario por el que serán llevadas a cabo las 5 etapas, donde el líder es el encargado de llamarlos a participar de este. El equipo debe combinar diferentes roles de acuerdo con la naturaleza del proyecto y debe estar enfocado en resultados, procurando que cada integrante se destaque por su motivación y proactividad.

Dentro de la primera etapa de “DEFINIR” se puntualizó el propósito del proyecto, su alcance, antecedentes tanto económicos como del proceso, información histórica, objetivo, impacto financiero, oportunidad de mejora y el nivel actual de conocimiento de las herramientas de todos los participantes del equipo. Para determinar el objetivo se recopiló y revisó la información contenida en la base de datos de la empresa, en la que principalmente se encontraron datos relacionados con el uso y la desviación de las materias primas en estudio, y que reflejan numéricamente cómo se lleva el proceso. Debido a lo anterior es que se tiene a disposición información histórica de un año desde agosto del año 2014

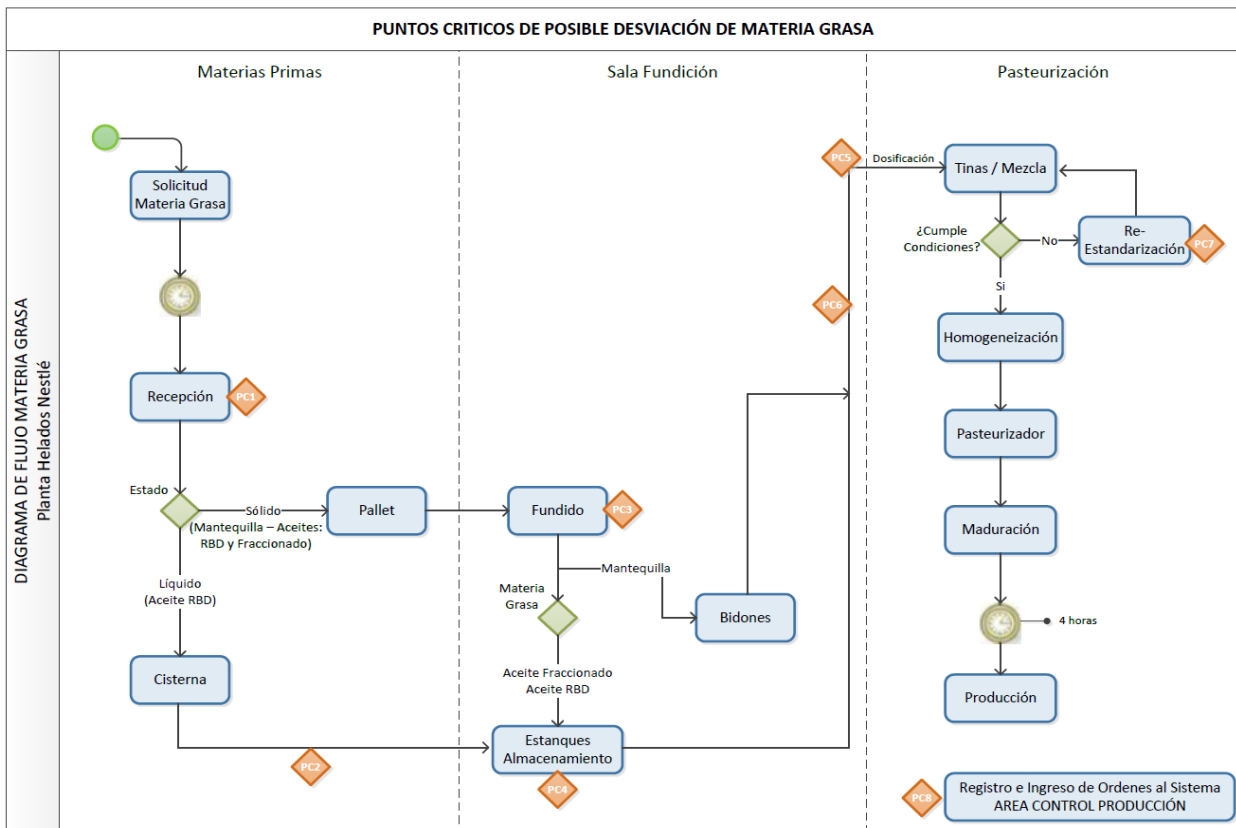
a agosto del 2015, los que al ser analizados se convierten en datos preliminares que dan lugar a causas raíces del problema y así poder corregir o mejorar el proceso que se lleva actualmente. Con esta información se calculó el objetivo y se realizaron diversos diagramas, entre ellos los de Pareto el que determina que el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos [Ortiz y Rodríguez, 2006]. Finalmente con toda esta información recopilada se establece la carta de proyecto o “Project charter”.

Para la segunda etapa de “MEDIR” se enfocaron todas las competencias del equipo en la recolección de información de la situación actual del proceso de fabricación de mezclas semi-elaboradas de helado. Como primera parte se elaboró un diagrama de flujo para mostrar detalles de controles y parámetros, comparando tanto los teóricos como los reales.

Para hacer más eficiente esta etapa es que se siguió el siguiente plan de recolección de datos en base a un mapeo o diagrama de flujo donde están los puntos críticos en los que teóricamente se producían las mayores pérdidas, para hacer foco en estos y comprobar de manera experimental si realmente tienen incidencia en el problema (**Figura 8**). Estos puntos son:

- 1.1. Recepción (PC 1 – PC 2)
- 1.2. Fundición (PC 3)
- 1.3. Almacenamiento (PC 4)
- 1.4. Dosificación tinas de mezcla:
 - 1.4.1. Flujómetro (PC 5)
 - 1.4.2. Remanente Tuberías (PC 6)
- 1.5. Re-Estandarizaciones. (PC 7)
- 1.6. Registros e Ingreso de Ordenes al sistema (PC 8).

FIGURA 8: Mapeo del proceso de materia grasa con los puntos críticos a controlar.



1.1. RECEPCIÓN

1.1.2. Materias Grasas Sólidas (PC1). Las materias grasas sólidas son recibidas en pallets y son almacenadas en cámaras de frío hasta su utilización.

1.1.3. Materias Grasas Líquidas (PC2). Sólo una de las materias grasas utilizadas en la planta llega en estado líquido y a granel. Este es el Aceite de Palma B, el cual es recepcionado en camiones cisternas, pesados antes y después de la descarga, sacando la cantidad entregada por el proveedor tarando el peso del camión.

1.2. FUNDICIÓN

1.2.1. **Transformación materias grasas Sólidas (PC3).** Las materias grasas sólidas utilizadas como materias primas dentro de la planta son tres: Mantequilla, Aceite de Palma A y Aceite de Palma B. Estas vienen en bloques congelados de 15, 20 o 25 Kg, dependiendo del producto y son fundidos o transformados a solución (líquida) por calentamiento indirecto con vapor en una parrilla ubicada en la sala de mantequilla del área de pasteurización.

Cada una de las materias grasas son tratadas de distinta manera, en el caso del Aceite de Palma A este es fundido y almacenado directamente en su correspondiente estanque, lo mismo ocurre para el Aceite de Palma B pero en menor frecuencia, ya que solo se utiliza esta materia prima en este formato en temporada baja y en temporada alta se recibe a granel y se descarga directamente a su estanque. En el caso de la mantequilla su almacenamiento varía según la temporada, ya que puede ser en estanque o en bidones, es por esto que se utilizará esta materia grasa para realizar los ensayos relacionados con la cuantificación de la pérdida asociada a esta etapa.

1.3. ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO (PC4)

Tanto el aceite que ingresa a la planta en estado líquido como las materias grasas sólidas que son transformadas a solución son almacenados en estanques. Estos estanques están provistos de sensores de nivel del tipo magnético para marcar la cantidad almacenada y permitir la toma de stock de estas.

La materia grasa es cargada al estanque en conjunto con Nitrógeno a una presión de 0,02 bar con un flujo aproximado de 20 a 25 l/min (**Figura 9**), esto con el fin de desplazar al oxígeno (aire) y evitar la oxidación de la materia grasa.

FIGURA 9: Medidor de caudal de ingreso de nitrógeno al aceite.



1.4. DOSIFICACIÓN EN TINAS DE MEZCLA

1.4.1. Fluviómetro (PC5). Las materias grasas cuando son almacenadas en estanques y sean necesarias para preparar las mezclas dentro del programa planificado de elaboración del día son solicitadas a través de un PLC, el cual entrega la cantidad solicitada a la tina de mezcla por medio de un medidor de flujo. Este medidor de flujo másico tiene como principio de funcionamiento “La fuerza de Coriolis” el cual no contiene partes móviles o susceptibles a desgaste (**Anexo 6**), dando mediciones precisas y no alterables por terceros [Godoy, 2006]. A pesar de esto teóricamente se cuenta con un estándar de mantenimiento, pero no se sabe si se cumple realmente en los periodos de tiempo estandarizados, por lo que se programarán ciertas cantidades en el PLC de las diversas materias grasas y estas serán desviadas a bidones previamente tarados y así establecer el aporte real de esta etapa en la desviación total de materia grasa.

1.4.2. Remanente Tuberías (PC6). La línea que va desde los estanques de almacenamiento de materia grasa hasta las tinas de mezcla es compartida desde el Fluviómetro (a mitad del recorrido) hacia las tinas, por lo que podría quedar materia grasa remanente en las tuberías si estas no son sopladas apropiadamente. Para definir cuál es la pérdida en este punto se hará una desconexión en el piping y será soplado para recibir la materia grasa remanente en un bidón previamente tarado para cuantificarla.

1.5. RE-ESTANDARIZACIÓN (PC7)

Uno de los puntos donde se puede encontrar una desviación mayor de materia grasa es durante la elaboración y re-estandarización de las mezclas de semi-elaborado.

Para elaborar las mezclas de semi elaborados se sigue una orden de producción donde se indica tipo de mix a elaborar, la cantidad total y las materias primas necesarias, tanto tipo como cantidad, en kilogramos.

Las órdenes son recibidas por el operador del área de pasteurización y él las entrega a los encargados de las tinas de mezcla. Las tinas de mezcla son 3 y tienen una capacidad de 2.200 litros cada una.

Generalmente las producciones por receta superan la cantidad de una tina, por lo que el operador cuando la recibe calcula en cuantas cargas completará la orden final. Una vez establecida la cantidad de cargas a realizar y la cantidad de materia prima por carga, se comienza con la incorporación de ingredientes siguiendo un orden predeterminado.

La incorporación de los ingredientes se realiza en dos fases. En la FASE 1 se agrega el 40% del agua necesaria para la carga a una temperatura de aproximadamente 60°C, el azúcar y los jarabes, como por ejemplo azúcar invertido, glucosa, maltodextrina, entre otros. Posteriormente se dosifican los estabilizantes y emulsionantes, se dejan reaccionar manteniendo la mezcla con agitación durante 5 minutos. En la FASE 2 se agrega la cantidad restante de agua y el resto de las materias primas, como concentrado de proteínas (suero), pre-condensado, colorantes, saborizantes y la materia grasa animal o vegetal según receta. En el caso de utilizar mezclas de rescate para reproceso se agregan en esta fase y finalmente el resto de la cantidad de agua solicitada por el programa de carga.

Las mezclas ya completas son muestreadas y analizadas en el laboratorio del área donde se mide por medio de un equipo llamado "Smart Trac" (**Figura 10**) si la mezcla logra o no con su porcentaje de sólidos establecido en un estándar dependiendo del tipo de mix. En el caso de

cumplir con las condiciones el mix es liberado y se lleva a un estanque pulmón para esperar a su próxima pasteurización. En el caso que el mix no cumpla con su porcentaje de sólidos y/o de materia grasa, se ingresan los datos obtenidos en el computador a una matriz que arroja automáticamente la cantidad y el tipo de materia prima que le falta al mix para estar dentro del estándar. Los ingredientes faltantes son incorporados al mix que posteriormente pasa al estanque pulmón y luego es pasteurizado.

FIGURA 10: Equipo para medir niveles de sólidos solubles y materia grasa de las mezclas de semi-elaborado.



Cuando se necesita realizar una re-estandarización, los ingredientes faltantes se incorporan a la última carga. Al realizar una re-estandarización incorporando materia grasa, este valor se traduce en una desviación de uso, ya que no estaba dentro de la cantidad a gastar predeterminada. Debido a lo anterior es que se realizó un seguimiento relacionado con la cantidad de re-estandarizaciones realizadas en un tramo de ocho meses a partir de abril hasta noviembre del año 2015. Estos ocho meses se dividieron en que los cuatro primeros corresponden a temporada baja y los últimos a temporada alta. Esta información fue obtenida a partir de órdenes de semi-elaborado que fueron llenadas por el operario de las tinajas de mezcla.

1.6. REGISTROS CONTROL PRODUCCIÓN (PC8)

Una vez realizadas todas las mezclas programadas para el turno de producción, el operador encargado del área hace llegar a control producción los documentos de las actividades realizadas. Estos documentos son los órdenes de proceso de las mezclas con información de cantidades reales que fueron agregadas tanto de dosimetría (aditivos) como de las tinajas de mezcla (otras materias primas), las planillas de fundición de materias grasas y planillas de disolución de suero y leche. Estos documentos sirven como base en control producción para ingresar al sistema los consumos correspondientes. Centrándose en la materia grasa es que se revisaron las planillas de fundición y los ordenes de proceso para comparar si existe concordancia entre lo anotado por el operador y lo registrado en el sistema por control producción.

En la tercera etapa correspondiente a “ANALIZAR” se tomó toda la información recopilada en las etapas anteriores, se realizó un listado de los problemas detectados y se establecieron sus potenciales causas raíces. Para esto se utilizó el diagrama de espina de pescado o “Ishikawa” donde se reunió todo el equipo y se realizó una lluvia de ideas para cada posible problema detectado en la etapa anterior, para luego clasificarlas en las 4M (Mano de Obra, Materiales, Método y Máquina). Estas ideas ya clasificadas se aceptaron o descartaron según la investigación, y las aprobadas pasan a una segunda herramienta llamada “5 por qué” la cual se utiliza preguntando por que sucede un problema enfocado hasta encontrar la causa raíz.

La cuarta etapa o “IMPLEMENTAR” se tomaron las causas raíces encontradas en la etapa anterior y se realizó una nueva lluvia de ideas pero ahora relacionada con las alternativas de solución por problema detectado. Una vez analizadas las alternativas (aprobar/descartar), las confirmadas se llevaron a una matriz de prioridad de impacto versus esfuerzo donde son clasificadas. Luego, los planes de acción que pueden ser desarrollados se les asigna un responsable y una fecha para poder hacerles seguimiento a la realización de las mejoras. Se

realizó un análisis del antes y después por medio de una gráfica de control en el tiempo, que permitió revisar cuanto disminuyó el problema inicial detectado.

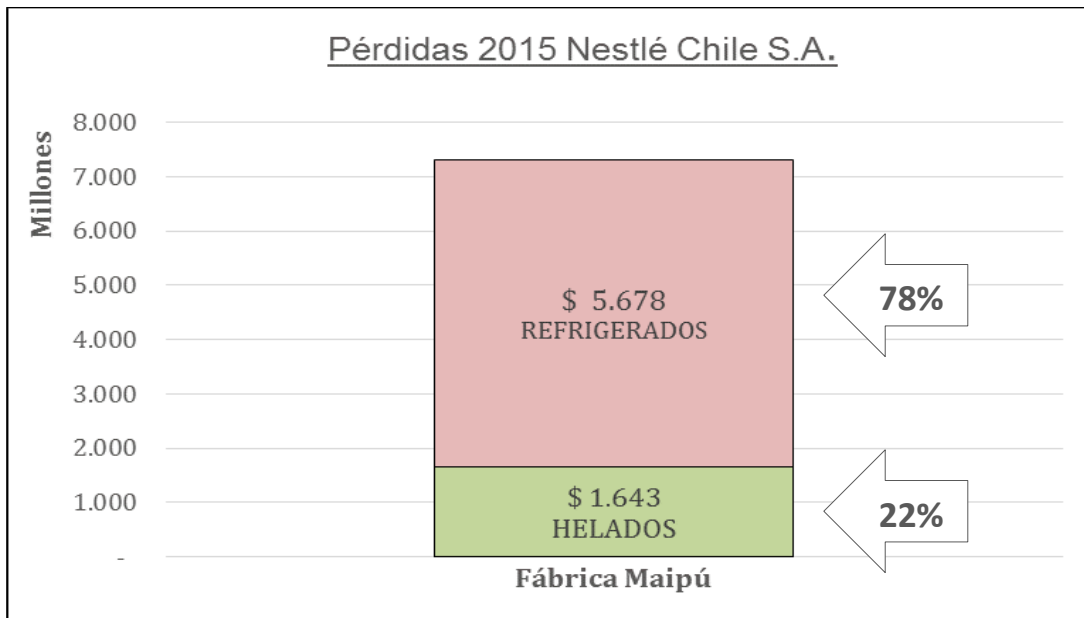
Finalmente, en la etapa “CONTROLAR” se monitorea el uso el sistema implementado y se revisan los resultados obtenidos. Como cierre del proyecto se realizó una presentación a la directiva donde se comunican los resultados finales, los conocimientos adquiridos por el personal involucrado y las recomendaciones para asegurar la efectividad del proyecto. En esta etapa se documentaron los nuevos métodos implementados por medio de planillas de control, informativos del proyecto y un entrenamiento con los involucrados del sector con las mejoras implementadas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. Levantamiento de información – DEFINIR.

Las pérdidas durante el año 2015 en Fábrica Macul de Nestlé (Planta Helados y Planta Refrigerados) alcanzaron los \$ 7.320 millones, de los cuales el 22,4% corresponden a la Planta Helados Savory (**Figura 11**).

FIGURA 11: Pérdidas Fabrica Macul Nestlé durante el año 2015.



Fuente: Árbol de Pérdidas Fábrica Macul 2015.

Las mayores pérdidas de la planta helados se reparten dentro de las líneas que conforman el túnel 3, túnel 5, túnel 10 y Pasteurización (**Figura 12**), donde esta última área ocupa el segundo lugar y es donde comienza la producción de helados con la fabricación de mix-semielaborado; y a su vez la mayor pérdida en el Área de Pasteurización se encuentra con las desviaciones de uso que presentan las materias primas (**Figura 13**).

FIGURA 12: Pérdidas Planta Helados Nestlé – Savory.

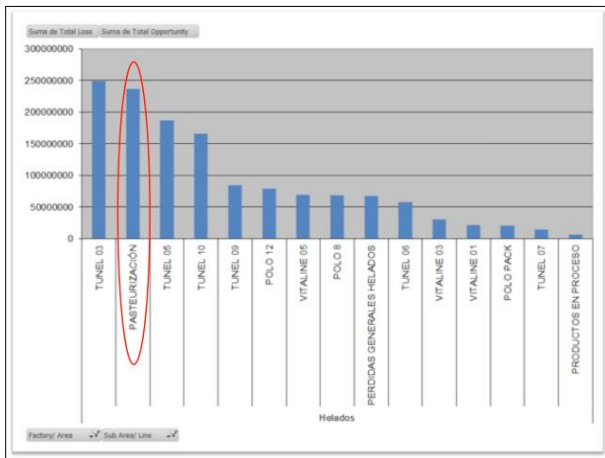
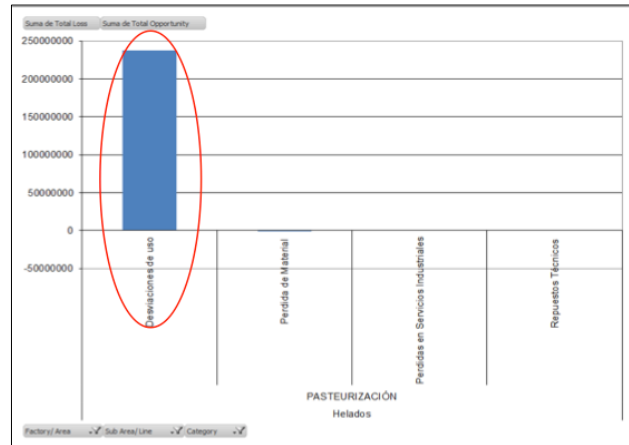


FIGURA 13: Pérdidas área Pasteurización - Planta Helados Nestlé.



Fuente: Árbol de Pérdidas Fabrica Macul 2015, Nestlé.

Dentro de las materias primas relacionadas con la fabricación de mix semi-elaborado (mezcla base de helado antes de pasar por la etapa de congelación) las materias grasas ocupan siete lugares dentro de las diez mayores pérdidas de materias primas del área de pasteurización, lo que se traduce en un 10,5% de la pérdida total de materias primas dentro del área entre agosto del 2014 y agosto del 2015 (Figura 14).

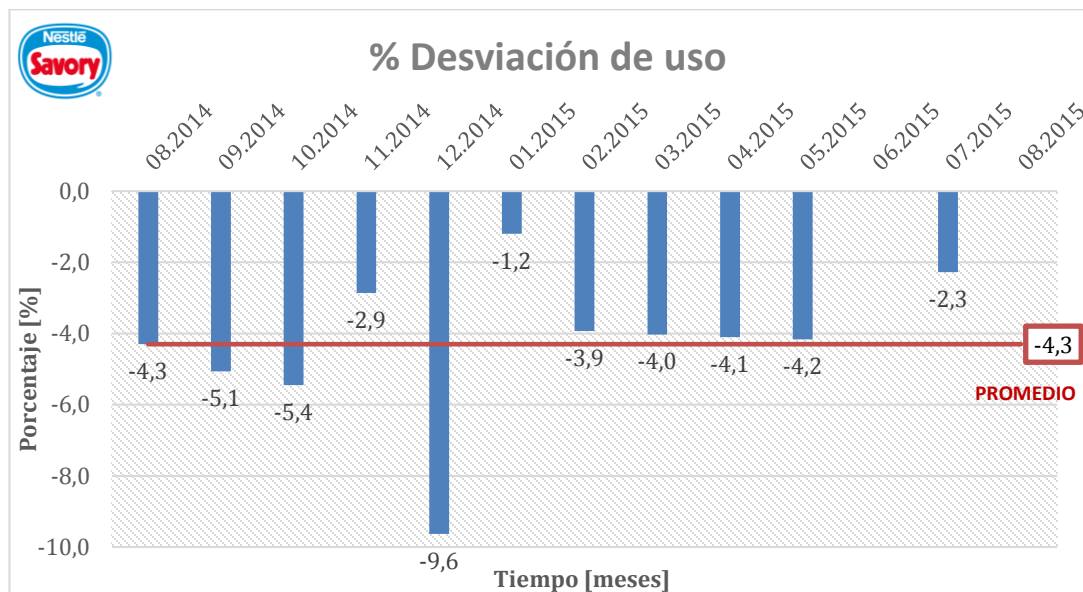
FIGURA 14: Pérdidas Materias primas área de Pasteurización - Planta Nestlé Savory



1.1. DETERMINACION DEL OBJETIVO DEL PROYECTO

Como primer paso para la determinación del objetivo del proyecto se analizó la situación actual, con el fin de tener una visión amplia y completa de la desviación de uso real de materia grasa dentro de la planta. Este estudio contempló un periodo de estudio desde agosto del 2014 hasta agosto del año 2015 obteniendo por sistema un valor general de desviación de uso estándar para todas las materias grasas (**Figura 15**), lo que en conjunto alcanzan los 155 millones de pérdidas en este periodo estudiado (**Anexo 7**).

FIGURA 15: Valores de desviación de uso semanal de materias grasas, obtenidos por sistema SAP.



Una vez obtenida la información y luego de ser procesada se realizó el desarrollo de la siguiente serie de fórmulas para determinar el objetivo final del proyecto:

- 1) Calcular Diferencia

$$Diferencia = Situación actual (promedio) - Referencia$$

$$Diferencia = (-4,3) - (-1,2)$$

$$Diferencia = -3,10$$

El valor tomado como referencia corresponde al valor de la menor desviación lograda dentro de los 12 meses analizados.

Como segundo paso se establece el porcentaje de reducción, el cual depende del indicador en consideración. Tomando en cuenta que si se establece un porcentaje de reducción del 90 % el valor objetivo se igualaría al valor de referencia, traduciéndose en un valor real y alcanzable.

2) Porcentaje de reducción establecido: **90 %**

3) Cálculo del Objetivo:

$$\text{Objetivo} = \text{Situación actual (promedio)} - [(\% \text{ Reducción})(\text{Diferencia})]$$

$$\text{Objetivo} = (-4,3) - [0,9 * -3,1]$$

$$\text{Objetivo} = -1,51$$

4) Cálculo de Porcentaje de reducción:

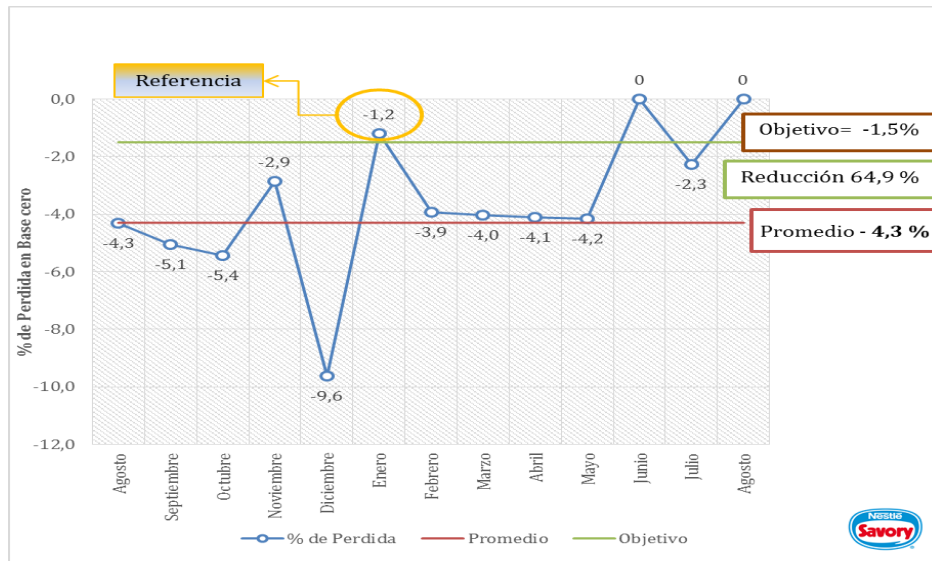
$$\% \text{ Reducción} = \left(\frac{\text{Situación actual} - \text{Objetivo}}{\text{Situación actual}} \right) * 100$$

$$\% \text{ Reducción} = \left(\frac{(-4,3) - (-1,51)}{-4,3} \right) * 100$$

$$\% \text{ Reducción} = 64,9$$

Donde este 65% corresponde a la oportunidad de mejora planteada con la disminución de desviación de -4,3 a -1,5% (**Figura 16**).

FIGURA 16: Planteamiento del objetivo del proyecto DMAIC de disminución en la desviación de uso de Materia Grasa.



1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del desarrollo del DMAIC se realizó la definición del problema por medio de la herramienta “5W+1H”, donde se determinó que: “Se produce la pérdida de Materia Grasa en áreas de Pasteurización durante la utilización de estas en el proceso de preparación de Mezclas, sin presentar un patrón definido. Estas pérdidas se ven originadas durante el cambio de estado físico de la MP y al ser utilizada para la elaboración de Mezclas, pudiendo influir en esta desviación tanto el operario de fundición como el de preparación de mezclas” (**Anexo 8.1**).

1.3. IMPACTO FINANCIERO

La evaluación del impacto financiero se realizó a partir de la información histórica obtenida por sistema. Como primera parte se estableció la pérdida en kilogramos para cada materia prima durante el periodo agosto 2014 – agosto 2015, y cada uno de estos valores fueron multiplicado por su precio (CLP) por kilogramo, obteniendo en total la suma de aproximadamente 161 millones de pesos de pérdida anual. A este valor se le relacionó con la oportunidad de mejora obtenida en el punto anterior (1.2) de 64,9 %, por lo que se obtiene una

oportunidad de mejora generable en el área de Pasteurización de 105 millones CLP en un periodo de 12 meses a partir de Octubre de 2015 (**Anexo 8.2**).

1.4. CARTA DEL PROYECTO

Se realizó la carta del proyecto con el fin de establecer la información resumen de lo que se espera del proyecto, clarificando el propósito, alcance, importancia, entregables, mediciones, entre otros. La carta de proyecto o también llamada como propuesta del proyecto se puede revisar en la **TABLA 4** y su utilidad erradica en ser un resumen del proyecto, claro y accesible para todos, sirve tanto como para iniciar un proyecto como para ser autorizado por parte del alto mando de la empresa. Aquí se muestra que el impacto y la justificación financiera para este proyecto se basa en el rediseño de un proceso existente en la utilización de materia grasa, además del objetivo o meta que es llegar a una desviación de uso de -1,5% y establecer un tiempo para llegar a la meta (un año aproximadamente) especificando los tiempos de sus etapas intermedias.

La información fue plasmada según el formato predeterminado por la empresa y en su elaboración participaron todos los miembros del equipo.

TABLA 4: Project Charter – Proyecto DMAIC Materia Grasa.

Project title:	Disminución de pérdida de Materia Grasa en Pasteurización		
Project Leader:	VM (Departamento Desarrollo Helados)	Team Members	
Problem Statement	Department	Name	
Se produce la pérdida de Materia Grasa en áreas de Pasteurización durante la utilización de estas en el proceso de preparación de Mezclas, sin presentar un patrón definido. Estas pérdidas se ven originadas durante el cambio de estado físico de la MP y al ser utilizada para la elaboración de Mezclas, pudiendo influir en esta desviación tanto el operario de fundición como el de preparación de mezclas.	Sponsor	M.G.	
	Coach	M.S.	
	Planta Helados / Memorista	J.A.	
	Operador Pasteurización	R.P.	
	Operador Pasteurización	V.M.	
	SHE	M.T.	
	Calidad	N.M.	
Business Case (Importance)	Departamento Mecánico	J.Z.	
Al realizar el árbol de pérdidas de Planta Helados se observa que una de las áreas que aporta en mayor medida a las pérdidas es la de Pasteurización, la cual es impactada por la categoría de desviaciones de uso dentro del grupo "material". Beneficio potencial: Disminuir el porcentaje de desviación de uso de la Materia Grasa, en el área de pasteurización, de esta manera aumentamos la rentabilidad del negocio traduciéndose en una ventaja competitiva	Goal Statement		
	Reducir la desviación de uso de Materia Grasa en área de pasteurización en un 72,1% , en relación al % promedio actual (4,3% en base cero), a partir de Octubre del 2015.		
Project Scope:	Deliverables:		
Área de Pasteurización (elaboración de Mix, desde la recepción de materias primas hasta entrega en estanques de maduración)	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en metodología DMAIC. - Modificación procedimientos de trabajo. - Verificación y modificación de % de pérdida estándar y re-estandarizaciones. 		
Indicators:	Stakeholder		
% Desviación de uso de MG, en base Cero <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantequilla ✓ Aceite de Palma A ✓ Aceite de Palma B 	Department	Name	Position
	Gerencia Fábrica	G.M.	Gerente
	Planta Helados	M.G.	Jefe Planta
Preliminary Plan:			
Phase	Milestones	Target Start	Target Completion
Define	Establish team and project charter	Abril 2015	Mayo 2015
Measure	Identify required data / Generate /Analyze data	Mayo 2015	Julio 2015
Analyze	Identify highest contributions	Agosto 2015	Septiembre 2015
Improve	Identify corrective action / Implement corrective actions	Octubre 2015	Febrero 2016
Control	Track and tren impact of actions	Marzo 2015	Junio 2016
Project Leader: V.M.		Project Sponsor: M.G.	

2. Metodología de realización de ensayos - MEDIR.

Debido a que la recepción, tratamiento y utilización de estas materias primas no conforman un proceso continuo, es que se realizaron mediciones por etapa de tratamiento, esto siguiendo el mapeo realizado del proceso (**Anexo 4**) y el diagrama de flujo con los puntos a controlar (**Figura 8**). Para esto se realizó el plan de recolección de datos mostrado en la **TABLA 5**, el cual se realiza para determinar lo que se quiere medir y evita perder el tiempo en puntos de medición que no aportan significativamente. Este listado especifica los puntos a medir en cada punto, como lo es la recepción de las materias grasas, la pérdida asociada a la fundición de materia grasa sólida, remanentes, exactitud de flujómetros, entre otros. Lo anterior con el fin de comprobar de manera experimental la incidencia de estos puntos en la pérdida total.

TABLA 5: Plan de recolección de datos DMAIC Disminución en la desviación de uso de materias grasas.

Plan de Recolección de Datos						
Proyecto / Declaración del problema	Se produce la pérdida de Materia Grasa en áreas de Pasteurización durante la utilización de estas en el proceso de preparación de Mezclas, sin presentar un patrón definido. Estas pérdidas se ven originadas durante el cambio de estado físico de la MP y al ser utilizada para la elaboración de Mezclas, pudiendo influir en esta desviación tanto el operario de fundición como el de preparación de mezclas					
¿Qué preguntas quieres contestar?						
¿Dónde se produce la pérdida de Materia Grasa en el área de Pasteurización?						
Que (Que es lo que voy a medir)	Unidad Medición	Estratificación (Donde voy a medir)	Cuando Medir	Como Recolectar	Porque Recolectar	Persona a Cargo
Tipos de Material	Kg	Pasteurización	Meses de Noviembre. Diciembre 2015	Registrar los usos de las distintas Materias grasas utilizadas en pasteurización y las pérdidas que estas generan en cada etapa del proceso en una planilla Excel y contabilizarla	Establecer cuál es la Materia grasa que genera mayor pérdida.	J. Ávila; V. Medina
Pérdida de Materia Grasa en Recepción	Kg	En Bodega, en estanques de recepción y control producción.			Establecer si existen diferencias en la RECEPCIÓN de las distintas MP	J. Ávila; V. Medina
Pérdida de Materia Grasa en proceso de fundición	Kg	En sala de fundición			Establecer si existen pérdidas durante la FUNDICIÓN de materia grasa.	J. Ávila; V. Medina
Pérdida de Materia Grasa líquida en Tuberías	Kg	En tuberías de traslado de materia grasa a tina			Establecer cantidad de materia grasa remanente en TUBERIAS de traslado a tinas	V. Manríquez; J. Ávila; V. Medina
Dosificación Materia Grasa	Kg	Flujómetro de MG a tina			Establecer concordancia entre cantidad de materia grasa pedida (PLC) y su real DOSIFICACIÓN en tinas.	V. Manríquez; J. Ávila; V. Medina
Pérdida de Materia grasa por re-estandarización	Kg	Pasteurización			Cuantificar RE ESTANDARIZACIONES y establecer motivo de esta.	J. Ávila; V. Medina
Verificar diferencias entre uso real y uso por sistema de Materia grasa	Kg	Control Producción			Comparación entre REPORTES DE USO E INGRESOS AL SISTEMA	J. Ávila; V. Medina

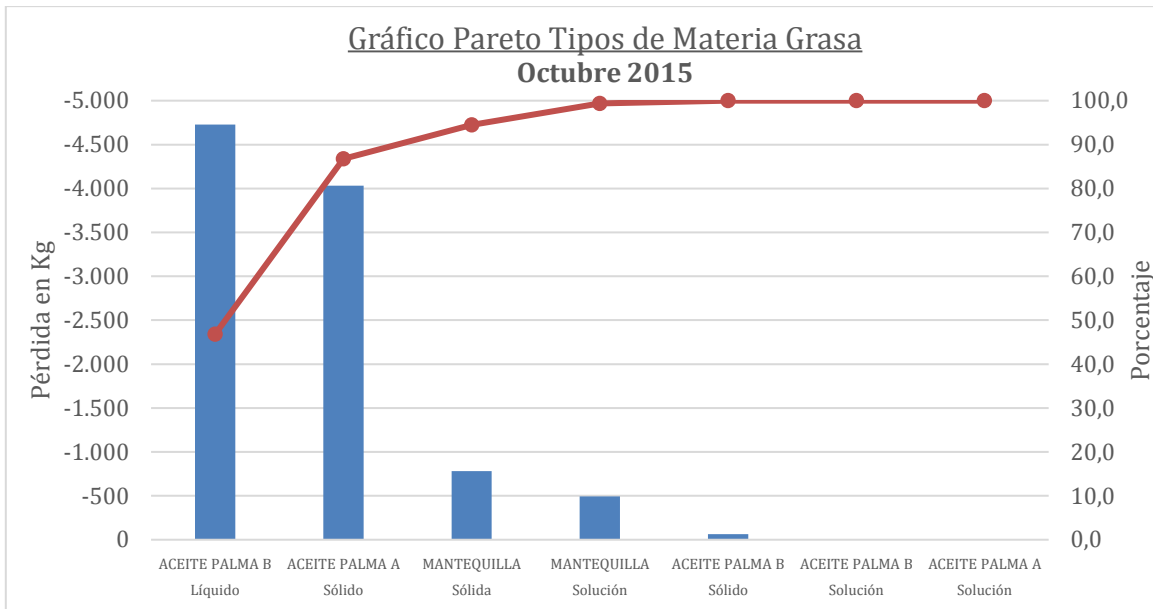
El primer ítem en el plan de recolección de datos es establecer cuál es la materia grasa que genera mayor pérdida en la empresa para así poder centrarse en estas. Para el sistema interno de control de la empresa los tres tipos de materias grasas dan origen a siete materiales, ya que según su estado físico da lugar a un nuevo código.

De la recolección de datos del sistema se obtuvo que en el mes de octubre del 2015 la pérdida de materia grasa alcanzó aproximadamente los 10.000 kilogramos entre los siete materiales, lo que se puede observar en la **Tabla 6**.

TABLA 6. Recolección datos desviación de uso materia grasa Octubre 2015.

TIEMPO RECOLECCIÓN DATOS			
SEMANAS OCTUBRE	40 a 45 del 2015		
TIPO MATERIA GRASA	Kg	%	% Acumulado
ACEITE PALMA B LÍQUIDO	-4.727	46,8	46,8
ACEITE PALMA A SÓLIDO	-4.030	39,9	86,8
MANTEQUILLA SÓLIDA	-780	7,7	94,5
MANTEQUILLA SOLUCIÓN	-492	4,9	99,4
ACEITE PALMA B SÓLIDO	-64	0,6	100,0
ACEITE PALMA B SOLUCIÓN		0,0	100,0
ACEITE PALMA A SOLUCIÓN		0,0	100,0
	-10.094,0		

FIGURA 17: Recolección de datos desviación de uso Octubre 2015



Con los datos de la **Tabla 6** se realizó el Diagrama de Pareto con la información de pérdidas en cantidades (kilogramos) (**Figura 17**), de donde se tiene que en conjunto el Aceite de Palma B líquido y el Aceite de Palma A sólido representan el 86,7% de la pérdida total en kilos del mes de octubre del 2015, por lo que se debe hacer foco en estos dos materiales.

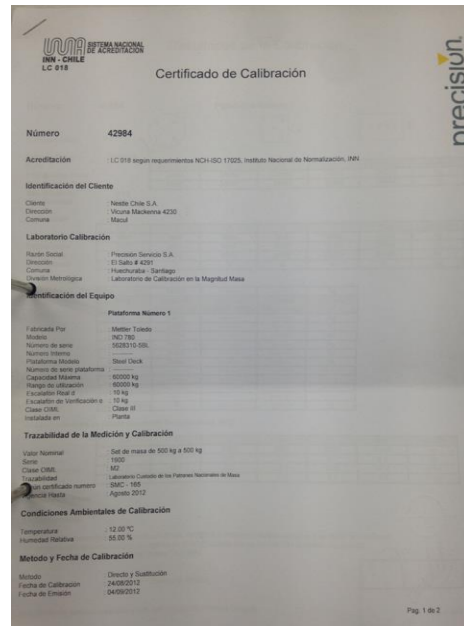
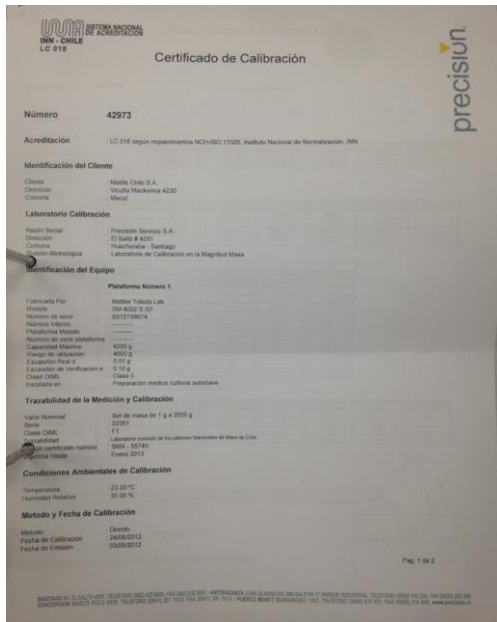
Sin embargo, al comparar el precio por kilogramo (**Anexo 8.2**) de estos dos materiales con mayor pérdida de kilos con la Mantequilla, se encuentra que el precio de esta última alcanza a doblar el costo por kilogramo de las antes mencionadas. Por lo tanto, a pesar que las pérdidas de mantequilla, tanto sólida como en solución, alcanzan sólo el 12,6%, al realizar una comparación en pérdidas económicas presentan una alta importancia.

2.1. RECEPCIÓN

2.1.1. Materias Grasas Sólidas (PC1). Se realizó control de ingreso de materias primas, comparando órdenes de picking con cantidades recibidas realmente. Se descarta debido a que no existe diferencia entre las dos fuentes de información.

2.1.2. Materias Grasas Líquidas (PC2). Para el Aceite de Palma B que ingresa a fábrica a granel en un camión cisterna primero se analizó la calibración de la romana de ingreso, donde fueron revisados los documentos de calibración (**Figura 18**). Aquí se descartó este punto ya que con estos documentos se evidencia que se ha realizado la calibración anual como lo especifica el programa de mantenimiento, por lo que al certificar su correcto funcionamiento no induciría a error en la toma de stock de la cantidad ingresada, ya que coincide la cantidad despachada informada por el proveedor y la cantidad de ingreso a la fábrica.

FIGURA 18: Evidencia calibración romana ingreso de materias primas (documentos/certificados).



(a) Certificado calibración año 2013

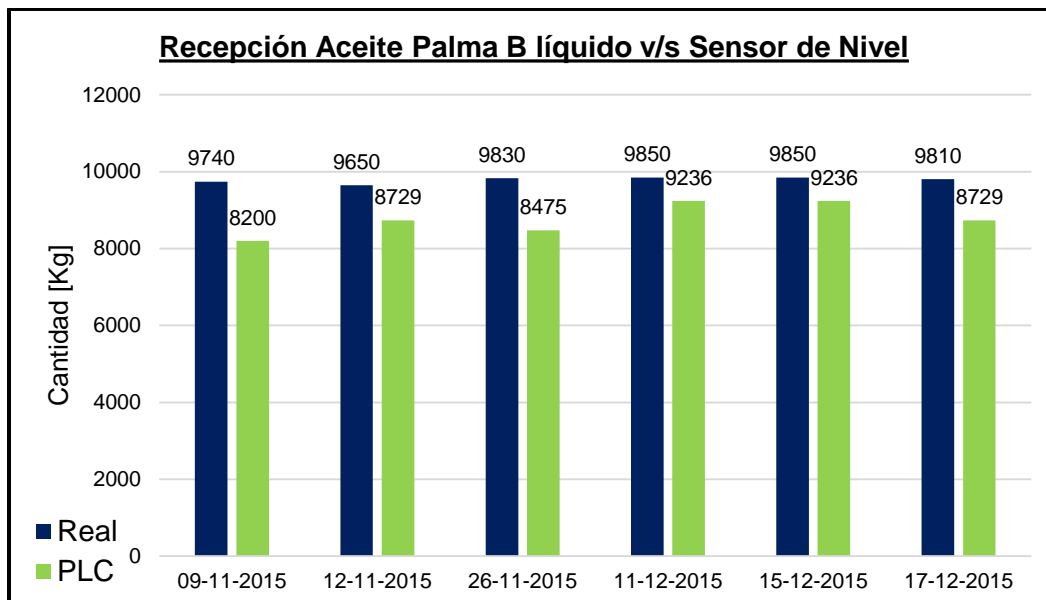
(b) Certificado calibración año 2014

Luego de establecida la condición básica inicial se realizaron dos mediciones en este punto.

- *Realización de un registro comparativo de las cantidades ingresadas.* Esto contempló tanto los kilogramos recibidos por factura y control de peso en aduana, como lo marcado por los sensores de nivel del estanque de almacenamiento después de la descarga.

De esta recolección de datos se obtiene que la cantidad ingresada a granel no es la misma que marcan los sensores de nivel del estanque de almacenamiento de Aceite de Palma B al ser descargado (**Figura 19**), lo que desencadenaría un posible error en valor de desviación de uso y sus registros.

FIGURA 19: Recolección de datos ingreso materia prima en estado líquido.



Las causas de esta desviación se relacionan directamente con el funcionamiento de los sensores de nivel, ya que a pesar de estar calibrados, estos son del tipo magnético los que la presión interfiere en su lectura, por lo que podrían estar dando señales erróneas al PLC (Programmable Logic Control o Controlador Lógico Programable), lo que afecta en la toma de stock de las materias grasas consumidas al finalizar cada turno de fabricación.

- *Cuantificación de pérdida en descarga de aceite.* El camión cisterna se conecta por medio de una manguera a la bomba que carga el aceite al estanque de almacenamiento. En estas dos uniones pueden existir fugas de materia prima, por lo que el aceite perdido será recolectado en una bandeja, para luego ser depositado en una bolsa microbiológica y finalmente pesado.

Una vez ingresado el camión y posicionado para su descarga, se procedió a armar la línea de descarga con la utilización de una manguera, la cual tiene dos puntos de conexión (**Figura 20**). Uno de ellos señalado con la letra **A** que se refiere a la unión hacia la bomba y el otro señalado con la letra **B** que es la unión hacia el camión.

FIGURA 20: Conexiones descarga Aceite Palma B en estado líquido.

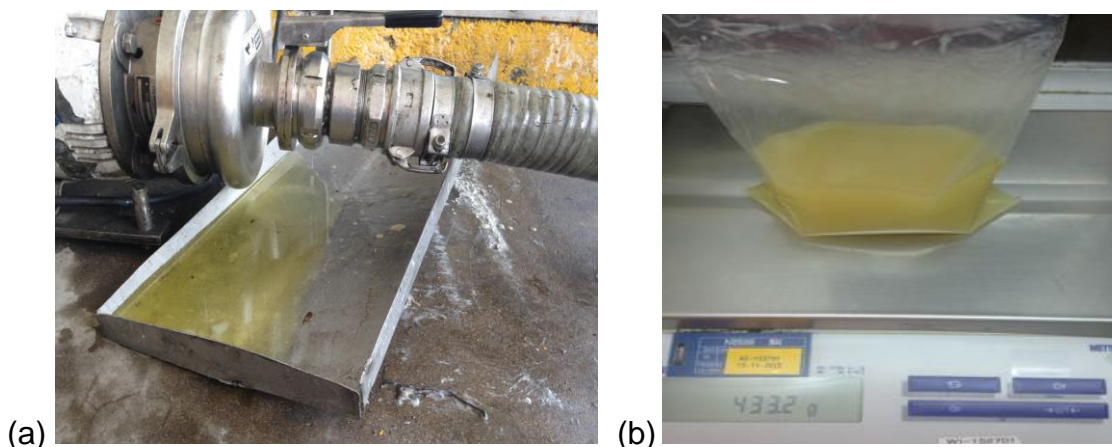


(A) Conexión Manguera-Bomba

(B) Conexión Manguera-Camión

Debajo de cada unión se posicionó una bandeja receptora del aceite que se pierde ((a) **Figura 21**). Esta cantidad fue llevada a una bolsa de recepción y pesada ((b) **Figura 21**).

FIGURA 21: Evidencias ensayo pérdidas de materia grasa en descarga a estanque de almacenamiento.



(a)

(b)

Se repitió este ensayo y toma de muestra cinco veces (**Tabla 7**) obteniendo que es un punto de desviación dentro del valor estándar, por lo que este punto no interferiría mayormente en la pérdida final. La no interferencia de este punto de desviación es debido a que cada vez que se recepciona Aceite de Palma B en estado líquido llega en una cantidad aproximada de 10.000 kilogramos y la pérdida aproximada total entre los puntos A y B es cercana al kilo, es decir, corresponde a un 0,01% de lo recibido.

TABLA 7. Recolección de datos – Pérdida de materia grasa en recepción.

	<i>Unión A</i> <i>[g]</i>	<i>Unión B</i> <i>[g]</i>	<i>Total</i> <i>[g]</i>	<i>Recepción Total</i> <i>[Kg]</i>	<i>%</i> <i>desviación</i>
1	458,1	501,9	960	9740	0,0099
2	497,7	499,1	996,8	9650	0,0103
3	433,2	428,7	861,9	9830	0,0088
4	415,1	520,7	935,8	9850	0,0095
5	450,9	507,6	958,5	9810	0,0098

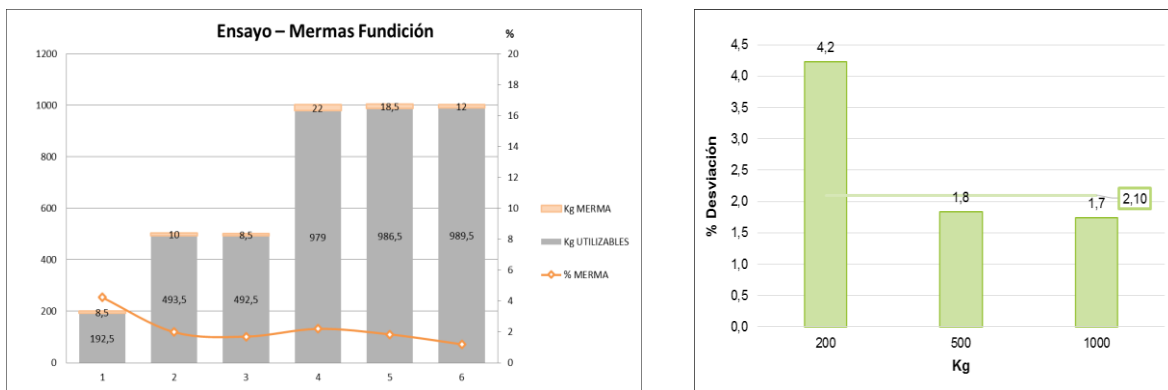
2.2. FUNDICIÓN

2.2.1. Transformación materias grasas Sólidas (PC3). Se realizan mediciones utilizando como materia prima Mantequilla y se llevan a cabo fundiciones con distinta cantidad inicial, a las cuales se les medirá la desviación que se produce en esta etapa del proceso.

Como primer paso se recepciona materia grasa sólida en bloques, a los que se les retira su envase secundario (caja corrugado) y se pesa para conocer la cantidad inicial recibida, además también se pesan los bidones a utilizar en el almacenamiento de la materia grasa fundida, los que están provistos con una bolsa plástica transparente (polietileno). Este peso inicial es útil para utilizarlo como tara de la medición final. Los bloques son llevados a la sala de fundición donde se les retira el envase primario (film plástico) y son depositados en la parrilla de fundición hasta completar el

proceso. Los envases primarios son recolectados y pesados. Una vez fundida la mantequilla es almacenada en los bidones ya mencionados y se realiza el pesaje final de producto fundido o “mantequilla en solución”. Se realizaron 6 de estos ensayos de fundición, variando la cantidad inicial a transformar. En el primer ensayo realizado se fundieron 200 kilogramos de mantequilla sólida, en el segundo y tercero 500 kilogramos y en los últimos tres 1.000 kilos.

FIGURA 22: Ensayo fundición de materias grasas sólidas (Mantequilla).

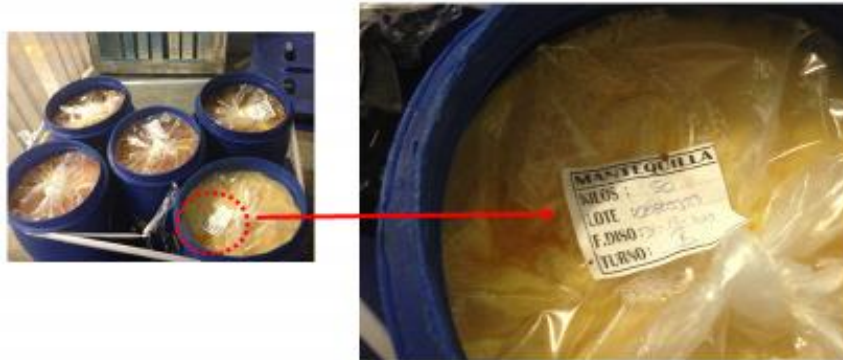


La desviación de uso total obtenida de este seguimiento de siete ensayos alcanzó un porcentaje de -2,1%, lo que está fuera de la desviación estándar **((a) Figura 22)**.

En cuanto a la perdida de materia grasa en el proceso de fundición se establece que a mayor cantidad de materia prima procesada, menor es su desviación final **((b) Figura 22)**.

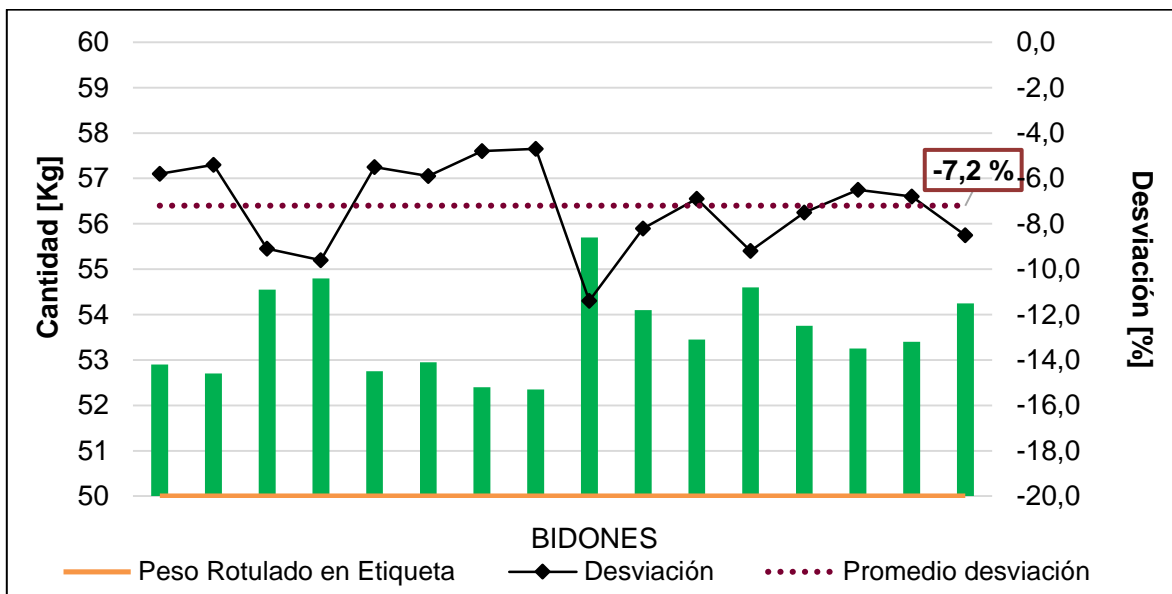
Dentro de la misma etapa también se observó que al realizar la fundición de mantequilla y ser llevada a bidones, se encuentra que en variadas ocasiones estos son etiquetados indistintamente del peso REAL con una cantidad de 50 Kg, lo cual induce a error debido a que esta cantidad es aproximada **(Figura 23)**.

FIGURA 23: Etiquetas de bidones con materia grasa fundida (Mantequilla).



Debido a este suceso encontrado en terreno es que se tomó una muestra de 16 bidones etiquetados con 50 kilogramos de contenido, los que fueron re-pesados para conocer su contenido real (**Figura 24**).

FIGURA 24: Ensayo pesaje de bidones con materia grasa fundida (Mantequilla).



El no pesaje de estos bidones incurre en un error en la elaboración de mezclas, ya que esta cantidad puede ser menor o mayor a lo informado y provoca controles de consumo erróneo y re-estandarizaciones, aumentando los costos de utilización de energía y tiempos de producción.

Debido a que en este ensayo realizado se encuentra una desviación promedio de -7,2% es que una solución es estandarizar el procedimiento y capacitar al personal a través de una rutina estándar.

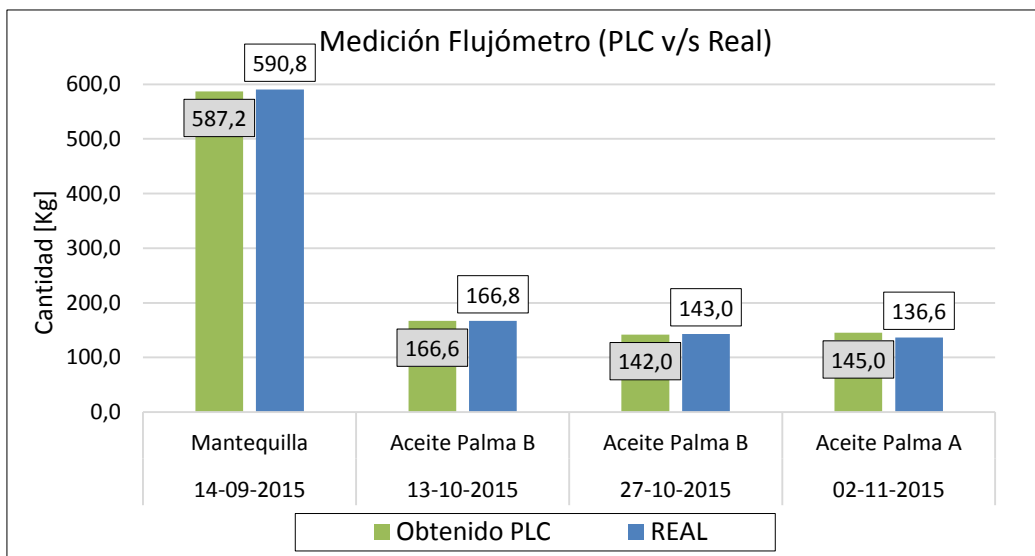
2.3. ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO (PC4)

Se revisó el estado físico de los estanques utilizados, con el fin de cuantificar una posible fuga. Esto fue descartado por lo que no existe pérdida en este punto en particular.

2.4. DOSIFICACIÓN EN TINAS DE MEZCLA

2.4.1. Flujoímetro (PC5). Para evaluar el correcto funcionamiento del Flujoímetro que alimenta las tinas de mezcla con materias primas se realizó un ensayo donde se pedía cierta cantidad de materia grasa por PLC y se recepcionó en un bidón previamente tarado. Estas muestras se pesaron y según las mediciones realizadas, la cantidad de pérdida atribuible al flujoímetro másico entre estanque de almacenamiento y tina de mezcla, están dentro de lo considerado como pérdida estándar (**Figura 25**).

FIGURA 25: Ensayo Flujoímetro dosificador a tinas de mezcla.



Desarrollando los ensayos en este punto, nace también la evaluación específica para el Aceite de Palma B, que se recibe en estado líquido. Se decidió comparar la cantidad ingresada (recepción punto 2.1.2.) con lo usado efectivamente por los operadores (**Tabla 8**), obteniendo una pérdida asociada cercana al 10%.

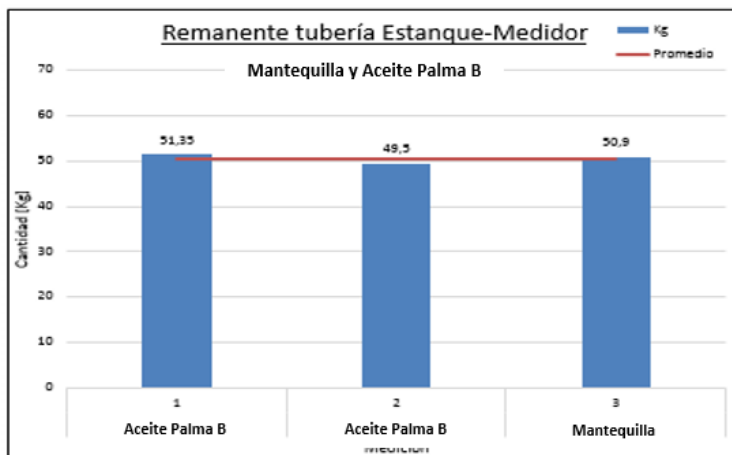
TABLA 8. Ensayo de consumo Aceite de Palma B en estado líquido

<i>Lote Materia Prima</i>	<i>Cantidad ingreso [Kg]</i>	<i>Cantidad Orden [Kg]</i>	<i>Cantidad utilizada [Kg]</i>	<i>Desviación</i>
CM261115	9830	8998	832	8,46 %
CM171215	9810	9083	727	7,41 %
CM140316	10320	9686	634	6,14 %

Al no encontrar una real causa que aportara a este porcentaje de desviación, se centró la investigación en el punto anterior relacionado con los sensores de nivel (*ver Figura 18*).

2.1.1. Remanente Tuberías (PC6). Existe un tramo donde al cambiar el tipo de materia grasa esta cantidad no es cuantificable, por lo que se sopló la línea y se pesó el remanente de la tubería en el tramo de la salida del estanque al Flujoímetro, obteniéndose para las tres materias grasas un valor cercano a 50 kilogramos, además tomando en cuenta que esta pérdida sólo ocurriría al cambio de tipo de materia grasa, se descarta este punto como posible colaborador de la pérdida (**Figura 26**).

FIGURA 26: Valores ensayo Remanente materia grasa en tuberías.

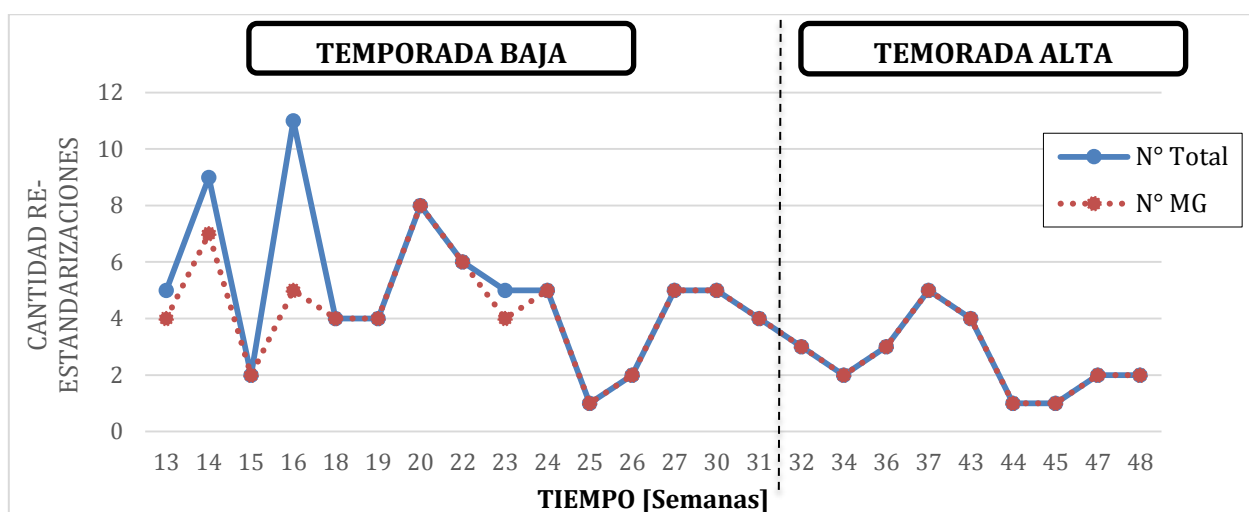


2.2. RE-ESTANDARIZACIÓN (PC7)

En este punto se buscaba encontrar la influencia de la re-estandarización en la desviación de materia grasa, ya que al no ser parte del uso previsto, toma parte en la cantidad de materia grasa usada efectivamente, y por lo tanto se incorpora a la desviación.

Se recopiló la información de los 8 meses y se obtuvo que de las re-estandarizaciones realizadas (**Figura 27**) el 89,9% de estas se desencadenaron debido a que las mezclas estaban por debajo de su estándar de materia grasa, por lo que debía agregarse una cantidad y realizar un gasto no esperado (desviación de uso). Este comportamiento se hace más sostenible en temporada alta.

FIGURA 27: Re-estandarizaciones totales versus las realizadas con materia grasa.



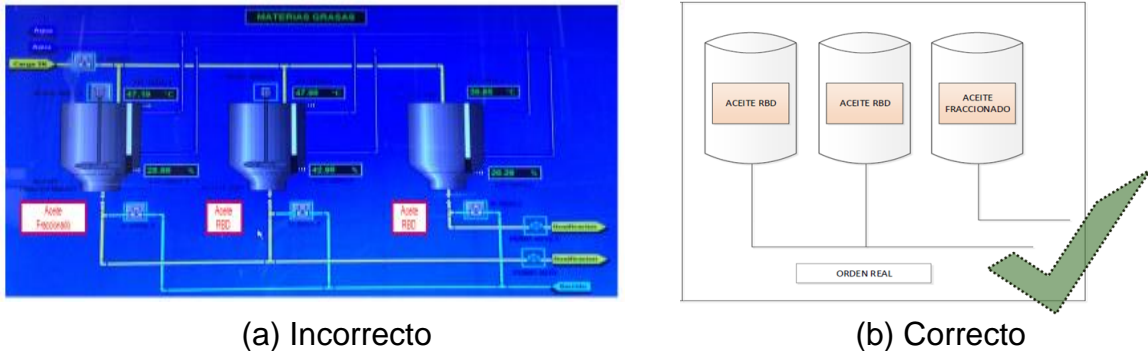
Según el seguimiento hecho, se establece que no existe mayor influencia en esta cantidad sobre la desviación de uso mensual.

2.3. REGISTROS CONTROL PRODUCCIÓN (PC8)

En terreno se encontró otro punto que podría estar afectando el uso de la materia grasa en el área de pasteurización, el cual tiene relación con que al observar la pantalla del PLC existe un mal etiquetado en los estanques de materia grasa (**Figura 28**), lo que puede afectar en la toma de stock de los reportes de uso

por parte de operadores, por lo que este debe ser corregido para no desencadenar un error en el uso (posible falla operacional)

FIGURA 28: Orden de estanques en PLC.



Por otra parte, para la investigación al correcto ingreso de consumo de materia grasa una vez elaborada la mezcla se revisaron los ordenes de proceso, ordenes de picking de retiro de materia grasa sólida y la planilla de fundición llenada por el operador a cargo de este proceso, obteniéndose tres escenarios distintos:

- i. 0%: Existe una concordancia entre el operador y control producción.
- ii. DIFERENCIA POSITIVA: Control producción informa una cantidad **MAYOR** a la informada por el operador.
- iii. DIFERENCIA NEGATIVA: Control producción informa una cantidad **MENOR** a la informada por el operador.

Por lo que se debe realizar una capacitación con el fin de unificar la forma de ingreso de datos al sistema, ya que esta diferencia desencadena altas desviaciones de uso semanales.

De la etapa “MEDIR” se obtienen tres posibles problemas (**Anexo 8.3**):

1. “Diferencias entre uso real y uso por sistema de materia grasa”
2. “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”
3. “Lectura errónea de materias grasas en PLC”

Pero antes de hacer foco en estos problemas, se debe restaurar las condiciones básicas relacionadas con limpieza, lubricación y ajustes de la máquina, clasificándolas en anomalías de fácil o difícil solución.

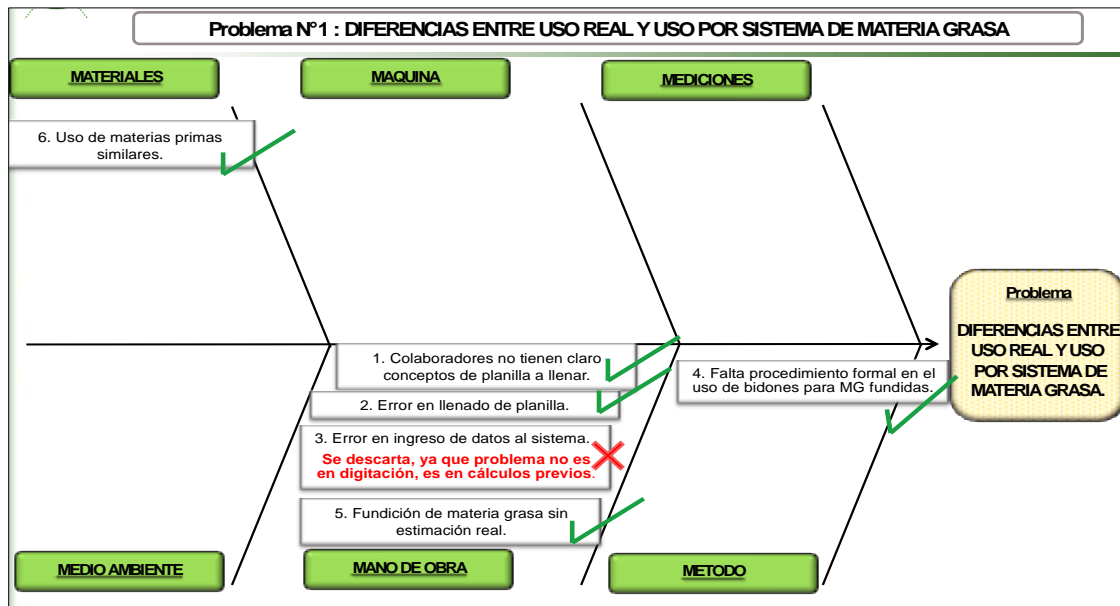
En este proyecto sólo se encontró una anomalía, la cual correspondía a la calibración de los sensores de nivel de los estanques donde se almacenan las materias grasas y al ser de “fácil solución” se reportó al departamento técnico, el cual apenas se vació el estanque se llevó a cero estos sensores (**Anexo 8.4**).

Luego de las mediciones iniciales y la restauración de condiciones básicas se realizó una identificación de causas potenciales para cada problema definido, para esto se reunió el grupo de trabajo y se realizó una lluvia de ideas, las cuales fueron clasificadas en base a los diagramas de causa-efecto o conocido como Ishikawa. Esta herramienta ayuda a desarrollar hipótesis adecuadas en donde enfocar las medidas y permite hacer un análisis más profundo sobre la causa raíz del problema [Pande *et al*, 2000].

3.1. LLUVIA DE IDEAS Y DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

En el diagrama causa-efecto para el primer problema relacionado con las “Diferencias entre uso real y uso por sistema de materia grasa” (**Figura 29**) se observa que las mayores causas de este problema se agrupan en mano de obra, con un 66,7%. Una vez revisadas cada una de estas posibles causas en terreno se descartó solo una, relacionada con un error de ingreso al sistema, ya que el error se encuentra en los cálculos previos a la digitación y no en el ingreso como tal.

FIGURA 29: Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencias entre el uso real y uso por sistema de materia grasa”.



En el caso del diagrama para el segundo problema asociado a la “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida” (**Figura 30**) las posibles causas asociadas se atribuyen en un 50% a máquina y 50% a mano de obra, donde se descartaron la mayoría de las posibles causas y sólo se aprobó que el instrumento que se usa para la medición de nivel en los estanques de almacenamiento no es apropiado para esta materia prima.

FIGURA 30: Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.



Y finalmente, para el tercer problema encontrado de “Lectura errónea de materias grasas en PLC” (**Figura 31**) la lluvia de ideas dio un 66,7% en mano de obra y 33,3% para máquina, descartándose las posibles causas clasificadas en mano de obra y aprobando la razón asociada a máquina, ya que la información presentada en PLC es incorrecta.

FIGURA 31: Diagrama Causa-Efecto problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.



3.2. HERRAMIENTA DE LOS 5 POR QUÉ.

Como parte final de esta etapa se toman las causas aprobadas para cada uno de los problemas y estas se analizaron con la herramienta llamada “5 por qué”, con el fin de descubrir por qué suceden las causas identificadas.

Para el primer problema se identificaron cuatro causas potenciales, la primera que no existe capacitación en el llenado de planillas de fundición, falta procedimiento formal de llenado de bidones en el caso de la fundición de mantequilla, inexistencia de programa se uso semanal de materias grasas y uso de dos materias primas similares (**Figura 32**).

FIGURA 32: Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencias entre el uso real y uso por sistema de materia grasa”.

Problema N°1 : DIFERENCIAS ENTRE USO REAL Y USO POR SISTEMA DE MATERIA GRASA					
Posibles causas	1°	2°	3°	4°	5°
	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?
1. Colaboradores no tienen claro conceptos presentes en planilla a llenar.	Porque se anotan cantidades en casillas erróneas.	Porque falta capacitación a personal.	Causa raíz		
2. Error en llenado de planilla.					
4. Falta procedimiento formal en el uso de bidones para materias grasas líquidas.	Porque no se anota la cantidad exacta de MG con la que se llena el bidón.	Porque se asume una relación del nivel de llenado con la capacidad total del bidón (60 Kg).	Porque indistintamente al peso real, todos los bidones se etiquetan con 50 Kg de materia grasa.	Porque personal no tiene conocimiento.	
				Porque no se pesan/taran individualmente.	Porque no existe una procedimiento operacional o rutina estándar.
5. Fundición de materia grasa sin estimación real.	Porque se funde materia grasa según necesidad inmediata.	Porque no existe un trabajo en conjunto entre control producción y personal pasteurización.	Porque no existe un programa semanal con necesidad de materia grasa a utilizar.	Causa raíz	Causa raíz
6. Utilización no adecuada de materias primas.	Porque el aceite de palma Fraccionado y RBD no presentan gran diferencia en las características finales del producto.	Porque se usan dos materias grasas similares.	Causa raíz		

Para el segundo problema se identificó como causa que el instrumento que se utiliza actualmente para la medición del nivel de la materia grasa en los estanques de almacenamiento no es apropiado para esta materia prima debido a

que la lectura de los sensores de nivel magnéticos dependen de la presión y no exclusivamente del peso (**Figura 33**).

FIGURA 33: Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.

Problema N°2 : DIFERENCIAS CONTROL DE STOCK MATERIA GRASA LIQUIDA					
Posibles causas	1°	2°	3°	4°	5°
	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?
5. Instrumento de medición de nivel no apropiado para la materia prima.	Porque lectura de estanque arroja gran diferencia con cantidad real.	Porque la base de medición del sensor varía según condiciones de la materia prima.	Porque lectura depende de la Presión y no exclusivamente del peso	Causa raíz	

Finalmente para el tercer problema identificado está la incorrecta información que se presenta en el PLC, ya que el contenido del estanque en la realidad difiere de la que está etiquetado en el sistema (**Figura 34**).

FIGURA 34: Herramienta de Cinco Por Qué aplicado a problema de “Diferencia en el control de stock de materia grasa líquida”.

Problema N°3 : LECTURA ERRÓNEA MATERIAS GRASAS EN PLC					
Posibles causas	1°	2°	3°	4°	5°
	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?	¿Por Qué?
2. Información de PLC incorrecta.	Porque orden en PLC difiere a realidad de líneas/ estanques.	Causa raíz			

Si bien estas causas potenciales podrían asegurar una real mejora en la disminución de pérdidas, es necesario priorizarlas, ya que cada una tiene un esfuerzo y un impacto involucrado [Scatolin, 2005].

4. Implementación

Para cada causa raíz encontrada en la etapa anterior se realizó una lluvia de ideas con todo el equipo, pero ahora enfocada a los posibles planes de acción o mejoras para eliminarlas.

Los posibles planes de acción (**Tabla 9**) se ingresaron a una matriz de priorización, los cuales se clasificaron según el impacto y el esfuerzo que estas tendrían al ser implementadas.

TABLA 9. Planes de acción para implementar mejoras.

PLAN DE ACCION	
1	Modificar Planilla de registro de fundición.
2	Realizar capacitación formal al personal del área.
3	Implementar celdas de carga en estanques de almacenamiento.
4	Realizar Trabajo padronizado de utilización de bidones.
5	Capacitar al personal de control producción en la liberación sólo de las cantidades necesarias de MG a utilizar semanalmente, información entregada por Supply Chain (Trabajo Padronizado y LUP).
6	Crear planilla de registro de fundición por tipo de materia de Grasa
7	Unificar los a dos aceites usados actualmente en una sola referencia.
8	Reemplazar sensores de nivel por celdas de carga.
9	Implementar sistema de medición externo de estanques por medio de flotador y varilla de medición.
10	Implementar Balanza en el área de fundición para el pesado correcto de Bidones (Mantequilla)
11	Re-programación de PLC.

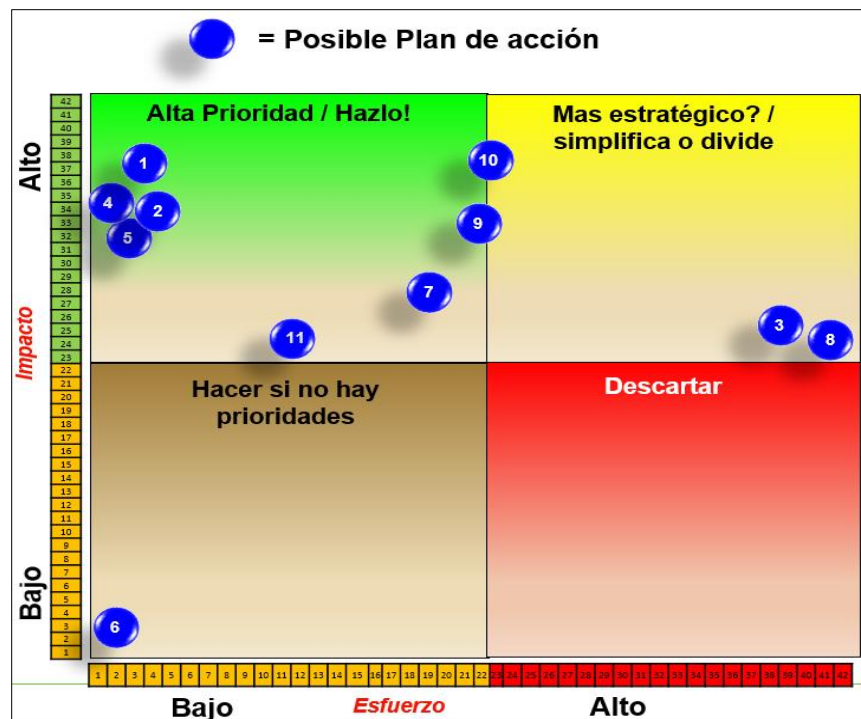
Para medir el impacto de las mejoras se asignaron diversos criterios fundamentales para la fábrica, como la seguridad de los colaboradores, calidad de producto, reducción de pérdidas y mejora de proceso (**Tabla 10**). Para medir el nivel de esfuerzo de implementación se asignó valor a la inversión involucrada, modificación en la metodología de trabajo, detención del área y costo de mantención de la mejora.

TABLA 10. Puntuación asignada para la matriz de priorización de planes de acción de mejoras.

Impacto		Esfuerzo	
¿Reduce generación de pérdidas?		¿Involucra Inversión?	
Baja: 1	Alta: 2	Baja: 1	Alta: 2
¿Mejora el proceso actual?		¿Modifica Metodología de Trabajo?	
No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1
¿Aporta a la calidad del producto?		¿Requiere más de 1 día detener para implementar?	
No: 0	Si: 1	No: 0	Si: 1
¿Es un aporte a la seguridad?		Costo mantención	
No: 0	Si: 1	Baja: 0	Alta: 1

Una vez evaluados todos los planes de acción por parte del equipo, se realiza la matriz de prioridad para la implementación de las mejoras (**Figura 35**). Esta matriz se divide en cuatro zonas, donde en la zona A (Alto impacto/Bajo esfuerzo) es donde se debería trabajar principalmente y recaen las mejoras 1, 2, 4, 5, 7 y 11.

FIGURA 35: Matriz de priorización de mejoras para eliminación de causas potenciales de pérdidas de Materias Grasas en área de Pasteurización.



En la zona B (Alto impacto/Alto esfuerzo) aparecen las mejoras 3 y 8, estas mejoras según la metodología se deberían simplificar o dividir en etapas. Estas mejoras se deberían implementar en el mediano plazo, ya que necesitan una inversión de tiempo y económica mayor. Entre la zona A y la zona B están los planes de acción 9 y 10, las cuales a pesar de tener un alto impacto su implementación va de la mano con un esfuerzo medianamente alto. Así mismo, en la zona C (Bajo impacto/Bajo esfuerzo) sólo se encuentra el plan de acción 6 relacionado con hacer una planilla por materia prima, el cual no aporta en la mejora. Finalmente, en la zona D (Bajo impacto/Alto esfuerzo) no se clasificaron mejoras.

Debido al análisis de la matriz es que quedan 3 planes de acción fuera de la implementación en este periodo, principalmente por el bajo impacto (6) y por la alta inversión que hay que hacer (3) y (8). Cabe mencionar que de los puntos de mejora identificados en el proceso existen algunos que no impactan directamente en la reducción de pérdidas, pero si en la estandarización de actividades involucradas, como son el procedimiento estandarizado del uso de bidones para mantequilla, y la modificación y capacitación de la nueva planilla de fundición.

Una vez priorizadas las mejoras a implementar se creó un plan de trabajo con las acciones a realizar, tiempos de implementación y los responsables (**Anexo 9**).

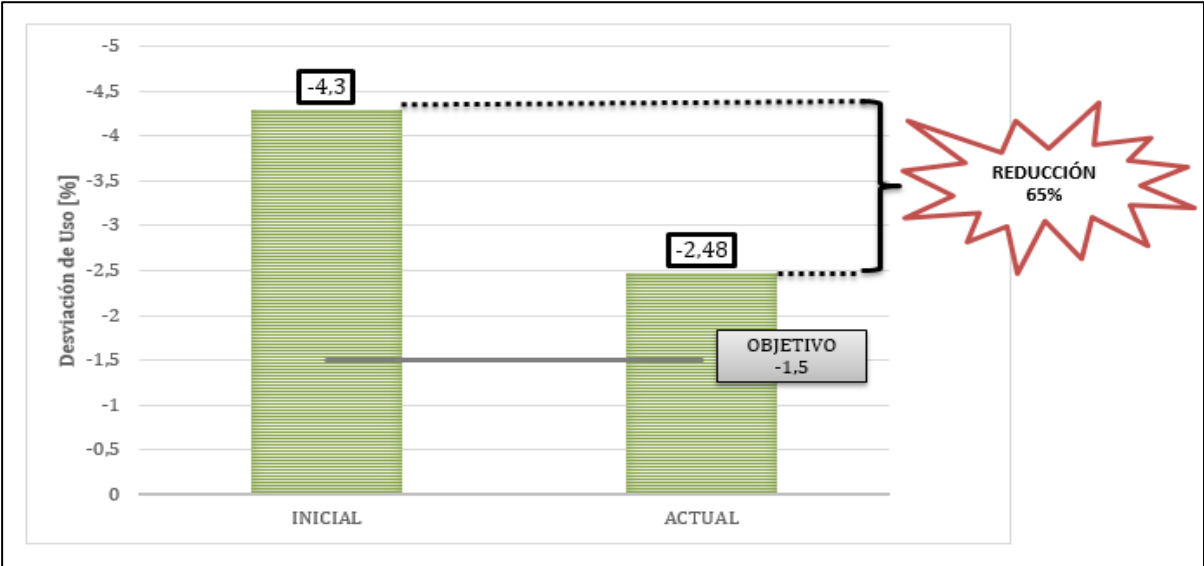
Del listado de planes de acción a realizar, se llevaron a cabo un 45,5% de los 11 propuestos inicialmente. Dos de ellos (3 y 8 Figura 33) se descartaron al comenzar esta etapa ya que involucraban una alta inversión (**Anexo 10**) que no podía ser solventada por la empresa en este momento y una tercera se descartó por su poco impacto (6 Figura 33). Por lo tanto de los 8 planes efectivos se completaron 5, alcanzando un 62,5% de realización (**Anexo 11**).

Para la finalización de este proyecto, de los tres planes de acción pendientes el status es en curso, por un lado la balanza para la sala de fundición está pendiente su orden de compra, la unificación de los aceites de palma está en

proceso por parte del área de desarrollo de helados y la implementación de un sistema de medición externo de estanques está pendiente hasta temporada alta, cuando se llene el estanque de Aceite de Palma B en estado líquido.

Finalmente, se realizó una comparación entre los valores iniciales y finales de la desviación de uso (**Figura 36**) obteniendo que a pesar de no completar todos los planes de acción propuestos, la desviación de uso bajó un 65% del 100% esperado al llegar al objetivo, es decir, su disminución fue de un -4,3% a un -2,48%. Esto también se traduce en el alcance de un 42,3% de oportunidad de mejora, y se esperaba un 64,9%.

FIGURA 36: Gráfica comparativa desviación de uso (Antes/Después).



A modo general, el llevar a cabo todos los planes de acción de la etapa de implementación del proyecto DMAIC se habría logrado la disminución en la desviación de uso de materias grasas de un - 4,3% a un -1,5%, es decir, una oportunidad de mejora de 116 millones de pesos (CLP) en un año. Es por esto que la implementación de celdas de carga para los estanques de almacenamiento y la instalación de una balanza en el área de fundición involucran un costo monetario para la empresa que alcanzaría los 35 millones de pesos, inversión que se recuperaría en un periodo de 4 meses. Sin embargo, con la disminución lograda en la desviación de uso se ahorró cerca de 75 millones de pesos.

5. Control de Resultados

Luego de implementar las mejoras que involucraban un bajo esfuerzo financiero se crearon diversos estándares relacionados con el uso de bidones y la forma de utilizar las ordenes de proceso para retirar la materia grasa a utilizar, además de la modificación de planillas y se instaló un panel en el laboratorio de pasteurización para mostrar los avances y resultados del proyecto. Todos estos planes de acción mencionados se realizaron como parte del proyecto con el fin de hacer sostenible la mejora a través del tiempo y lograr tener el proceso bajo control.

A la dirección y clientes del proyecto se comunicaron algunas recomendaciones a seguir como elaborar una capacitación para nivelar en todas las áreas el correcto tratamiento de las materias grasas, continuar monitoreando las mejoras implementadas mediante las planillas de control y utilizar la metodología DMAIC en otras áreas de la fábrica.

CONCLUSIONES

- Se recopilaron los antecedentes del proceso y se identificaron puntos del proceso de recepción y utilización de materias grasas en el área de pasteurización en Planta Helados Nestlé.
- Los entregables de cada etapa de la metodología DMAIC son: La carta de proyecto, enfoque, causa raíz, soluciones e impacto, respectivamente.
- Para desarrollar proyectos mediante la metodología DMAIC dentro de una empresa es fundamental el apoyo de la gerencia, tanto en recursos humanos como monetarios.
- Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada punto del uso de materias grasas con la principal finalidad de realizar una mejora en el uso de materiales, procesos y lograr una reducción de costos (aumento en la rentabilidad).
- Se estandarizaron procedimientos de trabajo, con el fin de unificar la forma de realizar las actividades.
- Luego de la implementación de parte de las soluciones propuestas, se logró una disminución cuantificable de pérdidas que alcanzan los 6.200 Kg mensuales versus la pérdida inicial aproximada de 10.000 Kg promedio mensual.
- Se obtuvo una disminución en la desviación de uso de un -4,3% a un -2,48%, un 35% menos de lo establecido en primera instancia como objetivo (-1,5%)
- La disminución en la desviación de uso alcanzada corresponde a una oportunidad de mejora efectiva de un 42,3% de un 64,9% esperado.

→ El no tener una de las prioridades dentro de la utilización de los recursos del año 2016 de la planta se relacionó con la no realización completa del plan de implementación y por consiguiente no llegar al objetivo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Beckett, S.T. (1994). “Fabricación y utilización industrial”. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- ✓ Baraldi V., Williams E., y Pedroza R. (2014) “Los Helados”. Ingeniería en alimentos, Universidad Iberoamericana. (En Línea) < http://www.hablemosclaro.org/Temas/4/31/Leche_y_derivados#.V3RTr5PhBsM > [Consulta: Mayo 2016]
- ✓ Campos, J. (2012) “EUSKALIT, Gestión avanzada: Metodología 5s y TPM” (En Línea) < <http://www.euskalit.net/gestion/?p=855> > [Consulta: Agosto 2015]
- ✓ Cárdenas, L. (2015). “La industria de helados de Chile es una de las más desarrolladas del mundo”. Revista PULSO (En Línea) <<http://static.pulso.cl/20150524/2122057.pdf>> [Consulta: Abril 2016]
- ✓ De Benito, C. (2000). “La mejora continua en la gestión de la calidad” Seis Sigma, el camino para la excelencia. Economía Industrial, 331, 59-66.
- ✓ Espinosa (2010) “TPM – Mantenimiento Productivo Total: Charlas para la gestión del mantenimiento” Universidad de Talca. (En Línea) <<http://campuscurico.otalca.cl/~fepinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>> [Consulta: Septiembre 2015].
- ✓ Faría J., García A. Y Tovar A. (2000). “Eficiencia de la pasteurización de la leche de cabra en una mini planta procesadora de queso”. Unidad de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Zulia, Venezuela. (En Línea) <<http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/cientifica/article/download/14694/14671>> [Consulta: Marzo 2016].

- ✓ Gerogelato (2014). “Helado Artesanal”, Escuela Italiana de Heladería. (En Línea) <<http://www.geropizzagelato.com/es/helado-artesano>> [Consulta: octubre de 2015]

- ✓ Godoy T. (2006). “Principio de funcionamiento y beneficios de los flujómetros másicos Coriolis para Custody Transfer”. Revista Electroindustria (En Línea) <<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=517>> [Consulta: Mayo 2016]

- ✓ González J. (2012). “Estado del arte y avances en la elaboración de Helados”. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Tlatemoani, Revista académica de investigación, No. 11, España. (En Línea) < <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/11/elaboracion-helados.html>> [Consulta: Mayo 2016].

- ✓ ISO 9001 (2008) “Norma Internacional ISO 9001: *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*”. Traducción oficial, cuarta edición. Ginebra, Suiza.

- ✓ Lareau W. (2003) “KAIZEN: Cómo controlar y reducir los costes de gestión en la empresa”. FC Editorial. Madrid, España.

- ✓ LEANSOLUTIONS (2015). “Qué es Six Sigma?”. (En Línea) <<http://www.leansolutions.co/conceptos/que-es-six-sigma/>> [Consulta: Enero 2016]

- ✓ Licata, M. (2016). “El helado, un alimento nutritivo, que puede formar parte de una dieta saludable”. (En Línea) <www.zonadiet.com/comida/helado.htm> [Consulta: Marzo 2016].

- ✓ Mantello, S. (2009). “MundoHelado Consulting - La Materia Grasa: Helados”

- (En Línea) <<http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Helados%20-%20Grasa.pdf>> [Consulta: Marzo 2016].
- ✓ Mantello, S. (2007). “MundoHelado Consulting – Cambios estructurales en el Helado a lo largo del proceso de elaboración” (En Línea) <<http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Helados%20-%20Cambios.pdf>> [Consulta: Mayo 2016].
 - ✓ Mantello, S. (2007). “MundoHelado Consulting – Cambios estructurales en el Helado a lo largo del proceso de elaboración: BATIDO Y CONGELADO” (En Línea) <<http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Helados%20-%20Batido.pdf>> [Consulta: Mayo 2016].
 - ✓ Manufactura Inteligente (2012). “KAIZEN: Definición y fundamentos” (En Línea) <<http://www.manufacturainteligente.com/kaizen/>> [Consulta: Agosto 2015].
 - ✓ Membrado, J. (2004). “Curso Seis Sigma. Una estrategia de mejora”. Quiltras Hodie, 95, 16-21.
 - ✓ Miller J., Wroblewski M., Villafuerte J. (2013) “Creating a Kaizen Culture: Align the Organization, Achieve Breakthrough Results, and Sustain the Gains” Primera Edición, McGraw-Hill Education.
 - ✓ Ministerio de Salud Chile - MINSAL (2011). “Reglamento Sanitario de los Alimentos” Título VIII: De la leche y Productos Lácteos, Párrafo III: De la pasteurización de la leche. Santiago, Chile. (Págs. 206 – 210).
 - ✓ Nestlé (2015). “NCE: Nestlé Continuous Excellence” (En Línea) <www.nestle.cl> [Consulta: Septiembre 2015]

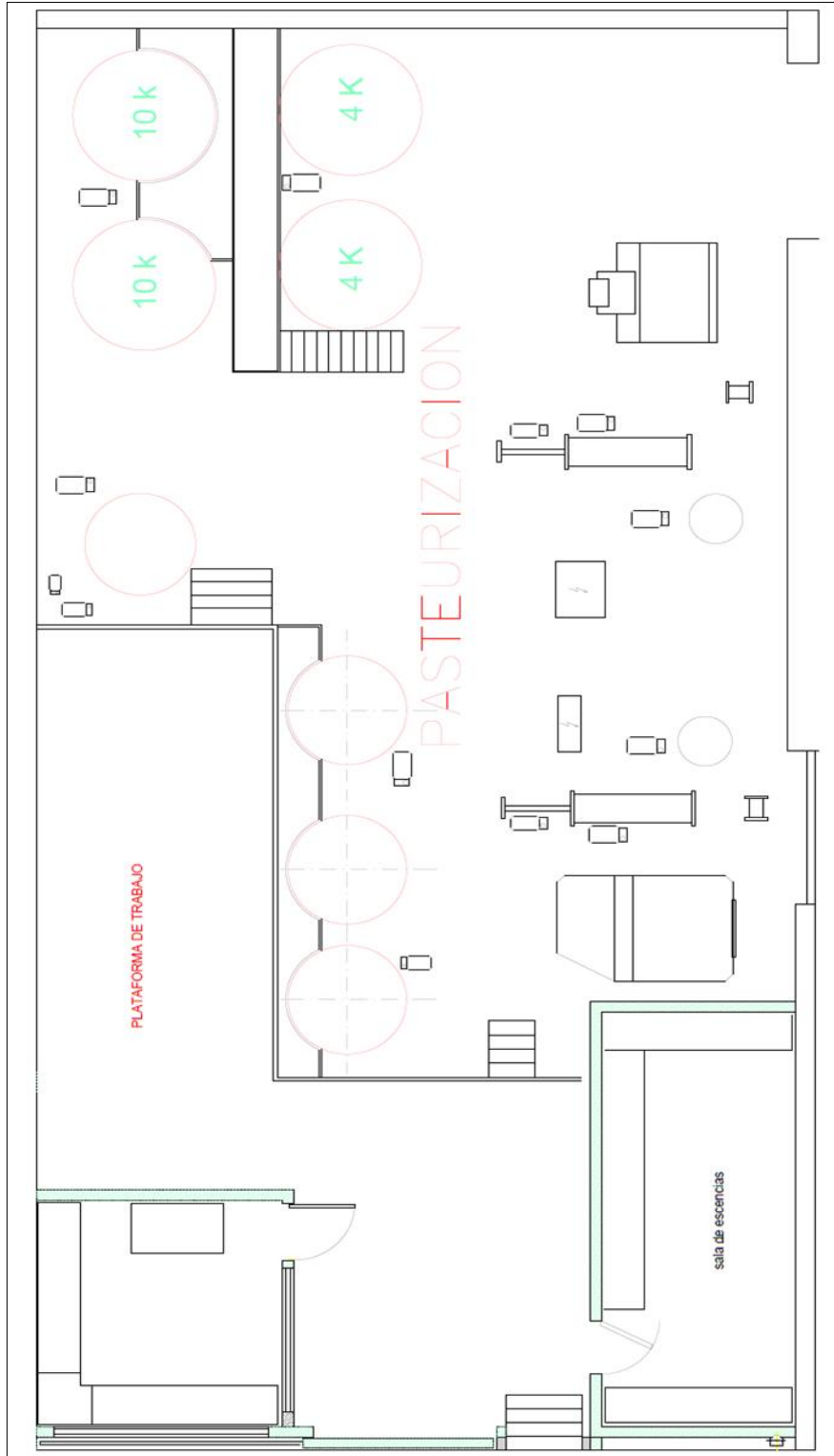
- ✓ Ortiz, D., Rodríguez, M. (2006). “Implementación de la Metodología Kaizen para Incrementar el Rendimiento de la Madera en una Empresa Exportadora de Productos de Balsa”. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 19, N. 1, 73-78.
- ✓ Pande, P.S., Neumann, R.P., Cavanagh, R. (2000). “The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing their Performance”. McGraw-Hill, New York, NY.
- ✓ RETAIL FINANCIERO (2015). “Chilenos son consumidores número uno de helados”. (En Línea) <<http://www.retailfinanciero.org/noticiasrss/chilenos-son-consumidores-n-1-de-helados/>> [Consulta: Febrero 2016]
- ✓ Sapiña F. (2014). “El Helado Eterno”. (En Línea) <<http://metode.cat/es/Revistas/Secciones/La-ciencia-en-la-mesa/El-gelat-etern>> [Consulta: Mayo 2016]
- ✓ Scatolin, A. (2005). “Aplicao da Metodología Seis Sigma na Reducto das Perdas de um Processo de Manufatura”. Tesis (Pos grado, Ingeniería Mecánica). Universidad estatal de Campinas, Facultad de Ingeniería Mecánica. São Paulo, Brasil.
- ✓ Serpell A. (2013). “Seis Sigma: Calidad Potenciada”. (En Línea) <<http://www.sigweb.cl/biblioteca/SeisSigma.pdf>> [Consulta: Marzo 2016].
- ✓ Stephen, P. (2004). “Application of DMAIC to integrate Lean Manufacturing and Six Sigma”. Tesis (Master of Science in Industrial and Systems Engineering) Blacksburg, Virginia. Virginia Polytechnic Institute and State University, Industrial and Systems Engineering Department.
- ✓ Tetra Pak Processing Systems AB (1996). “Manual de Industrias Lácteas”. Traducido por López, A. y Madrid, V.; Madrid, España.

- ✓ Torres, C., Tomati, F. (2006). “Despliegue de seis sigma en una organización: Claves para el éxito”. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- ✓ UNAD, 2014. “Lección 43: Proceso de elaboración de Helados”. (En Línea) <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211613/Modulo_zip/leccin_43_proceso_de_elaboracin_de_helados.html> [Consulta: Diciembre 2015].
- ✓ USDA (2016), “USDA Food Composition Databases: Ice Cream” (En Línea) <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6128?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=0&sort=&qlookup=ice+cream>> [Consulta: Mayo 2016]
- ✓ Vidal C. (2011) “Descripción de los parámetros de penetración de calor” UNAD. Bogotá, Colombia. (En Línea) <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211614/Modulo/leccin_39___descripcin_de_los_parmetros_de_penetracin_de_calor.html> [Consulta: Agosto 2015]

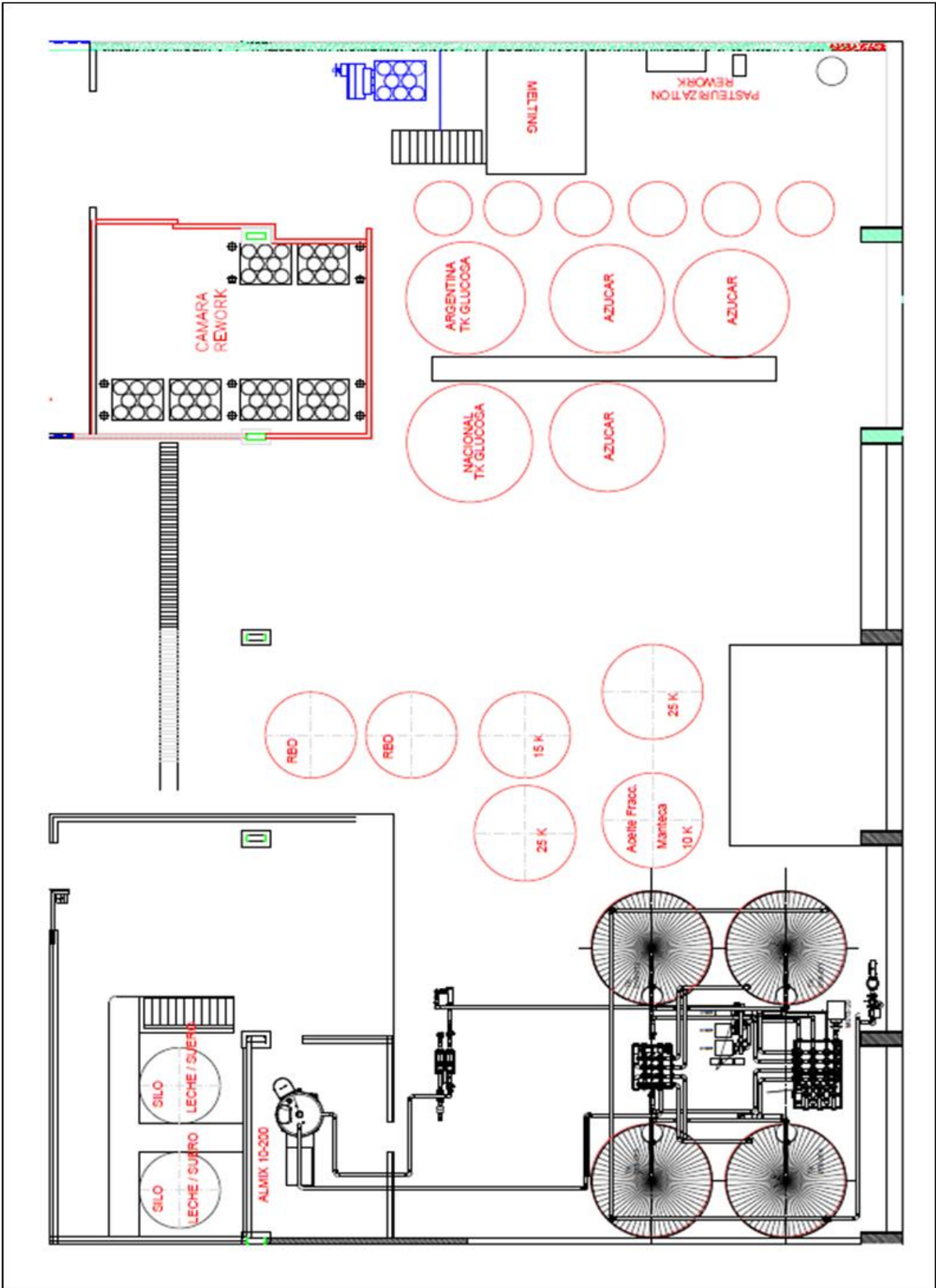
ANEXOS

Anexo 1. Planos Planta Helados.

Anexo 1.1. “Área de Pasteurización”



Anexo 1.2. "Patio estanques almacenamiento"

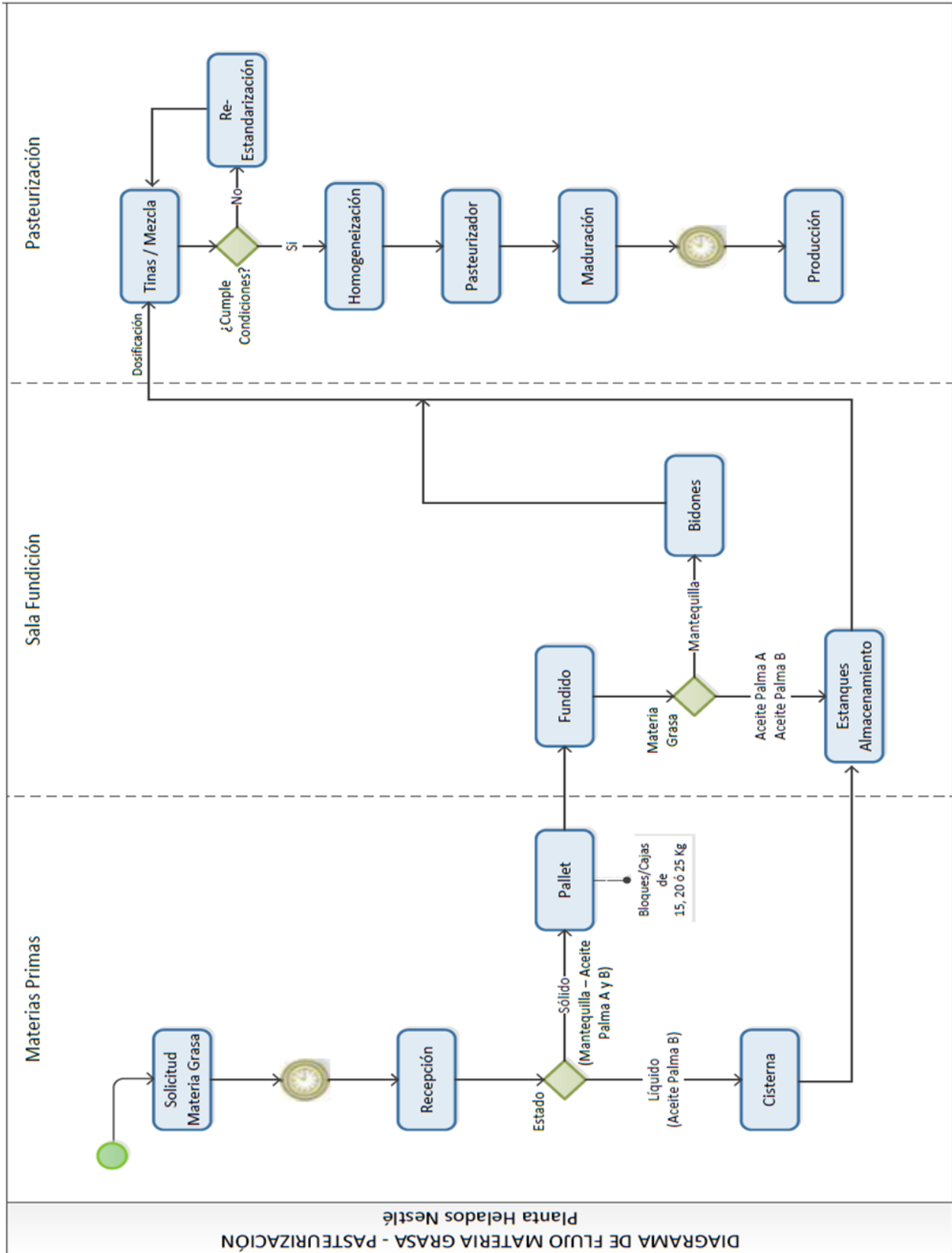


Anexo 2. Imagen microscópica de emulsión aceite en agua (o/w).

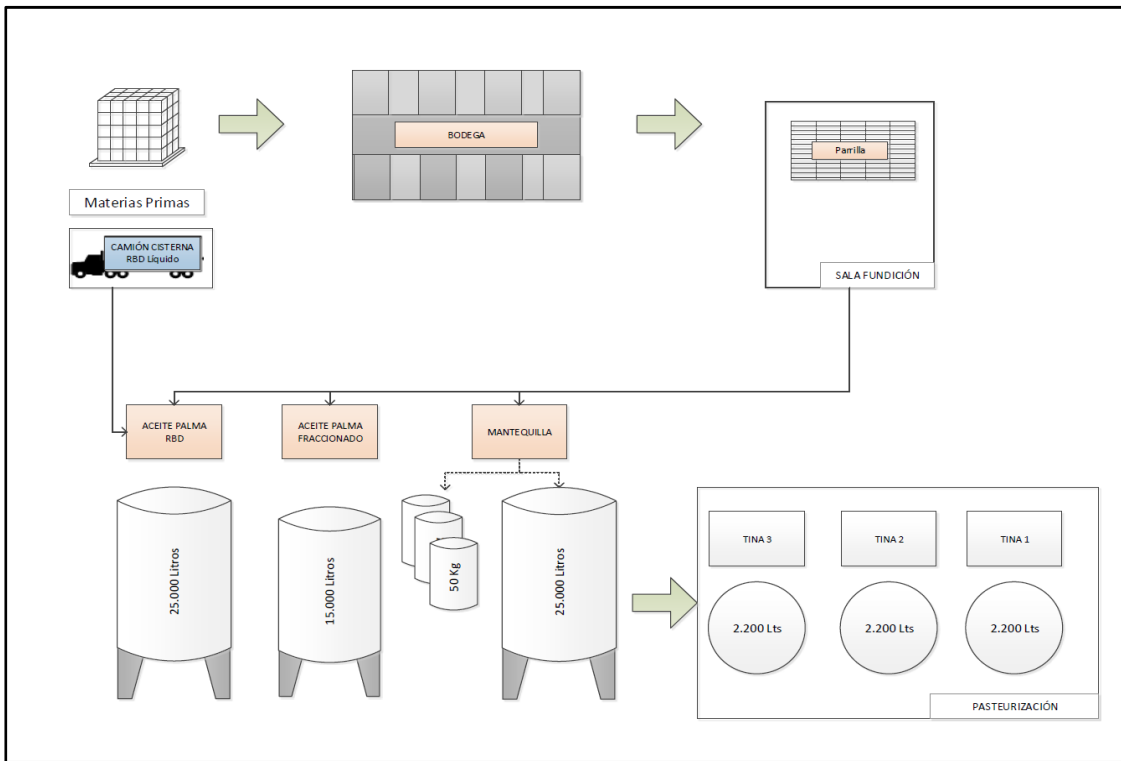


Fuente: "Los Helados" [Baraldi et al., 2014]

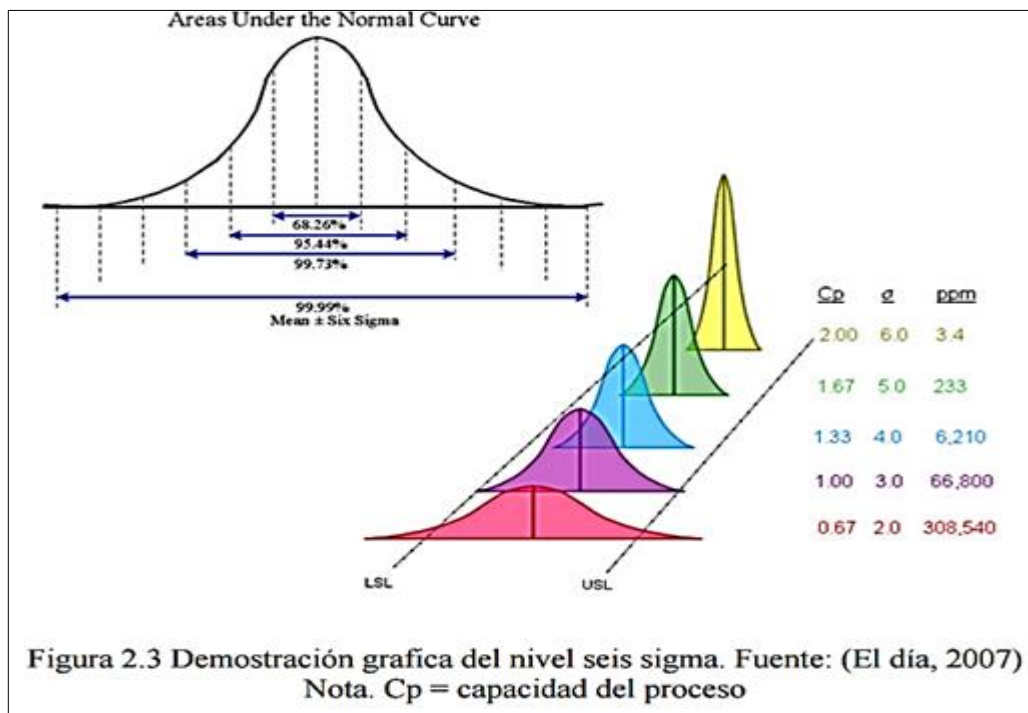
Anexo 3. Diagrama de flujo Materia Grasa.



Anexo 4. Mapeo General proceso materia grasa.



Anexo 5. Niveles Seis Sigma.



** En esta imagen se indica el nivel sigma, el número de defectos por millón de oportunidades y el costo de la calidad asociado a cada nivel de desempeño.

Anexo 6. Flujómetro: Principio de funcionamiento Coriolis.



Principio de funcionamiento y beneficios de los Flujómetros Másicos Coriolis para Custody Transfer

En tiempos en que el valor de los combustibles fósiles ha alcanzado valores muy altos, un mejoramiento pequeño en la exactitud de la medición implica grandes sumas de dinero. De la misma forma, el poder medir sin interrupciones y sin la necesidad de recalibrar frecuentemente el instrumento es cada día más importante.

Con la incorporación de flujómetros Coriolis esto ya no es un problema, ya que el principio de funcionamiento de los instrumentos no requiere de partes móviles o susceptibles a desgastes. De esta forma, se evita la recalibración frecuente y las mantenciones periódicas. Por otra parte, el concepto de "custody transfer" implica mediciones precisas y no alterables por terceros para garantizar que el monto facturado por una transferencia sea el correcto.

Principio de funcionamiento

Los flujómetros Coriolis operan basados en el principio de las fuerzas inerciales que se generan cuando una partícula en un cuerpo rotatorio se mueve con respecto al cuerpo acercándose o alejándose del centro de rotación.

Si una partícula de masa dm se mueve con velocidad constante en un tubo T que esta rotando con una velocidad angular w con respecto a un punto fijo P adquiere 2 componentes de aceleración:

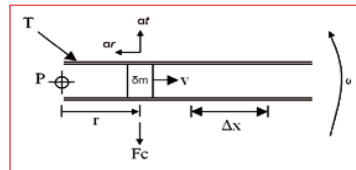


Figura 1.

a) Una aceleración radial ar (centrípeta) igual a $w^2 r$ en dirección a P .

b) Una aceleración transversal at (Coriolis) igual a $2wv$ perpendicular a ar y en la dirección que se muestra en la figura 1.

Para aplicar la aceleración coriolis a la particular, se requiere una fuerza de magnitud $2wvdm$ en la dirección de at . Esta fuerza se obtiene del tubo oscilante. La reacción de esta fuerza sobre el tubo oscilante es la fuerza coriolis: $Fc=2wvdm$.

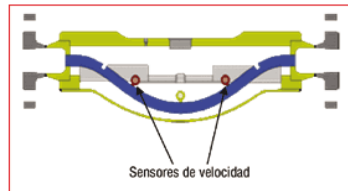


Figura 2: Medición del efecto coriolis.

De la figura 1 se desprende que cuando un fluido con densidad B fluye a una velocidad constante v sobre un tubo oscilante que rota, cualquier longitud Dx del tubo oscilante experimenta una fuerza transversal coriolis de magnitud $DFc=2 w vADx$, donde A es el área del tubo.

Dado que el flujo másico se puede expresar como $m=dm/dt=qm=rAV$ tendremos entonces que $DFc= 2wqmDx$.

Al analizar las ecuaciones anteriores, se puede deducir que la medición de la fuerza coriolis producida por un fluido en movimiento en un tubo rotante entrega el flujo de masa en el tubo. Los tubos vibrantes de un medidor Coriolis tienen velocidades angulares cambiantes desde un máximo negativo, pasando por cero y llegando a un máximo positivo en forma periódica continua y sinusoidal. Al haber flujo por los tubos, se sobre impone la fuerza coriolis que también varía en forma sinusoidal. Debido a esta fuerza, el tubo se deforma de manera que la amplitud de la deformación es máxima en el centro entre los dos puntos de anclaje (ver figura 2). Como resultado, la fuerza coriolis generada en la primera mitad y segunda mitad del tubo son iguales pero opuestas. Estas fuerzas opuestas curvan el tubo, lo que es medido por los sensores obteniéndose el flujo másico.

Campos de aplicación

Los flujómetros másicos Coriolis son usados en medición de gasolina, diesel, Fuel-oil, aceites, aditivos, gases comprimidos y licuados, pinturas, colorantes por mencionar algunos. Sus errores son del orden de $\pm 0,1\%$ pudiendo medir hasta 2.200 toneladas por hora. Los nuevos diseños son livianos y fáciles de montar siendo levemente más gruesos que la tubería en la que se instalarán, no requieren de soportes especiales pudiendo ser soportados directamente por las líneas ni de procedimientos complicados de ajuste en el montaje (ver figura 3). Por otra parte, además de medir flujo másico, el flujómetro Coriolis puede medir densidad, temperatura, flujo volumétrico y viscosidad, lo que lo convierte en uno de los instrumentos más poderosos del mercado.

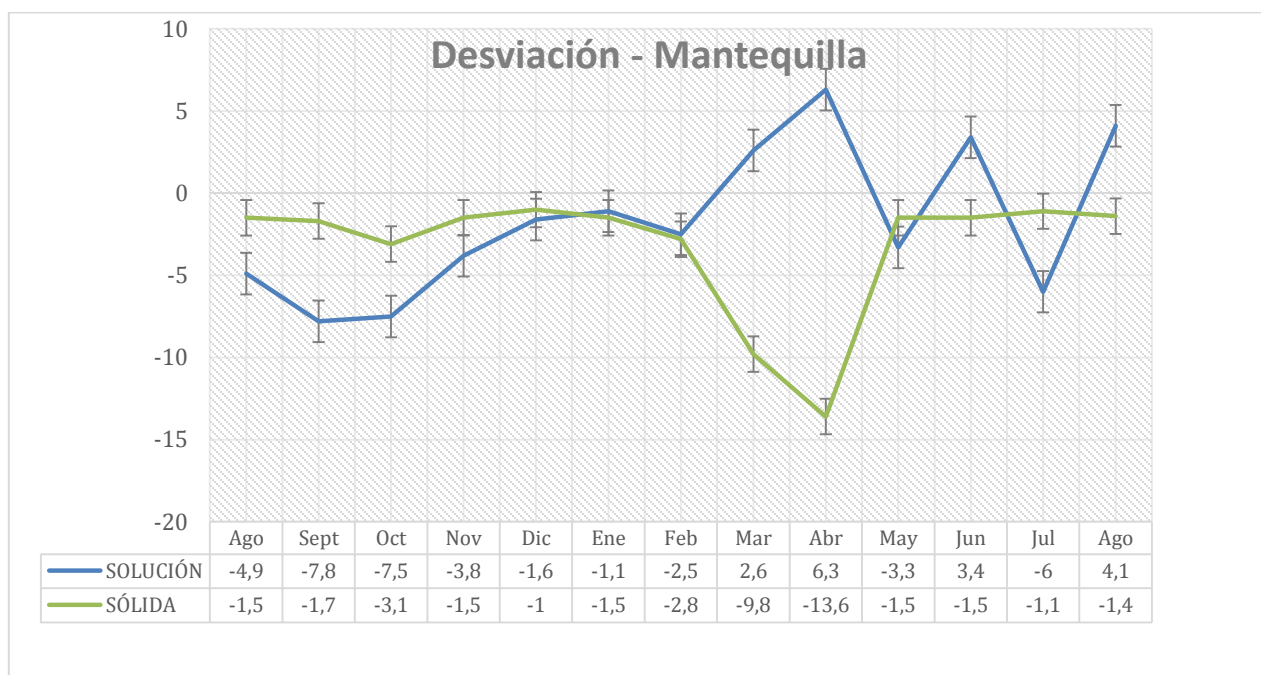


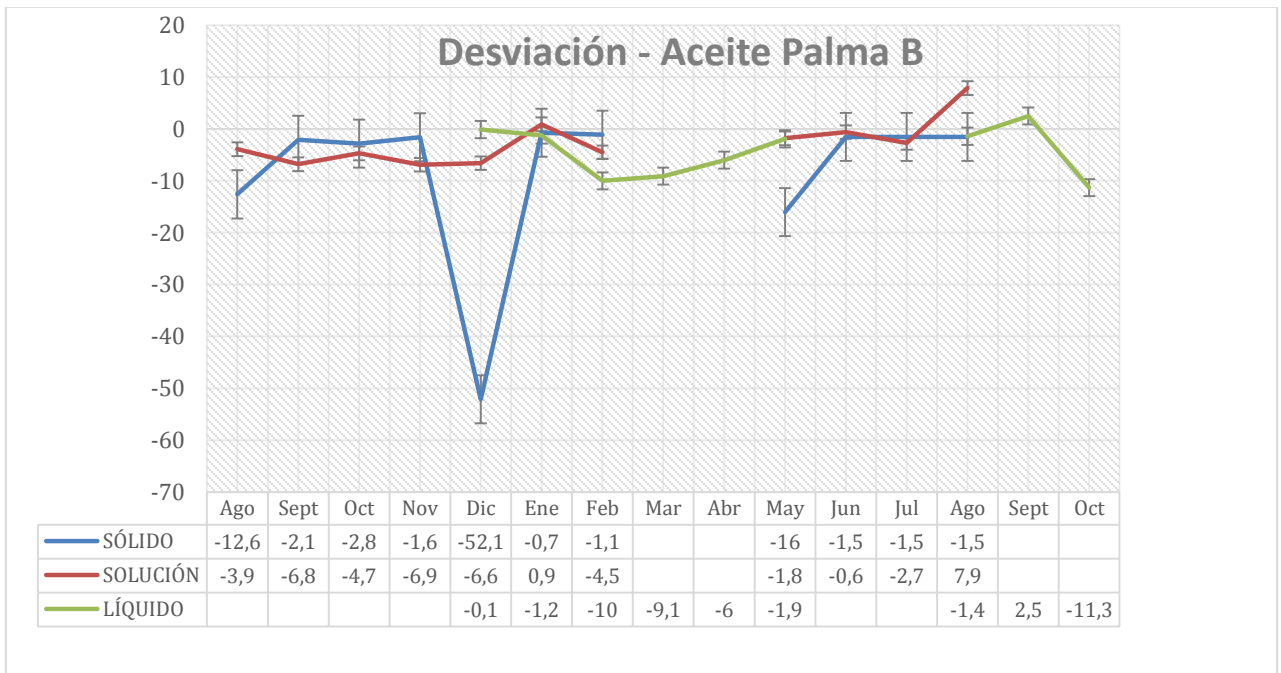
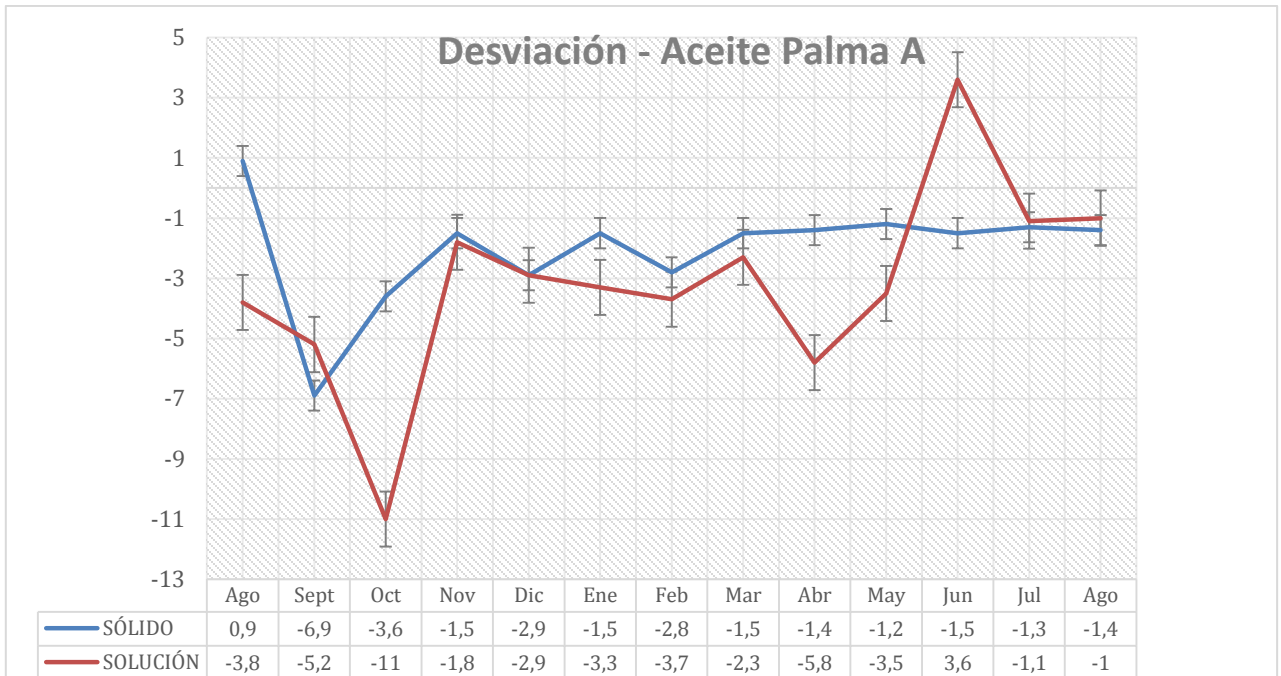
Figura 3.

Por Tomás Godoy Stehr, Solution Business Driver, Endress+Hauser Chile Ltda. tgodoy@endress.cl

Anexo 7. Tratamiento información desviación de uso por materia grasa (Agosto 2014 a Agosto 2015).

DESVIACIÓN DE USO									
Mes/Año		Mantequilla		Aceite Palma A		Aceite Palma B			PROMEDIO
		Sólida	Solución	Sólido	Solución	Sólido	Solución	Líquido	
Agosto	2014	-1,5	-4,9	0,9	-3,8	-12,6	-3,9	-	-4,3
Septiembre		-1,7	-7,8	-6,9	-5,2	-2,1	-6,8	-	-5,1
Octubre		-3,1	-7,5	-3,6	-11	-2,8	-4,7	-	-5,4
Noviembre		-1,5	-3,8	-1,5	-1,8	-1,6	-6,9	-	-2,9
Diciembre		-1	-1,6	-2,9	-2,9	-52,1	-6,6	-0,1	-9,6
Enero	2015	-1,5	-1,1	-1,5	-3,3	-0,7	0,9	-1,2	-1,2
Febrero		-2,8	-2,5	-2,8	-3,7	-1,1	-4,5	-10	-3,9
Marzo		-9,8	2,6	-1,5	-2,3	-	-	-9,1	-4,0
Abril		-13,6	6,3	-1,4	-5,8	-	-	-6	-4,1
Mayo		-1,5	-3,3	-1,2	-3,5	-16	-1,8	-1,9	-4,2
Julio		-1,5	3,4	-1,5	3,6	-1,5	-0,6	-	-
Agosto		-1,1	-6	-1,3	-1,1	-1,5	-2,7	-	-2,3
Septiembre		-1,4	4,1	-1,4	-1	-1,5	7,9	-	-
PROMEDIO		-3,23	-1,7	-2,05	-3,22	-8,5	-2,7	-4,72	-4,3





Anexo 8. Diapositivas de presentación DMAIC “Disminución en la Desviación de uso de materia grasa”

Anexo 8.1. “Definición del Problema (5W+1H)”

Definición del Problema (5W + 1H)

¿Qué?

¿Cómo?

¿Cuál?

¿Cuándo?

¿Dónde?

¿Quién?

- **¿Qué está sucediendo?**
Pérdida de Materia Grasa en el área de Pasteurización
- **¿Cómo sucede?**
Sucede durante la utilización de Materia Grasa en el proceso de preparación de Mezclas.
- **¿Qué patrón ves?**
En esta primera instancia no se observa una tendencia definida.
- **¿Cuándo sucede?**
Sucede, en dos etapas: al transformar la Materia Prima de solida a liquida y al utilizar la MP en la preparación de Mezclas.
- **¿Dónde sucede?**
En el área de Pasteurización y Sala de fundición de Materia Grasa.
- **¿Quiénes pueden influir en el problema?**
El operario de sala de fundición y Preparador de Mezclas.

Descripción del fenómeno:
Se produce la pérdida de Materia Grasa en áreas de Pasteurización durante la utilización de estas en el proceso de preparación de Mezclas, sin presentar un patrón definido. Estas perdidas se ven originadas durante el cambio de estado físico de la MP y al ser utilizada para la elaboración de Mezclas, pudiendo influir en esta desviación tanto el operario de fundición como el de preparación de mezclas.

CONTINUOUS
EXCELLENCE

Anexo 8.2. “Evaluación Impacto Financiero”

Evaluación de Impacto Financiero

MATERIA PRIMA	Kg pérdida (+ 4,20%)	\$/Kg	\$ CLP
Aceite Palma Fraccionado (Sólido)	25.011	1.038	25.961.389,2
Aceite Palma RBD (Líquido)	9.386	885	8.306.978,2
Aceite Palma RBD (Sólido)	11.817	1.048	12.383.776,9
Mantequilla (Sólido)	19.603	2.014	39.480.119,8
Aceite Palma Fraccionado (Solución)	23.897	1.038	24.804.962,7
Mantequilla (Solución)	19.189	2.014	38.645.796,2
Aceite Palma RBD (Solución)	11.246	1.048	11.786.103,6
			161.369.346,5

PÉRDIDA ANUAL

161 millones CLP

MATERIA PRIMA	Oportunidad de mejora	\$ CLP Anual
	64,9%	
Aceite Palma Fraccionado (Sólido)	18.031	16.905.221
Aceite Palma RBD (Líquido)	6.767	5.409.195
Aceite Palma RBD (Sólido)	8.519	8.063.855
Mantequilla (Sólido)	14.132	25.707.985
Aceite Palma Fraccionado (Solución)	17.228	16.152.069
Mantequilla (Solución)	13.834	25.164.678
Aceite Palma RBD (Solución)	8.108	7.674.711
		105.077.714

CONTINUOUS
EXCELLENCE

Datos extraídos de Valoración de Sistema SAP

Evaluación de Impacto Financiero

Desviación de uso ACTUAL
-4.3 %

→

Desviación de uso OBJETIVO
-1.5 %

La oportunidad de mejora que se genera en el área de Pasteurización es de **105 millones CLP**, en un período de **12 meses** a partir de **Octubre de 2015**.

CONTINUOUS
EXCELLENCE

Datos extraídos de Valoración de Sistema SAP

Anexo 8.3. "Definición de Problemas"

Enfoque del Problema N°1
(5W + 1H)

¿Qué? • ¿Qué está sucediendo?
Diferencias entre el uso real y el uso por sistema de la materia grasa.

¿Cómo? • ¿Cómo sucede?
Sucede al ingresar la cantidad informada por el operario de la pantalla de fundición.

¿Cuál? • ¿Qué patrón ves?
Repetitivo en todos los ingresos.

¿Cuándo? • ¿Cuándo sucede?
Durante el ingreso a sistema de la cantidad fundida por el operario de la sala de mantequilla.

¿Dónde? • ¿Dónde sucede?
En sala de fundición y en Control Producción.

¿Quién? • ¿Quiénes pueden influir en el problema?
El operario pantalla de fundición y colaborador de control producción.

Descripción del fenómeno:
Se produce un error en el ingreso de la cantidad fundida de materia grasa, de forma repetitiva e independiente del tipo de materia prima. Este hecho ocurre al ingresar datos en la oficina de control producción y pueden influir en este problema tanto el operario de la pantalla de fundición como los colaboradores del área de control producción.

Enfoque del Problema N°2
(5W + 1H)

¿Qué? • ¿Qué está sucediendo?
Diferencia en el control de stock de materia grasa LÍQUIDA.

¿Cómo? • ¿Cómo sucede?
Al tomar lectura de stock en estanques de materia grasa desde PLC.

¿Cuál? • ¿Qué patrón ves?
Se repite para los tres tipos de materia grasa.

¿Cuándo? • ¿Cuándo sucede?
Durante la carga inicial de estanque de almacenamiento y toma de inventario al inicio y al final del turno.

¿Dónde? • ¿Dónde sucede?
En el área de pasteurización, PLC.

¿Quién? • ¿Quiénes pueden influir en el problema?
Operador de pasteurización y operarios de tinajas de mezcla.

Descripción del fenómeno:
Existe diferencias en control de stock tomado desde la pantalla PLC en el área de pasteurización de forma constante para todas las materias grasas durante la lectura de la carga inicial del estanque de almacenamiento y la toma de inventario, al inicio y final del turno, en donde pueden influir directamente en el problema el operador de pasteurización y el operario de tina de mezcla.

Enfoque del Problema N°3
(5W + 1H)

¿Qué? • ¿Qué está sucediendo?
Lectura errónea de materias grasas en PLC.

¿Cómo? • ¿Cómo sucede?
Debido a que la representación gráfica de los estanques en PLC no concuerdan con la realidad.

¿Cuál? • ¿Qué patrón ves?
Aleatorio, ya que algunos colaboradores saben el orden real y otros no.

¿Cuándo? • ¿Cuándo sucede?
Durante el proceso de fabricación de mix semi-elaborado y durante la toma de Stock.

¿Dónde? • ¿Dónde sucede?
En área de pasteurización, tinajas de mezclas, PLC.

¿Quién? • ¿Quiénes pueden influir en el problema?
Operador de pasteurización y operarios de tinajas de mezcla.

Descripción del fenómeno:
Se produce una lectura errónea en PLC de las materias grasas en estanques, debido a que la representación gráfica no se ajusta a la realidad, hecho que sucede de manera aleatoria en el área de pasteurización, durante el proceso de fabricación de mix semi-elaborado y durante la toma de Stock, pudiendo influir en el problema el operador de pasteurización y el operario de tina de mezcla.

Anexo 8.4. “Restauración condiciones Básicas”

 Restauración de condiciones básicas							
<u>LISTADO DE ANOMALIAS DE FACIL SOLUCIÓN</u>							
¿Qué acción debe implementarse?	Tipo de condición básica	¿Por qué es importante implementar la acción?	¿Quién es Responsable?	¿Dónde implementar?	Fecha	Estado /Status	
1	Vaciar completamente estanque y llevar a cero sensores de nivel.	Ajuste de máquina	Porque no están calibrados	Marcelo Acuña	En estanque de Fraccionado, RBD y Mantequilla.	Semana 49	
<u>LISTADO DE ANOMALIAS DE DIFÍCIL SOLUCIÓN</u>							
¿Qué acción debe implementarse?	Tipo de condición básica	¿Por qué es importante implementar la acción?	¿Quién es Responsable?	¿Dónde implementar?	Fecha	Estado /Status	
SIN ANOMALÍAS DE DIFÍCIL SOLUCIÓN							

Anexo 9. Lista planes de acción a realizar.



PLANES DE ACCION

QUE	PORQUE	COMO	DONDE	QUIEN	CUANTO	CUANDO	STATUS
Mal uso de materia grasa vegetal	Porque se utilizan dos materias primas similares	Eliminar aceite Fraccionado como materia prima.	Desarrollo	Víctor Medina	Sin Costos Financieros	Fines de Junio 2016	
Error en ingreso de cantidades utilizadas a sistema	Porque conceptos en planilla no están claros	Modificando planilla de fundición.	PSA Pasteurización	Javiera Ávila	Sin Costos Financieros	Semana 23	
Capacitar a operadores y personal de PSA sobre el correcto llenado de nueva planilla.	Así tenemos una información más clara y estandarizada.	A través de actividad de entrenamiento y su correspondiente registro.	PSA Pasteurización	Javiera Ávila	Sin Costos Financieros	Semana 24	
Uso no alineado de bidones para mantequilla fundida	Porque no existe estándar de uso	Creando procedimiento de uso de bidones (Trabajo Padronizado).	Equipo Mejora	Javiera Ávila	Sin Costos Financieros	Semana 23	
Capacitar a operadores de sala de fundición con nuevo procedimiento de uso de bidones.	Así tenemos una información más clara y estandarizada.	A través de actividad de entrenamiento y su correspondiente registro.	Sala Fundición	Javiera Ávila	Sin Costos Financieros	Semana 24	
No se pesa el 100% de los bidones	Porque no se cuenta con equipo en área de trabajo	Instalación de balanza en sala de fundición	Sala Fundición	Víctor Medina	Cotización	En espera de Orden de Compra	
Rotulación de pesaje aproximada en bidones	No existe concordancia entre pesaje y etiquetado	LUP de pesaje de bidones.	Equipo Mejora	Víctor Manríquez	Sin Costos Financieros	Semana 23	
Fundición de materia grasa sin control.	Se entrega materia grasa no acorde a necesidad.	Realizando programa semanal de uso estimado de materia grasa	Supply Chain	Sergio Lenz	Sin Costos Financieros	Semana 22	
Fundición materia grasa sin orden de proceso	Porque operarios no conocen el flujo de consumo.	Se establece un estándar de solicitud de consumo a control producción	Control Producción	Marianela Ahumada / Javiera Ávila	Sin Costos Financieros	Semana 24	
Error en configuración PLC	Porque puede haber una confusión en el uso de materia grasa.	Modificando PLC	PLC	Víctor Medina	Sin costos Financieros	Semana 22	

Anexo 10. Cotizaciones

Anexo 10.1. "Celdas de carga para dos estanques de almacenamiento de grasa".

<p>ANS/001007</p> <p style="text-align: center;">PESAMATIC</p> <p style="text-align: right;">10</p> <p>5.0 OFERTA ECONOMICA.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CODIGO</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>CANT</th> <th>COST UNIT</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110201716</td> <td>INDICADOR 2M 50. N. TEMA P. 50 24V</td> <td>2,0</td> <td>\$ 800,371</td> <td>\$ 1.600.742</td> </tr> <tr> <td>110300700</td> <td>ZM 300 SAL ANLOGA</td> <td>2,0</td> <td>\$ 238,820</td> <td>\$ 477.640</td> </tr> <tr> <td>110512001</td> <td>CAJA SUMATORIA HIBRIDO 3S</td> <td>2,0</td> <td>\$ 83,262</td> <td>\$ 166.524</td> </tr> <tr> <td>110899916</td> <td>INERTIALE 510 20K ALERO INOX ANTI SISMO</td> <td>12,0</td> <td>\$ 516,000</td> <td>\$ 6.192.000</td> </tr> <tr> <td>100618103</td> <td>LOAD CELL 4P 810 20K LB ACERO INOXIDABLE</td> <td>12,0</td> <td>\$ 240,090</td> <td>\$ 2.880.912</td> </tr> <tr> <td>100800678</td> <td>CELDA FALSA 31055 + 20</td> <td>12,0</td> <td>\$ 65,000</td> <td>\$ 780.000</td> </tr> <tr> <td>110929944</td> <td>CABLE CELDA BEULON #0223</td> <td>40,0</td> <td>\$ 1,750</td> <td>\$ 70.000</td> </tr> <tr> <td>110878844</td> <td>CABLE COMUNICACION GRAN TALLADO</td> <td>200,0</td> <td>\$ 4,800</td> <td>\$ 960.000</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>DOCUMENTACION + INGENIERIA 2 DIAS</td> <td>16,0</td> <td>\$ 57,000</td> <td>\$ 912.000</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>CANALIZACION GALVANIZADO</td> <td>2,0</td> <td>\$ 150,000</td> <td>\$ 300.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ 117.896.301</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>LIBERACION DE ESTANQUE</td> <td>2,0</td> <td>\$ 3.345.000</td> <td>\$ 6.690.000</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SERVICIO TECNICO</td> <td>2,0</td> <td>\$ 3.150.000</td> <td>\$ 6.300.000</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>\$ 28.848.301</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>MAS IVA</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">VALORES UNITARIOS NETOS NO INCLUYEN IVA</p> <p>6.0 CONDICIONES GENERALES DE VENTA</p> <p>Facturación</p> <p>50% del valor de la Orden de Compra.</p> <p>40% del valor de la Orden de Compra contra entrega de los equipos y servicios.</p> <p>10% del valor de la orden de compra contra recepción final conforme por parte de Nestlé SA</p> <p>Valores :</p> <p>En CLP pesos Chilenos . No incluye IVA.</p> <p>Plazos De Entrega: 30 DIAS .</p>	CODIGO	DESCRIPCION	CANT	COST UNIT	TOTAL	110201716	INDICADOR 2M 50. N. TEMA P. 50 24V	2,0	\$ 800,371	\$ 1.600.742	110300700	ZM 300 SAL ANLOGA	2,0	\$ 238,820	\$ 477.640	110512001	CAJA SUMATORIA HIBRIDO 3S	2,0	\$ 83,262	\$ 166.524	110899916	INERTIALE 510 20K ALERO INOX ANTI SISMO	12,0	\$ 516,000	\$ 6.192.000	100618103	LOAD CELL 4P 810 20K LB ACERO INOXIDABLE	12,0	\$ 240,090	\$ 2.880.912	100800678	CELDA FALSA 31055 + 20	12,0	\$ 65,000	\$ 780.000	110929944	CABLE CELDA BEULON #0223	40,0	\$ 1,750	\$ 70.000	110878844	CABLE COMUNICACION GRAN TALLADO	200,0	\$ 4,800	\$ 960.000	SC	DOCUMENTACION + INGENIERIA 2 DIAS	16,0	\$ 57,000	\$ 912.000	SC	CANALIZACION GALVANIZADO	2,0	\$ 150,000	\$ 300.000					\$ 117.896.301	SC	LIBERACION DE ESTANQUE	2,0	\$ 3.345.000	\$ 6.690.000	SC	SERVICIO TECNICO	2,0	\$ 3.150.000	\$ 6.300.000					\$ 28.848.301					MAS IVA	<p style="text-align: center;">precision</p> <p>► Características caja Sumatoria (Junction Box).</p> <p>Las cajas de sumatorias analógicas de METTLER TOLEDO son adecuadas para conectar rápida y fácilmente varias celdas de carga a una única electrónica (terminal de peso). Los potenciómetros variables integrados permiten minimizar el error angular simplemente con un destornillador: sin soldaduras ni resistencias adicionales. La caja de acero inoxidable proporciona la mayor fiabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conexión sencilla a bloques de terminal de tipo tornillo • Rápido ajuste de excentricidad mediante potenciómetros variables. • Gabinete de acero inoxidable grado de protección IP65 o Nema 4X, montaje a pared. • Tamaño de caja extra grande con entradas para conduit 1 1/2 NPT • Permite enrollar en su interior el exceso del cable de las celdas de carga, hasta un total de 18.3 m (60 pies). <p>CalFree: una solución con celdas de carga pre-calibradas, siendo un método económico, sencillo y rápido que garantiza un resultado justo. El método de calibración CalFree™ es la solución perfecta para la calibración de silos/tolvas de gran tamaño, cuando no es práctico o viable utilizar masas patronas certificadas. El método es independiente de la densidad del material, la temperatura, las vibraciones y otras condiciones ambientales y permiten obtener sistemas con precisión desde 0.2% a 0.5% del rango de calibración.</p> <p>► Montaje y Construcción</p> <p>Se ejecutaran los poyos en las 6 patas de apoyo del estanque N° 1.</p> <p>Anclaje al piso por medio Fierro estriado 12 mm, con aditivo Sika. Moldaje de 500 x 500 x 400 mm y soporte, se llenara con Mortero o Hormigón preparado en obra, incluye acelerante.</p> <p>Ejecución de 1 estanque 6 patas. Semana 1 (sábado domingo.)</p> <p>Se ejecutaran los poyos en las 6 patas de apoyo del estanque N° 2.</p> <p>Anclaje al piso por medio Fierro estriado 12 mm, con aditivo Sika. Moldaje de 500 x 500 x 400 mm y soporte, se llenara con Mortero o Hormigón preparado en obra, incluye acelerante.</p> <p>Ejecución de 1 estanque 6 patas. Semana 2 (sábado domingo.)</p> <p>Desmoldaje estanque N°1, corte de patas de apoyo instalación de conjunto de placas y celda falsa, la operación se ejecutara en 3 patas de apoyo con el estanque afianzado</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">La instalación está considerada para ser realizada en días Sábados y Domingos, de 8:00 a 18:00</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">VALOR TOTAL UF</td> <td style="text-align: center;">3.150</td> </tr> </table> <p>Valores Netos, se debe agregar el I.V.A.</p> <p>Los precios de la presente propuesta están expresados en Unidades de Fomento (UF) y no incluyen IVA.</p> <p>El pago del precio se hará en pesos chilenos, convirtiendo la UF según el tipo de cambio observado informado por el Banco Central de Chile a la fecha de facturación, o en caso de pago diferido, según el tipo de cambio observado a la fecha de vencimiento de los documentos justificantes del pago.</p>	La instalación está considerada para ser realizada en días Sábados y Domingos, de 8:00 a 18:00		VALOR TOTAL UF	3.150
CODIGO	DESCRIPCION	CANT	COST UNIT	TOTAL																																																																																	
110201716	INDICADOR 2M 50. N. TEMA P. 50 24V	2,0	\$ 800,371	\$ 1.600.742																																																																																	
110300700	ZM 300 SAL ANLOGA	2,0	\$ 238,820	\$ 477.640																																																																																	
110512001	CAJA SUMATORIA HIBRIDO 3S	2,0	\$ 83,262	\$ 166.524																																																																																	
110899916	INERTIALE 510 20K ALERO INOX ANTI SISMO	12,0	\$ 516,000	\$ 6.192.000																																																																																	
100618103	LOAD CELL 4P 810 20K LB ACERO INOXIDABLE	12,0	\$ 240,090	\$ 2.880.912																																																																																	
100800678	CELDA FALSA 31055 + 20	12,0	\$ 65,000	\$ 780.000																																																																																	
110929944	CABLE CELDA BEULON #0223	40,0	\$ 1,750	\$ 70.000																																																																																	
110878844	CABLE COMUNICACION GRAN TALLADO	200,0	\$ 4,800	\$ 960.000																																																																																	
SC	DOCUMENTACION + INGENIERIA 2 DIAS	16,0	\$ 57,000	\$ 912.000																																																																																	
SC	CANALIZACION GALVANIZADO	2,0	\$ 150,000	\$ 300.000																																																																																	
				\$ 117.896.301																																																																																	
SC	LIBERACION DE ESTANQUE	2,0	\$ 3.345.000	\$ 6.690.000																																																																																	
SC	SERVICIO TECNICO	2,0	\$ 3.150.000	\$ 6.300.000																																																																																	
				\$ 28.848.301																																																																																	
				MAS IVA																																																																																	
La instalación está considerada para ser realizada en días Sábados y Domingos, de 8:00 a 18:00																																																																																					
VALOR TOTAL UF	3.150																																																																																				
29 millones CLP	82 millones CLP																																																																																				

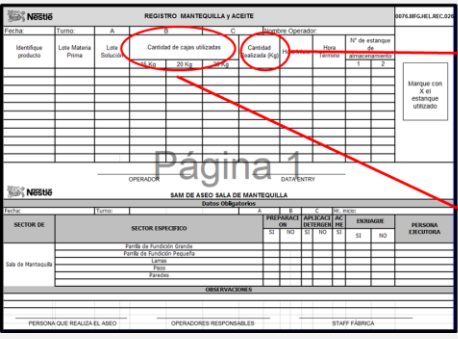
Anexo 10.2. "Balanza para Sala Fundición".

<p style="text-align: center;">precision</p> <p>N° de cotización: 00144551 Fecha de creación: 13-06-2016</p> <p>Asunto: NESTLE CHILE S.A. - Balanza 300kg</p> <p>Información del Cliente</p> <p>Razón Social: NESTLE CHILE S.A. Teléfono: +56 2 25506451</p> <p>Nombre del contacto: Israel Romero Fax: +5665 223 2986</p> <p>Correo electrónico: israel.romero@clj.nestle.com</p> <p>Estimado Señor,</p> <p>De acuerdo a lo convenido, nos es muy grato entregar antecedentes técnicos y económicos referidos a nuestra propuesta comercial. Quedamos a su disposición para atender cualquier requerimiento de información adicional.</p> <p>Atentamente,</p> <p>Ivonne Sanhueza ROCÍO LAZCANO Ejecutiva de Cuentas Ingeniero de Ventas ivonne.sanhueza@precision.cl rocio.lazcano@precision.cl</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Producto</th> <th>Descripción Estándar</th> <th>Tiempo de Entrega</th> <th>Precio de venta</th> <th>Precio total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00</td> <td>BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg</td> <td>BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg</td> <td>Inmediata</td> <td>CLP 985.000</td> <td>CLP 985.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Disfrute de la oportunidad CLP Total Cotización CLP 985.000</p>	Cantidad	Producto	Descripción Estándar	Tiempo de Entrega	Precio de venta	Precio total	1,00	BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg	BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg	Inmediata	CLP 985.000	CLP 985.000	<p style="text-align: center;">precision</p> <p style="text-align: center;">COTIZACIÓN</p> <p style="text-align: center;">PESAMATIC</p> <p style="text-align: center;">Innovación y control de procesos productivos</p> <p style="text-align: center;">Call Center Santiago</p> <p style="text-align: center;">OFERTA ECONOMICA EQUIPOS PESAMATIC</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Equipo Modelo</th> <th>Capacidad</th> <th>Valor Oferta</th> <th>Descuento Especial</th> <th>Valor Oferta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1100530028</td> <td>BWS-300 60 x 4 00</td> <td>300 kg x 50g</td> <td>\$ 658.560,-</td> <td>5 %</td> <td>\$ 625.632,-</td> </tr> </tbody> </table> <p>OPCIONALES</p> <p>Certificado de Calibración En Terreno Se entrega por separado.</p> <p>Despacho a Planta Dentro de Santiago - Per cuenta de Pesamatic.</p> <p>Plata de Santiago - Per cuenta del Cliente.</p> <p>CONDICIONES COMERCIALES VALORES: Netos + I.V.A.</p> <p>FORMA DE PAGO: Orden de compra a 30 días</p> <p>PLAZO DE ENTREGA: Dentro de 3 días, una vez recibida orden de compra y previa verificación de Stock y Transporte.</p>	Código	Equipo Modelo	Capacidad	Valor Oferta	Descuento Especial	Valor Oferta	1100530028	BWS-300 60 x 4 00	300 kg x 50g	\$ 658.560,-	5 %	\$ 625.632,-
Cantidad	Producto	Descripción Estándar	Tiempo de Entrega	Precio de venta	Precio total																				
1,00	BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg	BBA231 Rectangular PS AL SS 600 x 800mm 300 kg IN0231. 0.1 kg	Inmediata	CLP 985.000	CLP 985.000																				
Código	Equipo Modelo	Capacidad	Valor Oferta	Descuento Especial	Valor Oferta																				
1100530028	BWS-300 60 x 4 00	300 kg x 50g	\$ 658.560,-	5 %	\$ 625.632,-																				
985 mil CLP	659 mil CLP																								

Anexo 11. Evidencias planes de acción realizados.

PLAN DE ACCION

MODIFICACIÓN PLANILLA FUNDICIÓN



Cantidad a fundir de
Materia Grasa en estado sólido.
[Kg]

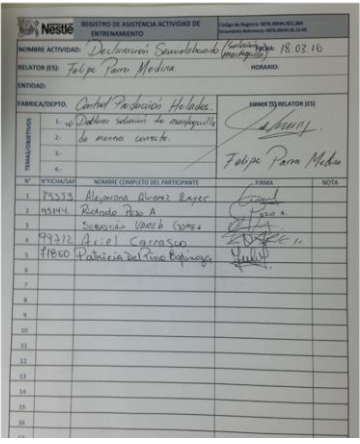
Cantidad total a fundir [Kg]	Hora

Número cajas utilizadas

RBD	Fraccionado	Mantequilla

Modificar Planilla de registro de fundición.

ENTRENAMIENTO A CONTROL PRODUCCIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE MATERIAS GRASAS



Realizar capacitación formal al personal del área.

**ALTO ESFUERZO
POSTERGADO PARA 2017**

Implementar celdas de carga en estanques de almacenamiento.

Utilización de bidones en sala de fundición (Mantequilla)		Área	Ámbito de aplicación	Ámbito de base	Proceso	Página 1/1
Equipo de Protección Personal		Herramientas				
Goggles Headset Guantes Zapatos de seguridad	Nozzle Bidón	Usar pistola en vez de bidón.				
Verificar que máquina encuentre correctamente el nozzle. 10 seg.	Moverse al tipo de baquilla adecuada en la máquina. 10 seg.	En caso de no corresponder la baquilla dirigirse a sala de equipos auxiliares. 1:30 min.	Abrir conducto de muestra Mante II. 10 seg.	Retirar la baquilla correspondiente al producto a fabricar. 10 seg.		
Mover baquilla en un carro para su traslado. 1:30 min.	Retirar baquilla presentada en la máquina. 8 min.	Presentación de la baquilla a utilizar. 30 seg.	Mantener la parrilla en forma manual para la fijación de baquilla. 2 min.	Dar altura y centrado a la baquilla. 2 min.		
Procedimiento DE ALERTA (¿Que hacer si preciso de ayuda?) 20:50 Avísar al Operador a cargo de la línea o coordinador de turno.						
M. Elaboración		Fecha: 20/04/2016		Evaluador: [Nombre]		Revisado: [Nombre]

Realizar Trabajo padronizado de utilización de bidones.

Estandar de ingreso de disoluciones		Área	Ámbito de aplicación	Ámbito de base	Proceso	Identificación
Equipo de Protección Personal		Herramientas				
Goggles Headset Guantes Zapatos de seguridad	Computador Impresora Bandeja de salida	Control de producción.				
Personal de postfeverización solicita OP en control producción que necesitan fabricar aceite, mantequilla, suero o precondensado. 10 seg.	Personal de control producción verifica la disponibilidad de ordenes en transacción CO2, llenando por el material solicitado. 5 seg.	Al tener disponible ordenes, se libera la OP verificando su disponibilidad de materias primas, transacción CO2. 5 seg.	Se genera la disposición de la puesta de materiales, generando la necesidad a los bodegaos respectivos, transacción CO2. 20 seg.	Estando liberada la OP, se imprime el documento a través de la transacción CO2P, siendo entregado al personal de Postfeverización. 15 seg.		
Se le entrega la orden impresa al personal de postfeverización. 10 seg.	Personal de postfeverización da aviso a la bodega para que sea enviado el material. 2 min.	Ya terminada la fabricación de disolución a fundición, personal de postfeverización tiene que tener la orden de las líneas o lote de material que se han ocupado. 1 min.	Luego entrega la orden a control producción, para generar el lote al líquido fabricado. 10 min.	Luego se lleva la muestra de líquido a QCA con el lote ya generado en control producción para su liberación. 5 min.		
Tiempo ciclo: [] M. Elaboración: [] Descripción del estándar: [] Fecha: 20/04/2016 Elaborado por: [Nombre] Validado por: [Nombre] Aprobado por: [Nombre]						

Capacitar al personal de control producción en la liberación sólo de las cantidades necesarias de MG a utilizar semanalmente, información entregada por Supply Chain.

Capacitación por medio de:

- Trabajo Padronizado (TP)
- Lección de un Punto (LUP).

LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)
 Tema: []
 Fecha: []
 Elaborado por: [Nombre]
 Validado por: [Nombre]
 Aprobado por: [Nombre]

Siempre se debe solicitar orden de proceso (barridos) a control producción antes de fabricar PRECONDENSADO, SUERO Y MATERIAS GRASAS (REB-FRACCIONADO Y MANTEQUILLA).
 DE ESTA MANERA AYUDAMOS O APORTAMOS A LA TRABAJABILIDAD DE LA MATERIA PRIMA.

BAJO IMPACTO DESCARTADO	Crear planilla de registro de fundición por tipo de materia de Grasa
EN CURSO	Unificar los a dos aceites usados actualmente en una sola referencia.
ALTO ESFUERZO POSTERGADO PARA 2017	Reemplazar sensores de nivel por celdas de carga.
POSTERGADO TEMPORADA ALTA	Implementar sistema de medición externo de estanques por medio de flotador y varilla de medición.
EN CURSO ESPERA ORDEN DE COMPRA (\$ 658.560 + CLP)	Implementar Balanza en el área de fundición para el pesado correcto de Bidones (Mantequilla)
OK	Re-programación de PLC.