



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Ingeniería en Alimentos

PROFESOR PATROCINANTE

Luis Puente Díaz

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

DIRECTORES DE MEMORIA

Luis Puente Díaz

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Universidad de Chile

Andrés Ramírez Salvo

Ingeniero de Procesos Fabrica Maipú
Nestlé Chile

**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA
DMAIC PARA LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDA EN
FABRICACIÓN CHOCOLATE DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE CHOCOLATES.”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

NICOLÁS IGNACIO HERMOSILLA GUTIERREZ

Santiago - Chile

Junio, 2019

DEDICATORIA

“A mi madre, padre y familia por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

También a los que siempre creyeron en mí y me apoyaron para lograr este hecho histórico”.

AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar mis agradecimientos llenos de clichés y amor para todos los que me apoyaron en esta travesía que duró más de lo que debía.

En primera instancia debo agradecer tanto a la empresa Nestlé Chile S.A Fábrica Maipú como a sus trabajadores, por la oportunidad que me dieron de realizar mi práctica profesional y este proyecto de tesis. En especial a Andrés Ramírez, mi tutor de práctica, por brindarme toda la ayuda que requería. También, a Cesar Valdés y Daniel Latorre por enseñarme cómo funcionaba todo en la planta y por sus buenas vibras a diario.

Debo agradecer a la universidad y sus docentes por brindarme todas estas herramientas adquiridas durante la carrera. En especial debo agradecer a mi director de memoria el profesor Dr. Luis Puente por apoyarme, por darme consejos y apoyo cuando lo necesite. También, me gustaría agradecer a los profesores que forman parte de mi comité Dra. Alicia Rodríguez y Dr. Roberto Lemus, quienes aportaron a la mejora y correcta finalización de este proceso.

De igual manera debo agradecer a mi familia, en especial a mis padres Ilse y Rodrigo y a mi hermano Matías por estar ahí en todo momento, aunque estemos separados por miles de kilómetros de distancia, los adoro y nunca olviden que los quiero mucho. También, quiero agradecer a mi querida abuelita Lila, que siempre me llena de amor y darme los mejores almuerzos de domingo, a mis tíos Kika y Winston y a mi prima Sofia por el apoyo incondicional y el amor.

No pueden faltar los agradecimientos a mis dos gatitos el Ringo y la Yoko, los que siempre estuvieron ahí dándome amor, pero también responsabilidades, aunque no supieran lo que estaba sucediendo en mi vida. Gracias por sus ronroneos y mañas que me llenan el corazón.

A mi amada Camila Figueroa Miranda, también conocida como Camui, aunque se merece más que un agradecimiento. Ella es la verdadera editora de esta memoria de tesis, la que más me aguantó y apoyo cuando lo necesitaba siempre dándome el empujón que requería en el monto adecuado. Te estaré eternamente agradecido.

También, quiero agradecer a la familia Figueroa Miranda, por todo el amor que me brindaron durante este viaje, por las bromas y la buena onda. Gracias desde el corazón.

Y por último agradecer el apoyo incondicional de mis amigos, no quiero desmerecer a ninguno de ellos por lo que lo dejaré general. Mención honorífica para el Toto por ayudarme con las traducciones, al Rodito, al Mellita, al Rama, Pipe, Nachito aka Geno, al Leito, Gera, Romo, Jota, Cotito, Diego, la Michi, Kiki, Denisse, Nicho, Slimon, Jaime/Aldredo, Pelao, de verdad a todos. Gracias por preguntar: ¿Terminaste la tesis? ¿Cómo estás? ¿Cuándo te titulas? Se que ninguna de estas preguntas fue para molestarme, al contrario, eran para motivarme a seguir y que lo lograra y se los agradezco.

El fin y el comienzo a un paso

Riesgos increíbles

Añoranzas inimaginables.

Gracias infinitas a cada uno de ustedes los que fueron partícipes de este periodo.

RESUMEN

“APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC PARA LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDA EN FABRICACIÓN CHOCOLATE DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE CHOCOLATES.”

El presente proyecto se desarrolló en la Planta de Chocolates de Néstle Chile, ubicada en Santiago de Chile en la comuna de Maipú a partir de enero hasta principio del mes de Julio del año 2018.

En 2017, la planta de Chocolates de la Fábrica Maipú de Nestlé Chile tuvo una pérdida 2,89% en el sector Fabricación de Chocolate equivalente a \$539.562.000 de CLP, aportando con el 33% del total de pérdidas de la Planta de Chocolates. El alto nivel de pérdida se debe a que en esta línea se utilizan materias primas de alto valor y con un alto volumen de consumo, ya que los productos semielaborados de esta abastecen a toda la planta de chocolates, galletas y helados.

Se propone implementar una estrategia de mejora continua basada en la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar) para disminuir las pérdidas de material en la producción de Chocolates o cobertura de la línea productiva de semielaborados Fabricación Chocolate, con el objetivo de reducirlas en un 30%.

Siguiendo la metodología DMAIC se creó un equipo multidisciplinario de trabajo, se identificaron las causas potenciales de pérdidas en cada etapa del proceso de fabricación, se priorizaron y se asignaron responsables para su implementación.

La capacidad del proceso se midió mediante el uso de herramientas estadísticas de calidad, como gráficos de control. Inicialmente la capacidad del proceso tuvo un valor de $C_p = 0,52$ y $C_{pk} = - 0,41$, estos aumentaron a 6,07 y 2,36 respectivamente, luego de implementar las mejoras potenciales identificadas. Finalmente, luego de la implementación del método DMAIC se obtuvieron resultados superiores a los esperados, lográndose disminuir las pérdidas en un 66,8%.

Se concluye, por lo tanto, que la metodología DMAIC implementada fue efectiva en disminuir las pérdidas en la línea de fabricación, en consecuencia, es una estrategia recomendable para extrapolar a otros problemas en plantas productivas.

SUMMARY / ABSTRACT

“APPLICATION OF DMAIC METODOLOGY TO REDUCE THE WASTE IN THE MANUFACTURING LINE OF A CHOCOLATE FACTORY”

This present project was developed in the Nestle Chile's chocolate factory, located in Santiago de Chile, Maipú, from January to July 2018.

In 2017, Nestle Chile's chocolate Factory had a waste of 2,89% in the chocolate manufacturing section, which equals to \$539.562.000 of CLP, or 33% of the total waste of the whole chocolate factory. This amount of loss is due to the high pricing and volume of consumption of raw materials used by these lines of production, because these semi-finished products supply the whole factory of chocolate, cookies and ice cream.

It is proposed to implement a continuous improvement strategy, based on the DMAIC methodology (define, measure, analyze, improve, control) to decrease the waste of material during the manufacturing of chocolate and compound of the chocolate factory production line of semi-finished products, with the objective of reducing them in 30%.

Following the DMAIC methodology, a multidisciplinary team was created, the potential causes of loss in each fabrication step were identified and people responsible were assigned for its implementation.

The capacity of this process was measured using statistic tools. Initially, the capacity of this process had a value of $C_p = 0,52$ and $C_{pk} = -0,41$, which increased to 6,07 and 2,36 respectively after the implementation of the potential improvements identified. Finally, after the implementation of the DMAIC method, we achieved even better results than expected, decreasing the loss in 68,8%.

It was concluded that the DMAIC methodology was effective in decreasing the waste in the lines of production, therefore it was found that it is recommended to extrapolate this strategy to other problems in the production plants.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	IV
SUMMARY / ABSTRACT.....	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	- 1 -
CAPITULO 2: ANTECEDENTES.....	- 3 -
2.1. BREVE HISTORIA DEL CHOCOLATE	- 3 -
2.1. CHOCOLATE	- 4 -
2.2. INGREDIENTES DEL CHOCOLATE	- 5 -
2.2.1. <i>Azúcar</i>	- 5 -
2.2.2. <i>Leche</i>	- 5 -
2.2.3. <i>Emulsionantes</i>	- 6 -
2.2.3.1. <i>Lecitina</i>	- 6 -
2.2.4. <i>Vainilla</i>	- 7 -
2.3. FABRICACIÓN DE CHOCOLATE	- 7 -
2.3.1. <i>Recepción y dosificación de materias primas</i>	- 8 -
2.3.1.1. <i>Método 1: Método por bloque</i>	- 8 -
2.3.1.2. <i>Método 2: Método Continuo</i>	- 8 -
2.3.2. <i>Mezclado de Materias Primas</i>	- 8 -
2.3.3. <i>Pre-refinado y Refinado</i>	- 9 -
2.3.3.1. <i>Pre-refinado</i>	- 9 -
2.3.4. <i>Conchaje</i>	- 10 -
2.4. METODOLOGÍAS DE MEJORA CONTINUA	- 11 -
2.4.1. <i>Ciclo de Deming o Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)</i>	- 12 -
2.4.2. <i>Método Kaizen</i>	- 13 -
2.4.3. <i>Seis Sigma / Six Sigma</i>	- 13 -
CAPITULO 3: HIPÓTESIS.....	- 15 -

CAPITULO 4: OBJETIVOS.....	- 16 -
4.1. OBJETIVOS GENERAL	- 16 -
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 16 -
CAPITULO 5: METODOLOGÍA.....	- 17 -
5.1. DEFINIR:	- 17 -
5.1.1. <i>Definir el Problema</i>	- 17 -
5.1.2. <i>Carta del Proyecto</i>	- 17 -
5.1.3. <i>Descripción del Problema (5W+1H)</i>	- 17 -
5.1.4. <i>Análisis SIPOC</i>	- 18 -
5.1.5. <i>Análisis VoC</i>	- 18 -
5.2. MEDIR.....	- 18 -
5.3. ANALIZAR.....	- 18 -
5.4. IMPLEMENTAR.....	- 18 -
CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 20 -
6.1. DEFINIR EL PROYECTO.....	- 20 -
6.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	- 20 -
6.1.2. CARTA DEL PROYECTO.....	- 21 -
6.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA (5W+1H)	- 22 -
6.1.4. ANALISIS SIPOC.....	- 22 -
6.1.5. ANALISIS VOC	- 23 -
6.2. MEDIR SITUACIÓN ACTUAL.....	- 24 -
6.2.1. COLECCIÓN DE DATOS.....	- 24 -
6.2.2. GRÁFICO DE CONTROL INICIAL	- 25 -
6.2.3. GRÁFICO DE COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE DÍAS	- 26 -
6.2.4. GRÁFICOS DE COMPARACIÓN ENTRE TURNOS	- 26 -
6.2.5. GRÁFICOS DE COMPARACION PÉRDIDAS ENTRE SECTORES DE FABRICACIÓN	- 29 -
6.2.6. GRÁFICO DE PARETO DEL ENFOQUE DEL PROBLEMA	- 30 -
6.2.7. GRÁFICO DE CAPACIDAD DEL PROCESO ANTES DE LA APLICACIÓN DE METODO DMAIC.....	- 31 -
6.3. ANÁLISIS DE CAUSAS RAICES Y POSIBLES SOLUCIONES	- 32 -
6.3.1. IDENTIFICACIÓN DE CAUSA RAIZ	- 32 -
6.4. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES	- 33 -
6.4.1. SOLUCIONES DE PÉRDIDA DE ASEO FIN DE CICLO REFINADORES.....	- 33 -

6.4.2.	IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE ESTANQUES Y CARROS EN DÍAS PRODUCTIVOS	- 34
6.4.3.	IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE CONCHAS.	- 35 -
6.5.	CONTROL	- 36 -
CAPITULO 7:	CONCLUSIONES	- 39 -
CAPITULO 8:	BIBLIOGRAFÍA	- 40 -
CAPITULO 9:	ANEXOS	- 42 -
<i>Anexo 1:</i>	<i>Rueda de Sabores del Chocolates</i>	<i>- 42 -</i>
<i>Anexo 2:</i>	<i>Método 1 de Dosificación</i>	<i>- 42 -</i>
<i>Anexo 3:</i>	<i>Método 2 de Dosificación</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Anexo 4:</i>	<i>Mezclador</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Anexo 5:</i>	<i>Pre-Refinador</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Anexo 6:</i>	<i>Refinador</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Anexo 7:</i>	<i>Concha</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Anexo 8:</i>	<i>Preceptos de Toyoda</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Anexo 9:</i>	<i>Sombrilla de Kaizen</i>	<i>- 46 -</i>
<i>Anexo 10:</i>	<i>Matriz de la Herramienta 5W+1H</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Anexo 11:</i>	<i>Mapa de Fabricación Chocolates</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Anexo 12:</i>	<i>Ejemplo de Plantilla de recolección de datos</i>	<i>- 48 -</i>
<i>Anexo 13:</i>	<i>Lluvia de ideas o brainstorming</i>	<i>- 49 -</i>
<i>Anexo 14:</i>	<i>Instructivo operacional Refinadores N°1 al 5</i>	<i>- 50 -</i>
<i>Anexo 15:</i>	<i>Estándar de Procedimiento de trabajo: Utilización de carros transportadores.</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Anexo 16:</i>	<i>Instructivo operacional Conchas de Fabricación Chocolate</i>	<i>- 52 -</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.2.1.1 PROCESO DE FABRICACIÓN CHOCOLATE	- 7 -
FIGURA 2.1.2.2 MEZCLADO DE MATERIAS PRIMAS	- 8 -
FIGURA 2.2.1.3 TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE MASAS DE CHOCOLATE EN LAS ETAPAS DE MEZCLADO, PRE-REFINADA Y REFINADO. -	9
FIGURA 2.2.1.4 CAMBIOS FÍSICOS DE QUE LE OCURREN A LA MASA DE CHOCOLATE AL LLEGAR A LOS REFINADORES	- 10 -
FIGURA 2.2.1.5 CAMBIOS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS PRODUCIDOS EN LA ETAPA DE REFINACIÓN	- 10 -
FIGURA 2.2.1.6 ETAPAS DE CAMBIO FÍSICO DE MASA DE CHOCOLATE O COBERTURA PRODUCIDO EN EL CONCHAJE	- 11 -
FIGURA 2.2.1.7 CICLO DE DEMING	- 12 -
FIGURA 6.1.1 GRÁFICO DE PARETO DE LAS PÉRDIDAS EN EL AÑO 2017 EN LAS DIFERENTES LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE CHOCOLATES	- 20 -
FIGURA 6.1.2 PÉRDIDAS EN BASE 0 MENSUALES DEL SECTOR FABRICACIÓN CHOCOLATES DE LA PLANTA CHOCOLATES EN EL AÑO 2017	- 21 -
FIGURA 6.1.3 CARTA DEL PROYECTO	- 21 -
FIGURA 6.1.4 HERRAMIENTA 5W+1H.....	- 22 -
FIGURA 6.1.5 ANÁLISIS SIPOC DE PÉRDIDAS DEL SECTOR DE FABRICACIÓN CHOCOLATES	- 23 -
FIGURA 6.1.6 ANÁLISIS VoC DEL SECTOR DE FABRICACIÓN CHOCOLATES.	- 24 -
FIGURA 6.1.7 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PÉRDIDAS PRODUCIDAS EN EL SECTOR FABRICACIÓN CHOCOLATES.....	- 25 -
FIGURA 6.1.8 SERIE DE TIEMPO DE LAS PÉRDIDAS POR DÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	- 25 -
FIGURA 6.1.9 GRÁFICO RESUMEN DE PÉRDIDAS EN LOS DÍAS PRODUCTIVOS	- 26 -
FIGURA 6.1.10 GRÁFICO DE CAJA DE PÉRDIDAS POR TIPO DE DÍA (PRODUCTIVO O ASEO)	- 26 -
FIGURA 6.1.11 GRÁFICO DE CAJA DE COMPARACIÓN ENTRE TURNOS Y TIPO DE DÍA (PRODUCCIÓN O ASEO)	- 27 -
FIGURA 6.1.12 GRÁFICOS DE RESUMEN DE LAS PÉRDIDAS EN LOS DÍAS PRODUCTIVOS EN LOS DIFERENTES TURNOS TURNO LP = (A); TURNO AO = (B); TURNO JS = (C).	- 28 -
FIGURA 6.1.13 PARETO DE PÉRDIDAS DE LOS DIFERENTES SECTORES DE PÉRDIDA DE FABRICACIÓN CHOCOLATE.	- 29 -
FIGURA 6.1.14 GRÁFICO DE CAJA PARA COMPARAR LOS DIFERENTES TIPOS DE DÍAS (PRODUCCIÓN O ASEO) EN LAS DIFERENTES ÁREAS DE FABRICACIÓN CHOCOLATE.....	- 30 -
FIGURA 6.1.15 GRÁFICO DE PARETO PARA DETERMINAR EL ENFOQUE DE LAS MEJORAS DEL PROBLEMA	- 30 -
FIGURA 6.1.16 SERIE DE TIEMPO DE PÉRDIDAS SEMANALES DEL AÑO 2017.	- 31 -
FIGURA 6.1.17 GRÁFICO DE CAPACIDAD DE PROCESO DE FABRICACIÓN CHOCOLATES DEL AÑO 2017.....	- 32 -
FIGURA 6.4.1 ANTES Y DESPUÉS DE FILTRACIÓN DE TOLVA/COMPUERTA DEL REFINADOR 1	- 33 -
FIGURA 6.4.2 ANTES Y DESPUÉS DE FILTRACIÓN DE MASA EN LAS COMPUERTAS SIN USO DE LOS REFINADORES.....	- 34 -
FIGURA 6.4.3 ANTES Y DESPUÉS DE LA CAÍDA DE MASA DESDE EL PRE-REFINADOR A LA CINTA DE ALIMENTACIÓN DE LOS REFINADORES DE L1.	- 34 -

FIGURA 6.4.4 ANTES Y DESPUÉS DE FILTRACIÓN DE CARRO TRANSPORTADOR DE CHOCOLATE	- 35 -
FIGURA 6.4.5 ANTES Y DESPUÉS CAÍDA DE POLVO QUE DE LA CINTA.....	- 36 -
FIGURA 6.4.6. SERIE DE TIEMPO DE LAS PÉRDIDAS POR SEMANAS DEL 2018.....	- 36 -
FIGURA 6.4.7 ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO DE PÉRDIDAS DE LAS 8 SEMANAS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN	- 37 -

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

La gente piensa en el chocolate como un sólido, ya que es el estado en que lo compran y comen. Sin embargo, para el fabricante el chocolate es, más bien, un líquido que solo se solidifica justo antes de ser envasado y enviado a almacenes y/o tiendas. (Beckett, 2002)

La etapa de fabricación de chocolate, (que incluye la recepción de materias primas, mezclado, pre-refinado, refinado, conchado, almacenamiento en estanques antes del moldeo) es considerada la más importante desde el punto de vista económico, de calidad y eficiencia (pérdidas). Para favorecer el desarrollo de estas características debe existir un elemento común: la homogeneidad de los procesos, o visto de otra forma, la ausencia de variabilidad excesiva (Beckett, 1994).

Desde 1985 hasta principios de la década de 1990, Motorola experimentó con el patrón Six Sigma aplicándolo primero en los procesos productivos y posteriormente en todos los procesos de la empresa. El resultado fue un ahorro 1.500 millones de dólares en 5 años y ganando por este procedimiento el premio Malcom Balbridge (Chiarini, 2012).

En el año 2000, Harry y Schroeder publicaron libro sobre Six Sigma *llamado Sig Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*, dando a este sistema de gestión una ruta precisa que comienza con estrategias que se basa en el uso de equipos con especialización certificada y programas de mejora organizados en 5 pasos o DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar). Este proceso, especialmente, entrega resultados en forma de ahorro efectivo. El principio central de Six Sigma es reducir la variabilidad de cada proceso tanto productivo como de servicio (Chiarini, 2012).

El presente proyecto se propone implementar una estrategia de mejora continua basada en la metodología DMAIC. La cual es usada dentro de *Nestlé Continuous Excellence* (NCE) para solucionar problemas y eliminar pérdidas.

En 2017, la planta de Chocolates de la Fabrica Maipú de Nestlé Chile, tuvo una pérdida 2,89% en el sector Fabricación de Chocolate equivalente a \$539.562.000 de CLP, aportando con el 33% del total de pérdidas de la Planta de Chocolates. El alto nivel de pérdida se debe a que en esta línea se utilizan materias primas de alto valor y en un alto

volumen de consumo, ya que los productos semielaborados de está abastecen a toda la planta de chocolates, galletas y helados.

El objetivo de este proyecto es reducir en un 30% la pérdida de la línea Fabricación de Chocolates mediante la implementación del Método DMAIC.

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

2.1. BREVE HISTORIA DEL CHOCOLATE

La existencia de los árboles del Cacao puede datarse antes de la llegada de los europeos a América en la historia de la cultura Azteca de México. En esta cultura, las semillas de cacao eran muy apreciadas por su uso tanto por su valor monetario y como ingrediente de un condimentado brebaje llamado “*Chocolatl*”. Se decía que el emperador Azteca Moctezuma tomaba 50 jarras de este brebaje del cual se creía tenía propiedades afrodisíacas creencia que se mantuvo hasta 1712, cuando el periódico *The Spectator* aconsejó a sus lectores que tuvieran cuidado de cómo se entrometían en “*romances, chocolate, novelas y similares*”. El Chocolate azteca se preparaba tostando los granos en recipientes de barro antes de molerlos entre piedras. A la mezcla se le agregaba agua fría, a menudo con otros ingredientes, como especias o miel, y se batía hasta obtener una consistencia espumosa (Beckett, 2002).

Los primeros granos de cacao que llegaron a Europa fueron llevados por el marinero transatlántico Cristóbal Colón bajo el concepto de ser una curiosidad. Fue realmente bajo la dominación de la zona de México por el conquistador Hernán Cortés cuando se explotó comercialmente como un nuevo brebaje (Beckett, 2002).

Es claro que esta mezcla de granos de cacao molidos y azúcar no produciría por sí solo el chocolate sólido tan familiar para el consumidor moderno. En cambio, esta mezcla resultaba en una sustancia muy dura que no sería agradable en la boca. Para permitir que se derrita fácilmente es necesario agregar un componente extra de grasa. Esto se puede obtener presionando los granos de cacao para obtener el ingrediente conocido como manteca de cacao. La capacidad de extraer esta grasa fue desarrollada en 1828 por el químico holandés Van Houten y tenía una doble ventaja: por un lado, la grasa exprimida se utilizó para hacer barras de chocolates y, por otro lado, cacao en polvo con bajo contenido de grasa se utilizó para brebajes (Beckett, 2002).

La forma sólida del chocolate con leche normalmente se atribuye a Daniel Peter de Vevey originario de Ginebra en 1875. En Suiza, las máquinas accionadas por agua pudieron operar durante largos períodos a un ritmo económico dándole a la industria del chocolate dinamismo y movilidad. Esto permitió que el agua extra de la leche fuera expulsada del chocolate sin incurrir en un costo alto. En este sentido, cabe mencionar que los chocolates

con contenidos de humedad superiores al 2% son normalmente inaceptables ya que tienen malas cualidades de conservación además de una textura pobre (Beckett, 2002).

El desarrollo del sabor del chocolate es altamente dependiente de múltiples factores, incluyendo las condiciones de crecimiento del cacao, por ejemplo, el suelo y el clima, la genética del cacao, manejo y procesamiento post cosecha y la actual formulación y procesamiento del chocolate. Durante los últimos 10 años en la industria del chocolate, ha incrementado el interés por los consumidores y el proceso para aprender más sobre las condiciones de cultivo y los procesos en el país de origen, que tienen un gran impacto en el desarrollo del sabor del producto final. El sabor del cacao y chocolate seguirá evolucionando con la entrada de nuevos consumidores y que el chocolate es una matriz compleja con muchas variables que pueden contribuir para generar sabores únicos (El Anexo 1 contiene una rueda de los sabores que puede adquirir el chocolate) (Engseth & Ac Pangan, 2018).

2.1. CHOCOLATE

Chocolate, actualmente, es considerado el producto homogéneo obtenido de un proceso de fabricación adecuado de materias de cacao que puede ser combinado con productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes, emulsificadores y/o saborizantes. Debe contener como mínimo 20% de sólidos de cacao del cual, por lo menos 18% será manteca de cacao. Pueden agregarse hasta un límite de un 40% del peso total del producto terminado otros ingredientes alimenticios (MINSAL, 2015).

Por otro lado, el chocolate sucedáneo es el producto en el que la manteca de cacao ha sido reemplazada parcial o totalmente por materias grasas de origen vegetal, debiendo poseer los demás ingredientes del chocolate. Por lo que, deberá contener como mínimo un 4% de sólidos no grasos de cacao y su humedad no deberá ser superior al 3% (MINSAL, 2015).

Finalmente, el chocolate sucedáneo de leche deberá contener un mínimo de 12% de sólidos de leche desgrasados y el chocolate blanco sucedáneo deberá contener como mínimo un 4% de manteca de cacao. En la rotulación de estos productos deberá destacarse claramente la frase “sabor a chocolate” (MINSAL, 2015).

2.2. INGREDIENTES DEL CHOCOLATE

El chocolate además de contener cacao y sus derivados tiene adicionalmente otros productos como la leche, azúcar, emulsionantes y saborizante de vainilla. Estos tienen una participación muy importante para la creación de los diferentes tipos de chocolate produciendo una especificidad particular en el proceso productivo.

2.2.1. Azúcar

El azúcar es el cristal sacárido extraído de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. Las dos la caña y la remolacha producen una sustancia natural idéntica, que químicamente se denomina “Sacarosa” (Krüger, 2018).

La sacarosa es un disacárido compuesto por los monosacáridos unidos químicamente glucosa y fructosa. Sin embargo, este enlace puede escindirse hidrolíticamente por ácidos o por la enzima invertasa (β -D-fructofuranosidasa). La mezcla resultante consiste en partes iguales de glucosa y fructosa y se llama azúcar invertido. También existen muchos otros sacáridos, tales como los monosacáridos glucosa (dextrosa) y fructosa, el disacárido lactosa y alcoholes de azúcar, por ejemplo, sorbitol y xilitol. Para la producción de chocolate, la sacarosa es con mucho el azúcar más importante. Sin embargo, con la creciente demanda de productos hipocalóricos, de índice glucémico reducido o amigables para los dientes, otros edulcorantes son cada vez más utilizados (Krüger, 2018).

Tradicionalmente, el chocolate se ha elaborado con aproximadamente en base a un 50% de azúcar, principalmente en forma de sacarosa, pero siempre con algo de lactosa de los componentes de la leche en el chocolate con leche (Beckett, 2002).

Es necesario notar que para la producción de chocolates se utiliza mayoritariamente azúcar con granulación mediana. Fábricas, que trabajan con el sistema de doble refinado, requieren un tamaño de partículas entre 0,5 y 1,25 mm con un contenido de finos no mayor de 2% (Beckett, 2002).

2.2.2. Leche

En la mayoría de los países del mundo se compra y come mucho más chocolate con leche que el blanco y el negro juntos. Este chocolate tiende a ser más suave que el chocolate negro y tiene un sabor y textura más cremosa. El contenido mayoritario de la leche es agua con un 90% aproximado, por lo que se utiliza solo los componentes anhidros, es decir, leche en polvo, ya que la humedad destruye las propiedades de flujo del chocolate

líquido. Típicamente, estos forman alrededor del 13,5% de la leche líquida. El componente más grande, justo por debajo del 5%, es lactosa. Incluyendo así casi la misma cantidad de grasa láctea alrededor del 3,5% de la proteína (Beckett, 2002).

En la fabricación del chocolate se ha utilizado tradicionalmente leche entera en polvo, leche desnatada en polvo y crema de leche en polvo producidos por diferentes técnicas (Beckett, 2002).

2.2.3. Emulsionantes

El rol del emulsionante que no se separen las fases de una solución entre sustancias inmiscibles. Una emulsión juega un rol importante separando los glóbulos de agua de la grasa; por ejemplo, en la margarina, que tiene gotas de agua en la grasa (Emulsión de agua en aceite), o en la crema, que tiene gotas de aceite en agua (Emulsión de aceite en agua). La grasa de los granos de cacao puede existir en los dos tipos de emulsión. En el chocolate casi no hay agua, por lo que el emulsionante es algo diferente. Hay partículas de azúcar, que son hidrófilas, pero lipófilas, en otras palabras, que atraen agua, pero tienden a repeler la grasa (Beckett, 2002).

El chocolate líquido fluye porque el azúcar y otras partículas sólidas pueden moverse una tras otra, entonces, las superficies de las partículas sólidas se deben recubrir de grasa. Esto es algo que no ocurre de manera muy natural, así que, al igual que las emulsiones de agua, se requiere una sustancia que forma una capa entre las partículas sólida, por lo que, la grasa ayudará enormemente al proceso. En este caso, el emulsionante recubre la superficie sólida y forma una capa límite entre ella y la grasa, lo que es realmente un agente activo de superficie en lugar de un emulsionante (Beckett, 2002).

Las moléculas individuales tienen una cola lipófila (atraída por la grasa), que resalta en la grasa, lugar donde quiere estar. Por el otro extremo es lipofóbica y no le gusta la grasa. Por lo tanto, se mantiene alejado de la grasa en la medida de lo posible al adherirse a la superficie (también lipofóbica) del azúcar (Beckett, 2002).

2.2.3.1. Lecitina

El agente activo de superficie más común es la lecitina, que se ha usado en el chocolate desde la década de 1930. Es una sustancia de origen natural, frecuentemente obtenida de la soja y considerada por muchos como beneficiosa para la salud. Como se

describió anteriormente, es capaz de unirse al azúcar, mientras que deja el otro extremo de la molécula libre en el sistema de grasa para ayudar al flujo (Minifie, 1999).

2.2.4. Vainilla

La vainilla es una especia costosa debido al trabajo requerido para cultivar las vainas de semilla de vainilla. Es ampliamente utilizado en los alimentos por su aroma y sabor característicos (Nestlé, 2018).

Los sabores de vainilla se usan comúnmente en Nestlé, sin embargo, la vainillina, un compuesto que se encuentra en la vainilla, también se puede usar. La vainillina a menudo se prepara por síntesis química y se clasifica como idéntica a la naturaleza o simplemente como aromatizante. La vainillina natural está disponible comercialmente, pero rara vez se usa debido a sus altos costos en comparación con su contraparte sintética (Nestlé, 2018).

La vainilla mejora el sabor del chocolate dándole notas cremosas favoreciendo la calidad del producto final (Nestlé, 2018).

2.3. FABRICACIÓN DE CHOCOLATE

La etapa de fabricación de chocolate incluye la recepción de materias primas, mezclado, pre-refinado, refinado y conchado como se puede observar en la figura 2.2.1.1. Luego se almacena en estanques antes del moldeo es considerada la más importante desde el punto de vista económico, de calidad y eficiencia (pérdidas).

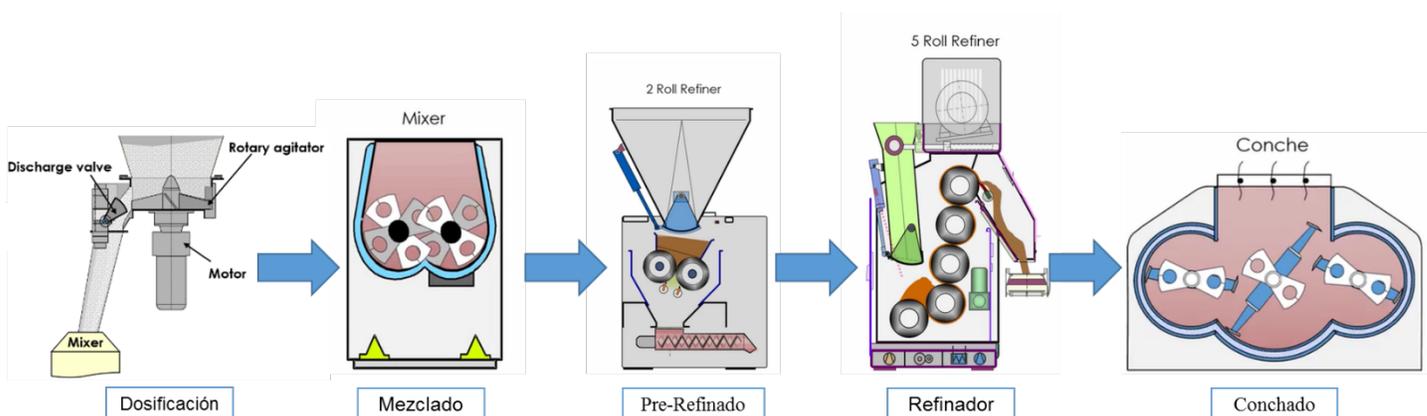


Figura 2.2.1.1 Proceso de Fabricación Chocolate

2.3.1. Recepción y dosificación de materias primas

Las materias primas son recibidas en la planta y almacenadas en silos para materia prima seca (polvos como leche, azúcar y cacao en polvo) y estanques de almacenamiento para materias primas líquidas (mantecas y licor de cacao). A partir de ahí, suelen ser transportadas a una tolva intermedia y luego se dosifican al mezclador por uno de los dos métodos que se destacan a continuación (Nestlé, 2018).

2.3.1.1. Método 1: Método por bloque

En el método 1 como se puede ver en el Anexo 2 en que cada ingrediente se pesa individualmente en el mezclador mediante celdas de carga (balanza industrial) de acuerdo con los requerimientos de cada receta de masa (Nestlé, 2018). Este método limita la cantidad de lotes que se produce en función de la cantidad de tiempo que se requiere para pesar individualmente cada ingrediente (Nestlé, 2018)

2.3.1.2. Método 2: Método Continuo

En el método 2 como se puede verificar en el Anexo 3 en que los ingredientes se pesan previamente en tolvas encima del mezclador, listos para ser mezclados (Nestlé, 2018). Este método permite pesar ingredientes mientras ya se está mezclando otro lote reduciendo así el tiempo el tiempo de producción (Nestlé, 2018).

2.3.2. Mezclado de Materias Primas

El mezclado es el proceso donde los ingredientes se transforman en una masa homogénea como se puede apreciar en la figura 2.1.2.2. Por lo que se requiere una receta exacta que asegure la homogenización de la masa. El contenido graso en el mezclado asegura que la mezcla se pueda refinar (Nestlé, 2018). El objetivo de esta etapa es lograr la homogenización y recubrimiento de grasa de los componentes secos (Nestlé, 2018). Los ingredientes pasan a través de mezclador (El Anexo 4 contiene la imagen del Mezclador) para producir una masa homogénea que posteriormente será refinada.



Figura 2.1.2.2 Mezclado de Materias Primas

2.3.3. Pre-refinado y Refinado

Se refina el producto para reducir el tamaño de las partículas de azúcar y otras partículas sólidas para dar como resultado un chocolate con una sensación suave y agradable en la boca. La reducción del tamaño de las partículas aumenta el área de superficie la que luego requiere más grasa para lubricar las partículas permitiéndole fluir unas sobre otras como se logra observar en la figura 2.2.1.3 (Nestlé, 2018). En este proceso se hace pasar la masa mezclada por un refinador de dos rodillos, mejor dicho, un pre-refinador que reduce el tamaño de los cristales de azúcar. Luego esta masa pre-refinada se hace pasar por un refinador de cinco rodillos llamado refinador que termina de reducir el tamaño de las partículas sólidas de la masa dando como resultado final una masa de polvo fino de chocolate o coberturas. (Nestlé, 2018).



Figura 2.2.1.3 Tamaño de partículas de masas de chocolate en las etapas de Mezclado, pre-refinada y refinado.

2.3.3.1. Pre-refinado

La masa del mezclador se pasa a través del refinador de 2 rodillos como se puede observar en el Anexo 5 donde el azúcar se muele entre dos rodillos, con un rollo girando más rápido que el otro. Este proceso elimina cualquier grumo, triturando las partículas más grandes y proporciona una masa consistente con una textura adecuada para ejecutar el refinador de 5 rodillos (Nestlé, 2018).



Figura 2.2.1.4 Cambios físicos de que le ocurren a la masa de chocolate al llegar a los Refinadores

La masa del refinador de 2 rodillos alimenta a los 2 rodillos inferiores del refinador de 5 rodillos como se puede apreciar en el Anexo 6. Los rodillos tienen diferentes velocidades y temperaturas para permitir que la masa sea recogida y transferida al refinador (Nestlé, 2018). Durante la transferencia del rollo, el tamaño de partícula de la masa se reduce debido a la distancia que existen entre los rodillos al momento de la transferencia de masa para alcanzar el objetivo deseado de una sensación suave y agradable en la boca del chocolate como se puede apreciar en la figura 2.2.1.5 el cambio del tamaño de partícula durante este proceso(Nestlé, 2018).



Figura 2.2.1.5 Cambios de tamaño de partículas producidos en la etapa de refinación

2.3.4. Conchaje

El conchado, aconchado o conchaje es un proceso en el cual se modifica sabor, la textura y el aroma del chocolate removiendo los componentes volátiles como la humedad y realizando pequeños cambios químicos por el mezclado realizado en este proceso (Nestlé, 2018) en un equipo llamado Concha que se puede observar en el Anexo 7. Este proceso cambia la masa en polvo a una líquida, rompiendo las partículas aglomeradas provenientes del refinador y envolviéndolas en manteca. También, el conchado da una masa homogénea con una viscosidad correcta que posibilita la utilización en las diferentes líneas de la planta

u otras plantas. Esto se logra mediante la utilización de la manteca restante según receta y agregando emulsionante (Nestlé, 2018).

En la figura 2.2.1.6 se puede observar que en la Etapa 1: Polvo refinado que proviene del refinador de 5 rodillos; en la etapa 2: Etapa de conchado seco; en la etapa 3: Enfriamiento, resultado una masa pastosa; y por último en la Etapa 4: Terminación, resultado una masa líquida (Chocolate o Cobertura) (Fuente: Nestlé, 2018)

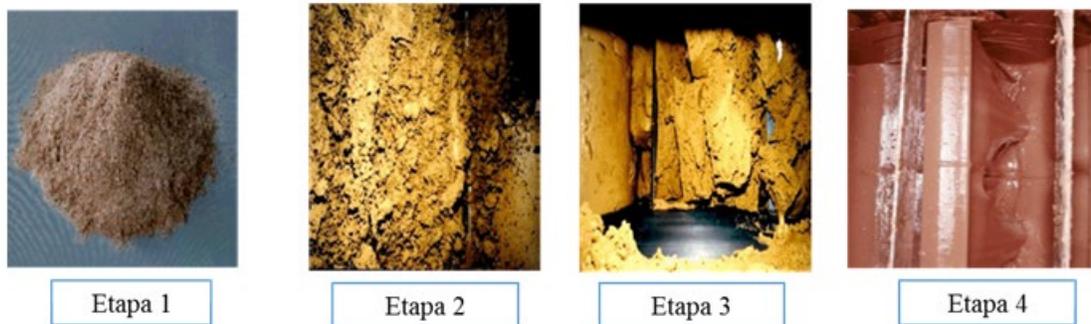


Figura 2.2.1.6 Etapas de Cambio físico de masa de chocolate o cobertura producido en el Conchaje

2.4. METODOLOGÍAS DE MEJORA CONTINUA

Hoy en día con el mercado internacional hiper-competitivo, la implementación de la “Mejora Continua” es una condición para lograr y hacer sustentable el éxito. Para que una empresa se desempeñe no solo de forma excelente, sino que esta excelencia sea sustentable se debe hacer esfuerzos de mejora tanto en la filosofía como en la metodología de “Mejora Continua”. Todo negocio empresarial debe tener métodos sistemáticos para tomar decisiones inteligentes, resolver problemas, mejorar sus productos y servicios por lo que se debe tener en cuenta las diferentes metodologías que existen, como por ejemplo las siguientes metodologías:

2.4.1. Ciclo de Deming o Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)

El nombre del Ciclo PDCA (o Ciclo PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés *Plan, Do, Check, Act* como se puede ver en la figura 2.2.1.7. También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo de Deming, por ser Edwards Deming su autor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales) (Walton, 1988).

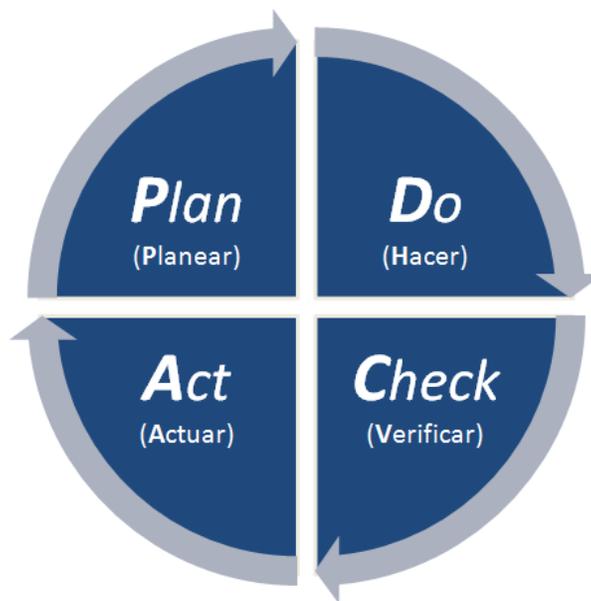


Figura 2.2.1.7 Ciclo de Deming

El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones (Walton, 1988).

El ciclo de Deming es por diversos sistemas de gestión como de calidad (ISO 9000), medio ambiente (ISO 14000), salud y seguridad ocupacional (OHSAS 18000), o inocuidad alimentaria (ISO 22000).

2.4.2. Método Kaizen

La palabra Kaizen en japonés es escrita con 2 kanjis, 改 o Kai que significa “Cambio” y 善 o Zen que significa “Para mejor”. El término siempre ha significado mejoramiento, aunque no se usó exactamente en el sentido específico que lo usamos hoy en día en la fabricación, los negocios o la mejora de procesos (Kato & Smalley, 2010).

Mucho antes que Toyota fabricara automóviles, la compañía era conocida por fabricar máquinas de hilar y tejer conocidas como telares. Sakichi Toyada fundó varias empresas diferentes para este fin y junto con su hijo Kiichiro desarrollaron varios telares automáticos de gran éxito. Estas máquinas, con características de diseño sorprendentes e innovadoras, todavía están en exhibición en el Museo Conmemorativo de Toyota para la Industria y la Tecnología en Nagoya, Japón. Los beneficios del negocio del telar y la venta de tecnología han permitido a Toyota aventurarse en el negocio de la automoción a mediados de la década de 1930 (Kato & Smalley, 2010).

Kiichiro y su hermano adoptivo, Risaburo, codificaron los principios fundamentales de su padre como inquilinos básicos de la administración de la empresa y los nombraron los Preceptos de Toyoda que se pueden encontrar en el Anexo 8 (Kato & Smalley, 2010).

La esencia de las prácticas administrativas más “exclusivamente japonesas” ya sean mejoramiento de la productividad, actividades para el CTC (Control Total de la Calidad), círculos de CC (Control de Calidad) o relaciones laborales se pueden reducir a una palabra, “KAIZEN”. Usando el término **Kaizen** en vez de palabras como, CD (Cero Defectos), *Kamban*, que quiere decir letreros, carteles o notas que se utilizan para notificar las especificaciones del producto, y el sistema de sugerencias, se genera una imagen más clara de lo que ha sucedido en la industria japonesa. Kaizen es el concepto de una sombrilla que cubre esas prácticas “exclusivamente japonesas” que los hicieron alcanzar la fama mundial (Imai, 2001) (Anexo 9 Sombrilla Kaizen).

2.4.3. Seis Sigma / Six Sigma

La palabra Sigma es la letra dieciocho del alfabeto griego (Σ, σ), transliterado con la letra ‘S, s’. Este símbolo es utilizado para denotaciones matemáticas de Suma (Σ) y desviación estándar (σ); el término de desviación estándar fue introducido por Karl Pearson (1894), cual es la cantidad calculada para indicar el grado de desviación de un grupo de elementos de su esperada tendencia central, se supone que estos elementos son

homogéneos y se distribuyen en diferentes lugares espaciales y temporales siguiendo una forma regular y estable de rendimiento u ocurrencia (van Aartsengel & Kurtoglu, 2010).

Desde 1985 hasta principios de la década de 1990, Motorola experimentó con el patrón Six Sigma aplicándolo primero en los procesos productivos y posteriormente en todos los procesos de la empresa. El resultado fue un ahorro 1.500 millones de dólares en 5 años y ganando por este procedimiento el premio Malcom Balbridge (Chiarini, 2012).

En el año 2000, Harry y Schroeder publicaron un libro sobre Six Sigma, dando a este sistema de gestión una ruta precisa que comienza con estrategias que se basa en el uso de equipos con especialización certificada y programas de mejora organizados en 5 pasos o DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar) que tratan de:

1. **Definir**: La fase de **Definir** expone el problema a resolver, involucra la preparación de la carta del proyecto donde se muestra las metas, objetivos, beneficios y cronograma del proyecto.
2. **Medir**: En la etapa **Medir** se realiza la cuantificación mediante una estratificación de colecta de datos para ver las oportunidades de mejora y si la medición fue precisa y confiable.
3. **Analizar**: La etapa de **Analizar** se identifican y verifican las posibles causas del o los problemas, identificando las relaciones entre entrada, proceso y salida mediante diferentes técnicas con el fin de encontrar las causas raíces.
4. **Implementar**: Las fases de analizar e **Implementar** se llevan a cabo simultáneamente. Implementar es llevar a cabo las mejoras encontradas en fases anteriores.
5. **Controlar**: Una vez que las mejoras han sido implementadas y los resultados documentados, se debe seguir midiendo el rendimiento del proceso de forma Continua para asegurar su sustentabilidad.

Este proceso, entrega resultados en forma de ahorro efectivo. El principio central de Six Sigma es reducir la variabilidad de cada proceso tanto productivo como de servicio (Chiarini, 2012).

CAPITULO 3: Hipótesis

Al utilizar la metodología DMAIC es posible reducir las pérdidas del sector de Fabricación Chocolates de la planta productiva de Confites de Néstle Chile.

CAPITULO 4: OBJETIVOS

4.1. OBJETIVOS GENERAL

Implementar la metodología DMAIC para proyectos de mejora en la disminución de pérdidas del sector Fabricación de Chocolates.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estos objetivos están definidos por las etapas del proyecto DMAIC:

- Definir el propósito del proyecto, su alcance, sección del proceso donde ocurre el problema, obtener antecedentes del proceso y cuál es la voz del cliente.
- Realizar un plan de recolección de datos que indiquen de manera específica donde ocurren el o los problemas de pérdida.
- Identificar las causas raíz y potenciales del o los problemas identificados en el área de fabricación de chocolates.
- Desarrollar, implementar y probar soluciones que eliminen las causas potenciales.
- Dar sustentabilidad a los logros mediante la normalización de métodos, procesos y transmitir recomendaciones.

CAPITULO 5: METODOLOGÍA

Este proyecto se basa en la metodología DMAIC, por lo que cuenta con 5 etapas las cuales son las siguientes:

5.1. DEFINIR:

La fase de Definir aparte de definir cuál es el problema que resolver involucra la preparación de la carta del proyecto, donde se muestra en modo resumen de que trata el proyecto. Entender así la relación del proceso con los proveedores viendo lo que entra en el proceso y con los clientes viendo lo que sale del proceso, esto se llama análisis SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output and Customer*), también se detecta el sector del proceso que se tomará en cuenta para el proyecto. También, se realiza un análisis VoC (*Voice of Customer*) para identificar los CTQs (*Critical To Quality*) importantes para los clientes y desarrollar los objetivos del proyecto (Levine, 2004).

5.1.1. Definir el Problema

En esta etapa el equipo empieza identificando el problema que se requiere solucionar y su relevancia, para terminar con entender claramente el alcance y la evidencia del apoyo de la gerencia en el proyecto, quienes autorizarán para avanzar en éste a través de un compromiso de recursos.

5.1.2. Carta del Proyecto

La carta del proyecto se realiza mediante antecedentes. Los cuales consisten en un caso de negocios, un enunciado del problema, una declaración de objetivos, un alcance, un cronograma con hitos, una lista de beneficios, una lista de roles y responsabilidades y un proyecto de objetivo del proyecto.

5.1.3. Descripción del Problema (5W+1H)

La descripción del problema mediante la Herramienta (5 W + 1 H) es de gran utilidad durante el desarrollo del DMAIC, ya que permite definir claramente la manera en que se debe abordar la problemática detectada. Esta Herramienta consiste en responder 6 preguntas específicas ¿Qué? / ¿Cuál?; ¿Dónde?; ¿Cuándo?; ¿Quién?; y ¿Cuánto? Esta herramienta tiene este nombre ya que son las iniciales de las preguntas en el idioma inglés (La matriz de la herramienta se puede encontrar en el Anexo 10).

5.1.4. Análisis SIPOC

SIPOC es una herramienta que se basa en un diagrama de flujo del proceso donde nos indica los proveedores (S o *Suppliers*) y Clientes (C o *Customers*) en cada etapa del proceso (P o *Process*). Especificando los proveedores son quienes interactúan en las entradas (I o *Input*) de cada etapa del proceso y los clientes son quienes reciben (O u *Output*) lo que sale de cada etapa del proceso.

5.1.5. Análisis VoC

Es un análisis en el cual se escucha la Voz del Cliente para ver qué es lo que quiere y con esto se ve cuáles son los CTQ de nuestro proceso. En otras palabras, se ve lo que no se puede cambiar, ya que puede afectar en la calidad que espera el cliente de nuestro producto/servicio.

5.2. MEDIR

En esta etapa se realiza cuantificación una estratificación de colecta de datos con un punto de vista de los CTQ para ver las oportunidades de mejora y que la medición de la colecta de datos sea precisa y confiable. Se cuantifican los problemas representados en la situación de partida basándose en las cifras y los datos de la salida del proceso usando gráficos y tablas como estadísticas descriptivas para analizar las medidas de salida clave e identificar sus características específicas. También se mide la capacidad de proceso histórico de la problemática, mediante el indicador de capacidad de proceso o C_p , el cual indica que el proceso es capaz realizarse según la variación de las especificaciones correspondientes de este y el indicador C_{pk} , indica que el proceso se realiza dentro del rango de tolerancia de las especificaciones. Además, se realiza un enfoque de los problemas (Levine, 2004).

5.3. ANALIZAR

En esta etapa se trata de recolectar y verificar las causas sospechadas identificando las relaciones entre salida, proceso y entrada mediante técnica de los 5 ¿por qué?, Lluvia de Ideas, Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa). Con esto podemos identificar las causas del problema tratado.

5.4. IMPLEMENTAR

Las fases de Analizar e implementar se llevan a cabo simultáneamente. De hecho, hay mejoras, o mejor dicho implementaciones, en cada fase del proyecto. El trabajo realizado en las fases Definir, Medir y Analizar ayuda a determinar mejor qué quiere el

cliente, cómo medirlo y qué puede hacer el proceso existente para proporcionarlo. Es posible que, cuando se haya alcanzado la fase de Mejora, ya se haya avanzado tanto que se hayan cumplido los objetivos del proyecto. De ser así, el proyecto puede concluirse. Sin embargo, si el rendimiento del proceso aún no alcanza los objetivos del proyecto, entonces se deben realizar actividades adicionales en la fase de mejora (Levine, 2004).

CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DEFINIR EL PROYECTO

6.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como se puede ver en la figura 6.1.1 durante el año 2017 en la planta de chocolate de la fábrica de confites presentó pérdidas de \$1.641 millones de pesos que son repartidas por las diferentes líneas productivas donde destaca la línea productora de semielaborados Fabricación Chocolates con el 33% de la pérdida total lo que equivale a \$539.562.393 de CLP, por lo que se decidió realizar un proyecto para disminuir las pérdidas en este sector.

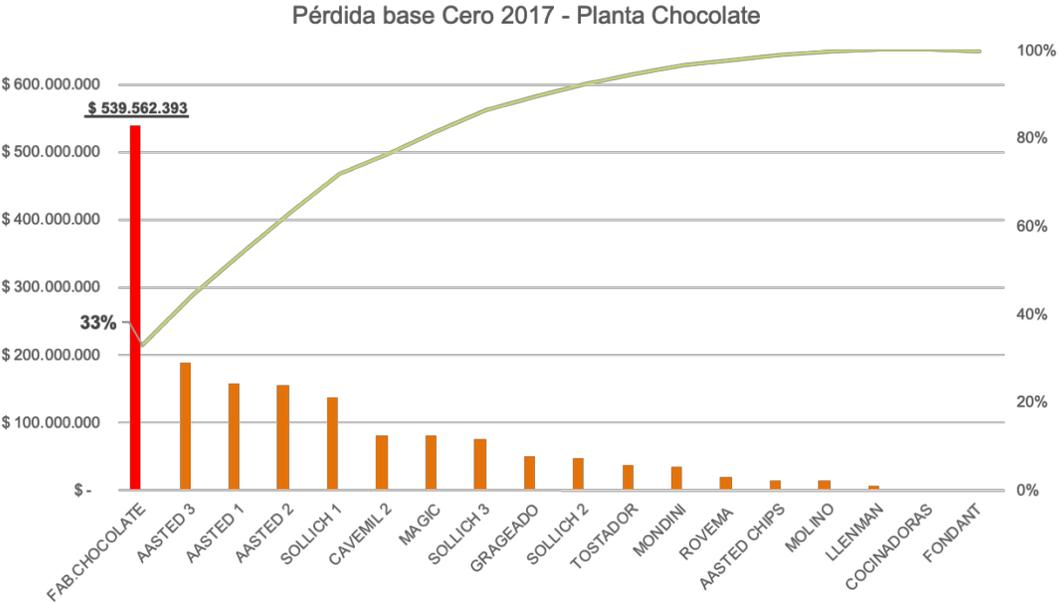


Figura 6.1.1 Gráfico de Pareto de las pérdidas en el año 2017 en las diferentes líneas de producción de la planta de chocolates

Para poder entender la situación de las pérdidas de la línea de fabricación chocolates, se recopiló información del año 2017 de enero a diciembre del porcentaje de pérdida en base cero que se realizó mensualmente que se puede ver en la figura 6.1.2 donde se obtuvo un promedio de 2,89%.

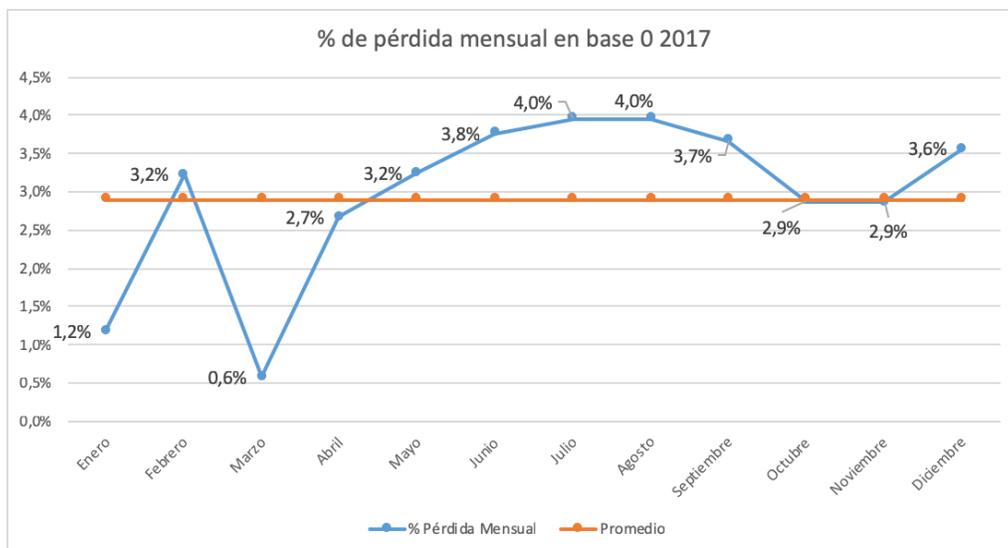


Figura 6.1.2 Pérdidas en base 0 mensuales del sector fabricación chocolates de la planta chocolates en el año 2017

6.1.2. CARTA DEL PROYECTO

Una vez determinadas las oportunidades, principalmente reducción de pérdidas, y el área de trabajo en el cual se desarrollará el proyecto, se realizó una Carta del Proyecto o Project Charter como se puede ver en la figura 6.1.3 En esta indica el nombre que se le da al proyecto, los alcances, metas a cumplir en este caso disminuir las pérdidas en un 30% específicamente reducir de un 2,89% a un 2,02% las pérdidas, nombres de los integrantes del equipo de trabajo multidisciplinario y plazos de cada etapa.

Project Title: Reducción de pérdidas en Fabricación de Chocolate																									
Project Leader: Andrés Ramirez Business Case (Importance): Durante el 2017, el costo de pérdidas en Fabricación de Chocolate fue de \$539.562.393 (Equivalente al 2,89% de pérdidas) El volumen de producción de plantas de chocolates está asociada a la línea de Fabricación de Chocolate, debido que el producto semielaborado de esta línea abastece a toda la planta de chocolates, galletas y helados. Considerando la fabricación aporta el 33% de la pérdida de la Planta de Chocolates.	Team Members: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Department</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Líder Proyecto</td><td>Andrés Ramirez</td></tr> <tr><td>GTA de Línea</td><td>Daniel Latorre</td></tr> <tr><td>Alumno Memorista</td><td>Nicolás Hermosilla</td></tr> <tr><td>Líderes de Línea</td><td>L. Pardo; J. Silva; A. Olivera</td></tr> <tr><td>GTM de Línea</td><td>Hector Marchant</td></tr> <tr><td>Seguridad</td><td>Guillermo Lynch</td></tr> <tr><td>Calidad</td><td>Andrea Zapata</td></tr> </tbody> </table>	Department	Name	Líder Proyecto	Andrés Ramirez	GTA de Línea	Daniel Latorre	Alumno Memorista	Nicolás Hermosilla	Líderes de Línea	L. Pardo; J. Silva; A. Olivera	GTM de Línea	Hector Marchant	Seguridad	Guillermo Lynch	Calidad	Andrea Zapata								
Department	Name																								
Líder Proyecto	Andrés Ramirez																								
GTA de Línea	Daniel Latorre																								
Alumno Memorista	Nicolás Hermosilla																								
Líderes de Línea	L. Pardo; J. Silva; A. Olivera																								
GTM de Línea	Hector Marchant																								
Seguridad	Guillermo Lynch																								
Calidad	Andrea Zapata																								
Problem Statement (Purpose): El proyecto tiene como propósito reducir la pérdida presente en Fabricación en un 30% , esto en base al año de estudio (2017 y 2018).	Goal Statement (Measures): Reducir las éerdidas en Fabricación en un 30% , lo que equivale a un 2,11% , si las pérdidas en base cero de 2018 fueran igual a 2017 significaría un ahorro de \$162 Millones de CLP .																								
Project Scope (Constraints) IN.: Granel; Fabricación Chocolates; Fabricación de rellenos.	Deliverables: <ul style="list-style-type: none"> Disminución de pérdidas en un 30% equivalente a 2,11% Ahorro de pérdidas monetarias equivalentes a \$162 millones CLP. Implementar mejoras de desviación mediante POE y LUPS. 																								
Resources: <ul style="list-style-type: none"> Equipo de trabajo multidisciplinario. Inversión de mejora 	Stakeholders: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Department</th> <th>Name</th> <th>Position</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Factory</td><td>Jorge Olivares</td><td>Factory Manager</td></tr> <tr><td>Production</td><td>Carlos Jeria</td><td>Production Manager</td></tr> <tr><td>Pilar FI</td><td>José Mendoza</td><td>Leader FI</td></tr> </tbody> </table>	Department	Name	Position	Factory	Jorge Olivares	Factory Manager	Production	Carlos Jeria	Production Manager	Pilar FI	José Mendoza	Leader FI												
Department	Name	Position																							
Factory	Jorge Olivares	Factory Manager																							
Production	Carlos Jeria	Production Manager																							
Pilar FI	José Mendoza	Leader FI																							
Preliminary Plan: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Phase</th> <th>Milestones</th> <th>Target Start</th> <th>Target Completion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DEFINE</td><td>Establish team and project charter</td><td></td><td>Marzo 2018</td></tr> <tr><td>MEASURE</td><td>Identify required data/evaluate data</td><td></td><td>Abril 2018</td></tr> <tr><td>ANALYZE</td><td>Identify key contributors/determine root causes</td><td></td><td>Mayo 2018</td></tr> <tr><td>IMPROVE</td><td>Identify/implement corrective actions</td><td></td><td>Mayo 2018</td></tr> <tr><td>CONTROL</td><td>Track and trend impact of actions</td><td></td><td>Junio 2018</td></tr> </tbody> </table>		Phase	Milestones	Target Start	Target Completion	DEFINE	Establish team and project charter		Marzo 2018	MEASURE	Identify required data/evaluate data		Abril 2018	ANALYZE	Identify key contributors/determine root causes		Mayo 2018	IMPROVE	Identify/implement corrective actions		Mayo 2018	CONTROL	Track and trend impact of actions		Junio 2018
Phase	Milestones	Target Start	Target Completion																						
DEFINE	Establish team and project charter		Marzo 2018																						
MEASURE	Identify required data/evaluate data		Abril 2018																						
ANALYZE	Identify key contributors/determine root causes		Mayo 2018																						
IMPROVE	Identify/implement corrective actions		Mayo 2018																						
CONTROL	Track and trend impact of actions		Junio 2018																						

Figura 6.1.3 Carta del Proyecto

6.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA (5W+1H)

En el caso presente, como se aprecia en la figura 6.1.4 se logró responder las preguntas respecto a los problemas de las pérdidas ocurridas en el sector de Fabricación Chocolate. En esta matriz se puede observar en cual, cuando y donde existe el problema, quien o que lo produce y cuanto es su impacto monetario del problema.

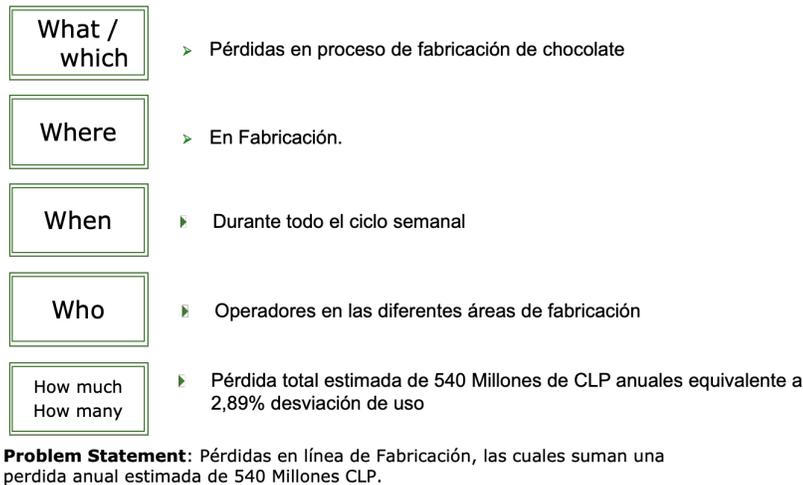


Figura 6.1.4 Herramienta 5W+1H

6.1.4. ANALISIS SIPOC

Se realizó un análisis SIPOC como se puede observar en la figura 6.1.5, que corresponde al proceso que ocurre en la línea de Fabricación Chocolates, donde se describe los componentes principales de este proceso, indicando los proveedores (S) para cada etapa, entradas (I), que corresponden a las materias primas que necesitan cada etapa del proceso y sufren transformaciones como salidas (O) para llegar consumidor o cliente final (C). Al observar las etapas del proceso se aprecia un problema en las etapas dentro del rectángulo rojo marcadas por él ya que cada una de ellas presenta pérdidas físicas de ingredientes y producto. Con descrito anteriormente se define las etapas que se medirán, carga de materias primas, mezclado, pre-refinado y refinado, conchaje y almacenamiento.

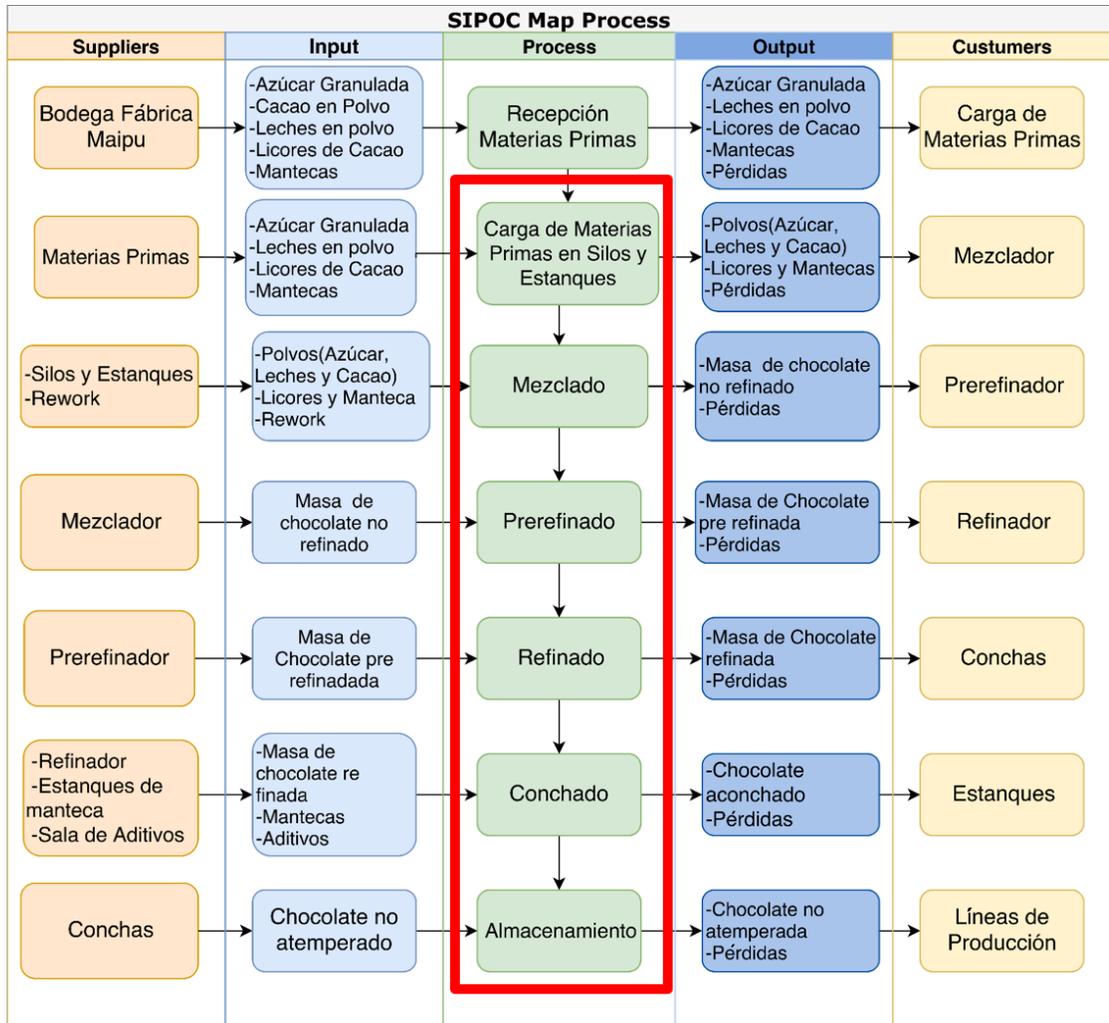


Figura 6.1.5 Análisis SIPOC de pérdidas del Sector de fabricación Chocolates

6.1.5. ANALISIS VOC

Por lo general la satisfacción del cliente es considerada como uno de los pilares fundamentales para evaluar el proceso. Es por esto, que se realiza un análisis VoC como se aprecia en la figura 6.1.6, ya que es necesario investigar hasta obtener realmente lo que el cliente necesita.

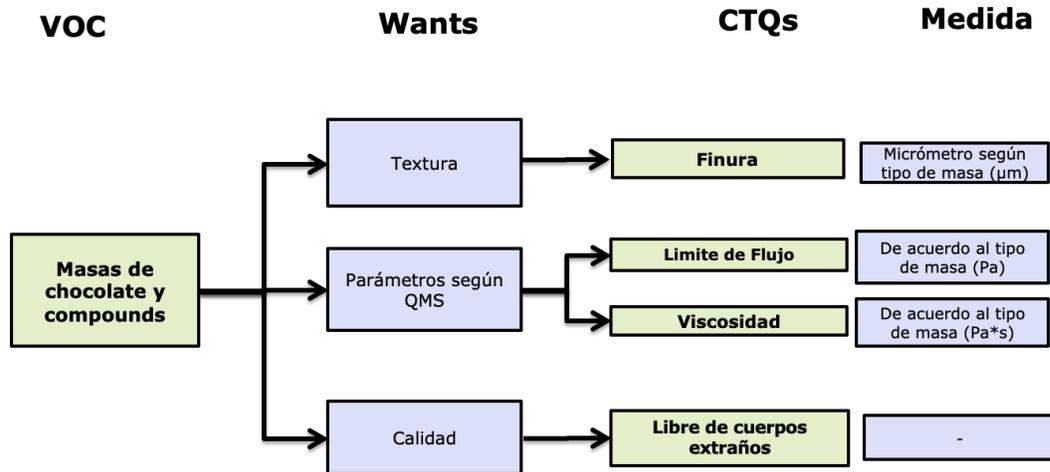


Figura 6.1.6 Análisis VoC del sector de fabricación Chocolates.

En la figura 6.1.6 se muestra el diagrama de VoC la necesidad del cliente fue definida según los estándares propios de la fábrica, los clientes corresponden a la última etapa del proceso antes de ser liberado a las otras líneas de producción y en la columna CTQ se aprecian los factores críticos de calidad los cuales aseguran los requerimientos del cliente. Cualquier mejora que se vaya a producir, no debe alterar tales elementos claves para la calidad del producto que el consumidor valora.

6.2. MEDIR SITUACIÓN ACTUAL

6.2.1. COLECCIÓN DE DATOS

En primera instancia para realizar la recolección de datos se realizó un mapa de Fabricación Chocolate (Anexo 11 contiene el mapa de Fabricación Chocolates), luego se identificaron los puntos de pérdidas de producto y materias primas físicas a lo largo de cada etapa, mediante el análisis SIPOC. Por lo anterior se decide realizar planillas que se pueden observar en el Anexo 12, donde se colocaron los puntos de pérdidas identificados de cada área donde se perdía materia física. Por consiguiente, se realizó un plan de recolección de datos que se puede observar en la figura 6.1.7, donde se explica que se hará una recolección de datos por 11 días donde deben ir registrando los encargados de cada área los datos de pérdida por turno por las diferentes zonas que existen en esta línea de producción.

DATA		OPERATIONAL DEFINITIONS AND PROCEDURES			
WHAT	DATA TYPE	HOW MEASURE	RELATED CONDITIONS TO RECORD	SAMPLING NOTES	HOW/WHERE RECORDED
Pesaje de pérdidas en cada sector de fabricación.	Numérico.	Durante el turno, cuando se pesa los desperdicios.	What: Pérdidas en cada puesto de trabajo.	El pesaje de pérdidas se realiza para identificar lugar exacto donde se generan las mayores pérdidas a nivel Fabricación de Chocolates.	Los datos obtenidos serán registrados de manera manual en la línea, posteriormente se ingresarán a una planilla para observar la variabilidad de peso por turnos durante los días.
			Where: En cada sector de fabricación.		
			When: Durante 11 días desde el 6 de Febrero al 17 de Febrero.		
			Who: Nicolás Hermosilla. (alumno en práctica)		
			why: Para identificar y segregar los lugares que generan mayores pérdidas.		

Figura 6.1.7 Plan de recolección de datos de pérdidas producidas en el Sector Fabricación Chocolates

6.2.2. GRÁFICO DE CONTROL INICIAL

Gracias a los datos recolectados por el plan de recolección de datos se pudo realizar diferentes gráficos como el que muestra la figura 6.1.8, que es una gráfica de la pérdida de materias totales por día durante el periodo (11 días), también se consideraron los días de aseo de fin de ciclo productivo.

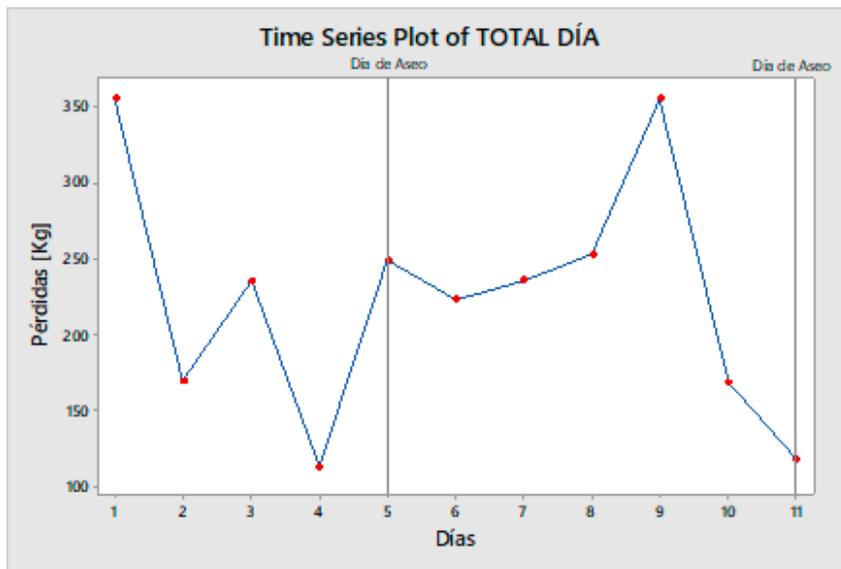


Figura 6.1.8 Serie de tiempo de las pérdidas por día de recolección de datos

En la figura 6.1.8 se puede observar dos picos de mayores pérdidas en los días 1 y 9. Esto se debió que ocurrieron incidentes puntuales. Por otro lado, se puede diferenciar los tipos de días de aseo o de producción siendo los de aseo los días 5 y 11 y el resto de producción.

En general se denota una alta variabilidad entre los días esto se puede deber a la forma heterogénea que tienen de trabajar los distintos turnos.

6.2.3. GRÁFICO DE COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE DÍAS

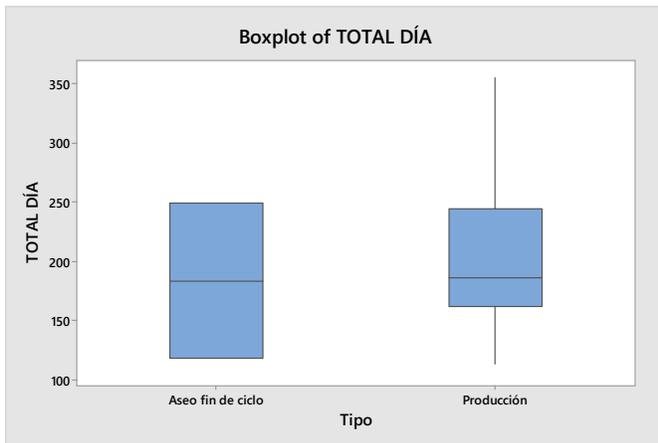


Figura 6.1.10 Gráfico de Caja de pérdidas por tipo de día (Productivo o Aseo)

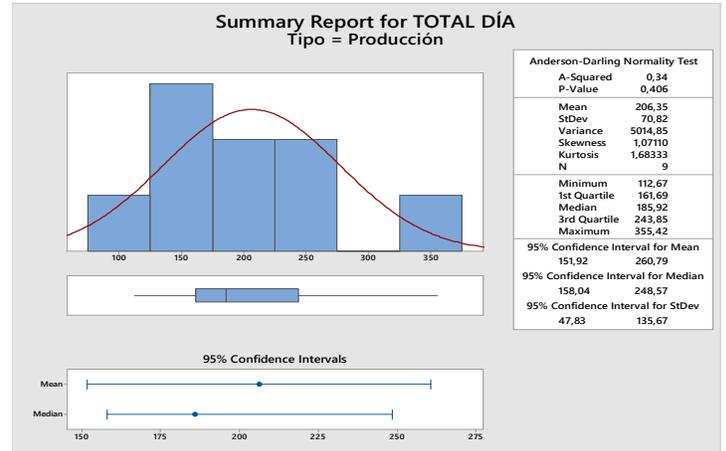


Figura 6.1.9 Gráfico resumen de pérdidas en los días productivos

En la figura 6.1.9 muestra un gráfico de bloques que muestra que no hay diferencias entre los tipos de días en cuanto en pérdidas, pero se denota una alta variabilidad en los días de producción.

Dado el gráfico y los resultados que nos muestra la figura 6.1.10. se demuestra que existe una alta variabilidad en los días de producción ($p\text{-Value} = 0,406$). Esto se puede deber a la forma heterogénea de trabajar que existe entre los turnos.

6.2.4. GRÁFICOS DE COMPARACIÓN ENTRE TURNOS

Se realizó un gráfico de caja entre los turnos y por tipo de día (productivo o de aseo) que se puede apreciar en la figura 6.1.11.

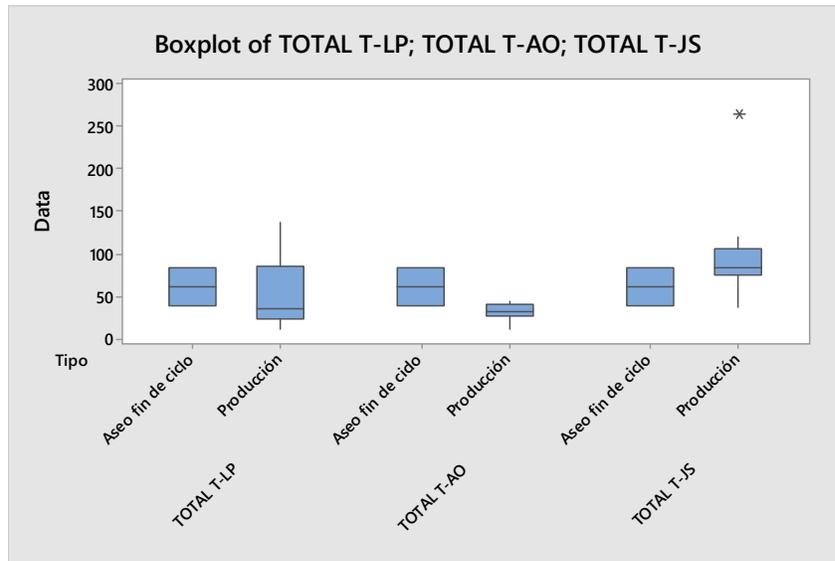


Figura 6.1.11 Gráfico de Caja de comparación entre turnos y tipo de día (producción o Aseo)

En la figura 6.1.11 se aprecia que existe una diferencia entre los turnos en cuanto a su homogeneidad de trabajo, el cual puede estar sujeto a incidentes registrados en los turnos que generan variabilidad en cuanto a pérdidas. Se puede ver que en términos de pérdidas en días de producción el turno JS tiene diferencias significativas con el turno AO. Además, se puede ver que el turno más homogéneo es el de AO y el más heterogéneo es el LP. En cuanto al turno JS demuestra ser más homogéneo que LP, pero es el que más pérdidas tuvo.

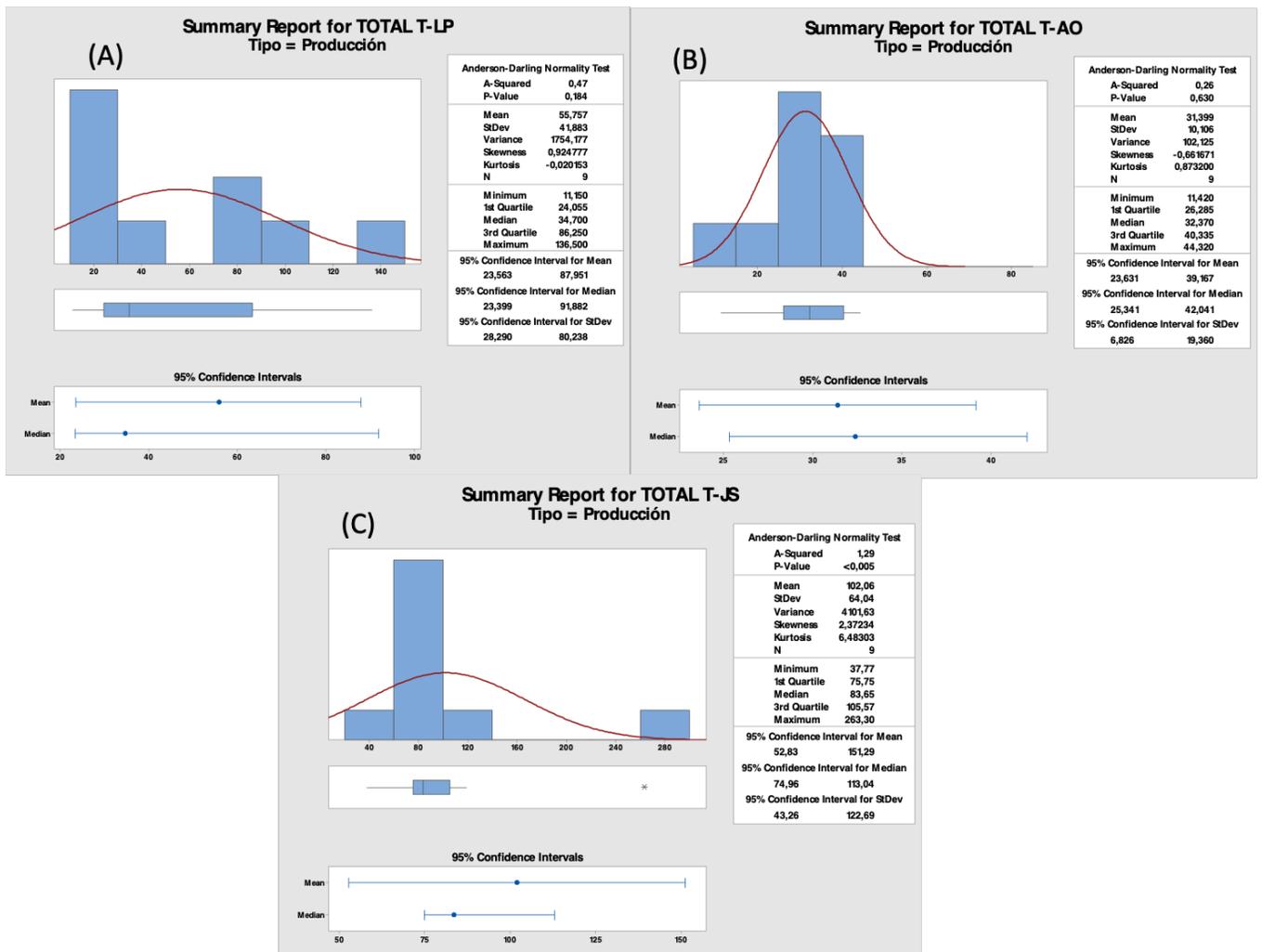


Figura 6.1.12 Gráficos de resumen de las pérdidas en los días productivos en los diferentes turnos
Turno LP = (A); Turno AO = (B); Turno JS = (C).

En la figura 6.1.12 parte (C) se puede ver que el Turno JS que es menos variable de lo que mostraba la figura 6.1.11, ya que muestra un caso puntual fuera de lo común que se puede atribuir a que en este turno tuvieron un accidente, por lo que quitando este caso puntual el turno sería homogéneo.

6.2.5. GRÁFICOS DE COMPARACION PÉRDIDAS ENTRE SECTORES DE FABRICACIÓN

En la figura 6.1.13. se aprecia un gráfico de Pareto de pérdidas por sectores donde se puede ver que la mayor pérdida se observa en el sector de Carros y Estanques (TK Total) con un 53% del total equivalente 1.092 kg, le sigue el sector de Conchas (CO Total) con un 27% equivalente 558 kg, Materias Primas (MP Total) con 20% que equivale a 409 kg y un 17% Refinadores (RF Total) que equivale a 356 kg. Por lo que en estas áreas se enfocaron las mejoras.

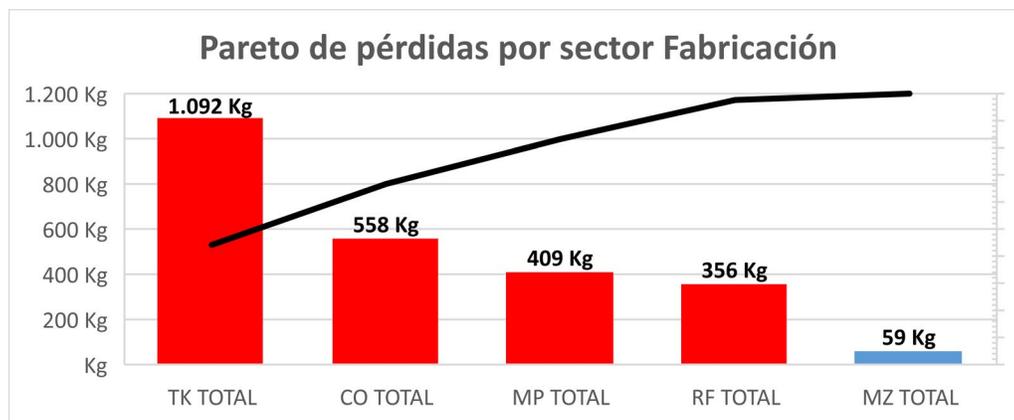


Figura 6.1.13 Pareto de pérdidas de los diferentes sectores de pérdida de Fabricación Chocolate.

En el Area de Refinado (RF) se puede apreciar según la figura 6.1.14. que hay una diferencia entre pérdidas por día producto con los días de aseo, donde estos últimos hay una mayor pérdida por lo que se podría trabajar de una forma más enfocada y rápida a su vez disminuir un alto porcentaje de pérdidas que se le atribuye a esta zona. En cambio Sector de Carros y Estanques (TK) existe una gran variabilidad en los Días de Producción, por la heterogeneidad entre los diferentes turnos, esto se debe a una situación de constipación de los pipping de transporte de chocolate que afecta a todo el circuito de flujo y por ende se debe transportar el chocolate de forma manual y que por errores operacionales se produzcan altos niveles de pérdidas. En el sector de Conchas (CO) la variabilidad de los días de producción es baja, pero con altas pérdidas por lo que se enfocó en disminuir las pérdidas en estos días para llevarlos a niveles aceptables.

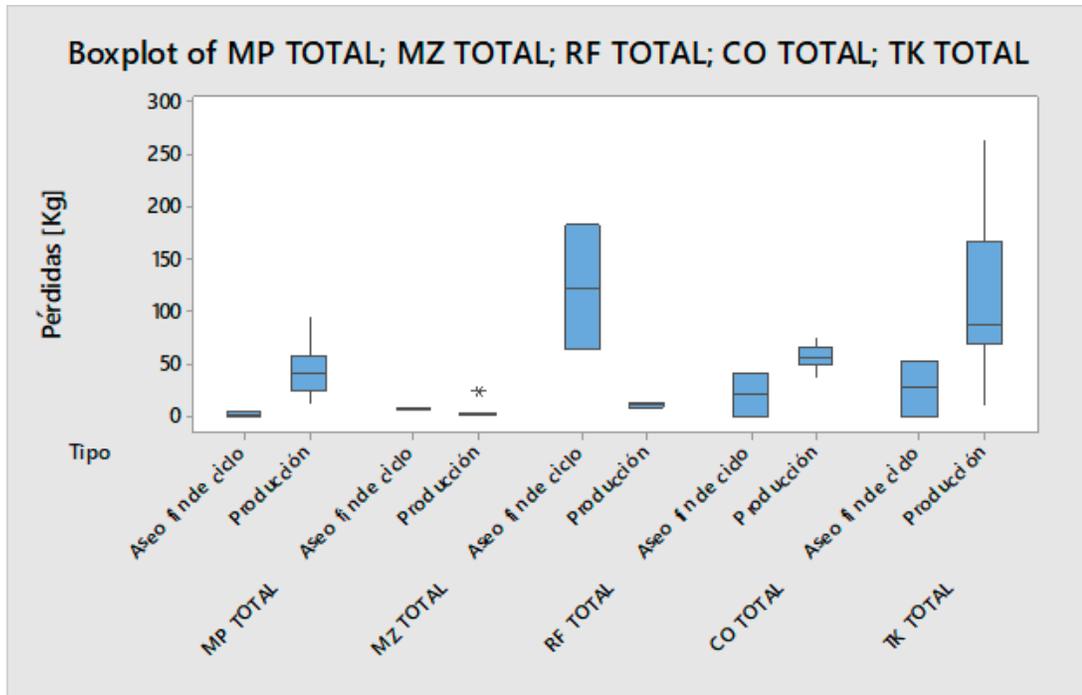


Figura 6.1.14 Gráfico de Caja para comparar los diferentes tipos de días (producción o aseo) en las diferentes áreas de Fabricación Chocolate.

6.2.6. GRÁFICO DE PARETO DEL ENFOQUE DEL PROBLEMA

En la figura 6.1.15. se aprecia un gráfico de Pareto del porcentaje de impacto de las pérdidas. Las pérdidas en el Aseo del área de refinadores es la que tiene una mayor relevancia con un 30%, luego las pérdidas en los días de producción en el área de Estanques y almacenamiento con un 25% le sigue el sector de Conchas en días productivos con un 15%. En estas áreas será donde se realizará el enfoque de las mejoras.

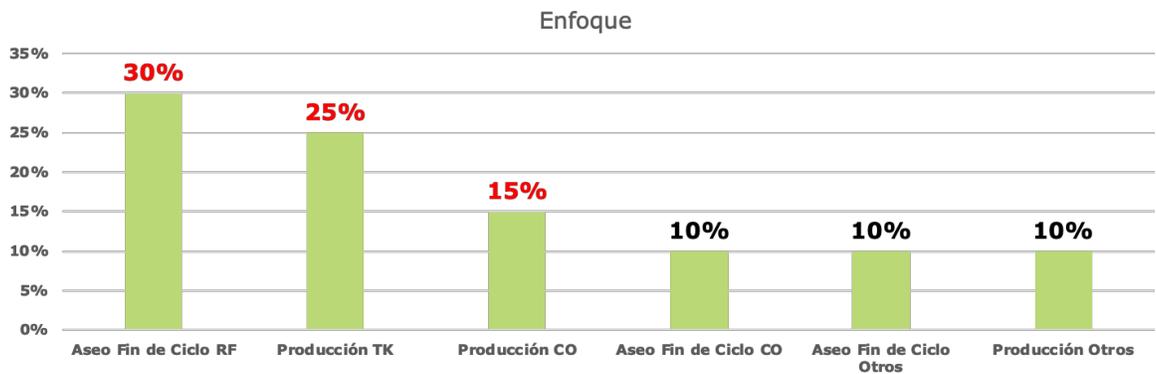


Figura 6.1.15 Gráfico de Pareto para determinar el enfoque de las mejoras del problema

6.2.7. GRÁFICO DE CAPACIDAD DEL PROCESO ANTES DE LA APLICACIÓN DE METODO DMAIC

Se realizó un análisis de capacidad del proceso desde enero a diciembre del año 2017 según la serie de tiempo de la figura 6.1.16.

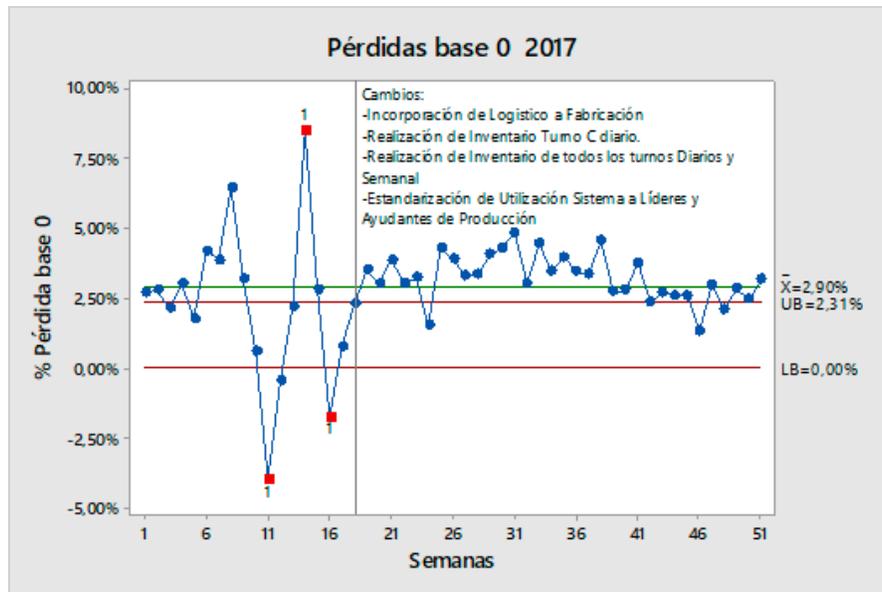


Figura 6.1.16 Serie de tiempo de pérdidas semanales del año 2017.

Para el análisis de capacidad del proceso se tomó en cuenta desde la semana 18 que se puede apreciar en la figura 6.1.17, debido que antes de esta semana no se llevaba de forma correcta un registro de las pérdidas. Los límites están dados por la empresa en el límite superior como el objetivo que se esperaba para este año 2017 que era de 2,31% de pérdida y límite inferior 0% de pérdida, ya que la empresa tiene una política en búsqueda del 0 desperdicio.

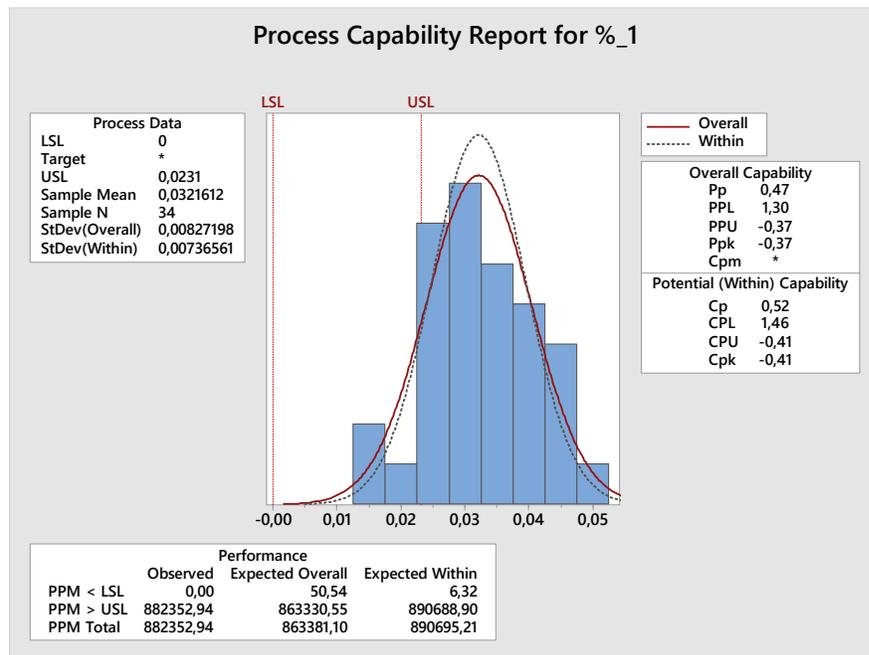


Figura 6.1.17 Gráfico de Capacidad de Proceso de fabricación Chocolates del año 2017

Según la figura 6.1.17. que muestra el análisis de capacidad se puede observar una alta variabilidad del debido a que en este periodo de tiempo se obtuvo un valor $C_p = 0,52$, por lo que se debe disminuir la brecha mediante estandarización de los turnos para disminuir la variabilidad. Al igual que índice que muestra el control del proceso C_{pk} muestra que el promedio del proceso se encuentra fuera del rango objetivo dando un $C_{pk} = -0,41$, por lo que nos dice que el proceso está fuera de control, por lo que se debe realizar cambios para disminuir las pérdidas y que el centro del proceso este dentro del rango especificado.

6.3. ANÁLISIS DE CAUSAS RAICES Y POSIBLES SOLUCIONES

6.3.1. IDENTIFICACIÓN DE CAUSA RAIZ

Tras la realización de la medición se terminó de enfocar el problema de pérdida en la línea en 3 principales puntos. Como se aprecia en la figura 6.1.15. estos puntos se ordenaron en forma descendente de impacto, el primero punto sería pérdida en el aseo de fin de ciclo productivo de la zona de refinadores, el siguiente es pérdidas en días productivos en el sector de estanques y por último pérdidas en días productivos en la zona de conchas.

Se realizó la identificación de las causas potenciales en estos puntos, para esto el grupo de trabajo elaboró una lluvia de ideas o *Brainstorming* (Anexo 13 contiene ideas consideradas en la lluvia de ideas) donde se llegó a la conclusión de que los puntos con

mayor impacto en la pérdida de la línea son producidos por falta de condiciones básicas, por ende, solo se requiere realizar una implementación de restauración de condiciones básicas y algunas mejoras.

6.4. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES

Se separaron las implementaciones en los tres puntos principales

6.4.1. SOLUCIONES DE PÉRDIDA DE ASEO FIN DE CICLO REFINADORES

En este sector de la línea de fabricación la restauración de condiciones básicas se basó en reparación de los equipos de refinadores, creación de un instructivo operacional de refinadores que se puede observar en el Anexo 14, para estandarizar la forma de trabajo de los diferentes turnos e implementación de una mejora para disminuir la caída de la masa proveniente del pre-refinador.

En la figura 6.4.1 se puede observar que la tolva del refinador 1 tenía una fisura que provocaba filtración de masa de chocolate o cobertura en este refinador.



Figura 6.4.1 Antes y después de filtración de tolva/compuerta del Refinador 1

Los refinadores contaban con filtraciones de masas en compuertas sin uso para mantención por lo que se sellaron estas ya que no eran necesarias y eran un punto de pérdida como se aprecia en la figura 6.4.2.



Figura 6.4.2 Antes y después de filtración de masa en las compuertas sin uso de los refinadores

Se diseñó una tolva de caída para eliminar una pérdida existente al momento de alimentar los refinadores de la línea 1 la masa proveniente del pre-refinador cae a una cinta transportadora donde cae polvo produciendo una pérdida. Como se puede observar en la figura 6.4.3 se instaló la tolva diseñada eliminando esta pérdida.



Figura 6.4.3 Antes y Después de la caída de masa desde el Pre-refinador a la cinta de alimentación de los refinadores de L1.

6.4.2. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE ESTANQUES Y CARROS EN DÍAS PRODUCTIVOS

La pérdida principal que se produce en este sector es por falta de condiciones básicas dado que la matriz de tuberías donde pasa las masas de chocolates aconchadas está obstruida, causado por filtraciones de agua refrigerante de la doble camisa de la tubería lo que produce que el chocolate se contamine con agua y se endurezca con facilidad creando fragmentos de chocolate duro a lo largo de las tuberías impidiendo fluir las masas de chocolate a los estanques. Debido a estas condiciones se debe trabajar transportando

chocolate de forma manual a las líneas de producción por lo que ha generado un alto impacto en la pérdida de la línea, ya que no estaba estandarizada la forma de trabajo de las bombas manuales para transportar el chocolate que estaba en el carro a los estanques de las diferentes líneas por lo tanto se creó un estándar de trabajo (Anexo 15 contiene el estándar operacional de transporte de carro).

Además, los carros de transporte de chocolate de forma manual les faltaban un dispositivo que evitara la filtración de chocolate de la salida del carro donde se conecta a la bomba, por lo que se ideó un tapón con cadena al carro el cual evita la filtración y además facilita la conexión a las bombas como se puede apreciar en la figura a continuación.



Figura 6.4.4 Antes y después de filtración de carro transportador de chocolate

6.4.3. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE CONCHAS.

Se empezó a realizar implementaciones en el momento de conocer los datos arrojados por el análisis estadístico realizado en la etapa medir, donde nos reflejaba las diferencias que existían entre la forma de trabajar de los diferentes turnos por lo que se actualizaron los instructivos operacionales, que se encuentra en el Anexo 16, para establecer la homogeneidad entre los diferentes turnos al momento de trabajar en este sector.

Además de la realización de estándares se implementó una mejora de un ciclón que se aprecia en la figura 6.4.5 que capta la masa refinada de chocolate que pasa entre la

unión de las diferentes cintas transportadoras que llegan a las conchas, luego la masa de chocolate reunida por el ciclón se puede reutilizar como rework.



Figura 6.4.5 Antes y después caída de polvo que de la cinta.

6.5. CONTROL

Luego de implementar las mejoras potenciales, el área de fabricación se midió durante 8 semanas de igual forma que en la etapa medir, para realizar una comparación de antes y después.

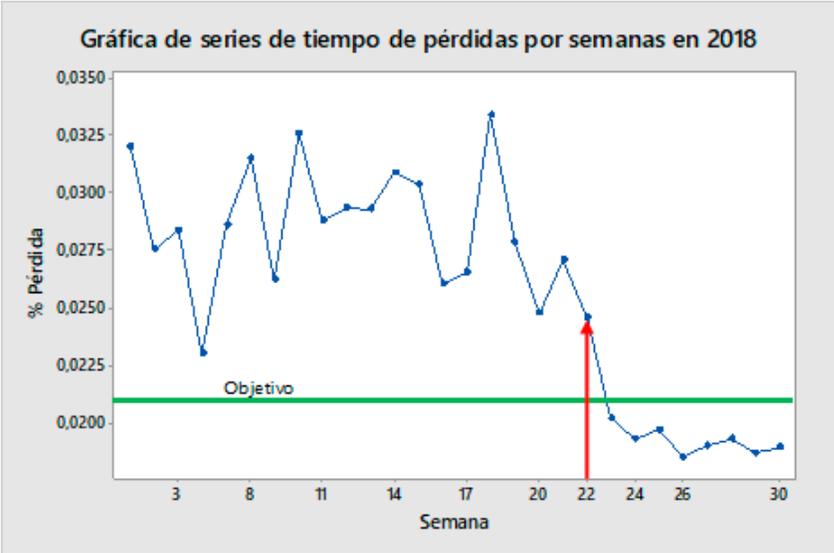


Figura 6.4.6. Serie de tiempo de las pérdidas por semanas del 2018

En la 6.4.6 se aprecia un antes y un después desde la semana 22 donde se terminaron las implementaciones de las mejoras para disminución de pérdidas, se ve una mejor importante dado que en las últimas 8 semanas de control el porcentaje de pérdida es mejor que el objetivo que se tenía pensado dando un promedio de 1,93% de pérdida. Luego se realizó un análisis de capacidad de proceso con los datos de la serie de tiempo se utilizaron las últimas 8 semanas, dado que son las semanas luego de terminar la implementación, este análisis se puede apreciar en la figura 6.4.7.

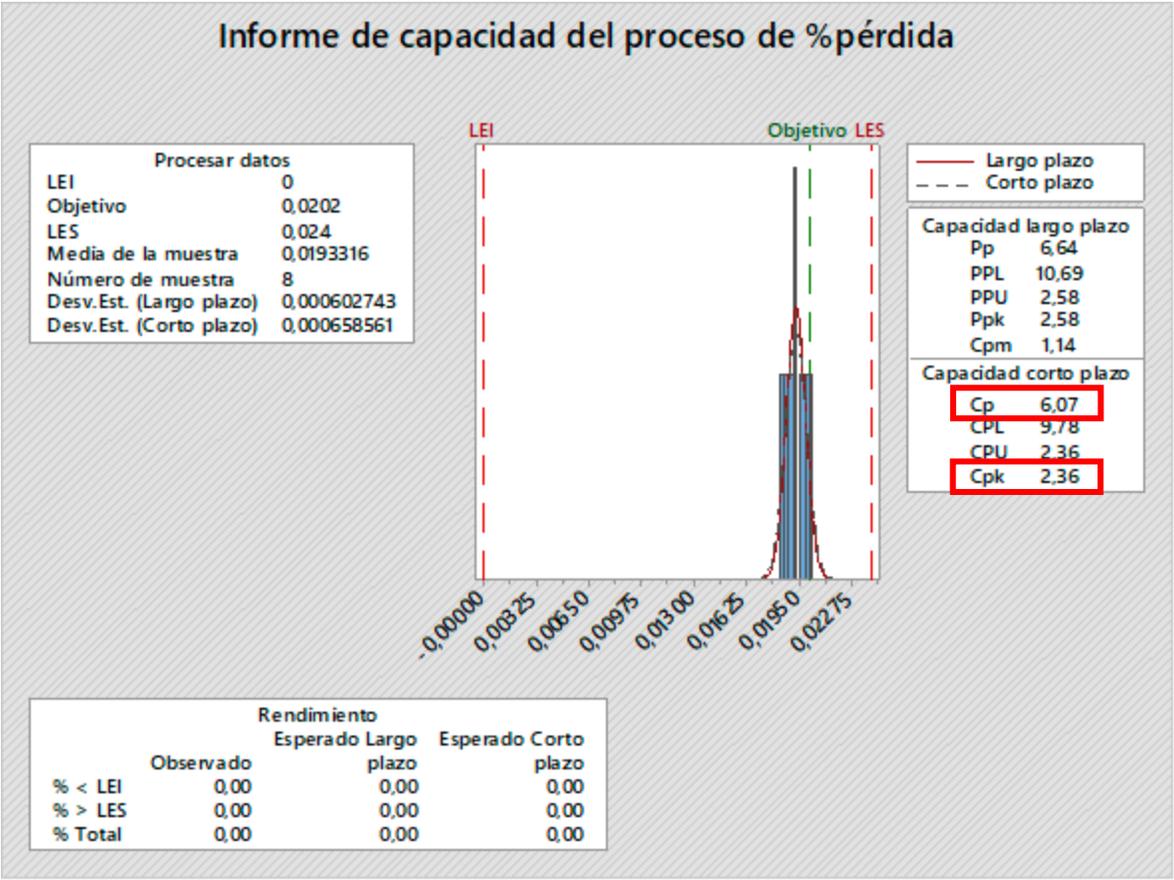


Figura 6.4.7 Análisis de capacidad de proceso de pérdidas de las 8 semanas después de la implementación

En la figura 6.4.7 se muestra el análisis de capacidad del proceso aislado de las ocho semanas donde se controló el proceso tras la implementación de las mejoras. Se puede apreciar que el proceso obtuvo un Cp de 6,07, esto se debe a que la población muestral es muy baja, pero se aprecia que el proceso se volvió estable y poco variable en comparación a la capacidad del proceso que se había obtenido en el 2017. También, se puede apreciar que el Cpk es de 2,36 por lo que promedio se encuentra dentro de los límites superior e inferior. El Cpk no es igual al Cp debido a que el promedio muestral no se

encuentra en el centro de los límites, se muestra que el promedio se acerca más al límite superior.

Dado los datos arrojados por el análisis se puede decir que el proceso ahora es capaz de cumplir con las especificaciones de pérdida y que puede seguir mejorando. Por estos datos demuestra que con la aplicación DMAIC se pudo disminuir las pérdidas con creces en el sector de Fabricación Chocolates por lo que se recomienda utilizar esta metodología proyectos de mejora en fábricas productivas de alimentos.

Además, se crearon planillas de control para las mejoras en la línea, se creó un grupo informativo, que consta un encargado por turno, para mostrar los avances y resultados del proyecto a los otros trabajadores para mantenerlos informados y conscientes de las pérdidas que existían. También se empezó a crear un sistema de capacitación virtual para mantener capacitados a todos los trabajadores y disminuir la diferencia entre ellos. Todo lo anterior con el fin de hacer sostenible la mejora a través del tiempo y lograr tener el proceso bajo control.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES

- Se recopilaron los antecedentes del proceso y se identificaron las áreas con oportunidad de mejora de fabricación de chocolates.
- Se recolectaron datos iniciales de cada área de fabricación de chocolates durante 11 días, donde se obtuvo que existe una diferencia en la forma de trabajar entre turnos. Se realizó un enfoque mediante la diferenciación de las pérdidas por tipo de días, dando así que el sector de refinadores en día de limpieza presenta la mayor pérdida (30%), le sigue el sector de estanques y almacenamiento (25%) y por último el sector de conchas en días productivos (15%).
- Luego de realizar la lluvia de ideas, se obtuvo que las pérdidas se producían por falta de condiciones básicas.
- Se registró inicialmente un Cp de 0,52 y Cpk - 0,41, éstos aumentaron a 6,07 y 2,36 luego de implementar las mejoras potenciales identificadas.
- Se alcanzó el objetivo de una disminución de pérdidas en demasías con el uso de la metodología DMAIC, disminuyendo un 66,8% de las pérdidas de la línea Fabricación Chocolate. Así confirmando la hipótesis en relación con los objetivos propuestos.
- Se recomienda utilizar la Metodología DMAIC en proyectos de Mejora Continua en otras áreas de la Planta de Chocolates u otras plantas productivas.

CAPITULO 8: BIBLIOGRAFÍA

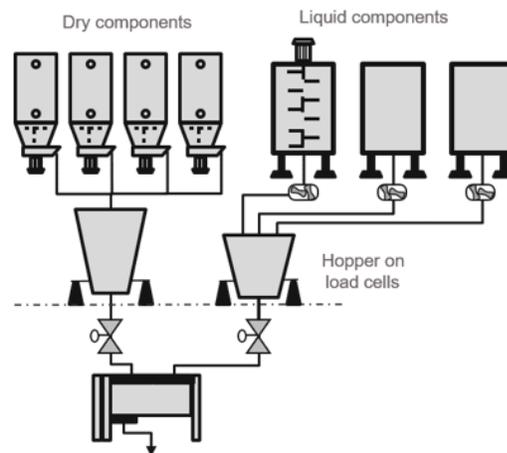
1. Beckett, S.T. Fabricación y utilización industrial del chocolate. Ed. Acribia. Zaragoza - España. 1994.
2. Beckett, S.T. La Ciencia del Chocolate. Ed. Acribia. Zaragoza - España. 2002.
3. Carroll. SIX SIGMA for Powerful Improvement A Green Belt DMAIC Training System with Software Tools and a 25-Lesson Course. CRC Press Taylor & Francis Group 6000.Broken Sound Parkway NW, Suite 300. 2013.
4. Chiarini, A. (2012). From Total Quality Control to Lean Six Sigma: Evolution of the Most Important Management Systems for the Excellence. Milano: Springer.
5. Engeseth, N & Ac Pangan, M. Current context on Chocolate Flavor Development- A Review. Department of Food Science & Human Nutrition, University of Illinois, 905 S. Goodwin Ave., Urbana, IL 61801, USA. [En línea] <<https://www-sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S221479931730231X#!>> [Visita: agosto 2018]
6. Imai, M. Kaizen “La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa”. Décima tercera impresión editorial Continental, México. 2001.
7. John, A., Meran, R., Roenpage, O., Staudter, C., & Lunau, S. (2008). Six Sigma Lean Toolset.
8. Kato, I. & Smailley, A. Toyoka Kaizen Method - Six Steps to improvement. Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. 2010.
9. Krüger, C. Beckett’s Industrial Chocolate Manufacture and Use - Chapter 4 Sugar and Bulk sweeteners. Fifth Edition. Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Inc., 2017.
10. Levine, D.M. “Six Sigma for Green Belts and Champions: Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certification”. Pearson Education (Us); Edición: 7th ed (16 de julio de 2004)
11. Minifie, B. Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology Third Edition. Springer Science & Business Media, 1999 [En línea] <https://books.google.cl/books?id=qdjh_W4uYS0C&lpq=PA119&ots=Y6DDXBA1iB&dq=lecithin%20chocolate%20science&hl=es&pg=PA119#v=onepage&q=lecithin%20chocolate%20science&f=false> [Visita: diciembre 2018]
12. Ministerio de Salud. Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA). 2015
13. NESTLÉ. Nestlé Global Learning Management System “Fundamental of Confectionery Manufacturing”. [En línea]

<https://nlms.csod.com/LMS/catalog/Welcome.aspx?tab_page_id=-67&tab_id=-1>

[Visita: mayo 2018]

14. Polhemus, N. Process Capability Analysis: Estimating Quality. Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. 2018.
15. Shankar. Process Improvement Using Six Sigma A DMAIC Guide. American Society for Quality, Quality Press, Milwaukee 53203. 2009.
16. van Aartsengel & Kurtoglu. A Guide to Continuous Improvement Transformation: Concepts, Processes, Implementation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2010.
17. Walton M. The Deming Management Method. PERIGEE BOOKS; Edit: Underlining/Highlighting. 1988.

Anexo 3: Método 2 de Dosificación



Fuente: Nestlé Global Learning Management System "Fundamental of Confectionery Manufacturing", 2018

Anexo 4: Mezclador



Fuente: Nestlé, 2018

Anexo 5: Pre-Refinador



Fuente: Nestlé, 2018

Anexo 6: Refinador



Fuente: Nestlé, 2018

Anexo 7: Concha



Fuente: Nestlé, 2018

Anexo 8: Preceptos de Toyoda

Toyoda Precepts

1. Be contributive to the development and welfare of the country by working together, regardless of position, in faithfully fulfilling your duties.
2. Be at the vanguard of the times through endless creativity, inquisitiveness, and a pursuit of improvement.
3. Be practical and avoid frivolity.
4. Be kind and generous; strive to create a warm, homelike atmosphere.
5. Be reverent, and show gratitude for things great and small in thought and deed.

Fuente: Kato, I & Smalley, A. 2010

Anexo 9: Sombrilla de Kaizen



Fuente: Adaptado de Imai, M. 2001.

Anexo 10: Matriz de la Herramienta 5W+1H

	IS
What / which	➤ xx
Where	➤ xx
When	➤ xx
Who	➤ xx
How much How many	➤ xx

FI: Green Belt Storyboard

Fuente: Nestlé, 2018

Anexo 11: Mapa de Fabricación Chocolates



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Ejemplo de Plantilla de recolección de datos

Fecha:		Lideres de Turno		
Puntos De Perdidas		Turno A	Turno B	Turno C
Nombre:				
Línea	Puntos	Kg		
Mezclado		Turno A	Turno B	Turno C
Fabricación Chocolates	Barrido 3er piso			
Fabricación Chocolates	Barrido Polvos Alimentación Mezclador			
Fabricación Chocolates	Mantecas Alimentación Mezclador			
Fabricación Chocolates	Revisión Parrilla Imantada			
Fabricación Chocolates	Colocar pallet en montacarga			
Fabricación Chocolates	Por bombas			
Fabricación Chocolates	Por incidentes(Derrames)			
Fabricación Chocolates	Puerta Prerefinador(costados)			
Fabricación Chocolates	Derrame de manteca en 4to piso			
Total Mezclado				
Oberservaciones (Señalar de forma especifica si hay perdidas en un lugar no señalado, en el siguiente recuadro →)				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13:

Lluvia de ideas o brainstorming

	LLUVIA DE IDEAS
POSIBLES CAUSAS	Dosificación de MP
	Ficha técnica (Estándares)
	Transporte manual
	Rotura Piping
	Refinador
	Conchas
	Mezclador
	Invierno
	Verano
	GAP competencias
	Liderazgo
	Organización
	Tipo de turno
	N° de Personas
	Composición de Turnos
	Governance
Estandares	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14: Instructivo operacional Refinadores N°1 al 5

	INSTRUCCIÓN OPERACIONAL Refinadores N°1, 2, 3, 4 y 5	CÓDIGO M.A.	PÁGINA 1/31
---	---	------------------------------	------------------------------

1. OBJETIVO

- 1.1. Uniformar y estandarizar el proceso de operación de equipos refinadores.
- 1.2. Asegurar la correcta operación de los equipos refinadores.

2. RESPONSABLES

2.1. Operador de Refinadores N° 1, 2, 3, 4 y 5.

Deben planificar y coordinar la actividad de operación, limpiezas y set up de los refinadores N° 1, 2, 3, 4 y 5.

3. APLICACIÓN

- 3.1. Fabricación Chocolates.

4. REFERENCIAS

- 4.1. Sistema de Gerenciamiento de Calidad Nestlé NQMS.
- 4.2. Buenas Prácticas de Fabricación BPF.

5. DEFINICIÓN

5.1. Sistema de Gerenciamiento de Calidad Nestlé (NQMS).

El NQMS, cubre los aspectos de seguridad alimentaria (Food Safety) y conformidad con las regulaciones y etiquetado (Regulatory Compliance), así como los otros sistemas necesarios para asegurar la conformidad de la calidad y su aseguramiento a través de toda la cadena de valor. Los principios claves de NQMS cubren todas las actividades de la compañía que conciernen a nuestros consumidores y clientes, desde el desarrollo del producto hasta su consumo.

5.2. Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).

El BPF es un conjunto de reglas, procedimientos y prácticas reconocidas, que juntas conforman un código que afirma lo que es aceptable e inaceptable en una industria alimentaria. Es una forma en que Nestlé se asegura de la inocuidad de sus alimentos, y de la calidad de éstos, a través de actividades controladas que eviten pérdidas y contaminación.

5.3. HACCP

El "Hazard analysis and critical control points" es un análisis de los riesgos que pueden existir en un determinado proceso de producción, cuyo objetivo principalmente es identificar y controlar estos riesgos. Es un análisis sistemático preventivo que se utiliza a nivel internacional para garantizar la seguridad alimenticia. Como resultado de los estudios HACCP se obtienen:

- PPRO: Pre requisito operacional
- PC: Punto de control
- PCC: Punto crítico de control

5.4. Trazabilidad

Es el sistema implementado por Nestlé para poder tener un método de seguimiento de los productos por el cual se puede reconstituir todo el proceso de fabricación.

Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha Revisión	Jefe Planta Chocolate	Depto. Quality Assurance
Nicolás Hermosilla					

Fuente: Elaboración propia.

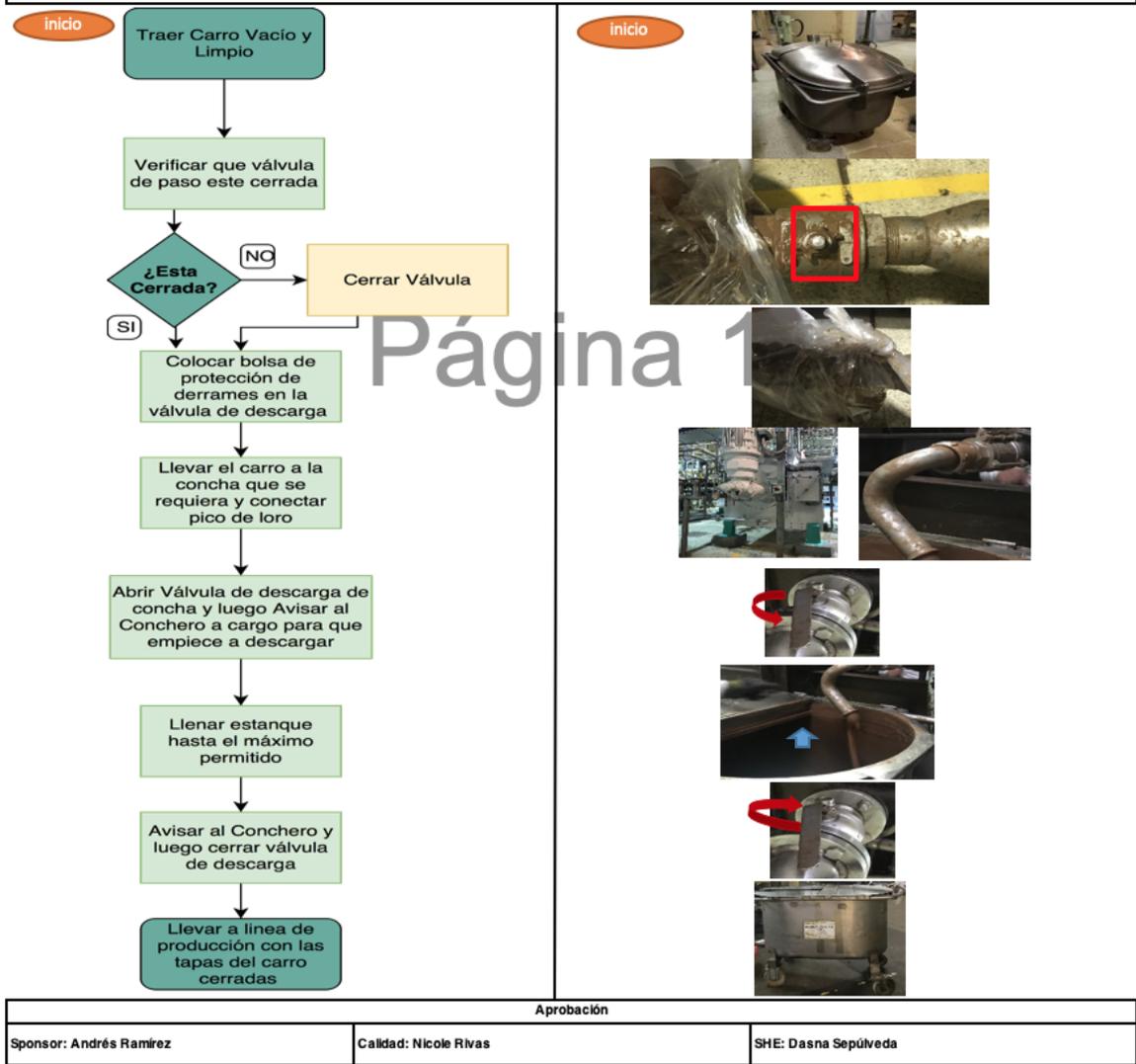
Anexo 15: Estándar de Procedimiento de trabajo: Utilización de carros transportadores.



Estándar
Procedimiento de Trabajo



Planta: Chocolates	N° Documento: 0077.CHOC.PT.035.SR.00	Líder 1: Jhordan Silva
Línea: Fabricación Chocolates - Cavemil 2 - Aasted 2 - Grajeados.	Fecha realización: 06-02-2018	Líder 2: Lenin Pardo
Área: Estanques de almacenamiento	Próxima revisión: 06-02-2020	Líder 3: Angelo Olivera
<p>Elementos de Protección Personal</p> 	<p>Medidas de Seguridad</p> <p>Asegurar que al momento del retiro de producto en los contenedores específicos, no se llenen a su máxima capacidad para evitar derrames de producto al piso.</p>	
<p>Descripción de estándar: Transferencia manual de masas de chocolates desde fabricación hacia líneas de proceso</p>		



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Instructivo operacional Conchas de Fabricación Chocolate

	INSTRUCTIVO OPERACIONAL CONCHAS- FABRICACIÓN	Código	Página 1/ 25
---	---	--------	-----------------

1. OBJETIVO.

- 1.1. Uniformar y estandarizar el proceso de operación de Conchas
- 1.2. Asegurar la correcta operación de las Conchas.

2. RESPONSABLES.

- 2.1. **Operador Especializado de Conchas.**
- 2.2. **Operador de Conchas**
Encargados de la correcta operación de las conchas y de la correcta utilización de los implementos relacionados con esta operación, y también en caso de limpieza.

3. APLICACIÓN.

- 3.1 Primer piso, sector Conchas, Fabricación Chocolates – Planta Chocolates

4. REFERENCIAS.

- 4.1. Sistema de Gerenciamiento de Calidad Nestlé (NQMS).
- 4.2. Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).
- 4.3. HACCP
- 4.4. Trazabilidad.

5. DEFINICIÓN.

- 5.1. **Sistema de Gerenciamiento de Calidad Nestlé (NQMS).**
El NQMS, cubre los aspectos de seguridad alimentaria (Food Safety) y conformidad con las regulaciones y etiquetado (Regulatory Compliance), así como los otros sistemas necesarios para asegurar la conformidad de la calidad y su aseguramiento a través de toda la cadena de valor. Los principios claves de NQMS cubren todas las actividades de la compañía que conciernen a nuestros consumidores y clientes, desde el desarrollo del producto hasta su consumo.
- 5.2. **Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).**
El BPF es un conjunto de reglas, procedimientos y prácticas reconocidas, que juntas conforman un código que afirma lo que es aceptable e inaceptable en una industria alimentaria. Es una forma en que Nestlé se asegura de la inocuidad de sus alimentos, y de la calidad de éstos, a través de actividades controladas que eviten pérdidas y contaminación.
- 5.3. **HACCP**
El “Hazard analysis and critical control points” es un análisis de los riesgos que pueden existir en un determinado proceso de producción, cuyo objetivo principalmente es identificar y controlar estos riesgos. Es un análisis sistemático preventivo que se utiliza a nivel internacional para garantizar la seguridad alimenticia. Como resultado de los estudios HACCP se obtienen:
 - PPRO: Pre requisito operacional
 - PC: Punto de control
 - PCC: Punto crítico de control
- 5.4. **Trazabilidad**
Es el sistema implementado por Nestlé para poder tener un método de seguimiento de los productos por el cual se puede reconstituir todo el proceso de fabricación.

Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha Revisión	Jefe Planta Chocolate	Depto. Quality Assurance
Nicolás Hermosilla					



Fabricación de Chocolates – Planta Maipú, Chile.

Fuente: Elaboración propia.