



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas
Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química
Nestlé Chile S.A Fábrica Maipú

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC (DEFINIR, MEDIR,
ANALIZAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PAROS EN
LÍNEA DE MOLDEO DE TABLETAS DE CHOCOLATE”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA EN ALIMENTOS

STEFANY CATALINA PINEDA GUTIÉRREZ

Eduardo Castro Montero

Director

Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química

Luis Puente Díaz

Director

Profesor Patrocinante

Departamento de Ciencia de los
Alimentos y Tecnología Química

Marcela Hernández Jiménez

Director

Analista de Procesos
Fábrica Maipú Nestlé Chile S.A.

Santiago – Chile

2017

CIRCULACIÓN RESTRINGIDA

DEDICATORIA

*“A Dios y a mi familia por ser la guía
para alcanzar este importante logro”*

AGRADECIMIENTOS

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

A mi madre Elena y mi hermano Cristian por su incondicional apoyo, paciencia y comprensión.

A Gonzalo, por el amor y la paciencia.

A todos mis amigos, en especial a Alejandra, Francisca, Ana, Daniel, Catalina, por estar siempre.

A Luis Puente, Director y Profesor Patrocinante, por sus consejos y apoyo en el trabajo de memoria.

A Eduardo Castro, por ser desafiante durante mis últimos años de carrera profesional.

A Marcela Hernández, Analista de Procesos de Planta Chocolates, por la confianza depositada durante el desarrollo de este proyecto.

A Francisco Soto, Ingeniero de Procesos de Planta Chocolates, por su apoyo, consejos y disponibilidad en el desarrollo de este proyecto y mi práctica profesional.

A Cecilia, Jessica, Tamara y Leonardo, por hacer mis días más alegres.

A la empresa Nestlé Chile S.A Fábrica Maipú, por la oportunidad de desarrollar mi práctica profesional y este trabajo de memoria.

RESUMEN

El proyecto se desarrolló en una Planta de Chocolates ubicada en Santiago, en la cual se identificaron pérdidas monetarias por cerca de 4 mil millones en un período de tiempo comprendido en el último año móvil. De estas pérdidas, un 30% fueron provocados por Paros No Planeados en las líneas de producción.

Se utilizó la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar) para reducir las pérdidas debidos a Paros No Planeados en una línea de producto terminado. Para iniciar el proyecto, se conformó un equipo multidisciplinario conformado por un Líder, operadores de línea, analistas de procesos, aseguramiento de calidad y área técnica, con el fin de abarcar aspectos tanto de calidad y producción, como técnicos y de ingeniería.

Siguiendo las etapas de la metodología DMAIC se planteó un objetivo de reducción de un 40% de Paros No Planeados de acuerdo a los datos históricos extraídos de la base de datos de la compañía SAM por sus siglas en inglés (Stoppage Analysis Module), se realizaron mediciones en la línea para verificar la información, se realizó una lluvia de ideas y una priorización de problemas a atacar, se logró identificar las principales causas de los Paros No Planeados de la línea de moldeo de tabletas de chocolate, se planearon y ejecutaron mejoras en los equipos, estandarización de los procesos y capacitación del personal.

Con un total de 17 acciones correctivas, en base las 6 causas raíces detectadas en la línea de proceso y priorizadas en el Proyecto, logrando el objetivo de reducción de un 40% en los Paros No Planeados, tanto a nivel general como por Grupo de Paro.

Con el éxito del proyecto, se concluye que la utilización de sistemas de gestión como Seis Sigma mejora los procesos, pues implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización.

SUMMARY

“APPLICATION OF DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL) METHODOLOGY TO REDUCE BREACKDOWNS IN A CHOCOLATE LINE”

The project was developed in a Chocolates Plant located in Santiago. where were identified losses about 4 billion between 2015 and 2016. 30% of the causes were caused by unplanned stoppages in the production lines.

The DMAIC methodology (Define, measure, analyze, implement and control) was use to reduce Unplanned Stoppages losses in finished product line. To begin the project, a multidisciplinary team was formed by a Project Leader, line operators, process analysts, quality assurance and technical area formed a multidisciplinary team, in order to evaluate aspects of quality and production, as well as technical and engineering.

Following to the DMAIC stages, a target of 40% reduction of Unplanned Paros was proposed according to historical data extracted from the company's database (SAM). Measurements were taken from the line to verify the information and then a Brainstorming and prioritization of the main problems detected along the chocolate bar line to execute machine improvement, process standards and operator trainings.

As result of implementation of DMAIC methodology in the process line, 17 corrective actions were improved, based on six root causes detected, achieving a reduction of 40% in unplanned stoppages.

With the success of the project, it is possible to conclude that the use of management systems such as Six Sigma helps, can improve processes because it involves a change in the operator thinking. The strategy commits the highest levels of management and organization.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INDICE	VI
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	XI
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 2: ANTECEDENTES	2
2.1 ORIGEN DEL CHOCOLATE.....	2
2.2 EL CULTIVO DEL CACAO	2
2.3 LA MANUFACTURA DEL CACAO.....	5
2.3.1 DEFINICIÓN CHOCOLATE.....	5
2.3.2 HISTORIA INDUSTRIA CHOCOLATERA	6
2.3.3 FABRICACIÓN DE CHOCOLATE	7
2.4 SISTEMAS GESTIÓN INTEGRAL: SEIS SIGMA	9
2.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS	14
CAPÍTULO 4: OBJETIVOS	15
CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA.....	16
CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1 DEFINIR EL PROYECTO	18
6.1.1 ANTECEDENTES PLANTA CHOCOLATES	18
6.1.2 Descripción del Problema (5W + 1H).....	23
6.1.3 Análisis SIPOC	25
6.1.4 La voz del cliente (VOC)	26
6.1.5 Resumen del proyecto	28
6.2 MEDIR CUÁNTO ABARCA.....	29

6.2.1 Plan de Recolección de Datos	29
6.2.2 Planes de Acción	38
6.2.3 Recolección de Datos	39
6.2.4 5W+1H en problema enfocado	41
6.3 ANALIZAR CAUSAS RAÍCES Y POSIBLES SOLUCIONES	43
6.3.1 Identificación de Causa Raíz	43
6.3.2 Restauración de las Condiciones Básicas	44
6.3.3 Diagrama Causa-Efecto.....	45
6.3.4 Priorización de las Causas Posibles	46
6.3.5 Análisis de los 5 Por qué	48
6.4 IMPLEMENTAR MEJORAS	51
6.4.1 Plantear e implementar mejoras de acuerdo a herramienta 5W+2H	51
6.4.2 Gráfica de condición final.....	61
6.5 CONTROLAR MEJORAS	62
CAPITULO 7: CONCLUSIONES.....	63
CAPITULO 8: REFERENCIAS	64
CAPITULO 9: ANEXOS	67
ANEXO 1: Equipos utilizados en la Fábrica de Chocolates.	67
ANEXO 2: Diagrama equipo del proyecto.....	69
ANEXO 3: Cálculo de GAP.	70
ANEXO 4: Mapa de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate e identificación de equipos.	71
ANEXO 5: Identificación de Puntos Críticos para el Trabamiento de Moldes Línea de moldeo de tabletas de chocolate.....	72
ANEXO 6: Ejemplo Señalética Puntos Críticos Trabamiento de Moldes Línea de moldeo de tabletas de chocolate.	73
ANEXO 7: Puntos Críticos de Generación de Partículas Metálicas en Línea de moldeo de tabletas de chocolate.	74

ANEXO 8: Lluvia de Ideas Proyecto DMAIC Línea de moldeo de tabletas de chocolate.....	75
ANEXO 9: Esquema Restauración Condiciones Básicas.	76
ANEXO 10: Planilla para la identificación de incidentes por trabamiento de moldes necesaria para tomar mediciones y realizar un posterior análisis sobre los incidentes.	77
ANEXO 11: Determinación Capacidad Depositadores Línea de Moldeo de Tablet de Chocolate.	78
ANEXO 12: Instructivo Operacional Limpieza Filtro Imán Línea de Moldeo Tablet de Chocolate.	79
ANEXO 13: Nueva configuración de máquinas en SAM.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Árbol de Cacao y Semillas	3
Figura 2.2. Diagrama de Transformación del Cacao	6
Figura 2.3. Esquema General del Proceso de Fabricación de Chocolate	7
Figura 6.1. Gráfico Paros Planta Chocolates	18
Figura 6.2. Gráfico Paros No Planeados por Línea	19
Figura 6.3. Gráfico Paros No Planeados Línea de Moldeo	19
Figura 6.4. Gráfico Grupo de Paros No Planeados Línea de Moldeo	20
Figura 6.5. Gráfico Fallas Paros No Planeados Línea de Moldeo	21
Figura 6.6. Serie de Tiempo Paros No Planeados Línea de Moldeo	22
Figura 6.7. Descripción del Problema	24
Figura 6.8. Diagrama SIPOC	25
Figura 6.9. SIPOC Línea de Moldeo	26
Figura 6.10. Esquema VOC a CTQ Línea de Moldeo	27
Figura 6.11. Diagrama Proceso Línea de Moldeo	29
Figura 6.12. Apertura Comentarios Incidentes de Calidad	31
Figura 6.13. Apertura Comentarios Aseo Intermedio No Planeado	33
Figura 6.14. Apertura Comentarios Falta Mano de Obra	34
Figura 6.15. Apertura Comentarios Falta de Suministro	35
Figura 6.16. Apertura Comentarios Ajuste Realizado por Técnico	36
Figura 6.17. Apertura Comentarios Ajuste Realizado por Operador	37
Figura 6.18. Línea de Tiempo Trabamiento de Moldes	40
Figura 6.19. Descripción Incidentes de Calidad	42
Figura 6.20. Descripción Aseo Intermedio No Planeado	42
Figura 6.21. Descripción Ajuste Realizado por Técnico	43

Figura 6.22. Diagrama Causa - Efecto	46
Figura 6.23. Esquema Priorización Causas Posibles	47
Figura 6.24. Gráfico Frecuencia Trabamiento de Moldes	51
Figura 6.25. Comparación PorcentajesParos Línea de Moldeo	61
Figura 6.26. Paros No Planeados por Grupo	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 6.1. Esquema 5W+1H	23
Tabla 6.2. Carta del Proyecto	28
Tabla 6.3. Cuadro Causas Potenciales	47
Tabla 6.4. Esquema 5 Por qué.....	49
Tabla 6.5. 5W+2H Trabamiento de Moldes.....	53
Tabla 6.6. 5W+2H Limpieza Filtro Imán	55
Tabla 6.7. 5W+2H Máquinas Envasadoras	56
Tabla 6.8. 5W+2H Ajuste Realizado por Operador	58
Tabla 6.9. 5W+2H Incidentes por Goma y Paño	59
Tabla 6.10. 5W+2H Falta Mano de Obra.....	60

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

El chocolate es un producto que se obtiene mezclando pasta y manteca de cacao con azúcar. A esta combinación se le pueden añadir otros ingredientes como leche o frutos secos (nueces, almendras, etc.). Según la cantidad de cada uno de ellos se obtendrán diferentes clases de chocolate (Costaguta, 2008).

Priman en el procesamiento del cacao dos criterios: sabor y textura. El primero se refiere a la importancia de obtener un chocolate que no posea un sabor extremadamente amargo y a lograr un aroma que sea del gusto del consumidor; la textura se refiere al hecho que el chocolate debe ser sólido entre los 20 y 25 grados centígrados y debe fundirse rápidamente en la boca a 37 grados centígrados (Martínez, 2006).

La industria de producción de chocolates y preparados de cacao presenta una diversificada oferta de productos entre los que se encuentran bienes para consumo intermedio para su transformación y bienes de consumo final. Dentro de los productos se encuentran el chocolate de mesa, cobertura de chocolate, chocolate en polvo, manteca de cacao, productos en polvo con sabor a chocolate, chocolate granulado y confites de chocolate, entre otros (Martínez, 2006).

Seis Sigma es una herramienta utilizada para evaluar y mejorar la capacidad de los procesos, consiguiendo reducir o eliminar las fallas en la entrega de un producto o servicio; dentro de esta herramienta existe la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual permite a la organización obtener importantes beneficios aplicándola en la solución de problemas, de esta forma eliminará los que sean recurrentes, ya que el problema será claramente definido y es muy probable que se identifique la causa raíz (Tobar y Mota, 2007).

La metodología DMAIC puede ser utilizada para resolver problemas sencillos de una pieza de una máquina o equipos y áreas completas de alta complejidad, involucrando toda la cadena de abastecimiento. El presente trabajo tiene por objetivo aplicar la metodología DMAIC para reducir las detenciones no planificadas de una línea de producción de Tabletas de Chocolates en una Fábrica de Confites.

CAPITULO 2: ANTECEDENTES

2.1 ORIGEN DEL CHOCOLATE

Los europeos vieron el cacao por primera vez en 1502. Este formaba parte de un cargamento a bordo de una canoa indígena que Colón encontró por casualidad en la Isla de Guanaja, cerca de la costa de Honduras, en su cuarto viaje al Nuevo Mundo. Casi veinte años después, los conquistadores españoles de México se asombraron de las grandes cantidades de cacao que encontraron en los almacenes de Montezuma y de la popularidad que tenía en su corte la bebida que se hacía de él. En sus cartas a España establecieron tan firmemente la conexión entre el cacao y los aztecas, que aún hoy, muchos creen que los aztecas eran cultivadores de cacao (Enríquez, 1985).

Los mayas, por otra parte, eran una raza de tierra baja que ocupaba los bosques húmedos al margen del imperio de los aztecas. Los mayas fueron los verdaderos cultivadores de cacao en los tiempos de Colón; perfeccionaron su cultivo, aprendieron a curar y conservar las semillas y a hacer una bebida de esta semilla. Ricos y pobres consumían la bebida regularmente en su dieta y traficaban el producto con los aztecas, quienes llegaron a apreciar sus singulares cualidades (Enríquez, 1985).

Las palabras cacao y chocolate derivan del idioma azteca, así: cacao de “cacahuatl” y chocolate de “xocoatl”, cuyo significado es “agua espumosa”. Las palabras aztecas, a su vez, tienen una historia compleja de derivación del maya (Enríquez, 1985).

2.2 EL CULTIVO DEL CACAO

El cacao es una planta tropical que pertenece al género *Theobroma* de la familia de las Esterculiáceas, que comprende unas 20 especies; de éstas, *Theobroma Cacao* es una de las más conocidas por su importancia económica y social, ésta comprende tres complejos genéticos: los criollos, los forasteros amazónicos y trinitarios (Hardy, 1961).

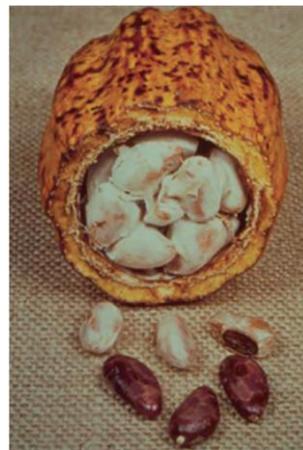
El árbol de cacao alcanza una altura de 6 a 8 metros, con algunas excepciones que pueden alcanzar alturas hasta los 12 metros. Sin embargo, la altura del árbol depende en parte de los factores ambientales de crecimiento. El hábitat natural del cacao son los estratos inferiores del bosque tropical húmedo (Hardy, 1961).

Botánicamente el fruto del cacao es una drupa, pero comúnmente se le llama mazorca. Su tamaño y forma varía considerablemente. Algunas mazorcas tienen hasta 32 cm de largo mientras que otras sólo miden 10 cm. La forma varía desde ovalada hasta esférica. Algunas mazorcas tienen puntas prominentes y otras son chatas. Unas tienen bases anchas y otras estrechas. Cuando jóvenes las mazorcas son rojas o verdes. Las mazorcas inicialmente verdes se tornan amarillas y luego anaranjado-rojizas cuando maduran; las mazorcas inicialmente rojas, al madurar simplemente oscurecen su color. La superficie de la mazorca puede ser lisa o tener de 5 a 10 surcos. La mazorca madura de 5 a 6 meses después de la fertilización de la flor. La semilla o almendra de cacao está cubierta de una pulpa ácida azucarada. En una mazorca hay de 20 a 50 almendras, cuyo tamaño y forma varían de acuerdo con el tipo de cacao (Hardy, 1961).

En la Figura 2.1 se pueden apreciar diferentes aspectos del cacao:



(A) Árbol de Cacao



(B) Mazorca de Cacao con sus semillas.

Figura 2.1: Árbol de cacao y semillas.

Fuente: Beckett, 2008.

Los métodos de manufactura difieren en detalle de planta a planta, pero se identifica un patrón de comportamiento. Para el proceso industrial se requiere del grano o mazorca sometido a un proceso de beneficio, que incluye las etapas de desgrane, fermentación y secado. El beneficio del cacao es la etapa más importante del proceso de producción del chocolate, en la medida en que la presentación y la calidad de la almendra dependen de este proceso. Un cacao con buena presentación y calidad tiene un alto precio en el mercado (Martínez, 2006).

A continuación, se profundizará en la etapa del beneficio del cacao:

Se entiende por beneficio o cura del cacao el proceso por el cual las semillas, después de ser extraídas del fruto, son colocadas en depósitos especiales y en condiciones apropiadas para que las transformaciones físicas y químicas mejoren su calidad, se facilite el secado y su conservación, y se logre una mejor presentación del producto comercial (Enríquez, 1985).

Las almendras de cacao recién extraídas de las mazorcas y que se dejan por varios días almacenadas, comienzan a liberar una considerable cantidad de líquido (exudaciones) y desprenden mucho calor. Al mismo tiempo, las células de la pulpa se desintegran rápidamente y las almendras se vuelven menos viscosas y más fáciles de manejar. Pueden entonces secarse fácilmente al almacenarse antes de su embarque, con menos posibilidades de daño a causa de mohos o de insectos. Los líquidos exudados al principio contienen alcohol, pero luego éste sufre un proceso de oxidación y es reemplazado por ácido acético. Durante la etapa de fermentación alcohólica se produce anhídrido carbónico, atrayendo grandes cantidades de moscas de las frutas a los montones, las cuales infectan las almendras con bacterias acéticas y con otros microorganismos que producen cambios químicos y el proceso de oxidación (Enríquez, 1985).

Los componentes de los cotiledones de las almendras sufren profundos cambios durante la oxidación. Estos cambios están acompañados por pérdidas de astringencia y por la difusión del pigmento púrpura hacia el exterior de las células. Posteriormente, la coloración púrpura gradualmente se torna parda, particularmente después de secarse las almendras. El cambio más importante de todos, sin

embargo, es el que produce el precursor del sabor a chocolate, el que se manifiesta especialmente cuando las almendras secas son tostadas. Este cambio esencial no ocurre a menos que se cuente con ciertas condiciones y solamente en los últimos años se ha determinado con precisión cuáles son y por medio de ensayos en varios países se han desarrollado ciertos procedimientos generales para el beneficio de las almendras de cacao (Enríquez, 1985).

Objetivos del beneficio:

1. Descomposición y remoción del mucílago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado y la conservación o almacenamiento.
2. Elevar la temperatura que mata el embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
3. Mejorar el sabor y aroma de las almendras.
4. Facilitar la separación final del cotiledón y la cutícula que los recubren.
5. Dar una buena apariencia para el mercado (Enríquez, 1985).

2.3 LA MANUFACTURA DEL CACAO

2.3.1 DEFINICIÓN CHOCOLATE

Chocolate es 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. (RSA, 2015).

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. Deberá contener como mínimo un 4% de sólidos no grasos de cacao y su humedad no deberá ser superior al 3%.

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" (RSA, 2015).

2.3.2 HISTORIA INDUSTRIA CHOCOLATERA

El proceso de industrialización del cacao se remonta a principios del siglo XIX, cuando el holandés Coeraad Johannes van Houten inventó el proceso de prensado del cacao, así como la alcalinización para neutralizar los ácidos (que degradan el sabor), y para mejorar el color del polvo y su disolución en el agua (Lastra, 2004).

En la industria chocolatera se distinguen dos procesos: la transformación del cacao y la fabricación de chocolate. La transformación del cacao significa básicamente convertir el grano de cacao en licor, manteca y torta (Figura 2.2). La fabricación de chocolate incluye la mezcla y refinado del licor de cacao, la manteca de cacao y otros ingredientes tales como la leche y el azúcar (Figura 2.3) (Lastra, 2004).

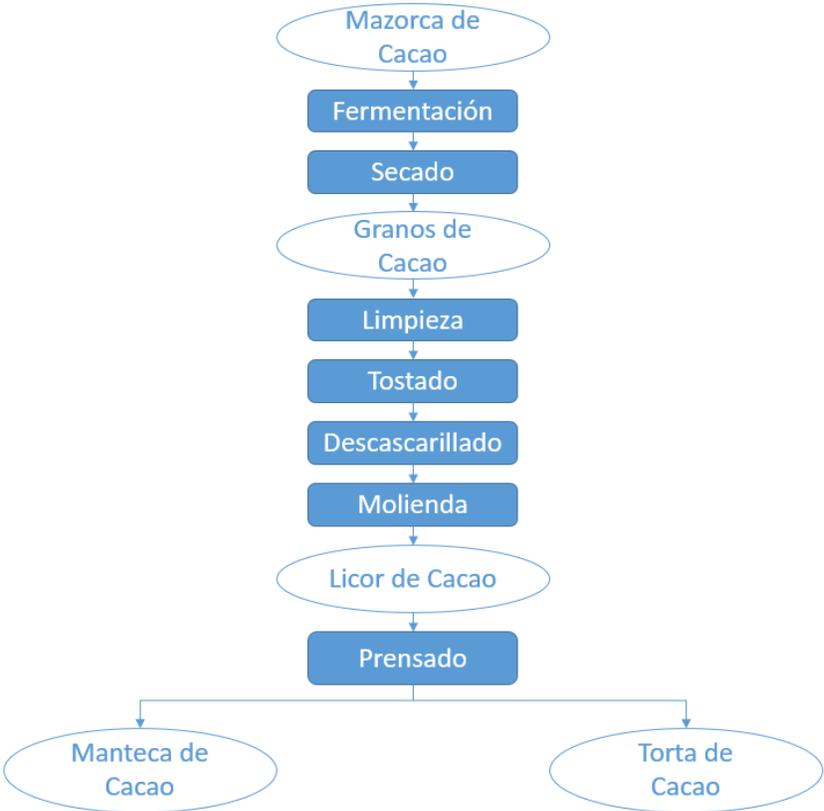


Figura 2.2: Diagrama de transformación del cacao

2.3.3 FABRICACIÓN DE CHOCOLATE

La etapa de fabricación de chocolate como se puede ver en la Figura 2.3 incluye la recepción de materias primas, mezclado, pre refinado, refinado, conchado y almacenamiento en estanques antes del moldeo (Beckett, 1994).

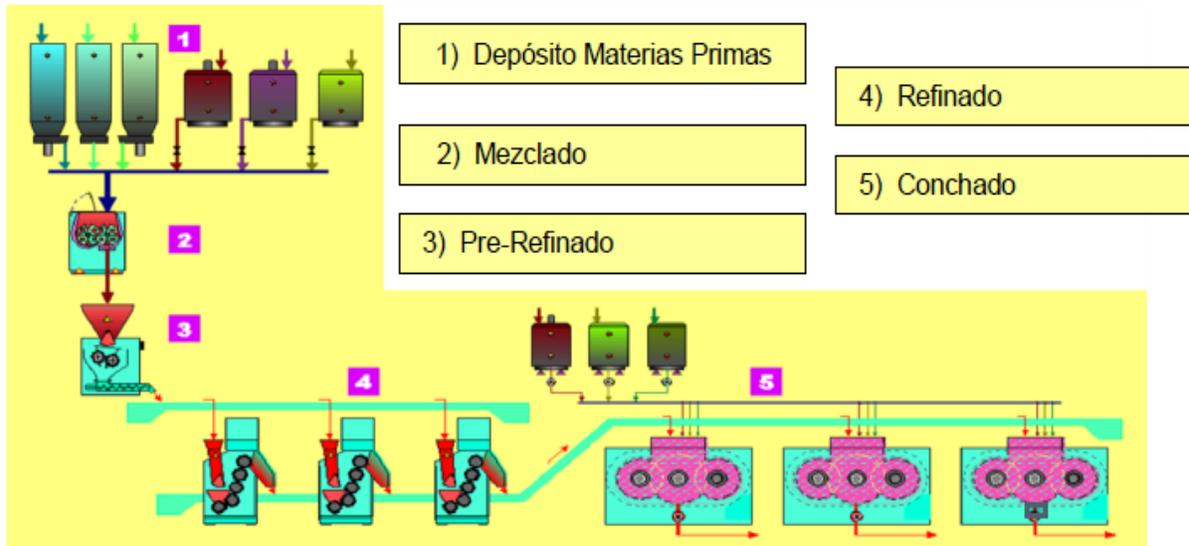


Figura 2.3: Esquema general del proceso de Fabricación de Chocolates.

Fuente: Making Technology Support 2009.

En el Anexo 1 se pueden observar las fotografías de los equipos utilizados en la Fábrica de Confites.

A continuación, se explica en detalle cada una de las etapas:

- 1) Recepción y dosificación de materias primas:** Esta etapa consiste en la recepción de las materias primas desde la bodega principal, carga de las materias primas en polvo en las tolvas del circuito fluidizado y posterior traslado de las mismas hacia los silos de almacenamiento (Azúcar, cacao, leche). En el caso de las mantecas y Licores de Cacao, éstos son fundidos en las licuadoras, para finalmente ser transportados hacia los estanques de almacenamiento ubicados en el área del mezclador.
- 2) Mezclado de materias primas:** La elaboración del chocolate empieza con la adición de las materias primas. Las materias primas entran al mezclador para lograr una buena homogenización, el tiempo de estadía

es de aproximadamente 5 minutos a una temperatura entre 45 a 50°C dependiendo del tipo del chocolate a fabricar (Pérez, 2006).

- 3) Pre refinado y Refinado:** Consiste en moler la pasta de cacao para que se componga de partículas más finas (Martínez, 2006).

La mezcla de ingredientes pasa por el pre-refinador que posee 2 rodillos, esta etapa tiene como objetivo principalmente reducir el tamaño de partículas del azúcar dejándola entre 100-180 μm . Además, elimina cualquier aglomerado, moliendo las partículas mayores y suministra una masa consistente con una textura adecuada para el correcto funcionamiento de la refinadora (Skillicorn, 2009).

Posteriormente, la masa pasa por la refinadora, la cual posee 5 rodillos y tiene como objetivo principal reducir el tamaño de partícula a $<30 \mu\text{m}$ para evitar la percepción de cristales por parte del consumidor (Skillicorn, 2009).

- 4) Conchado y Almacenamiento:** El conchado desarrolla el sabor deseado del chocolate a través de una máquina llamada concha que busca dispersar, desecar y eliminar sustancias volátiles y homogenizar, con el fin de mejorar la viscosidad y la textura para producir un chocolate con buenas características de fusión. Adicionalmente, modifica la masa de un polvo (proveniente de la refinadora) a un líquido (chocolate), rompiendo los aglomerados que llegan de la refinadora y recubriendo todas las partículas con grasa (Martínez, 2006).

Después de un determinado tiempo de conchado (dependiendo si se hará una masa de chocolate, una cobertura o un sucedáneo), el chocolate es enviado a estanques de almacenamiento que poseen una agitación constante a una temperatura de 45 a 50°C. Luego, son enviados a los estanques pulmones de las diferentes líneas de moldeo (Skillicorn, 2009). En esta etapa termina la fase de fabricación y empieza la fase de producción de la tableta de chocolate o el producto terminado.

- 5) Temperado:** El propósito de temperar o templar el chocolate es recristalizar la manteca del cacao buscando una dureza final adecuada para el chocolate y mejorar el aspecto visual y la sensación en el paladar. El temperado consiste en someter la cobertura a distintos cambios de temperatura, lo que permite obtener la consistencia adecuada. Si no se toma precaución en este proceso, el producto moldeado desarrollará grandes cristales de grasa que le darán una consistencia granulosa (Martínez, 2006).
- 6) Moldeado y Envasado:** Los moldes dan la forma al chocolate y una vez enfriados, se dan vuelta para liberar el producto que pasa a ser envuelto y puesto en su embalaje de presentación (Martínez, 2006).

2.4 SISTEMAS GESTIÓN INTEGRAL: SEIS SIGMA

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). El nivel sigma es entonces una media de que tan buenos son los procesos (tasa de defectos por un millón de oportunidades) y la meta es alcanzar el nivel 6 En su nivel básico, Seis Sigma se asocia a intentar mejorar la efectividad y eficiencia de una organización, de manera conjunta (Membrado, 2004).

La aplicación de este sistema de gestión dentro de una empresa es la eliminación de los costos No-Calidad (desperdicio, reproceso, 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 sus

siglas en inglés que conforman los nombres de las etapas (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) (Serpell, 2013).

Pasos Metodología DMAIC:

1. DEFINIR

Esta etapa corresponde al proceso mediante el cual el equipo, obtiene respuesta a una serie de preguntas claves.

- ¿En qué consiste el proyecto?
- ¿Por qué es importante?
- ¿Quién es el cliente?
- ¿Cuáles son los requerimientos del cliente?
- ¿Cómo se hace el trabajo en la actualidad?

En general, en esta etapa el equipo profundiza en la naturaleza del problema. En primer lugar, se debe identificar quién es el cliente, tanto interno como externo, y deberá traducir sus necesidades y expectativas, lo que en lenguaje Seis Sigma se conoce como la “Voz del Cliente”, en requerimientos. También corresponde a esta etapa la comprensión y definición del proceso actual, que deberá ser modelizado mediante diagramas de flujo o mapas de proceso (Membrado, 2013).

En resumen, se detectan los problemas potenciales recurrentes en el área, considerando los datos históricos, los cuales son agrupados de acuerdo a su relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales). Por lo general, el 80% de los resultados totales (detenciones no programadas), se originan en el 20% de los elementos (Ortiz y Rodríguez, 2006).

2. MEDIR

En esta etapa se realiza la toma de datos para cuantificar el problema y poder identificar las causas raíz del mismo.

Los proyectos Seis Sigma buscan mejoras sustanciales en los resultados de negocio en línea con la estrategia de organización. Estos resultados de negocio, podrán salir de los procesos o resultados finales del cliente. Será absolutamente imprescindible establecer mediciones de los resultados finales si se quiere establecer el éxito del proyecto (Membrado, 2013).

3. ANALIZAR

En esta etapa el equipo dedica sus esfuerzos a identificar la causa raíz de los problemas. El equipo considerará los posibles efectos procedentes de todos los agentes que participan en el proceso. Por ejemplo, se puede considerar los efectos en cada una de las “cinco emes” del proceso: Métodos- Máquinas-Mano de Obra- Medio Ambiente.

Lo importante de esta etapa en la metodología Seis Sigma es que debe realizarse con un extraordinario rigor analítico. Para ello, el equipo utilizará las herramientas adecuadas a la naturaleza del problema y los datos disponibles. Seis Sigma utiliza una gran cantidad de las herramientas existentes, empleadas habitualmente en la mejora de procesos. Se utilizan tanto las herramientas estadísticas básicas (Diagramas Causa-Efecto y Pareto) como las herramientas estadísticas más avanzadas (ANOVA y Diseño de Experimentos), además de otras herramientas como el Control Estadístico de Procesos (Membrado, 2013).

4. IMPLEMENTAR

En esta etapa, el equipo identifica e implementa soluciones a los problemas encontrados que ataquen las causas raíces y que generen los resultados esperados (Membrado, 2013).

Al término de la implementación de todas las acciones, se debe realizar un análisis del antes y después por medio de una gráfica de control en el tiempo, que permite revisar cuanto disminuyó el problema inicial detectado, para esto se deben volver a registrar las mediciones de la etapa medir (Membrado, 2013).

5. CONTROLAR

Una vez las mejoras han sido implementadas y los resultados documentados, se debe seguir midiendo el rendimiento del proceso de forma continua, ajustando su funcionamiento cuando los datos le indiquen que es necesario o cuando cambien los requisitos del cliente (Membrado, 2004).

Además de DMAIC, existen otras metodologías derivadas de esta que son DMADOV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Optimizar y Verificar) y PDCA-SDCA (Planificar, Ejecutar, Verificar y Actuar) - (Estandarizar, Ejecutar, Verificar y Actuar) por sus siglas en inglés (Gómez et al, 2003).

2.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la Planta de Chocolates, existen 6 líneas que generan productos semielaborados y 8 líneas en las que se obtienen productos terminados, estas últimas son las que afectan los indicadores de Eficiencia de Proceso de la Fábrica, monitoreados permanentemente por la Compañía.

La Eficiencia de Proceso, es una medida porcentual del desempeño productivo de la planta, calculado en base a las horas efectivas de un proceso determinado contra las horas presupuestadas del mismo (velocidad nominal). Este indicador se ve afectado por los siguientes factores:

- Paros Planeados: Considera cambios de formato, aseo de la línea y preparación para la partida de la producción, es decir, son horas contabilizadas dentro de la programación anual de cada línea.
- Paros No Planeados: Considera averías técnicas, ajustes, errores operacionales y falta de suministros, es decir, son horas en que la línea se detiene y no puede producir, causando retraso e impidiendo que se cumplan las toneladas de producto programado, además de pérdida en horas hombre.
- Pérdida de Velocidad: Considera problemas técnicos o de proceso, que pueden afectar la conformidad del producto, por lo que, para restaurar las condiciones, se disminuye el ritmo de producción, pero no se detiene.

- Pérdida y Desperdicios: Considera materia semi-elaborada que es expulsada del proceso y que puede utilizarse nuevamente (Rework) o ser desechada si está contaminada.

Cada vez que se produce una detención en la línea, la cual altere el funcionamiento normal de esta, se ven castigados los indicadores de Rendimiento. Los Paros No Programados son un aspecto crítico en las pérdidas de la fábrica, pues representan cerca de un 30% de las pérdidas totales del último año móvil en la Fábrica de Confites e incluye a todas aquellas detenciones que provoquen que alguna etapa del proceso se deba detener, ya sea por avería de una máquina, errores operacionales de proceso por parte de los operadores, deficiencias en la programación productiva, etc.

Además, durante el último año móvil la línea involucrada en este proyecto ocupó el quinto lugar en las pérdidas de la Fábrica de Chocolates y forma parte de los 5 proyectos de disminución de Paros No Planeados propuestos para el año 2016 mediante la metodología DMIAC, que es la herramienta que utiliza la compañía para reducir este tipo de paros, por tratarse de problemas recurrentes y de gran magnitud.

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS

Es posible la reducción de Paros No Planeados en la línea de moldeo de tabletas de chocolate mediante el uso de la metodología DMAIC como alternativa de mejora de procesos actuales y a la reducción de pérdidas de la Fábrica de Chocolates.

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar la metodología DMAIC para reducir el total de paros no planeados en línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Objetivos específicos

- Identificar los principales contribuyentes a las pérdidas de rendimiento a lo largo de las líneas de proceso dentro de la Planta de chocolates.
- Generar una Base de datos sobre las detenciones de proceso, durante un año móvil para que la información obtenida sea reciente y los cálculos fidedignos. Analizar estos datos mediante la utilización de programas de análisis estadístico.
- Poner en práctica la metodología DMAIC, completando sus 5 pasos de acuerdo a lo requerido: Definición del problema, medición del alcance, analizar las causas, implementación de soluciones y controlar resultados.
- Identificar los grupos de paros que más afectan a la línea de moldeo de tabletas de chocolate.
- Encontrar la causa raíz los problemas con la participación de las distintas áreas involucradas en el proceso productivo de la línea (Técnicos, Calidad, Operadores, etc.), es decir, un grupo de trabajo multidisciplinario, y gestionar los planes de acción.
- Alinear la implementación de mejoras, dar seguimiento a los planes de acción y gestionar los recursos necesarios para el proyecto.
- Cuantificar la disponibilidad en horas de producción, debido a la reducción de los paros no planeados en la línea.

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA

El proyecto DMAIC “Reducción de Paros No Planeados en línea de moldeo de tabletas de chocolate” fue designado por el departamento de mejora específica de la Fabrica Maipú como parte de los proyectos de la Planta Chocolates para el año 2016. Como se mencionó anteriormente, en el último año móvil la línea de moldeo fue la quinta línea con mayores pérdidas por paros no planificados, representando un 10% de las pérdidas de la Fábrica de Chocolates.

La línea de moldeo tabletas de chocolate del proyecto está en funcionamiento en Chile desde hace 35 años, la cual hasta el año 2015 contaba con la fabricación de 8 productos terminados. Debido a la llegada de una nueva línea de producción a principios del 2016, la Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate cuenta actualmente sólo con 3 productos, que se consideraron para el análisis del proyecto.

Para la conformación del equipo se requirieron operadores que conocieran la línea y sus problemas, por lo que se consideró a los líderes de línea de los 3 turnos. Además, por los antecedentes de los incidentes de la línea, requirió de representantes del área de Calidad, Técnicos de Producción y Empaque, Productividad Industrial y Analistas de Procesos. El equipo es conformado por el Líder y debe estar enfocado en resultados, procurando que cada integrante se destaque por su motivación y proactividad. En el Anexo 2 se puede encontrar el organigrama del proyecto.

Comenzando con las etapas del DMAIC, la primera parte “Definir” se enfoca en hacer un levantamiento de los datos históricos del problema a atacar, en este caso los paros no planeados, de la base de datos de la empresa (SAM), con ello se analiza la información y se fija el objetivo del proyecto, su alcance y las oportunidades de mejora. La recopilación se realizó del último año móvil hasta la fecha de inicio del proyecto.

En la segunda etapa “Medir”, se hace una apertura más en detalle de los problemas que causan los paros no programados y además se recolecta información de la situación actual de la línea, para corroborar la información

obtenida desde la base de datos, es decir, para poder verificar si los problemas se han mantenido, disminuido o incrementado.

En la tercera etapa “Analizar”, con toda la información disponible se realizó un ordenamiento y priorización de los problemas detectados y se profundizó en encontrar la causa raíz de cada uno de ellos. Para lo anterior, se utilizaron distintas herramientas como la Lluvia de Ideas y el Diagrama de Ishikawa o espina de pescado, luego una clasificación en las 4M (Método, Material, Máquina y Mano de Obra) y finalmente a los “5 Por qué”.

En la etapa “Implementar” se plantearon mejoras para cada causa raíz detectada en la etapa anterior. Estas soluciones se llevaron a una matriz de prioridad impacto versus esfuerzo para ordenarlas según el tiempo en que pueden ser implementadas y el impacto que provocaría en la disminución de los paros no planeados. A cada acción se le asignó un responsable para desarrollar la tarea y una fecha de entrega de evidencia para poder realizar un seguimiento a las mejoras.

Finalmente, en la etapa “Controlar” se monitorean las mejoras y se revisan los resultados obtenidos reflejados en un KPI (indicador clave o medidor de desempeño por sus siglas en inglés), en este caso es el porcentaje de paros no planeados en horas que entrega la base de datos de la compañía (SAM). Al finalizar el proyecto se hizo una reunión de cierre con el equipo y una presentación ante el comité ejecutivo de la Planta de Confites donde se comunicaron los resultados obtenidos a través del proyecto, también los aprendizajes, recomendaciones y la posibilidad de replicarlo en otras líneas similares. El entregable del proyecto, además de los resultados de disminución de horas en paros no planeados, es una estandarización de los procesos y una capacitación del personal para realizar ciertas tareas rutinarias, lo que hace más fácil el día a día de los operadores y técnicos de la línea.

CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 DEFINIR EL PROYECTO

6.1.1 ANTECEDENTES PLANTA CHOCOLATES

Para poder entender la situación de las detenciones en la línea productiva, se recopiló información equivalente a un año móvil, desde el la base de datos oficial de la compañía (SAM).

Durante el último año, la Planta de Chocolates presentó “**Detenciones de producción**” por un total de **\$3.899.656.747**, de las cuales **\$1.057.369.792** corresponden a **Paros No Planeados**, que representan un **27%** de las pérdidas totales de la planta.



Figura 6.1: Gráfico Paros Planta de Chocolates.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

La Línea de moldeo de tabletas de chocolate con **\$103.385.310**, representa el **10%** de las pérdidas totales por **Paros No Planeados** de la planta en el mismo período.

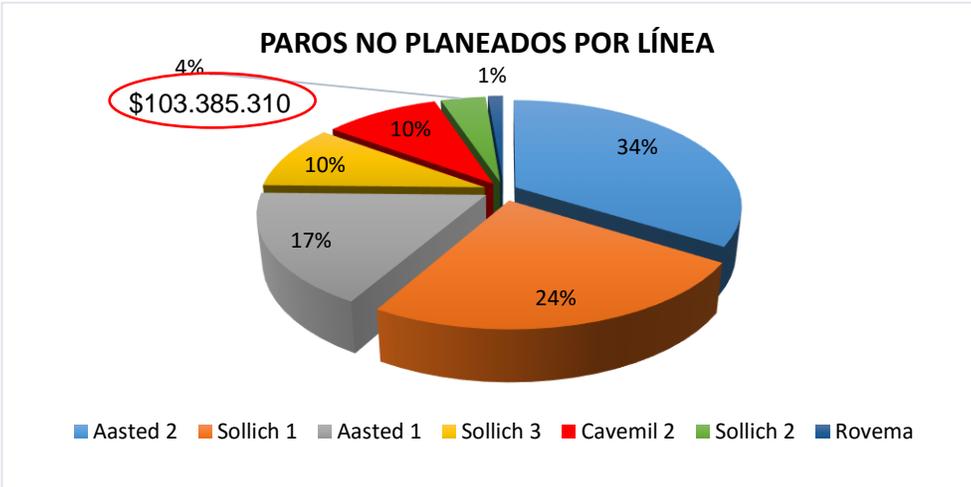


Figura 6.2: Gráficos Paros No Planeados Por Línea.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

En cuanto a los paros de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, los **Paros No Planeados** significaron una pérdida de **\$65.247.392**, equivalentes a 462 horas, que representan un **26%** del total de detenciones de la línea en el último año.

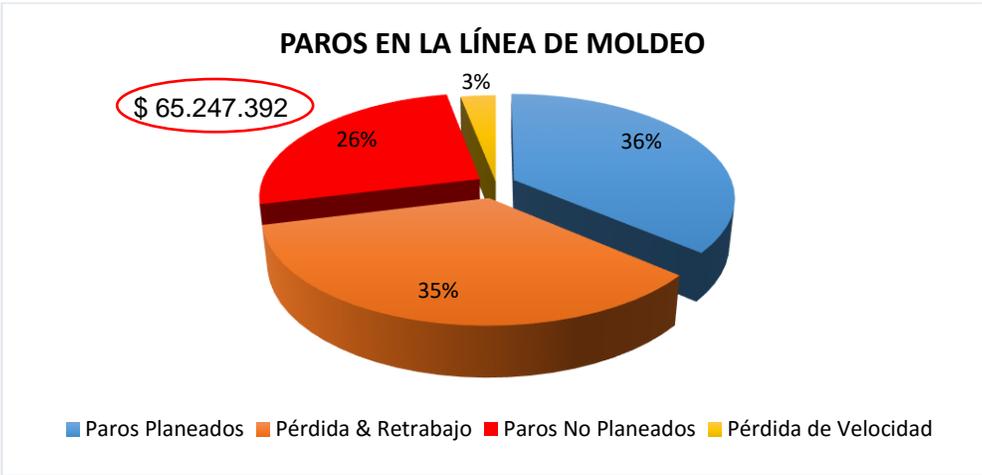


Figura 6.3: Grafico Paros No Planeado en Línea moldeo tabletas de chocolate.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

Los **Paros No Planeados** de la línea de moldeo de tabletas de chocolate pueden clasificarse en cuatro grupos, de los cuales 2 presentan las mayores pérdidas, estos son **Falla de Proceso** con **\$37.335.075 y 264 horas** y **Espera de Máquina/Proceso** con **\$20.289.940 y 148 horas**.

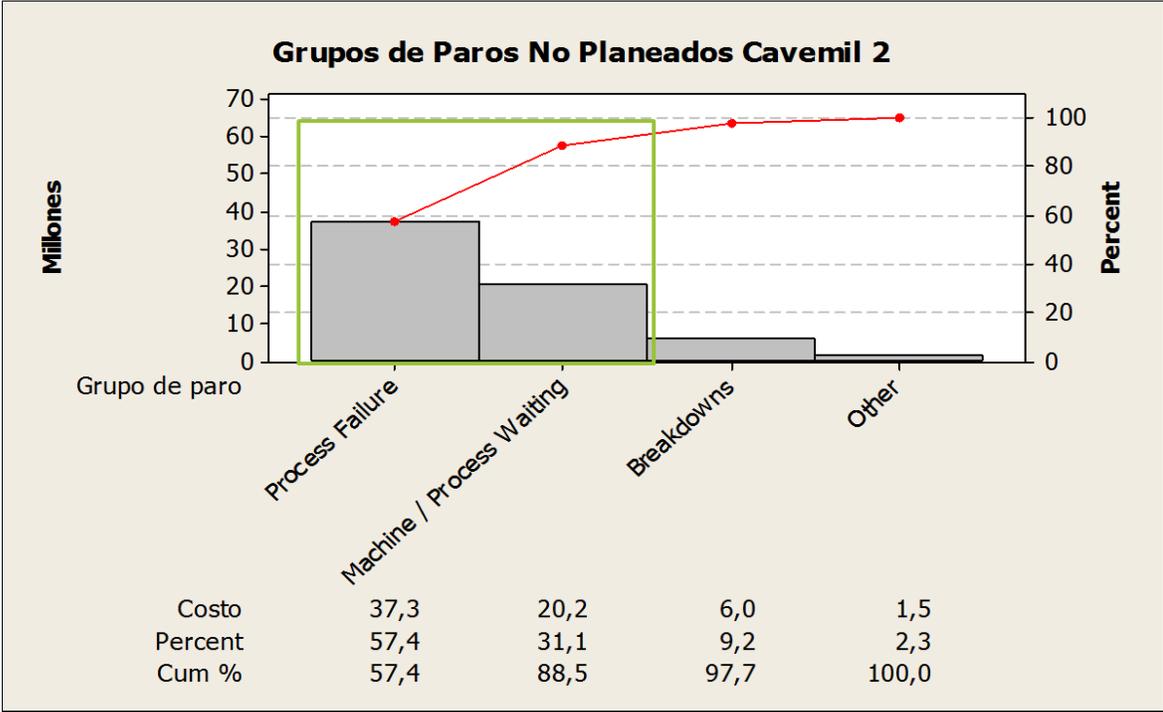


Figura 6.4: Gráfico Grupo de Paros no Planeados Línea moldeo tabletas de chocolate.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

Dentro de los dos grupos de paros anteriores, existe una segunda clasificación en **Fallas**, dentro de las cuales se considerarán **Incidente de Calidad, Aseo Intermedio No Planeado, Falta Mano de Obra, Falta de Suministro, Ajuste realizado por Técnico y Ajuste realizado por Operador** para considerar todas las oportunidades donde se pueda disminuir horas de Paros No Planeados en forma considerable. Las 6 Fallas suman un total de **334 h y \$47.660.553**.

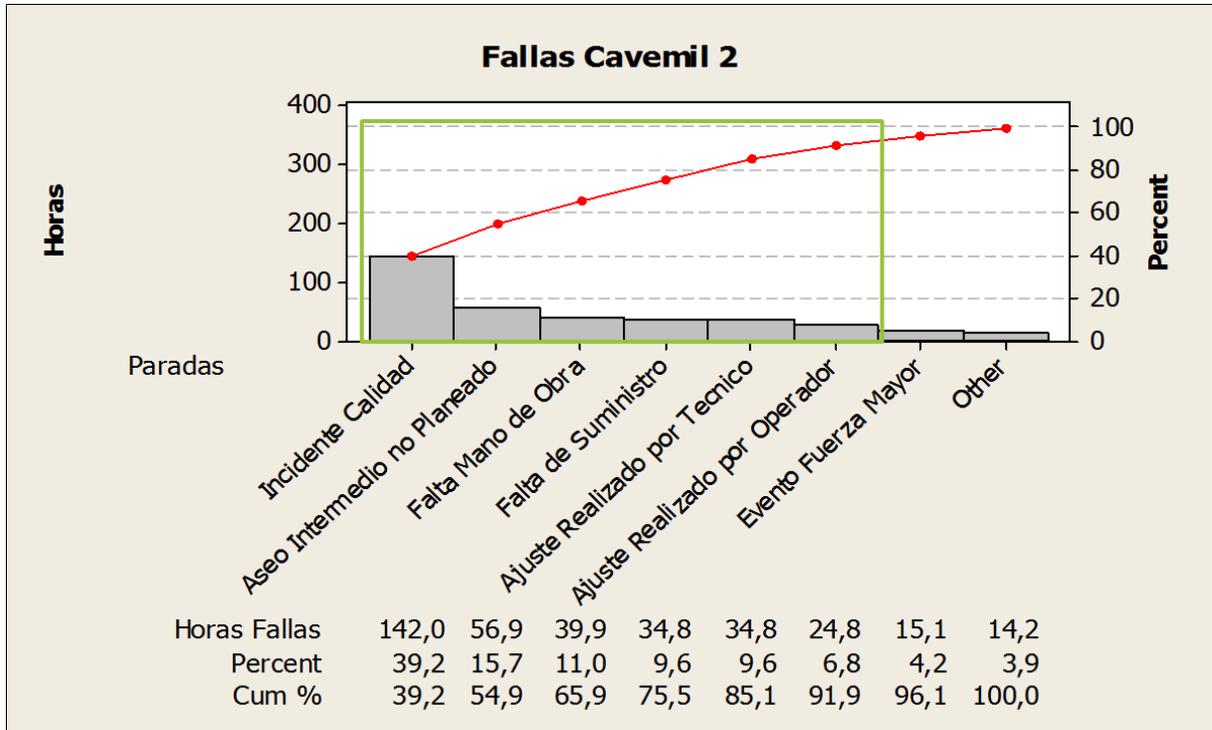


Figura 6.5: Fallas de Paros no Planeados Línea moldeo tabletas de chocolate.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

Luego de determinar el enfoque inicial del proyecto DMAIC a realizar, se determinó cual sería el objetivo que se pretendía alcanzar al término de la realización del proyecto. Para definir el objetivo que se desea alcanzar, se utilizó la herramienta para el cálculo del objetivo de 5 pasos, la cual permitió determinar claramente cuál sería el mejor resultado que se obtendría en el trabajo a realizar. El objetivo a alcanzar, corresponde al menor porcentaje de paros no programados que se deberán producir, considerando el porcentaje de reducción que se esperó reducir con el trabajo. El porcentaje de reducción proyectado en el trabajo DMAIC realizado, fue de un 70%, debido a que se debe proponer un objetivo SMART (Simple, Medible, Accionable, Replicable, a Tiempo), pero a la vez retador.

Considerando el porcentaje de reducción propuestos y utilizando la herramienta del cálculo del objetivo de 5 pasos, los resultados fueron los siguientes:

- Paso 1: Cálculo de la Diferencia (GAP): 6.61%
- Paso 2: Establecer el % de Reducción a la diferencia: 70%
- Paso 3: Cálculo del Objetivo de PNP: 6.47%
- Paso 4: Calculo del % de Reducción: 41.71%
- Paso 5: Describir el objetivo: “Reducir el porcentaje de Paros No Programados en un 40%, desde un 11.10% hasta un 6.67% a partir de septiembre 2016” (Anexo 3).

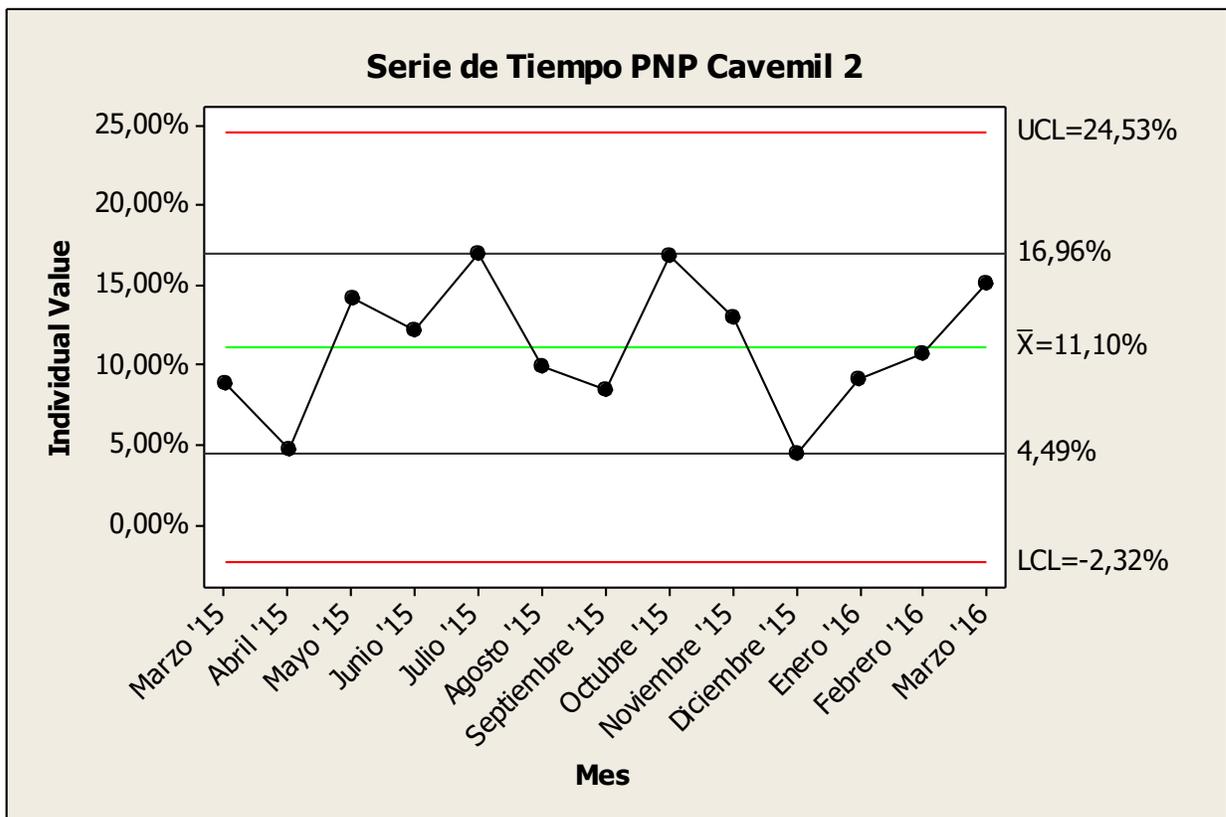


Figura 6.6: Serie de tiempo Paros no Planeados Línea moldeo tabletas de chocolate.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

6.1.2 Descripción del Problema (5W + 1H)

Esta herramienta es de gran utilidad durante el desarrollo del DMAIC, ya que permite definir claramente la manera en que se debe abordar la problemática detectada. En primer lugar, para utilizar de forma correcta la herramienta, se deben responder 6 preguntas específicas.

Las preguntas que siempre deben ser respondidas al utilizar la herramienta “5W+1H” son:

WHAT	¿QUÉ?	¿Qué está sucediendo?
WHERE	¿DÓNDE?	¿Dónde está sucediendo?
WHEN	¿CUÁNDO?	¿Cuándo sucede? ¿Cuándo ocurrió el problema? ¿Cuál es la frecuencia del problema?
WHO	¿QUIÉN?	¿Quién o quienes están involucrados en el problema?
WHICH	¿CUÁL?	¿Cuál es la causa?
HOW	¿CÓMO?	¿Cómo sucede? ¿A raíz de qué situación aparece el problema?

Tabla 6.1: Esquema 5W+1H.

Para este caso, cada una de las preguntas específicas fueron respondidas considerando las detenciones no programadas recurrentes en la línea durante en el proceso de producción.

WHAT *¿Qué está sucediendo?*

Alto % de Paros No Planeados debido a Fallas de Proceso y Espera de Proceso.

WHERE *¿Dónde sucede?*

Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate.

WHEN *¿Cuándo sucede? ¿Cuándo ocurrió el problema?*

Durante todo el ciclo productivo.

WHO *¿Quién colabora?*

Operadores de la línea Cavemil 2 y área técnica.

WHICH *¿Cuál es la causa?*

Debido a Fallas de Proceso y Espera de Máquina/Proceso. Se desconoce la causa raíz de las fallas.

HOW *¿Cómo sucede?*

Al estar la línea en proceso productivo, se producen detenciones inesperadas que impiden el normal cumplimiento del programa y bajan el Asset Intensity.

Figura 6.7: Descripción del Problema Paros No Planeados Línea moldeo tabletas chocolate.

6.1.3 Análisis SIPOC

El diagrama SIPOC recibe su nombre por sus siglas en inglés, Supplier-Input-Process-Output-Customer, es decir, Proveedor-Insumos-Proceso-Salidas-Cliente como se puede observar en la Figura 6.8:

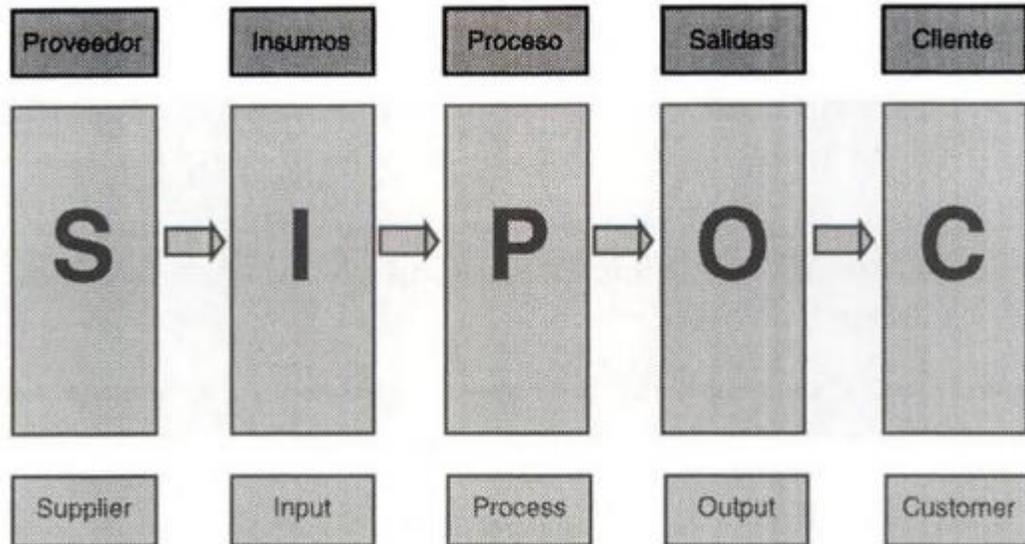


Diagrama SIPOC

Figura 6.8: Diagrama SIPOC

Fuente: Tobar y Mota, 2007

De acuerdo a lo anterior, vale la pena definir los siguientes conceptos:

- Proveedor es cualquier persona o proceso que suministra algún insumo.
- Insumo es todo aquello que se requiere para llevar a cabo nuestro proceso, puede ser información, materiales, actividades o recursos.
- Proceso son las actividades básicas para convertir las entradas en salidas.
- Salida es el resultado del proceso.
- Cliente es la persona o proceso que se ve afectada por el resultado del proceso.

En resumen, SIPOC es una herramienta que consiste en elaborar un diagrama, que permite visualizar al proceso de manera sencilla y general (Tobar y Mota, 2007).

La Figura 6.9 corresponde al análisis SIPOC realizado para la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, lo que permite tener una visión general del proceso a lo largo de toda la línea.

Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Fabricación	Masa de Chocolate	Carga de chocolate a estanque	Masa de chocolate	Temperador
Estanque	Masa de Chocolate	Temperado	Chocolate temperado	Depositador Cáscara
Temperado	Chocolate temperado	Depositador Cáscara	Moldes con chocolate	Moldeo
Depositador Cáscara	Moldes con chocolate	Moldeo	Unidades de chocolate	Túnel de frío
Moldeo	Unidades de chocolate	Túnel Cáscara	Unidades de chocolate temperado	Depositador Relleno
Túnel de frío	Unidades de chocolate temperado	Depositador Relleno	Unidades de chocolate temperado	Túnel Relleno
Depositador Relleno	Unidades de chocolate	Túnel de Relleno	Unidades de chocolate temperado	Depositador Tapa
Túnel Relleno	Unidades de chocolate temperado	Depositador Tapa	Unidades de chocolate temperado	Túnel Principal
Depositador Cáscara	Unidades de chocolate	Túnel Principal	Unidades de chocolate temperado	Desmoldeo
Túnel Principal	Unidades de chocolate temperado	Desmoldeo	Barras de chocolate desmoldeadas	Envasado
Desmoldeo	Barras de chocolate desmoldeadas	Envasado	Barras de chocolate envasadas	CD

Figura 6.9: SIPOC de la Producción en Línea moldeo tabletas de chocolate.

6.1.4 La voz del cliente (VOC)

La lista de clientes y qué es lo que recibe cada uno de ellos (producto, servicio o las dos cosas) es fácil de determinar si el SIPOC se ha hecho con rigurosamente. Tener claro a quién se refiere con la voz del cliente, conocida por sus siglas en inglés VOC (Voice of Customer), es importante para poder identificar los Parámetros Críticos de Calidad, conocido como CTQ (Critical to Quality). Un CTQ en cualquier

producto, proceso o servicio es aquella característica que satisface un requerimiento clave para el cliente o el proceso.

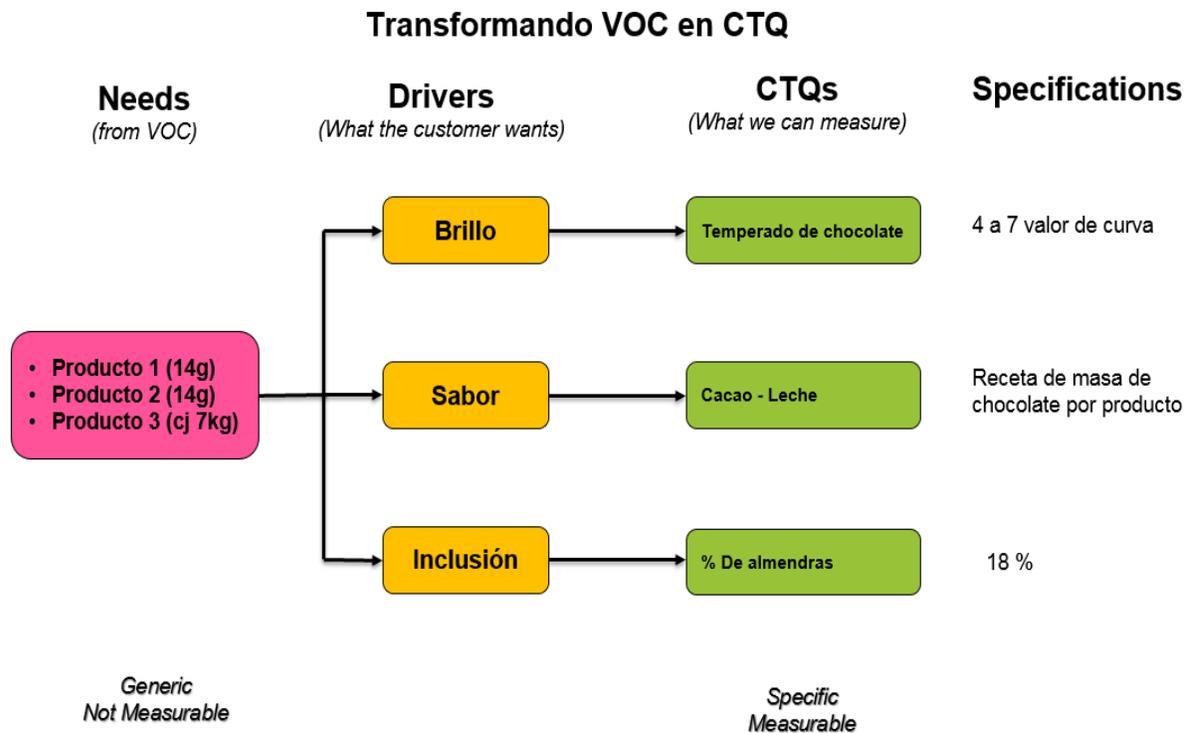


Figura 6.10: Esquema VOC a CTQ de Línea moldeo tabletas de chocolate.

En el caso de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, las características más importantes en el producto terminado son el brillo del chocolate, el sabor y el porcentaje de almendras en el producto que las contiene. Para que el producto logre satisfacer estas características, se debe cumplir con un buen temperado, que la preparación, o más específicamente el balance entre el porcentaje de cacao y la cantidad de leche, sea acorde a la especificación del producto y, en el caso de llevar alguna inclusión, que se encuentre en el porcentaje determinado en la especificación del envase.

6.1.5 Resumen del proyecto

Una vez determinadas las oportunidades, principalmente reducción de Paros no Planeados por Fallas de Proceso y Espera de Máquina/Proceso, y el área de trabajo en el cual se desarrollará el proyecto, se realizó un Project Charter (Ver tabla 6.2), esta indica el nombre del proyecto, los alcances, metas estimadas a cumplir, nombres del equipo de trabajo, clientes y plazos de cada etapa.

Project Title: Reducción de un 40% sobre el total de Paros No Planeados en Cavemil 2 a Septiembre de 2016																								
Project Leader: Marcela Hernández – Stefany Pineda		Team Members:																						
Business Case (Importance): <ul style="list-style-type: none"> Desde Marzo del año 2015 a Marzo del 2016, la Planta de Chocolates presentó Detenciones de producción por un total de \$3.899.656.747, de las cuales \$1.057.369.792 corresponden a Paros No Planeados, que representan un 27% de las pérdidas totales de la planta. La línea Cavemil 2 aportó con \$103.385.310 representa el 10% de las pérdidas totales por Paros No Planeados de la Planta. 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Department</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Líder de Línea Cavemil 2</td> <td>PM</td> </tr> <tr> <td>Líder de Línea Cavemil 2</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>Líder de Línea Cavemil 2</td> <td>EF</td> </tr> <tr> <td>Mec. Esp. De Producción</td> <td>JA</td> </tr> <tr> <td>Jefe Mantenición</td> <td>RP</td> </tr> <tr> <td>Coach</td> <td>GC</td> </tr> <tr> <td>Líder del Proyecto</td> <td>SP-MH</td> </tr> <tr> <td>Productividad</td> <td>RM</td> </tr> <tr> <td>Calidad</td> <td>CG-GC</td> </tr> <tr> <td>Soporte</td> <td>SHE de turno</td> </tr> </tbody> </table>		Department	Name	Líder de Línea Cavemil 2	PM	Líder de Línea Cavemil 2	SH	Líder de Línea Cavemil 2	EF	Mec. Esp. De Producción	JA	Jefe Mantenición	RP	Coach	GC	Líder del Proyecto	SP-MH	Productividad	RM	Calidad	CG-GC	Soporte	SHE de turno
	Department	Name																						
Líder de Línea Cavemil 2	PM																							
Líder de Línea Cavemil 2	SH																							
Líder de Línea Cavemil 2	EF																							
Mec. Esp. De Producción	JA																							
Jefe Mantenición	RP																							
Coach	GC																							
Líder del Proyecto	SP-MH																							
Productividad	RM																							
Calidad	CG-GC																							
Soporte	SHE de turno																							
Problem Statement (Purpose): <ul style="list-style-type: none"> En la línea Cavemil 2 los Paros No Planeados representan un 26% de las detenciones de la línea, lo que significan \$65 millones de pesos al año con un total de 462 horas. 	Goal Statement (Measures): <ul style="list-style-type: none"> Reducir un 40% sobre el total de paros no planeados en línea CAVEMIL 2. 																							
Project Scope (What is in/out of scope) <ul style="list-style-type: none"> IN: Desde producción hasta el área de empaque. OUT: Materias primas, fabricación de chocolate, paletizado. 	Deliverables: <ul style="list-style-type: none"> Beneficios Asset Intensity. Disminución de pérdidas de horas máquinas. Ahorro en Pérdidas Monetarias. 																							
Resources: (Resource required to support the project) <ul style="list-style-type: none"> Operadores de producción. Calidad Técnicos SHE 	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>Angelo Antonucci</td> <td>Production Manager</td> </tr> </tbody> </table>		Department	Name	Position	Factory	Jorge Olivares	Factory Manager	Production	Angelo Antonucci	Production Manager													
Department	Name	Position																						
Factory	Jorge Olivares	Factory Manager																						
Production	Angelo Antonucci	Production Manager																						
Preliminary Plan:																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Phase</th> <th>Target Start Date</th> <th>Target Completion Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEFINE</td> <td>23/05/2016</td> <td>03/06/2016</td> </tr> <tr> <td>MEASURE</td> <td>06/06/2016</td> <td>08/07/2016</td> </tr> <tr> <td>ANALYZE</td> <td>11/07/2016</td> <td>19/08/2016</td> </tr> <tr> <td>IMPROVE</td> <td>22/08/2016</td> <td>09/09/2016</td> </tr> <tr> <td>CONTROL</td> <td>12/09/2016</td> <td>30/09/2016</td> </tr> </tbody> </table>		Phase	Target Start Date	Target Completion Date	DEFINE	23/05/2016	03/06/2016	MEASURE	06/06/2016	08/07/2016	ANALYZE	11/07/2016	19/08/2016	IMPROVE	22/08/2016	09/09/2016	CONTROL	12/09/2016	30/09/2016				
Phase	Target Start Date	Target Completion Date																						
DEFINE	23/05/2016	03/06/2016																						
MEASURE	06/06/2016	08/07/2016																						
ANALYZE	11/07/2016	19/08/2016																						
IMPROVE	22/08/2016	09/09/2016																						
CONTROL	12/09/2016	30/09/2016																						

Tabla 6.2: Carta del Proyecto Línea moldeo tabletas de chocolate.

6.2 MEDIR CUÁNTO ABARCA

6.2.1 Plan de Recolección de Datos

Como primera medida se hizo un mapa de la línea (Anexo 4) para identificar las máquinas participantes del proceso productivo de inicio a fin. Como segunda medida, se realizó un diagrama del proceso de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate (Figura 6.11), en la que se dividió en las áreas de producción y empaque, para un mayor entendimiento.

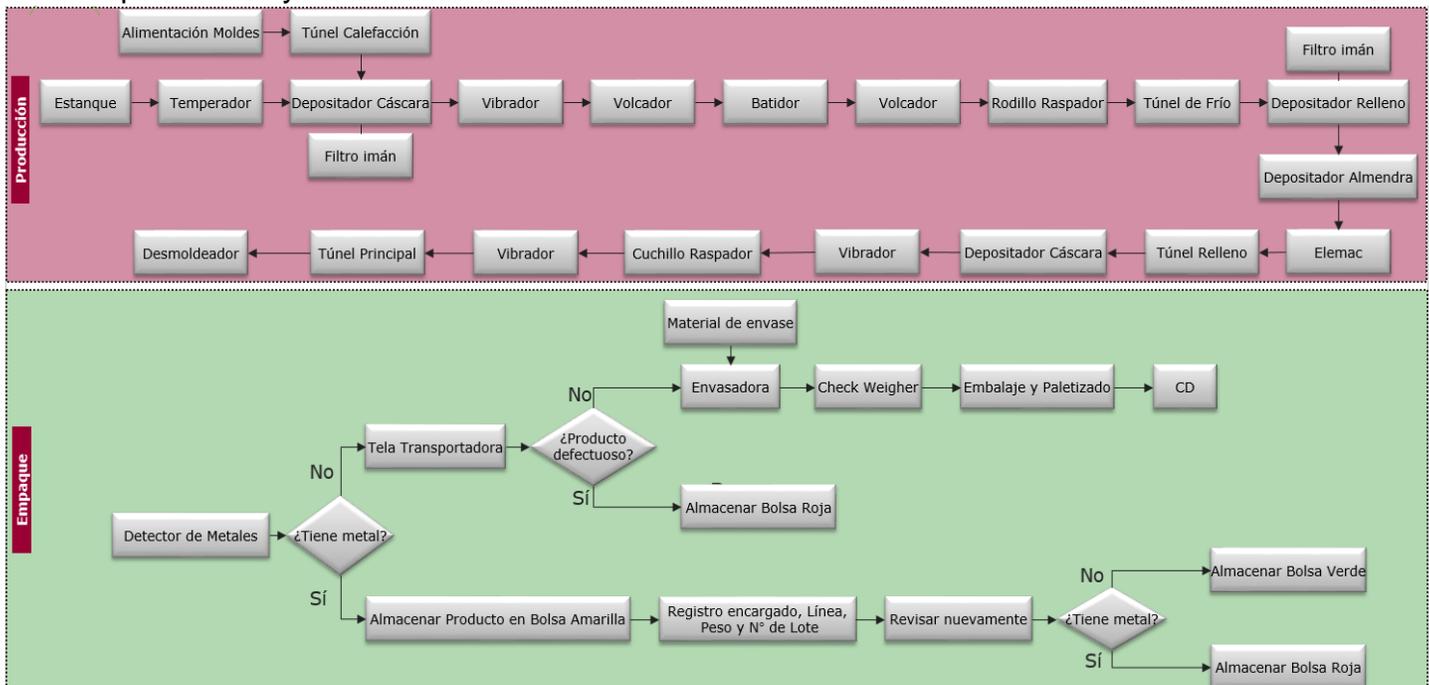


Figura 6.11: Diagrama proceso Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Teniendo claridad respecto a los detalles del proceso productivo, se procede a extraer información desde la base LTA SAM para poder responder las siguientes preguntas:

- ¿Existen Paros No Planeados (PNP) en área de producción y/o empaque en Línea de moldeo tabletas de chocolate? ¿En qué puntos críticos se producen?
- ¿Por qué se produce este Paro?
- ¿De dónde proviene los mayores paros en la línea?

- ¿Tiene relación la cantidad de perdida con los coordinadores y operarios?

SAM (Stoppage Analysis Module) es una base donde los líderes de cada línea cargan los paros y los eventos de producción periódicos por cada ciclo de producción. Con los datos cargados diariamente, se puede realizar un análisis más profundo de las fallas que originan los Paros No Planeados de la línea. Como se vió anteriormente en la Figura 6.5, se pudo observar que las mayores causas de los Paros No Planeados son en la Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate:

1. Incidentes de calidad
2. Aseo Intermedio No Planeado
3. Falta de Mano de Obra
4. Falta de Suministro
5. Ajuste realizado por Técnico
6. Ajuste realizado por Operador

A continuación, se procederá a analizar cada una de las fallas.

Incidentes de Calidad

Como se dijo anteriormente, los Incidentes de Calidad son el principal responsable de los Paros No Planeados de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate con 142 horas. De la base SAM se extrajeron los comentarios de Incidentes de Calidad en el último año móvil, posteriormente se agruparon los comentarios según criterios que se repetían, que fueron los siguientes:

- Incidentes por Molde
- Incidentes por Paño
- Incidentes por Goma
- Incidentes en Alimentación de Chocolate
- Malos olores en la Planta
- Instructivo en la línea
- Polvo en suspensión
- Agua Lluvia
- Metal

- Otros

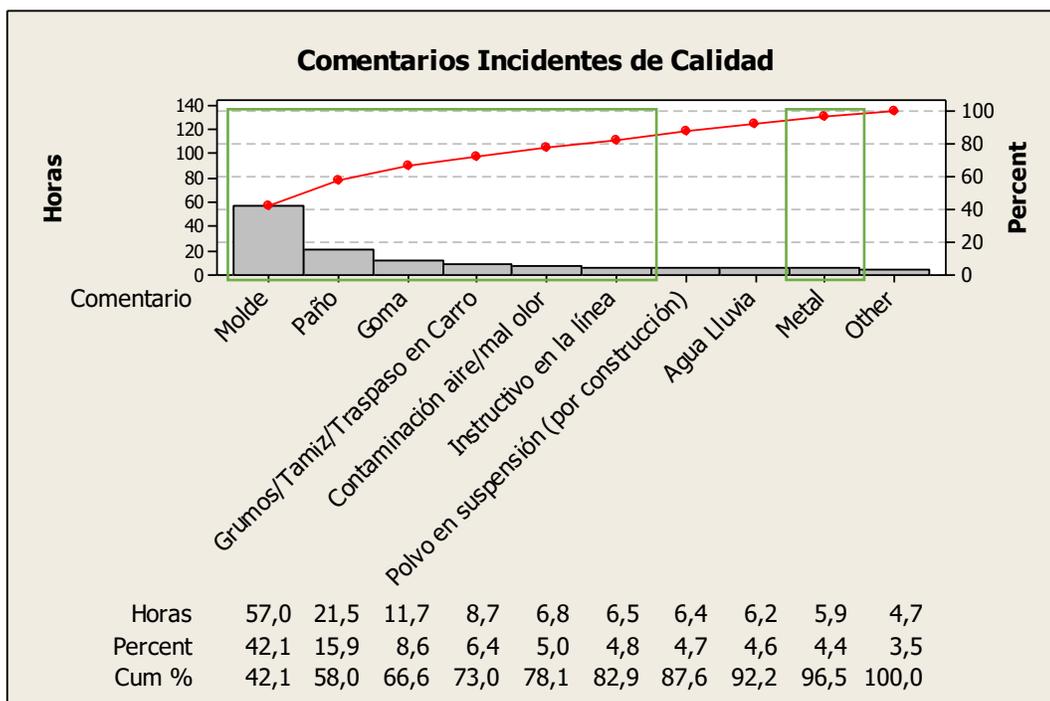


Figura 6.12: Apertura Comentarios Incidentes de Calidad Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Fuente: SAM Fábrica de Confites

En la Figura 6.12 se observa que las principales causas de los Incidentes de Calidad son problemas con Moldes, Paño, Goma, Traspaso en Carro y Mal Olor en la Planta. No se considerará el incidente de cuerpo extraño causado por instructivo que cayó a la línea, ya que se trata de un incidente que ocurrió sólo una vez, en cambio, sí se considerarán Incidentes por Metal, que aunque no sea parte del 80% de las causas, es un factor a controlar muy importante dentro de la Planta de Chocolates y cuando ocurre un incidente por esta causa, la línea está detenida una gran cantidad de horas.

En este ítem se encuentra la mayor oportunidad de este proyecto, ya que si se logran disminuir de forma importante los Incidentes de Calidad, además de lograr el objetivo de disminuir los PNP en la línea y aumentar la eficiencia del proceso, se

atacará uno de los aspectos más críticos de la producción y se permitirá una liberación más expedita del producto final.

Los incidentes por Moldes, que ocupan el primer lugar de los paros por esta causa, se deben mayormente a trabamiento de moldes y detección moldes quebrados en la línea. Los Incidentes por Paño y Goma se detectan por las muestras que se sacan durante cada turno y cuando sucede, se detiene la línea para tomar medidas de contención. El traspaso en carro ocurre cuando hay incidentes por cuerpo extraño desde el área de fabricación. Desde la concha se descarga al carro colocando Filtro Imán extras para poder contener el cuerpo extraño, que puede ser partículas metálicas, paño u otras, luego desde el carro se traspasa con la ayuda de una bomba hacia el depositador. Finalmente, el mal olor en la planta, puede deberse a trabajos dentro de esta como pintura o perforaciones y es un aspecto importante ya que el chocolate puede adquirir aromas desde el ambiente, pero en los días que se registraron incidentes por mal olor la planta se encontraba en proceso de ampliación, este trabajo ya se terminó por lo que el incidente no debería ser recurrente.

Aseo Intermedio No Planeado

En el caso de Aseo Intermedio No Planeado, se desglosaron los comentarios y se observaron las siguientes causas:

- Limpieza de Filtro Imán
- Lavado de Moldes
- Revisión del Filtro
- Limpieza de los Volcadores
- Otros

Estos comentarios fueron representados en el siguiente gráfico de Pareto:

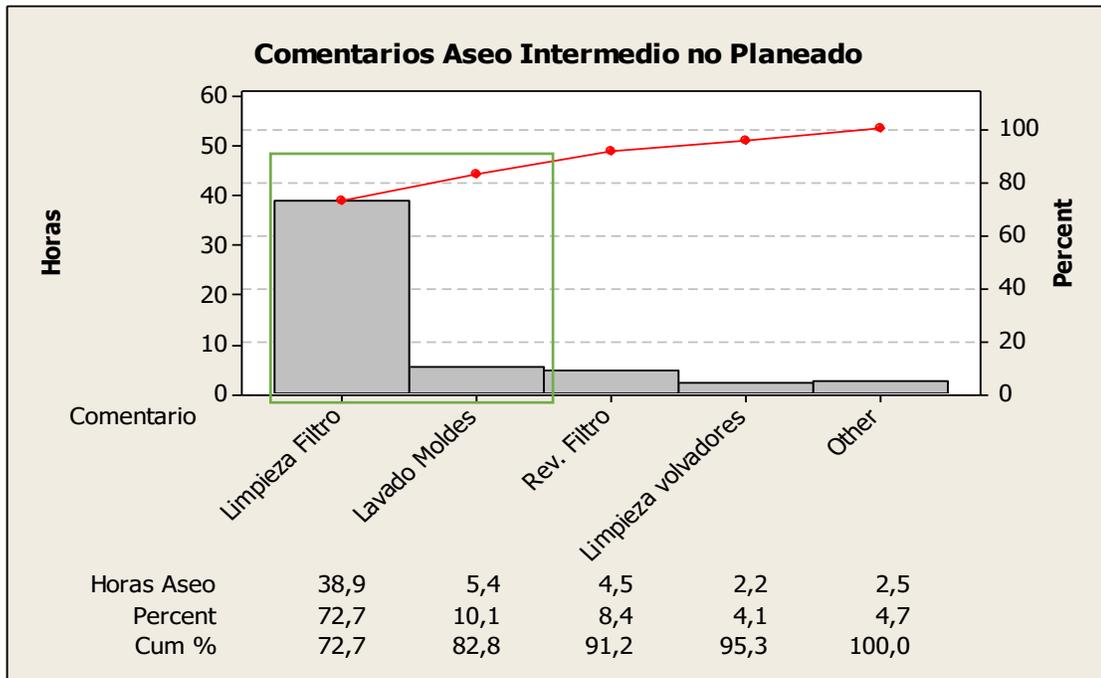


Figura 6.13: Apertura Comentarios Aseo Intermedio No Planeado.

Fuente: SAM Fábrica de Confites

En la Figura 6.13 se puede observar que el 80% de los paros por Aseo Intermedio No Planeado se deben principalmente a Limpieza de Filtro Imán, seguido por Lavado de Moldes.

El Filtro Imán se ubica a la salida del chocolate desde el piping al depositador, en el caso de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, hay dos filtro imán correspondientes al depositador cáscara y depositador tapa. La función del Filtro Imán es retener cuerpos extraños o partículas metálicas que vengan con el chocolate desde el área de fabricación o desde los piping.

La limpieza de Filtro Imán es una operación importante dentro del ciclo de producción ya que la frecuencia de su limpieza es un PPRO (Programa de Pre Requisito Operacional), en el caso de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, la limpieza de éste debe realizarse una vez al turno y, de haber un incidente de calidad por cuerpo extraño, se debe realizar con una mayor frecuencia determinada por la Analista de Calidad. Como la línea se debe detener para realizar la limpieza

del filtro imán, se pierde bastante tiempo en realizar la operación y más aún en caso de incidente.

El lavado de moldes, como en todos los procesos, tiene un tiempo determinado para realizarse después del fin de ciclo, en caso de exceder este tiempo, o que hayan quedado mal lavados, o si se ensucian demasiado dentro del proceso o hubo un incidente en que se quebró un molde y deben revisarse, se debe registrar como paro no planeado.

Falta Mano de Obra

Se desglosaron los comentarios de los paros por Falta de mano de obra:

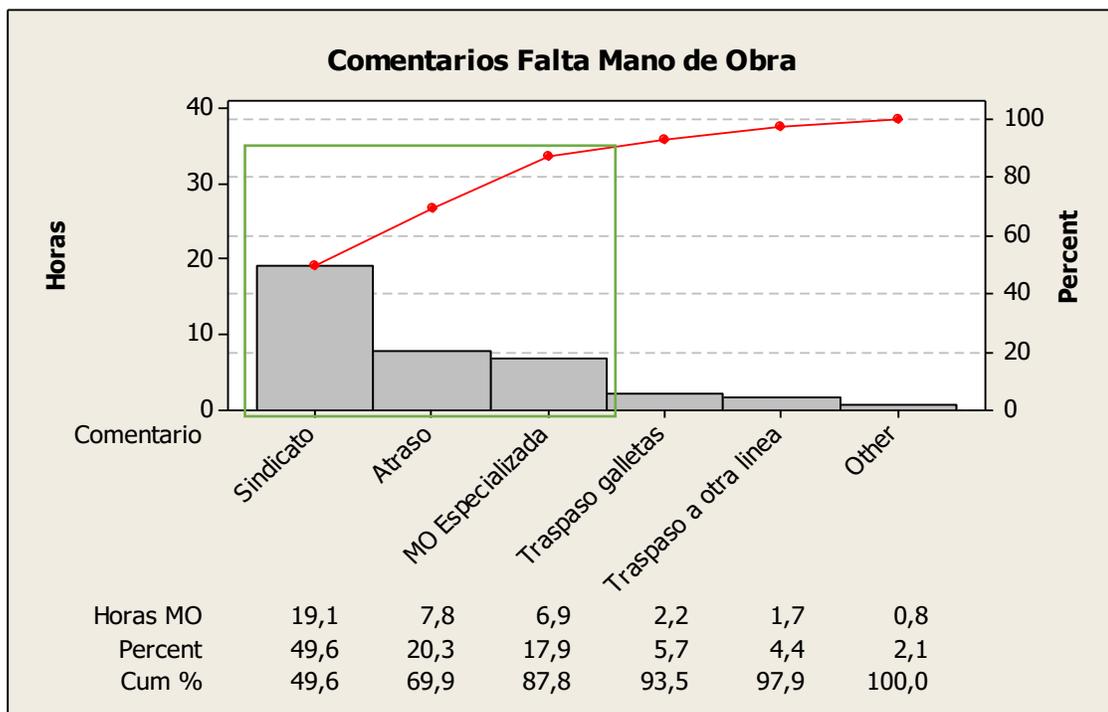


Figura 6.14: Apertura Comentarios Falta de Mano de Obra

Fuente: SAM Fábrica de Confites

Se observa que las principales causas de la Falta de Mano de Obra son Paros por Sindicato, el cual no puede ser abarcado dentro de este proyecto, además de Falta de personal por atrasos en cambios de turno y Falta de Mano de Obra Especializada. En ocasiones la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, al igual que otras líneas, debe detenerse porque no existen reemplazos para el horario de

colación en períodos de máxima capacidad de producción donde la mayoría de las líneas, tanto de la Planta de Chocolates y Galletas, se encuentran funcionando. Otras veces existe un retraso por parte del personal en el cambio de turno, por lo que detiene la línea en espera de los maquinistas y puestos claves. Además, la Línea de moldeo de tabletas de chocolate al ser una línea no saturada, es decir, no produce todas las semanas, funciona mayormente con personal que va rotando entre las líneas o entre las plantas, por lo que a veces el mismo personal no está completamente capacitado en el proceso o demora el traspaso de puestos claves de una planta a la otra, lo que ocasiona los paros.

Aunque la Falta de Mano de Obra es una de las causas menos abordables del proyecto, porque depende de factores ajenos al proceso, igualmente se levantarán los puntos con los líderes de línea con el fin de encontrar soluciones.

Falta de Suministros

Se realizó la apertura de los comentarios por Falta de Suministros y se clasificaron principalmente en 3 problemas:

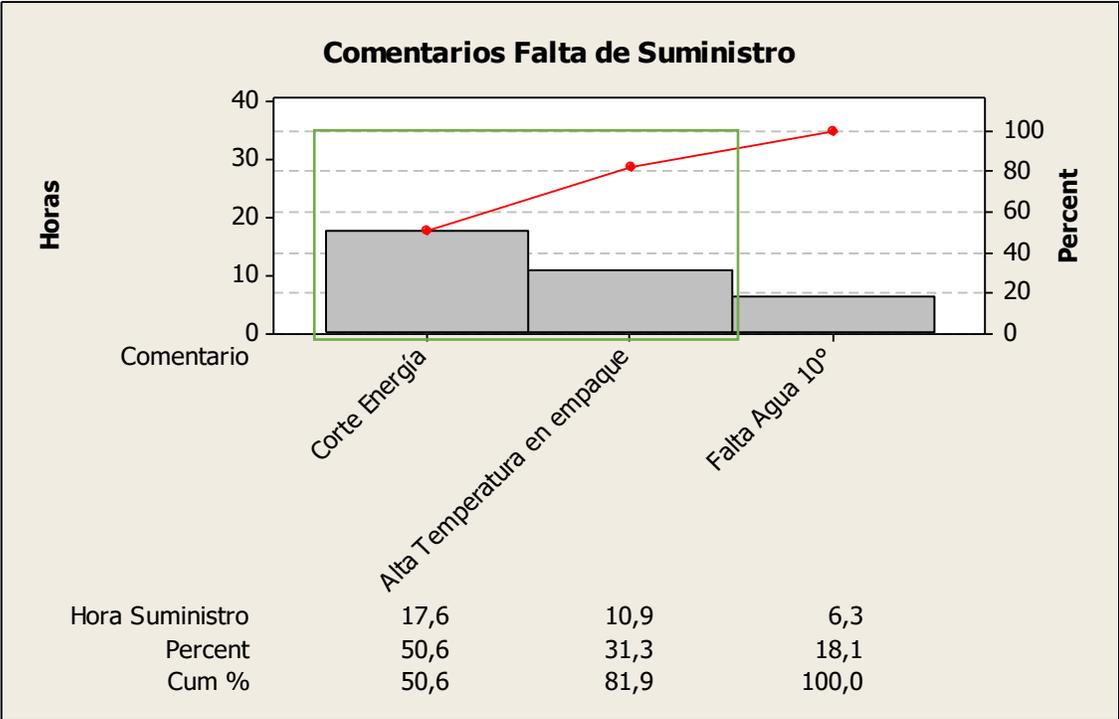


Figura 6.15: Apertura Comentarios Falta de Suministro.

Fuente: SAM Fábrica de Confites

Se observa que las principales causas de la Falta de Suministro son Corte de Energía Eléctrica y Alta Temperatura en Empaque. Estos factores tampoco son abordables por el proyecto ya que dependen de Servicios Industriales, pero se hará el levantamiento correspondiente al departamento.

Ajuste Realizado por Técnico

En el caso de los Ajuste Realizado por Técnico, se agruparon los comentarios según la máquina que sufrió el ajuste y la frecuencia con que ocurrieron.

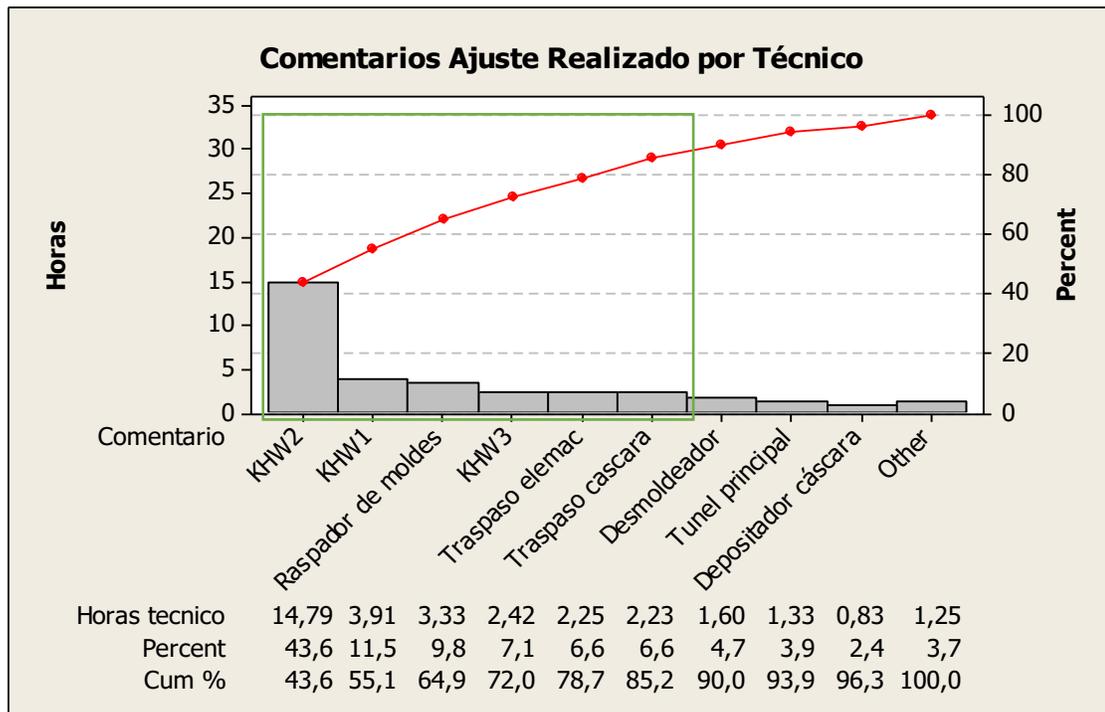


Figura 6.16: Apertura Comentarios Ajuste Realizado por Técnico

Fuente: SAM Fábrica de Confites

Se observa que donde ocurren principalmente los Ajustes Realizado por Técnico son en las máquinas de Empaque KHW1, KHW2 y KHW3, además de la zona de Traspaso Elemac y Traspaso Cáscara. No se considerará para el proyecto el incidente en el raspador de moldes, ya que ocurrió una sola vez.

Ajuste Realizado por Operador

Realizando la apertura de los comentarios de Ajuste Realizado por Operador:

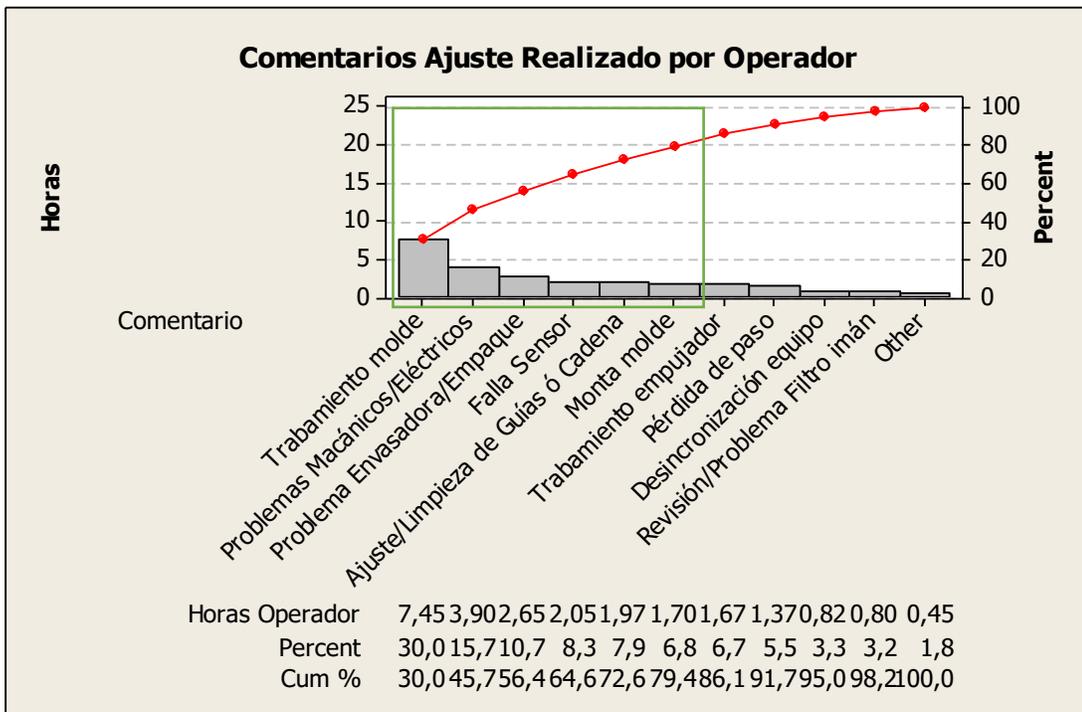


Figura 6.17: Apertura Comentarios Ajuste Realizado por Operador

Fuente: SAM Fábrica de Confites

En la Figura 6.17 se observa que las principales causas de Ajuste Realizado por Operador son Trabamiento de Moldes, Problemas Mecánicos/Eléctricos de la línea, Problemas en la Envasadora/Empaque, Falla de Sensores, Ajuste/Limpieza de Guías o Cadenas y Superposición de moldes.

La información anterior concuerda con la principal causa de los incidentes de calidad que es el trabamiento de moldes, ya que cuando el incidente es menor el operador o líder de línea acude a restaurar la posición del molde en el punto de la línea donde se encuentra atascado. Además, los problemas mecánicos y/o eléctricos de la línea se relacionan a la antigüedad de esta y los problemas menores de las máquinas de empaque, en donde el maquinista concurre a resolverlo, también corresponde al alto porcentaje de ajustes realizados por técnicos en las máquinas de empaque.

A continuación, se procedió a evaluar cada una de las 5 causas y a establecer planes de acción para recabar información empírica durante el proceso productivo de la línea.

6.2.2 Planes de Acción

Un plan de acción es una presentación resumida de las tareas que deben realizarse por ciertas personas, en un plazo de tiempo específicos, utilizando un monto de recursos asignados con el fin de lograr un objetivo dado. El plan de acción es un espacio para discutir qué, cómo, cuándo y con quien se realizarán las acciones.

El plan de acción es un trabajo en equipo, por ello es importante reunir a los miembros del proyecto. El plan lleva principalmente los siguientes elementos.

- Qué se quiere alcanzar (objetivo)
- Cuánto se quiere lograr (cantidad y calidad)
- Cuándo se quiere lograr (en cuánto tiempo)
- En dónde se quiere realizar el programa (lugar)
- Con quién y con qué se desea lograrlo (personal, recursos financieros)

Los planes de acción solo se concretan cuando se formulan los objetivos y se ha seleccionado la estrategia a seguir. Los principales problemas y fallas de los planes se presentan en la definición de los detalles concretos. Para la elaboración del plan es importante identificar las grandes tareas y de aquí desglosar las pequeñas (Membrado, 2013).

1. **Incidentes de Calidad:** El objetivo es disminuir en un 70% los incidentes por esta causa, para ello, se identificarán los puntos donde ocurren los mayores incidentes de calidad a lo largo de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, estos incidentes son:

- Incidentes por Moldes: Se realizarán mediciones de trabamiento de moldes en la línea.

- Incidentes por Metal: Se realizará un mapeo de puntos críticos de la línea donde puede haber contaminación por metal.
 - Incidentes por Paño: Se revisará si existe un procedimiento de limpieza de filtro imán, tanto en el área de fabricación como en la línea.
2. **Aseo Intermedio No Planeado**: El objetivo es lograr reducir en un 70% el tiempo de limpieza de filtro imán, comprobando en la línea cómo se realiza el procedimiento y tomando el tiempo que demora la tarea, para buscar oportunidades de mejora y que no sea necesario detener la línea para poder llevar a cabo el procedimiento. Además, se revisará si existen instructivos operacionales o se crearán de ser necesarios.
 3. **Falta Mano de Obra**: El objetivo es reducir en un 40% los paros por esta causa, por lo que se revisará la falta de mano de obra especializada en la línea según la dotación asignada y las dificultades que se presentan en el cambio de turno y horario de colación de los operadores.
 4. **Falta de Suministros**: Se levantará el punto a Servicios Industriales.
 5. **Ajuste Realizado por Técnico**: Junto al área técnica se analizarán los problemas más recurrentes de las máquinas de empaque KHW para lograr reducir en un 55% los paros por esta causa.
 6. **Ajuste Realizado por Operador**: Se revisarán los puntos donde los operadores realizan los ajustes para ver si coinciden con los de incidentes de calidad o paros técnicos, además se realizará un entrenamiento a los líderes de línea en cuanto a la manera de cargar los datos de los paros para lograr reducir en un 55% los paros por esta causa.

6.2.3 Recolección de Datos

Como se vio anteriormente, el mayor foco del proyecto son los Incidentes de Calidad, de estos, dos puntos que son claves en la duración de los paros, ya que tienen directa relación con la liberación de los productos hacia los consumidores, son los Incidentes por trabamiento/quiebre de moldes y la aparición de partículas

metálicas. Por todo esto, es importante saber dónde ocurren estos problemas y cuál es la frecuencia, para poder posteriormente analizar las posibles soluciones.

Trabamiento de Moldes

Como primera medida, se identificaron los Puntos Críticos Trabamiento de Moldes Línea de moldeo de tabletas de chocolate (Anexo 5), de acuerdo a evidencia que había recopilado el área de calidad y con el testimonio de los líderes de línea. En total se identificaron 29 posibles puntos de trabamiento de moldes, los cuales fueron demarcados y enumerados en la línea con carteles de color rojo (Anexo 6).

Por otra parte, se realizó una línea de tiempo con los datos de incidentes provocados por trabamiento de moldes entregados por la base SAM de la Planta de Confites.

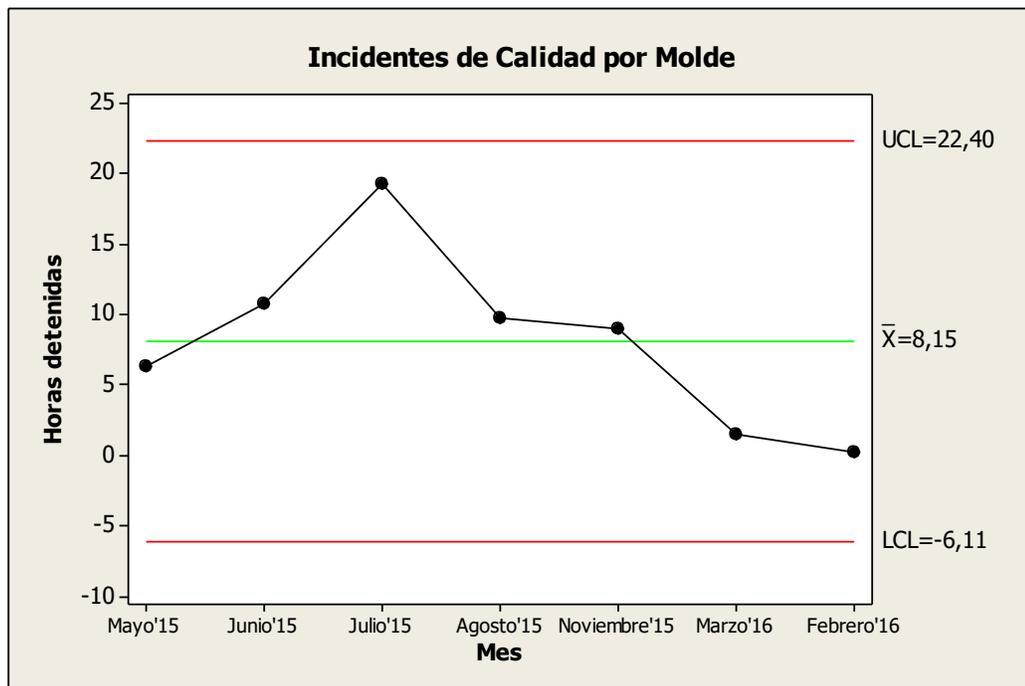


Figura 6.18: Línea de Tiempo Trabamiento de Moldes.

Fuente: SAM Fábrica de Confites.

Se observa que analizando el último año móvil se presentaron un total de 57 horas de detención por Incidentes de Calidad debido a trabamiento de moldes, alcanzando un pick de 19,4 horas en el Mes de Julio del 2015, donde se encontraron moldes dañados en reiteradas ocasiones.

Incidentes por Metal

Además, se identificaron los puntos donde podía generarse metal a lo largo de la línea (Anexo 7), generalmente por roce de piezas metálicas. Existen 4 puntos principales de probable desprendimiento de metal y estas son:

- Cadena de Bastones en Sector Cáscara
- Raspador Tapa
- Pasador de Depositador
- Aspa de Depositador

El origen de la mayoría de los desprendimientos es la antigüedad de la línea y la inexistencia de repuestos nuevos para la misma, por lo que las constantes reparaciones y ajustes operacionales dificultan que el proceso sea óptimo. Además, las partículas metálicas también pueden provenir desde el área de fabricación, ya sea estanques, conchas, mezcladores y una serie de equipos en movimiento que cuentan con aspas, por lo que se levantó el punto al área correspondiente.

6.2.4 5W+1H en problema enfocado

Para resumir el principal foco del proyecto se hace necesario implementar nuevamente la herramienta 5W+1H para la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en el proceso de trabajo.

A continuación, se presentan los esquemas de 5W+1H para Incidentes de Calidad, Aseo Intermedio No Planeado y Ajuste Realizado por Técnico. Estos 3 ítems son los que se abordarán con mayor énfasis en las siguientes etapas del proyecto, ya que es donde se encuentra la mayor oportunidad de mejora.

Incidentes de Calidad

Qué	¿Qué está sucediendo?
	Alto % de Paros No Planeados debido a Incidentes de Calidad, mayoritariamente debido a trabamieto de moldes.
Dónde	¿Dónde sucede?
	Principalmente en bandera, traspaso vuelta corta y traspaso desmoldeo de la línea Cavemil 2.
Cuándo	¿Cuándo sucede? ¿Cuándo ocurrió el problema?
	Durante todo el ciclo productivo de Sahne Nuss Impulsivo, Trencito Impulsivo y Trozos.
Quién	¿Quién colabora?
	Líderes y operadores de la línea Cavemil 2, y área técnica.
Cuánto	¿Cuánto abarca?
	Generando 19 millones de pesos en pérdidas en paros no planeados por incidentes de calidad, equivalente a 142 horas.

Descripción de la Situación:
Incidentes de Calidad es la mayor causa de los Paros No Planeados de la línea Cavemil 2, específicamente trabamieto de moldes en distintos puntos de la línea.
Participan líderes de línea y técnicos.

Figura 6.19: Descripción de Incidentes de Calidad Línea de moldeo.

Aseo Intermedio no Planeado

Qué	¿Qué está sucediendo?
	Alto % de Paros No Planeados debido a Aseo Intermedio no Planeado, específicamente por limpieza de filtro imán.
Dónde	¿Dónde sucede?
	En filtro imán de depositadores cáscara y tapa de la línea Cavemil 2.
Cuándo	¿Cuándo sucede? ¿Cuándo ocurrió el problema?
	Durante todo el ciclo productivo de Sahne Nuss Impulsivo, Trencito Impulsivo y Trozos.
Quién	¿Quién colabora?
	Líderes y operadores de la línea Cavemil 2, y área técnica.
Cuánto	¿Cuánto abarca?
	Generando 9 millones de pesos en pérdidas en paros no planeados por incidentes de calidad, equivalente a 57 horas.

Descripción de la Situación:
Aseo Intermedio No Planeados es la segunda mayor causa de los Paros No Planeados de la línea Cavemil 2, específicamente limpieza del filtro imán de los depositadores cáscara y tapa de la línea.
Participan líderes de línea y técnicos.

Figura 6.20: Descripción de Aseo Intermedio no Planeado Línea de moldeo.

Ajuste Realizado Por Técnico

Qué	¿Qué está sucediendo?
	Alto % de Paros No Planeados debido a Ajuste realizado por Técnico, específicamente por las máquinas de empaque KHW.
Dónde	¿Dónde sucede?
	En KHW 1, KHW 2 y KHW 3 de la línea Cavemil 2.
Cuándo	¿Cuándo sucede? ¿Cuándo ocurrió el problema?
	Durante el empaque de Sahne Nuss Impulsivo y Trencito Impulsivo.
Quién	¿Quién colabora?
	Líderes de la línea Cavemil 2, y área técnica.
Cuánto	¿Cuánto abarca?
	Generando 5 millones de pesos en pérdidas en paros no planeados por incidentes de calidad, equivalente a 35 horas.
Descripción de la Situación: Aseo Intermedio No Planeados es la tercera causa abordable de los Paros No Planeados de la línea Cavemil 2, específicamente los problemas con las máquinas de empaque KHW. Participan líderes de línea y técnicos.	

Figura 6.21: Descripción de Ajuste Realizado por Técnico Línea de moldeo.

6.3 ANALIZAR CAUSAS RAÍCES Y POSIBLES SOLUCIONES

6.3.1 Identificación de Causa Raíz

En esta etapa, el equipo de trabajo desarrolla, implementa y valida alternativas de mejora que rectifican el proceso. Esto consiste en hacer una lluvia de ideas (Anexo 8) para generar alternativas de mejora, probar las soluciones propuestas usando corridas piloto y validando la mejora.

La Lluvia de ideas comprende las siguientes etapas:

a) Explicar el problema: El coordinador de la actividad explica con claridad y precisión el problema al equipo, resaltando sus principales aspectos e impactos, además debe aclarar dudas respecto al entendimiento del problema.

b) Identificar las causas: En esta etapa los participantes contribuyen con potenciales causas raíz asociados a los aspectos principales del problema. Esto debe realizarse de forma estructurada y con una participación equilibrada donde todos los miembros del equipo emitan sus ideas.

c) Agrupar causas similares y organizarlas en el diagrama causa efecto: clasificar y ubicar las causas identificadas en el diagrama causa efecto.

d) Las causas secundarias originadas en la lluvia de ideas deben agruparse por el parecido que hay entre ellas.

Principalmente, se genera una lluvia de ideas para identificar las características del proceso que se puedan mejorar y soluciones a corto, mediano y largo plazo, que puedan eliminar o minimizar la causa del problema. El objetivo primordial de esta etapa es la o las soluciones que resuelvan de raíz el problema. En el caso de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, la lluvia de ideas se enfocó en los 3 puntos anteriormente vistos: Trabamamiento de Moldes, Aseo Intermedio No Planeado y Ajuste realizado por Técnico.

6.3.2 Restauración de las Condiciones Básicas

A partir de la lluvia de ideas anterior, se hace necesario acudir a la línea, verificar los puntos levantados y restaurar las condiciones básicas de proceso. La falta de condiciones básicas resulta en paros no programados y bajo desempeño. Para reestablecer las condiciones básicas se deben considerar los siguientes aspectos:

1. Identificar en la línea las anomalías que individualmente tengan una pequeña influencia, pero alto impacto juntas.

2. Listar las anomalías encontradas, si son de fácil solución, poner marcas y resolverlas, deben implementarse acciones lo antes posible. Para las anomalías de difícil solución: Aplicar el análisis de los 5 Por qué.

3. Establecer un seguimiento riguroso del plan de acción.

4. Enfocarse en simplificar.

5. Cambiar la mentalidad: no tolerar pequeños problemas. Con el fin de reconocer los signos de anormalidad del proceso, los equipos de Producción y Mantenimiento deben trabajar juntos para desarrollar habilidades de diagnóstico detallado. Los operadores que tengan contacto más cercano con el proceso, deben desarrollar la habilidad para reconocer signos de anormalidad siendo capaces de usar sus cinco sentidos para detectar cambios en los equipos.

El equipo técnico realizó una serie de trabajos a lo largo del proyecto con el fin de mejorar las condiciones de la línea, representados en un esquema (Anexo 9).

6.3.3 Diagrama Causa-Efecto

El diagrama Causa Efecto también se conoce como diagrama de Ishikawa o diagrama espina de pescado. Consiste en una representación gráfica sencilla que consta de una línea horizontal, que representa el problema que se desea analizar, cuyo efecto principal se escribe a la derecha, y diversas líneas en forma de espina de pez, que permiten escribir los distintos elementos causales. En los extremos de estas líneas se indican las distintas categorías, y entre esos extremos y la línea central, las diferentes causas posibles asociadas a cada una (Guisande y Vaamonde, 2012).

En el diagrama causa-efecto las posibles causas son agrupadas e incluidas en cuatro áreas primordiales: maquinaria, materiales, mano de obra, métodos de trabajo, todos estos componentes determinan un proceso y cada uno va a contribuir con parte de la variabilidad del mismo.



Figura 6.22: Diagrama Causa Efecto Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Como se observa en la Figura 6.22, en el diagrama de Causa Efecto, se resumieron las causas desarrolladas durante la lluvia de ideas y que no fueron atacadas con la restauración de las condiciones básicas. Este paso permite ahondar aún más en las verdaderas causas de los problemas de la línea y que generan paros no planeados, a su vez, permite crear una lista de causas potenciales.

6.3.4 Priorización de las Causas Posibles

A partir de la información recopilada, se elaboró un cuadro de causas potenciales del problema, donde se consideraron las causas que más se repitieron dentro del diagrama Causa Efecto y se enumeraron, para facilitar su identificación.

Número	Problema
1	Trabamiento de Moldes
2	Limpieza de filtro imán
3	Problemas máquinas de Empaque
4	Paros mal cargados por parte del operador
5	Paño
6	Goma
7	Metal
8	Desgaste de cadenas
9	Cuchillos Raspadores
10	Falta de Mano de Obra

Tabla 6.3: Cuadro Causas Potenciales del Problema

A partir de la Tabla 6.3, se realiza una priorización de causas para determinar la importancia y el orden en que se atacarán las posibles causas a los problemas de la línea, con esto se categorizan las causas por colores que indican qué tan fácil es de controlar y el impacto que tiene sobre los Paros No Planeados.

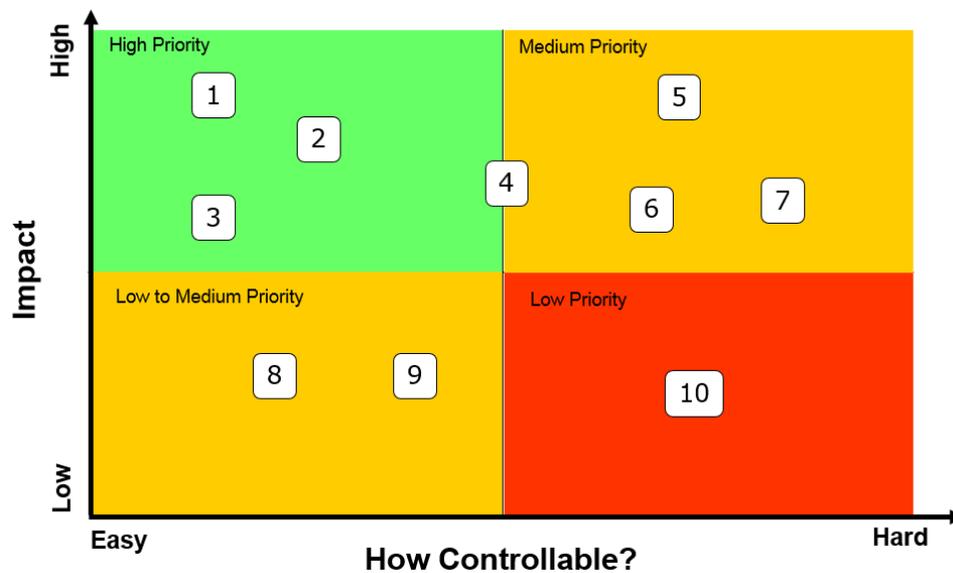


Figura 6.23: Esquema Priorización Causas Posibles.

En la Figura 6.23, se observa que el trabamamiento de moldes, la limpieza de filtro imán y los problemas con las máquinas de empaque, son las causas con mayor impacto sobre los paros, con mayores oportunidades y que deben ser la principal prioridad. Luego, los paros mal cargados por parte del operador, en este caso Líder de Línea, se encuentra en un punto medio entre prioridad alta y media. Incidentes por paño, goma y metal, aunque tienen un alto impacto sobre el tiempo perdido en la línea, son más difíciles de controlar por lo que tienen una prioridad media. Desgaste de cadena y problemas con los cuchillos raspadores tienen una prioridad media y un bajo impacto en los paros. Finalmente, la falta de mano de obra, es una causa que afecta en los paros, pero es muy difícil de controlar.

6.3.5 Análisis de los 5 Por qué

Cinco Porqués es una técnica de análisis de problemas reales específicos que da profundidad al análisis; parte de una premisa donde se pregunta 5 veces por qué ocurrió el problema, teniendo siempre como referencia la respuesta anterior. Los 5 Porqués permiten profundizar en el análisis de causas, preguntando y respondiendo en forma sucesiva el porqué de un problema. Para construir un análisis 5 Porque s se debe:

1. Registrar todas las causas que contribuyen identificarlas en el diagrama causa y efecto en la primera columna de la primera ronda de preguntas analizando una causa por hoja.
2. Determine las causas que contribuyen y deseche los improbables; a. Si la causa es confirmada => introduzca (SÍ) en la hoja, vaya a la siguiente ronda; b. Si la causa no es confirmada => introduzca (NO) en la hoja, pare el análisis de esta causa.
3. Estadísticamente, la causa raíz se alcanza en la quinta ronda pero, puede presentarse el caso en que se alcance antes y depende del trabajo hecho en la parte de medir.

A continuación, se presenta el cuadro 5 Por qué del proyecto, atacando las causas anteriormente vistas:

Durante el proceso productivo de la línea Cavemil 2, se producen cerca de 412 horas de Paros No Planeados provenientes de Fallas de Proceso y Espera de Máquina/Proceso. El enfoque del proyecto con principalmente en Incidentes de Calidad debido a Trabamamiento de Moldes a lo largo de la línea, donde participan tanto líderes de línea como personal técnico.							 CONTINUOUS <small>EXCELLENCE</small>			
ANÁLISIS DE LOS 5 POR QUÉ (Profundización de la causa raíz)										
Causas Posibles	Si/No	¿Por qué?	Si/No	¿Por qué?	Si/No	¿Por qué?	Si/No	¿Por qué?	Si/No	¿Por qué?
Trabamiento por moldes sucios	Si	Porque se pegan	Si	Porque van con chocolate	Si	Porque van con sobredosificación en el depositador	Si	Porque el depositador chorrea	Si	Porque no tiene sistema de succión
	Si	Porque llegan al túnel con el chocolate endurecido	Si	Porque los cuchillos raspadores no sacan el exceso de chocolate	Si	Porque los cuchillos raspadores longitudinales están mal ajustados	Si	Porque no existe estandarización de ajuste de cuchillos. No hay raspador transversal en vuelta corta.		
					Si	Porque el cuchillo raspador transversal está mal diseñado	Si	Porque no existe un estándar de fabricación de los cuchillos		
					Si	Porque no hay cuchillos raspadores transversales en vuelta corta	Si	Porque no se ha solicitado a área técnica		
Limpieza de filtro imán	Si	Porque se detiene la línea para realizar la toma de muestra	Si	Para evitar que se vacíe el depositador	Si	Para no quedar sin chocolate por el cierre del flujo				
				Porque se puede caer al depositador el filtro imán	Si	Porque no hay un soporte fijo que sostenga el filtro imán cuando lo sacan				
Exceso de ajuste en la máquina de empaque	Si	Por desgaste de piezas de las máquinas de empaque	Si	Por mala calidad de la máquina	Si					
	Si	Por falta de conocimiento de las maquinistas	Si	Porque tienen inexperiencia	Si	Porque falta entrenamiento 70-20-10				
Paros mal cargados en SAM por parte del operador	Si	Porque el operador no puede cargar directamente en el equipo	Si	Porque no estaban desglosado por equipo en SAM	Si	Porque no había sido considerado por PI				
Incidente de calidad con paño	Si	Porque se contamina cuando toman la muestra de filtro imán	Si	Porque al tomar la muestra de filtro imán queda con pelusas	Si	Porque el operador no toma correctamente la muestra	Si	Por que no hay estándar		
					Si	Porque el filtro tiene desgaste y el paño se dehilacha				
Incidente de calidad con goma	Si	Porque se rompen las gomas del temperador	Si	Por que se encuentran en mal estado	Si	Porque no tiene plan de recambio	Si	Porque no esta incluido en un plan de inspección por parte de área técnica		
	Si	Por que se contamina el chocolate desde fabricación	Si	Porque las gomas se encuentran en mal estado	Si	Porque no no esta definida la vida útil de la goma	Si	Porque no esta incluido en un plan de inspección por parte de área técnica		
Incidente de calidad con metal	Si	Porque soporte de filtro imán genera metal	Si	Porque se generan metal en los hilos del filtro imán	Si	Porque al colocar el filtro imán no enrosca correctamente en el soporte	Si	Por que el operador tiene difícil acceso a la operación		
Desgaste de cadenas	Si	Porque estan en mal estado	Si	Por que no se han reemplazo todas	Si	Porque el valor de la reposición es muy alto	Si			
Quiebre de cuchillos raspadores	Si	Porque se enuencran en mal estado	Si	Porque no tiene plan de recambio	Si					
	Si	Porque estan mal ajustados	Si	Porque Operador no sabe realizar el ajuste	Si	Porque no hay un estándar de operación				
Falta de mano de obra	Si	Porque personal se atrasa en los cambios de turno	Si	Porque no trabajan en equipo	Si	Porque no estan comprometidos				

* Si: Es una causa probable
 * No: no es una causa probable

Tabla 6.4: Esquema 5 Por qué Proyecto DMAIC Línea moldeo tabletas de chocolate.

En la Tabla 6.4, se puede ver como se analizaron cada una de las posibles explicaciones a las causas de los Paros No Planeados en la Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Finalmente, como apoyo al estudio del principal problema de la línea que es el trabamiento de moldes, se elaboró un sistema de muestreo para cuantificar la frecuencia con que ocurren los incidentes. Como se vio anteriormente, los Incidentes de Calidad son la mayor causa de Paros no Planeados, por lo que se ideó un plan de recolección de datos donde se identificarían la frecuencia de daños

a los moldes a lo largo de la línea y dónde ocurren. El plan de Recolección de datos consistió en 3 etapas:

1. Identificación de las zonas donde se puede producir algún tipo de daño a los moldes en la Línea de moldeo de tabletas de chocolate, con la ayuda de un miembro del equipo de Calidad, para confeccionar un mapa de incidentes (Etapa Medir).
2. Demarcación de cada una de las zonas de la línea identificadas anteriormente, con carteles rojos, asignándoles un número para facilitar la medición (Etapa Medir).
3. Creación de una planilla (Anexo 10) para identificar la frecuencia del trabamiento de moldes a lo largo de la línea y entrenamiento a los líderes para llevar a cabo la medición de estos incidentes.

En la planilla que se entregaba diariamente a los líderes de línea y que cubría los 3 turnos, el operador debía marcar cada vez que ocurría un evento de trabamiento o quiebre de molde en el lugar que correspondía. La medición se llevó a cabo por un mes.

Con los datos obtenidos, se elaboró un gráfico de frecuencia en MiniTab:

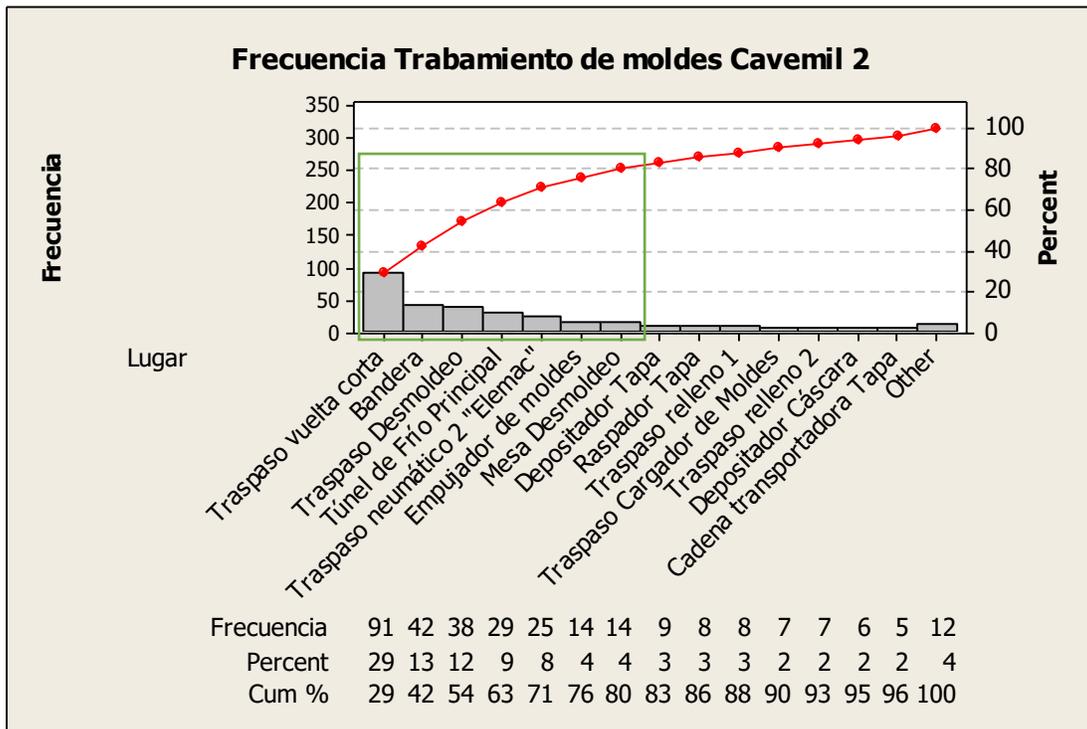


Figura 6.24: Frecuencia Trabamiento de Moldes.

La Figura 6.24 muestra que los lugares con mayor trabamiento de moldes son:

- Sector Traspaso Vuelta Corta
- Sector Bandera
- Traspaso Desmoldeo
- Túnel de Frío Principal
- Traspaso Neumático 2 "Elemac"
- Empujador de Moldes
- Mesa Desmoldeo

6.4 IMPLEMENTAR MEJORAS

6.4.1 Plantear e implementar mejoras de acuerdo a herramienta 5W+2H

La herramienta llamada "5W+2H" (término en inglés) es una de las más utilizadas dentro de los proyectos de mejora, ya que es una forma eficiente de organizar un plan de acción. El objetivo es lograr una planificación adecuada a

situaciones complejas utilizando una herramienta simple y fácil, que presenta acciones claras a llevar a cabo a fin de alcanzar una meta.

Las preguntas representadas en el 5W+2H son: ¿Qué? (What?), ¿Por qué? (Why?), ¿Cómo? (How?), ¿Quién? (Who?), ¿Cuándo? (When?), ¿Dónde? (Where?), ¿Cuánto? (How Much?).

- La pregunta ¿Por qué? evita que se realicen acciones innecesarias y se desperdicien recursos; aclara que las actividades y acciones se justifican solo por los resultados que persiguen.
- La pregunta ¿Cómo? evita confusiones y da a los miembros del equipo una guía clara de acción.
- La pregunta ¿Cuánto? muestra claramente los recursos que se necesitan para llevar a cabo el proyecto o plan, de esta manera se puede tomar decisiones antes de iniciar a implementar un plan que por falta de recursos no se pueda culminar.
- La pregunta ¿Cuándo? establece una fecha de inicio y fin del proyecto, inclusive de cada acción a llevar a cabo, de esta manera se pueden ir realizando controles periódicos a fin de garantizar su completa implementación en un tiempo oportuno, en este caso la mayoría de las mejoras se llevaron a cabo entre los meses de Agosto y Noviembre de 2016, de acuerdo a la priorización realizada más adelante.
- La pregunta ¿Quién? determina a un responsable del proyecto o plan y a cada responsable de ejecutar las acciones, facilitando los controles periódicos.

A continuación, se presentan los planes de acción para cada causa identificada y la evidencia de las soluciones implementadas:

Causa Raíz: Frecuencia Trabamiento de Moldes.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Instalación Raspador empujador neumático en traspaso vuelta corta	Este punto produce trabamientos y micro paros por venir moldes pegados con chocolate ya que este se licua al pasar por Calefactor.	Instalación de Cuchillo raspador transversal en el traspaso vuelta corta, para eliminar chocolate después del túnel de calefacción.	Línea Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Producción	Octubre 2016.
B	Instalación de Rodillo entre depositador y raspador mecánico	El molde al pasar por raspador mecánico sufre los siguientes inconvenientes: 1° Al raspar cuchillos chocolate escurre ensuciándose lateral del molde. 2° Se regula sin control la altura de cuchillos. 3° Cuchillos quedan expuestos a torsión y quiebre.	Se desplazará el raspador mecánico hacia la izquierda para instalar un rodillo justo después del depositador tapa.	Línea Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Producción	Octubre 2016.
C	Instalación conjunto de cuchillos Technyl en marco antes de entrada a túnel principal	Al venir moldes sucios producto de un excesivo dosificado en Molde, este pasa luego por un raspador mecánico, el cual es regulado sin control, trayendo las siguientes consecuencias: derrame excesivo de chocolate ensuciando lateral de moldes, quiebre de cuchillos raspadores, por presión o regulación sin control y un mal juego de cuchillos raspadores a la entrada del túnel, que no limpian correctamente lateral del molde y por ende ensucia guías y bandejeros que terminan por frenar ingreso de moldes a estos produciéndose trabamientos.	Reemplazo de raspadores laterales antes del empujador a túnel principal por set de cuchillos.	Línea Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Producción	Noviembre 2016.

Tabla 6.5: 5W+2H Trabamiento de Moldes.

A) Instalación Raspador Empujador Neumático en traspaso vuelta corta.



Raspador



Empujador Neumático

B) Instalación de Rodillo entre depositador y raspador mecánico.



C) Instalación conjunto de cuchillos raspadores antes de Túnel Principal.



Causa Raíz: Tiempo ocupado en Limpieza de Filtro Imán.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Verificar Capacidad del Depositador	El sensor del depositador indica que se llene cada un minuto aprox, lo que no permite verificar cuanto tiempo es capaz de trabajar el depositador con su capacidad, y así no detener la línea para procesos de limpieza.	Se medirá la capacidad del depositador y se hará el cálculo de cuánto tiempo puede funcionar sin recibir más chocolate, en base a los moldes por minuto que pasan en la línea.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Analista de Procesos	Septiembre 2016.
B	Estandarización Limpieza filtro imán	No existe estándar ni Instructivo Operacional del proceso.	Se realizará un procedimiento operacional de limpieza de filtro imán para los 2 depositadores de la línea tomando fotos y describiendo el proceso.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Analista de Procesos	Septiembre 2016.

Tabla 6.6: 5W+2H Limpieza Filtro Imán.

A) Verificar Capacidad del Depositador.

Como primer dato se midió el tiempo de limpieza del filtro imán realizado por el Líder de Línea y su ayudante, ambos en paralelo, para realizarlo en los depositadores disponibles en la línea. La limpieza del filtro imán tomó 5 minutos.

Luego, se realizó una prueba para calcular la capacidad de los depositadores, tanto de la Cáscara como de la Tapa. La prueba consistió en conocer la velocidad a la que iban pasando los moldes, desactivar el llenado del depositador y tomar el tiempo en que demoraba en vaciarse el depositador. Posteriormente, se pesó el molde vacío y también se pesaron los moldes con cáscara y con tapa para conocer los gramos de chocolate depositado. Con todos estos datos, se calculó la capacidad de los depositadores (Anexo 11).

Del cálculo anterior se obtuvo que a una velocidad de 16 moldes por minuto hay disponibles 8 minutos antes que se vacíe el depositador, es decir, se puede disminuir la velocidad de la línea para realizar la limpieza del filtro imán y no detenerla como normalmente se hacía. Esta prueba presenta un importante antecedente para disminuir de gran manera esta causa de Paros No Planeados.

B) Estandarización de la Limpieza.

Como resultado de la medición anterior, se hizo necesario realizar un instructivo de limpieza de filtro imán con el fin de explicar la forma correcta de realizar el procedimiento y así se verifica que cada turno lo realizará de la misma forma (Anexo 12).

Causa Raíz: Problemas en Máquinas Envasadoras KHW.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Entrenamiento maquinistas	Falta de conocimientos y experiencia extiende los paros no planeados por fallas en máquinas KHW.	Creación de una matriz para evaluación de conocimientos. Capacitación en armado y desarmado de la máquina, y manejo de la pantalla touch.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Durante meses de Septiembre y Octubre 2016.
B	Creación Centerline	Es necesario estandarizar puntos de ajuste de las máquinas KHW ya que la línea produce un solo formato.	Eliminando puntos de ajuste y demarcando las máquinas de empaque.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Durante meses de Septiembre y Octubre 2016.
C	Nuevo Envase	El ancho del envase puede influir en las fallas de las máquinas de envase.	Realizando pruebas con un nuevo envase 4 mm más ancho.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Primer Semestre 2017.
D	Implementación de Rutina de Inspección	Es necesario incorporar una rutina de inspección eléctrica, de mordaza y de cuchillos de la envasadora para prevenir fallas.	Elaboración de un informe y un estándar para realizar una rutina de inspección de las máquinas de empaque.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Durante el mes de Octubre 2016.
E	Mejorar Conjunto Longitudinal	Variación en la posición y altura de mordazas es causa frecuente de fallas en las máquinas de empaque.	mantención y ajuste de mordazas de las KHW.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Durante meses de Septiembre y Octubre 2016.
F	Mejorar traspaso a envasadora	Trabamiento tela transportadora y desgaste son causa frecuente de paros en la línea.	Estudio de opciones para facilitar el traspaso a máquinas de empaque.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Área Técnica de Empaque	Durante el mes de Octubre 2016.

Tabla 6.7: 5W+2H Máquinas Envasadoras.

A) Entrenamiento de Maquinistas.

Se realizó un entrenamiento a las maquinistas líderes por parte del departamento técnico con el fin de conferir autonomía a las mismas en la solución de problemas con las máquinas de empaque, de esta manera, los ajustes se harán de manera más rápida ya que no se deberá esperar a que llegue el técnico.

B) Creación de Centerline.

Se realizaron señaléticas visuales para demarcar ajustes de las máquinas de empaque.



C) Prueba con Nuevo Envase.

La prueba con un envase más ancho para los formatos de barras de 14g se realizará dentro del primer semestre 2017, con esto se busca disminuir los ajustes y las pérdidas de material de envase.

D) Implementación de Rutina de Inspección.

Se implementó una rutina de inspección por parte del Departamento Técnico que se llena una vez a la semana antes del arranque de la línea. La rutina de inspección consta de un informe en donde se deben chequear las condiciones

básicas de la línea, tanto técnicas como eléctricas, con el objetivo de prevenir fallas que dilaten el arranque de la línea y aumenten los Paros No Planeados.

E) Mejoras Máquinas de Empaque.

Se realizó una mantención de las máquinas de empaque, específicamente de la máquina KHW 2.

F) Mejoras Tela de Traspaso.

Dentro de las pequeñas mejoras de la línea durante la mantención, se reguló la altura de las telas, los traspasos hacia las máquinas de empaque y las fijaciones, con el fin de optimizar el tránsito de producto desde el área de producción hacia el área de empaque.

Causa Raíz: Carga Incorrecta de Ajustes Realizado por el Operador.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Actualización SAM	Existe sólo un código para cargar los paros de la línea, por lo que no se puede identificar el área o máquina en que ocurrió el problema.	Se le asignará un código a cada máquina de la línea para poder identificar donde ocurren los paros.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Asistente de Productividad Industrial	Agosto 2016.
B	Entrenamiento Líderes de Línea	Existe confusión para cargar los paros y muchas veces quedan en blanco, no permitiendo identificar la causa de estos.	Se realizará un entrenamiento a los líderes para cargar de manera correcta los paros en SAM.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Asistente de Productividad Industrial	Agosto 2016.

Tabla 6.8: 5W+2H Ajuste Realizado por Operador.

A) Actualización SAM.

Por parte de Productividad Industrial se modificó la planilla virtual SAM donde los Líderes de Línea cargan los datos de toda la producción, lo que se obtuvo fue que todas las máquinas de la Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate estuvieran separadas por Grupo de Máquinas tal como aparece en el Anexo 13. Los grupos de máquinas son: **CBCAV2 – MOLDCAV2** (donde está la máquina cuello de botella para cargar todos los paros planeados y los paros no planeados que no tengan que ver con una avería o ajuste); **EMPQCAV2 – EMPAQUE CAVEMIL 2** (donde encontrarán sólo las máquinas correspondientes al área de empaque) y

MOLDCAV2 - MOLDEO CAVEMIL 2 (donde se encuentran todas las máquinas correspondientes al área de moldeo). Esto permite tener la visibilidad de cuáles son los puntos críticos de la línea.

B) Entrenamiento Líderes de Línea.

Por parte del mismo departamento se realizó un entrenamiento teórico y práctico a los Líderes de la Línea de Moldeo para informar de los cambios en la plataforma donde se cargan los paros e indicar la nueva manera de informarlos con la especificación de cada una de las máquinas.

Causa Raíz: Incidentes por Goma y Paño.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Control de Paños	No existe un control exhaustivo sobre la cantidad de paños que se entregan tanto al área de Fabricación y de las líneas de producción. Los paños son entregados para tareas de limpieza y toma de muestras, por lo que están en contacto directo con la línea y existe el riesgo de que el paño o un parte de este se introduzca en el proceso.	Se elaborará un registro diario de retiro y devolución de paños.	Planta de Chocolates	Higienista Planta Chocolates, Área de Calidad	Septiembre 2016
B	Levantamiento Puntos de unión piping Planta Chocolates	No existe un mapa de las gomas existentes en la planta, por lo que no existe plan de mantenimiento y recambio. Al salir goma en el producto, la línea está detenida varias horas para identificar de donde proviene.	Se realizará un mapeo de goma en los piping de la planta, descarga y válvulas, desde fabricación hasta empaque.	Planta de Chocolates	Área de Calidad y Área Técnica	Primer Semestre 2017
C	Estandarización color de las gomas	Cuando se encuentra goma en la línea es necesario identificar rápidamente de donde proviene la goma para evitar la detención de la línea por más tiempo del necesario.	Se estudiará la factibilidad técnica de estandarizar el color de la goma por puntos en el área de fabricación y hacia la línea. Posteriormente se estudiará extenderlo a toda la planta.	Área Fabricación y Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate.	Área Técnica de Producción	Primer Semestre 2017

Tabla 6.10: 5W+2H Incidentes por Goma y Paño.

A) Control de Paños.

La higienista de la Planta elaboró una ficha diaria de entrega de paños para cada turno, donde queda registrado la persona que recibe los paños y la cantidad que recibe. Asimismo, tendrá que firmar en la misma ficha el regreso de los paños, los cuales deben coincidir con la cantidad de entregados al inicio del turno.

B) Levantamiento Gomas en Piping de la Planta.

Como parte de los proyectos de mejora para el año 2017, se realizará un mapeo del piping de toda la Planta de Chocolates, para poder tener identificados todos los quipos y uniones que tengan goma, de esta manera se podrá realizar un chequeo periódico del estado de esta y un plan de recambio y mantenimiento.

C) Estandarización color gomas en Planta.

Junto con la identificación de los puntos con goma dentro de la Planta de Chocolates y el plan de recambio, se hará una división de las áreas entre fabricación, producción y equipos, con lo que se asignarán gomas Rojas, Blancas y Azules según la sección correspondiente. Esto permitirá que, ante algún incidente de calidad, identificando el color de la goma se tendrá certeza del lugar de donde proviene, por lo que se tomarán medidas de contención rápidamente, acortando el tiempo de respuesta y disminuyendo la cantidad de producto comprometido.

Causa Raíz: Falta de Mano de Obra.

	What (¿Qué?)	Why (¿Por qué?)	How (¿Cómo?)	Where (¿Dónde?)	Who (¿Quién?)	When (¿Cuándo?)
A	Capacitación al personal	Falta de compromiso en cambio de turno, lo que provoca detención de la línea por demora de puestos claves (maquinistas).	Se realizará una capacitación al equipo de la línea en cuanto a liderazgo y respeto entre compañeros y la importancia de no interrumpir la continuidad en la producción de la línea.	Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate	Sponsor de Línea	En el mes de Octubre de 2016

Tabla 6.11: 5W+2H Falta de Mano de Obra.

A) Capacitación Personal de la Línea.

Llevado a cabo por el Analista de Procesos Responsable de la Línea durante la charla de Inicio con el fin de crear compromiso con la línea y la empresa.

6.4.2 Gráfica de condición final

Transcurrido el tiempo establecido “Implementar”, se verificó por medio del Sistema de Administración de la compañía, el porcentaje de Paros No Planeados existentes en la línea. Para poder avanzar a la etapa de Controlar, se debe comprobar que se haya alcanzado el porcentaje de paros no programados que se propuso como el objetivo de Proyecto.

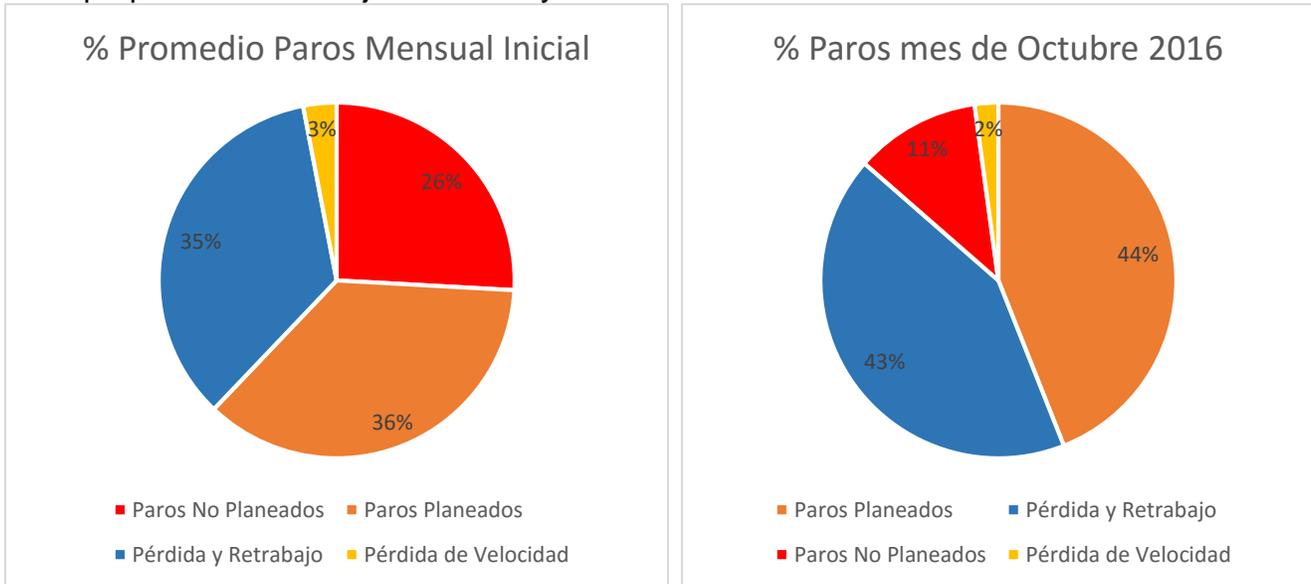


Figura 6.25: Comparación Porcentaje de Paros en Línea de Moldeo.

En la Figura 6.25, se puede observar la comparación entre la situación inicial de los Paros no Planeados, representado por el promedio mensual del año móvil con el que comenzó el Proyecto y la medición entregada por SAM para el mes de octubre del 2016. Los Paros No Planeados representaban el 36% del total de los paros de la línea y, después de las mejoras, presenta una importante disminución a un 11%, alcanzando el 40% de disminución del total de Paros No Planeados.

El detalle por grupo de paro dentro de los Paros No Planeados, donde se encuentran Fallas de Proceso, Espera de Máquina/Proceso, Averías y Paros Menores, se puede apreciar en el siguiente gráfico:

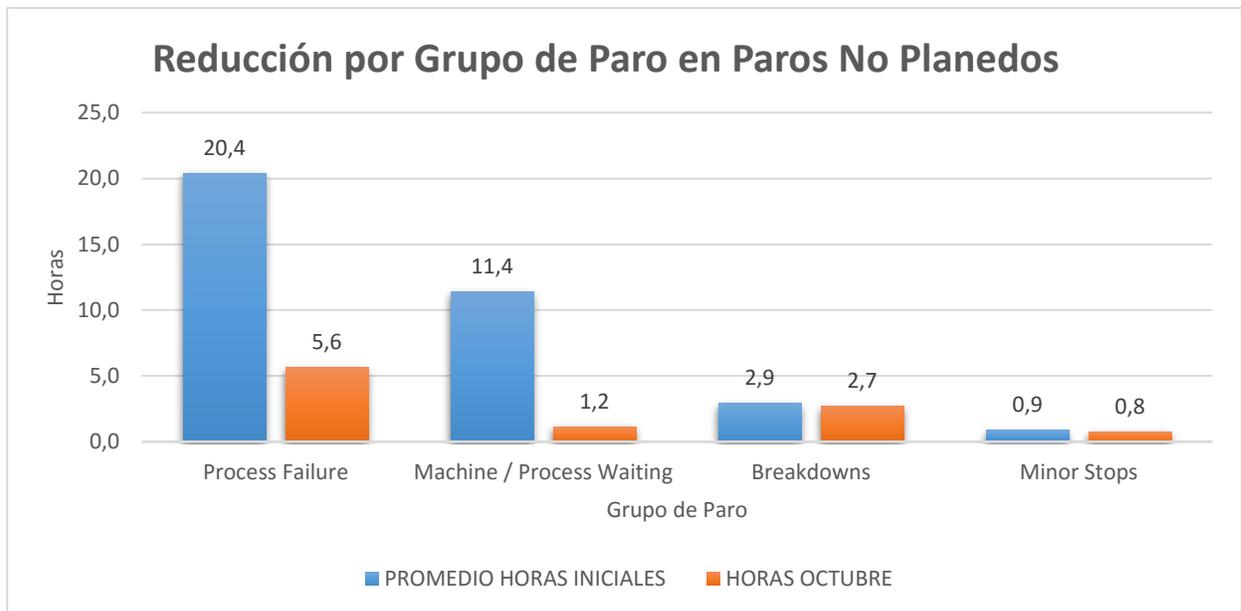


Figura 6.26: Paros No Planeados por Grupo en Línea de Moldeo.

En la Figura 6.26 se observa que los objetivos individuales del proyecto se alcanzaron a cabalidad, estos eran la reducción de un 65% en Fallas de Proceso y 10% Espera de Máquina/Proceso. Además, se observa que los Paros No Planeados debido a otras causas tuvieron una pequeña disminución que puede ser debido a las acciones tomadas. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede apreciar que las horas de Paros No Programados reales producidos, se encuentran por debajo del objetivo propuesto como proyecto, justificando el paso a la etapa Controlar.

6.5 CONTROLAR MEJORAS

Durante la etapa Controlar se hizo un seguimiento a todos los planes de acción ejecutados anteriormente, se crearon planillas de control para las mejoras e incidentes de calidad en la línea, se elaboró un panel informativo para mostrar los avances y resultados del proyecto y se elaboró una prueba para identificar el nivel de conocimiento de las maquinistas de empaque después de la capacitación. 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 en la línea de producto terminado.
- Se recolectaron datos iniciales de Paros de la Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate diseñando una base de datos correspondiente a un año móvil.
- Se conformó un equipo multidisciplinario para atacar las distintas causas de los Paros No Planeados, que abarcaban aspectos de Calidad, Ajustes Técnicos y de Operador.
- Se identificaron las causas potenciales de pérdidas en la Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate y se priorizaron según su impacto en los paros y las oportunidades de mejora.
- Se realizó una lluvia de ideas para identificar las causas raíz de los paros y sus posibles soluciones.
- Se estandarizaron procedimientos de trabajo, con el fin de que todos los turnos realizaran las actividades de la misma manera.
- Luego de implementar las mejoras, se alcanzó el objetivo de una disminución de un 40% sobre los Paros No Planeados durante las mediciones del primer mes después de su implementación.
- La ejecución de la metodología DMAIC implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones, pues presenta una forma estructurada de solución de problemas.
- Para desarrollar proyectos mediante la metodología DMAIC dentro de una empresa es fundamental el apoyo los niveles más altos de la dirección y la organización, ya sea gerencia y jefes intermedios, para gestionar los recursos necesarios para implementar las mejoras.
- Este tipo de proyectos son realizados por distintos profesionales dentro de la empresa, los conocimientos entregados por la carrera de Ingeniería en Alimentos permiten dar una mirada mucho más profunda del proceso y de las posibles mejoras, tanto en aspectos de propiedades del alimento, en este caso chocolate, como de diseño de la línea.

CAPITULO 8: REFERENCIAS

- BECKETT, S.T. Fabricación y utilización industrial del chocolate. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1-72. 1994.
- BECKETT, S.T. The Science of Chocolate. The Royal Society of Chemistry. Cambridge, Gran Bretaña. 16. 2008.
- COSTAGUTA, M. Chocolate. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 8-10. 2008.
- ENRÍQUEZ, G. Curso sobre el cultivo de Cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 183-184. 1985.
- ENRÍQUEZ, G., PAREDES, A. El Cultivo del Cacao. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Segunda Edición. San José, Costa Rica. 49-50. 1983.
- GÓMEZ, F., VILAR, J., TEJERO, M. Seis Sigma. Fundación CONFEMETAL. Segunda Edición. Madrid, España. 42-47. 2003.
- GUISANDE, C. VAAMONDE, A. Gráficos Estadísticos y Mapas con R. Ediciones Díaz de Santos. Primera Edición. Vigo, España. 279. 2012.
- HARDY, F. Manual del Cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Edición en Español. Turrialba, Costa Rica. 330-335. 1961.
- LASTRA, A. Caracterización del circuito orgánico de la cadena de cacao en el Ecuador. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Quito, Ecuador. 115. 2004.

- MARTÍNEZ, H. Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial Mundo 3D. Bogotá, Colombia. 2006.
- MEMBRADO, J. Curso Seis Sigma. Una estrategia de mejora. Editorial Quilitas Hodie. Bilbao, España. 16-21. 2004.
- MEMBRADO, J. Metodologías Avanzadas para la Planificación y Mejora. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España. 133-143. 2013.
- ORTIZ, D., RODRIGUEZ, M. 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. 2006.
- PÉREZ, L. Mejora en el Proceso de Temperado del Chocolate en una Industria Chocolatera Ecuatoriana. Tesis de Ingeniería en Alimentos. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería de la Administración y Producción Industrial. 2006.
- REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS. Decreto Supremo N°977/96. Ministerio de Salud. Santiago, Chile. Art. 398-399. 2015.
- SERPELL, A. Seis Sigma: Calidad Potenciada [en línea]:
< <http://sigweb.cl/biblioteca/SeisSigma.pdf> > [Consulta: Octubre 2016]
- SKILLICORN, K. Fabricación de Chocolates. Chocolate Making Technology Support (CMTS). Santiago, Chile. 2009.
- STEPHEN, P. Application of DMAIC to integrate Lean Manufacturing and Six Sigma. Tesis (Master of Science in Industrial and System Engineering) Blacksburg, Virginia. Virginia Polytechnic Institute and State University, Industrial and Systems Engineering Department. 2004.

- TOBAR A., MOTA, A. CPIMC Un Modelo de Administración por Procesos. Panorama Editorial S.A. Primera Edición. México D.F, México. 35-40. 2007.
- YEPES, V. Aplicación de la metodología Seis Sigma en la mejora de resultados de proyectos de construcción. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 2008.

CAPITULO 9: ANEXOS

ANEXO 1: Equipos utilizados en la Fábrica de Chocolates.



Mezclador Bühler.

Fuente: Presentación Bühler.



Pre refinador Bühler

Fuente: Presentación Bühler.



Refinador Bühler

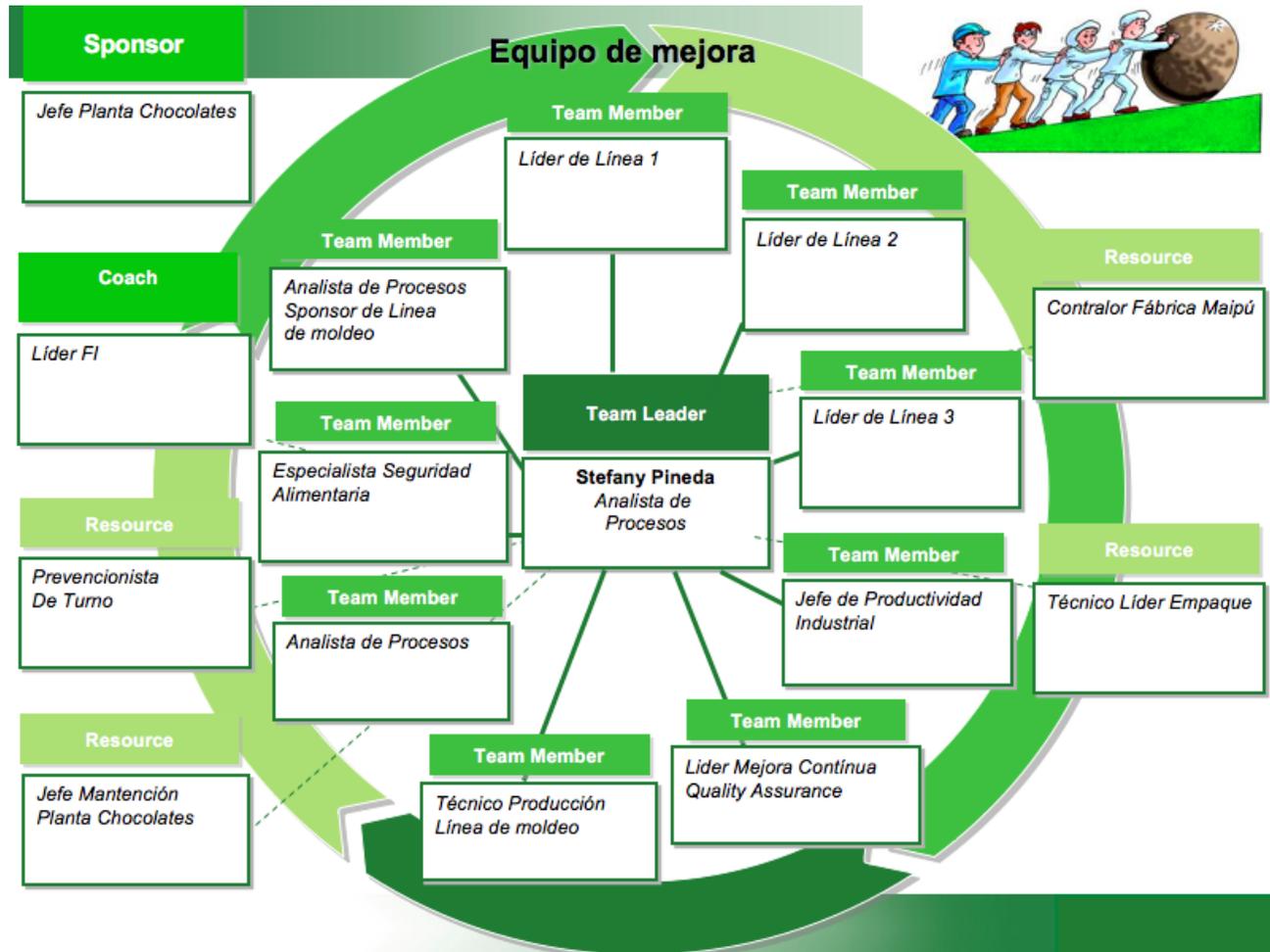
Fuente: Presentación Bühler.



Mezclador Bühler

Fuente: Presentación Bühler.

ANEXO 2: Diagrama equipo del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 3: Cálculo de GAP.

▶ **Cálculo del GAP:**

$$GAP = 11,10\% - 4,49\% = 6,61\%$$

▶ **Se define un 70% de reducción de acuerdo a la línea:**

▶ **Cálculo Objetivo:**

$$Objetivo = Situación Actual (Promedio) - (\% Reducción \times GAP)$$

$$Objetivo = 11,10 - (0,70 \times 6,61) = 6,47\%$$

▶ **Cálculo % de reducción:**

➤ *Situación Actual* = *Promedio* = 11,10%

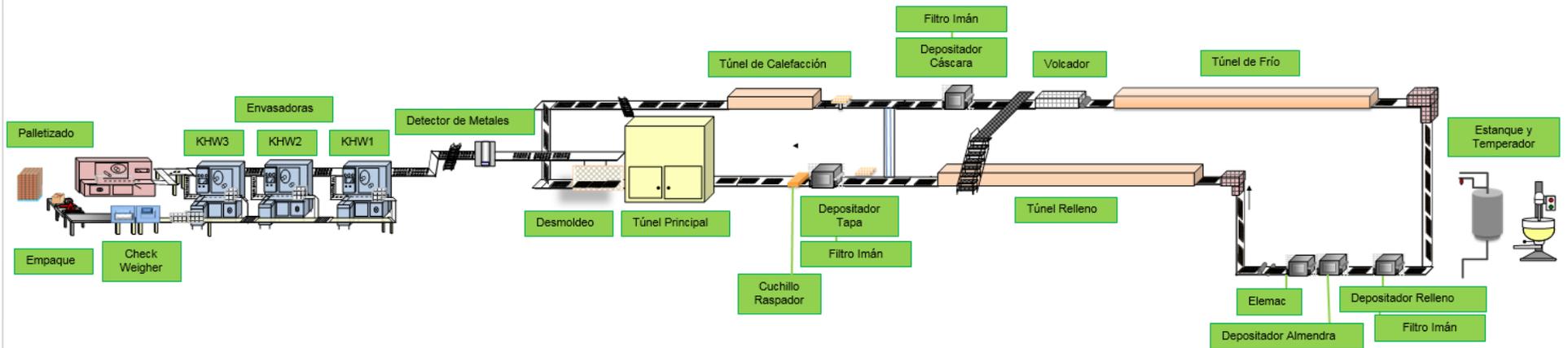
➤ *Objetivo* = 6,47%

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

$$\% Reducción = \frac{(11,10 - 6,47)}{11,10} * 100$$

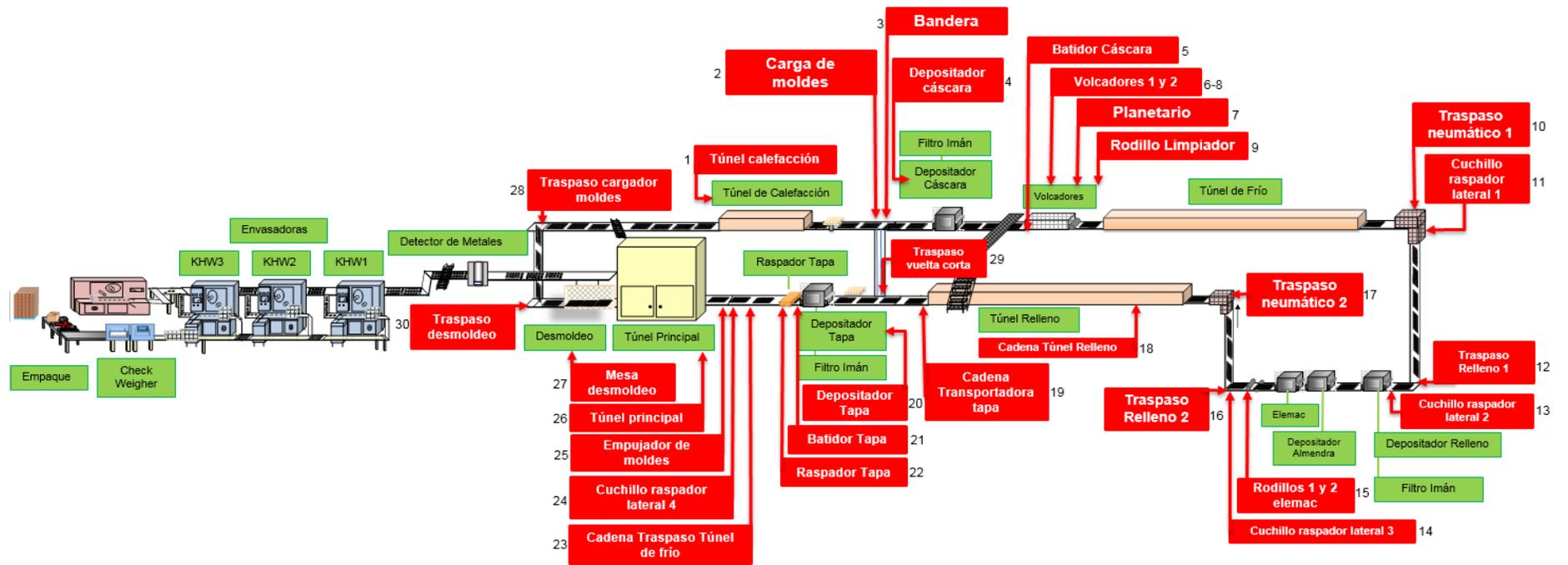
% Reducción = 41,71% de impacto en los Paros No Planeados.

ANEXO 4: Mapa de la Línea de moldeo de tabletas de chocolate e identificación de equipos.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 5: Identificación de Puntos Críticos para el Trabamieto de Moldes Línea de moldeo de tabletas de chocolate.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 6: Ejemplo Señalética Puntos Críticos Trabamamiento de Moldes Línea de moldeo de tabletas de chocolate.



Fuente: Planta de Chocolates, Fábrica de Confites.

ANEXO 7: Puntos Críticos de Generación de Partículas Metálicas en Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Origen de Partículas metálicas			
Lugar		Posible Efecto	Origen Falla
Cadena de Bastones Cáscara		Partículas Metálicas	Desgaste de piezas
Raspador Tapa		Roce Metálico	Mal ajuste de cuchillos Error operacional
Pasador en Depositador		Partículas metálicas por desprendimiento del pasador	Desgaste de piezas
Aspas en Depositadores		Roce al interior del depositador	Desgaste de piezas

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 8: Lluvia de Ideas Proyecto DMAIC Línea de moldeo de tabletas de chocolate.

Máquina	Material
<ul style="list-style-type: none"> • Bandejas en mal estado • Distintas velocidades en el circuito • Fallas Sistema Eléctrico • Cadena Desincronizada • Falta de guías en túnel Principal • Cadena Desgastada • Raspador y correa de arrastre ineficiente en Traspaso Elemac • Posición del depositador de almendras inadecuada (justo antes de traspaso Elemac) • Traspasos mal ajustados • Golpes de moldes en zonas de traspaso • Desgaste piezas máquinas envasadoras KHW 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de Moldes • Almendras caen fuera del molde • Viscosidad de chocolate no adecuada • Material de envase inadecuado – muy delgado. • Falta de cuchillo Largo y Corto
Personas	Método
<ul style="list-style-type: none"> • No se cumple estándar de limpieza • Ajuste de cuchillos raspadores hecho por maquinista • Falta de entrenamiento/experiencia operarios y maquinistas • Inconvenientes en reemplazo de colación 	<ul style="list-style-type: none"> • Moldes Sucios • Procedimiento Inspección de Moldes • No hay frecuencia ni procedimiento de limpieza establecida (filtro imán, moldes, cadenas) • Detención de la línea necesaria para la limpieza del filtro imán • No hay estándar de ajuste de cuchillos • Ausencia de Check List de puntos críticos de operación • Falta de lubricación de la cadena • Falta inspección eléctrica de la línea

Fuente: Equipo Proyecto DMAIC.

ANEXO 9: Esquema Restauración Condiciones Básicas.

Fecha	Sector		Trabajo
Mayo 2016	Sector Elemac		Instalación Pernos de anclaje al soporte del Mezclador Agua/Vapor.
	Cinta Transportadora		Se desmontan polines con rodamientos reventados y extremos de ejes gastados, se envían a fabricar ejes de polines nuevos y cambio de rodamientos. Una vez llegados de maestranza se montan y se prueban. Además, se reponen tirantes de poliuretano.
	Circuito Cañerías Depositador Tapa		Empaques de goma (roja) de mala calidad fueron cambiadas por empaques de Teflón.
	Depositador cáscara		Cambio de Flotador Circuito Agua de Calefacción.
Mayo 2016	Depositador Tapa		Cambio de Flotador Circuito Agua de Calefacción.
	Depositador Tapa		Cambio del sistema de acople y desacople del dosificado. El desgaste se presentaba en la zona de pivote de seguridad.
	Cinta Transportadora		Se realiza mantención a polines con rodamientos reventados.
Junio 2016	Mesa Desmoldeo		Instalación de protectores de goma fijos en la mesa de desmoldeo, además se instalaron protecciones de Policarbonato y aislante.
Julio 2016	Estanques		Reparación fuga de agua en circuito de relleno de agua de los estanques 28-29.

Fuente: Área Técnica Planta Chocolates

ANEXO 10: Planilla para la identificación de incidentes por trabamiento de moldes necesaria para tomar mediciones y realizar un posterior análisis sobre los incidentes.

Incidentes de Calidad: Quiebre, trabamiento, superposición o daño de moldes en Línea Cavemil 2												
		FECHA: _____										
N°	Lugar	Turno C			Turno A			Turno B				
1	Túnel de Calefacción											
2	Carga de Moldes											
3	Bandera											
4	Depositador Cáscara											
5	Batidor Cáscara											
6	Volcador N°1											
7	Planetario											
8	Volcador N°2											
9	Rodillo Limpiador											
10	Traspaso neumático 1											
11	Raspadores laterales 1											
12	Traspaso relleno 1											
13	Raspadores laterales 2											
14	Rodillos elemac											
15	Raspadores laterales 3											
16	Traspaso relleno 2											
17	Traspaso neumático 2 "Elemac"											
18	Cadena túnel de frío Relleno											
19	Cadena transportadora Tapa											
20	Depositador Tapa											
21	Batidor Tapa											
22	Raspador Tapa											
23	Cadena traspaso Túnel de Frío											
24	Raspadores laterales 4											
25	Empujador de moldes											
26	Túnel de Frío Principal											
27	Mesa Desmoldeo											
28	Traspaso Cargador de Moldes											
29	Traspaso vuelta corta											
30	Traspaso Desmoldeo											

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 11: Determinación Capacidad Depositadores Línea de Moldeo de Tabletas de Chocolate.

La velocidad nominal de la línea era de 20 moldes por minuto, se bajó la velocidad para facilitar la medición.

Depositador Cáscara:

- Velocidad: 16 moldes/minuto.
- Tiempo que demoró en vaciarse el depositador: 8 minutos.
- Moldes que pasaron en los 8 minutos: $8 * 16 = 128$ moldes
- Peso del molde con chocolate depositado: 590,14g
- Peso del molde vacío: 368,84g
- Peso del chocolate depositado: $590,14 - 368,84 = 221,3g$
- Capacidad del depositador: Número de moldes * Chocolate depositado en 8 minutos = $128 * 221,3g = 28.326,4g \sim 30$ Kg

Depositador Tapa:

- Velocidad: 16 moldes/minuto.
- Tiempo que demoró en vaciarse el depositador: 8 minutos.
- Moldes que pasaron en los 8 minutos: $8 * 16 = 128$ moldes
- Peso del molde con chocolate depositado: 569,2g
- Peso del molde vacío: 368,84g
- Peso del chocolate depositado: $569,2 - 368,84 = 200,36g$
- Capacidad del depositador: Número de moldes * Chocolate depositado en 8 minutos = $128 * 200,36g = 25.646,1g \sim 30$ Kg

ANEXO 12: Instructivo Operacional Limpieza Filtro Imán Línea de Moldeo Tabletas de Chocolate.

4 - Es capaz de Enseñar													
CONTINUOUS EXCELLENCE		Procedimiento Limpieza Filtro Imán Depositor 1 y 2				Línea	Sector	Puesto	Producto			McKay	
						Cavemil-2	Producción	Coordinador	Productos Cavemil-2				
Elementos de Protección Personal				Elementos BPF			Dispositivos/Herramientas						
Protector Auditivo	Zapatos de Seguridad			Cofia						Paño	Bolsa		
1 - Conoce / Esta entrenado													
	Dirigirse al tablero automático de la línea y disminuir la velocidad en la primera opción a 16 moldes/minuto. Luego, desde el mismo tablero desconectar el sensor del depositador.	Dirigirse al filtro imán con la plataforma de apoyo, las bolsas rotuladas, el paño de limpieza, el paño para muestra, el gancho y un filtro limpio.	Disponer la plataforma y el paño de limpieza (blanco) bajo el filtro imán y proceder a abrir la tapa.	Con el gancho, retirar el filtro imán.		Depositar el filtro imán en una bolsa rotulada y retirar el imán con el gancho.							
	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's		Previsiones SHE/LUP's							
	Nº.	Nº.	Nº.	Nº.		Nº.							
	Poner el imán sobre otra bolsa rotulada y limpiarlo con el paño de muestra.	Poner el imán en el filtro limpio, colocar el filtro imán en su lugar.	Cerrar la tapa. Limpiar por fuera del filtro imán los restos de chocolate. Sellar las bolsas y enviarlas a la sala de disolución.	Dirigirse al tablero de la línea, conectar el sensor del depositador para que vuelva a llenar el nivel de chocolate y restaurar la velocidad de trabajo.									
	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's	Previsiones SHE/LUP's		Previsiones SHE/LUP's							
	Nº.	Nº.	Nº.	Nº.		Nº.							
	Nº Emergencia	Inspección Seg. Alimento	Inspección Calidad	Medio Ambiente	Seguridad Trabajo	Tempo Ciclo (seg.)	PROCEDIMIENTO DE ALERTA (¿Qué hacer si se necesita ayuda?)						
5778													
Nº. Documento	Validador	Data	Próxima revisión	Área responsable	Aprobado								
0077.CHOCPT.051	Marcela Hernández	Sept-16	Sept-17	Cavemil-2	Coordinador TA	Coordinador TB	Coordinador TC	Emisor	Calidad	SHE	Jefe Fab.		
					SH	PM	EG	Stefany Pineda	Nicole Rivas	Dasna Sepulveda	Angelo Antonucci		
2 - Lo realiza con Ayuda													

3 - Lo realiza con autonomía

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 13: Nueva configuración de máquinas en SAM.

