

TRABAJO DE GRADO

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE EMPAQUE Y EMBALAJE DE PEGANTES EN LA
EMPRESA SUMICOL EN SOACHA CUNDINAMARCA: UN ANÁLISIS INTEGRADO
DEL PROCESO DE FABRICACIÓN Y EMPAQUE”**

METODOLOGÍA

PROYECTO APLICADO

AUTOR:

EVER TELLO

DIRECTOR:

INGENIERO VICTORIANO GARCÍA MEDINA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

COLOMBIA

OCTUBRE DEL 2017

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE EMPAQUE Y EMBALAJE DE PEGANTES EN LA
EMPRESA SUMICOL EN SOACHA CUNDINAMARCA: UN ANÁLISIS INTEGRADO
DEL PROCESO DE FABRICACIÓN Y EMPAQUE”**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD**

EVER TELLO

OCTUBRE DEL 2017

DEDICATORIA

A mi hija Darcy Tatiana Tello Cardozo, quien es mi motor y mayor motivación para luchar y para obtener mis logros.

A mi esposa Gladys Cardozo Gutiérrez, quien con su compañía, apoyo, amor incondicional y comprensión ha sido importante en mi formación académica y al igual que mi hija me motiva para seguir adelante.

A mi madre Cecilia Tello Urbano, quien me dio la vida, su amor y apoyo en mi formación sin ella no habría sido posible ser lo que hoy día soy.

AGRADEIMIENTOS

A Dios por darme la vida, por sus infinitas bendiciones y su amor incondicional.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, por los aportes educativos y formación impartida.

A todo el cuerpo de docentes en especial a aquellos de quienes tuve el privilegio de recibir, formación.

Al Director de mi proyecto, Ingeniero Victoriano García Medina, por todo su aporte, orientación y empeño en la culminación de mi proyecto.

Al Ingeniero Carlos Edwin Carranza Gutiérrez del SIGI-ZCBC, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

A SUMICOL S.A.S. En especial a la planta de pegantes de Soacha, a sus directivos y demás colaboradores que de una u otra forma contribuyeron en el éxito del presente estudio.

COMPROMISO DE AUTOR

Yo, Ever Tello, declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal y manifiesto que ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo legal, económico y administrativo sin afectar al Director del trabajo, a la Universidad y a cuantas instituciones hayan colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

Firma: _____

Compromiso de autor

Yo, Ever Tello, declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal y manifiesto que ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo legal, económico y administrativo sin afectar al Director del trabajo a la Universidad y a cuantas instituciones hayan colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

Firma:



93'34431c

AUTORIZACIÓN

Bogotá septiembre 19 de 2017

Atte.: Comité Zonal de Investigación

Por este medio autorizo la publicación electrónica de la versión aprobada de mi Proyecto Final bajo el título [“Estudio del proceso de empaque y embalaje de pegantes en la empresa Sumicol en Soacha Cundinamarca: Un análisis integrado del proceso de fabricación y empaque”] En la biblioteca de la Institución.

Informo los datos para la descripción del trabajo:

Título	“Estudio del proceso de empaque y embalaje de pegantes en la empresa Sumicol en Soacha Cundinamarca: Un análisis integrado del proceso de fabricación y empaque”
Autor	Ever Tello
Resumen	El Proyecto tiene como finalidad, encontrar causas y propuestas de mejora, para solucionar la falta de material en las empacadoras, por causa de un tiempo de ciclo alto en el proceso de producción de pegantes de la planta de Sumicol S.A.S. en Soacha Cundinamarca y para lograrlo utilizaremos la metodología DMAIC apoyada en TPM
Programa	Ingeniería Industrial
Palabras clave	Herramientas de análisis, caso de estudio, tiempo de ciclo, dosificación, ciclo DMAIC
Contacto	etello@corona.com.co , everestespacios@yahoo.es , everesthospacios@yahoo.com.ar

Atentamente,

Firma: _____

AUTORIZACION

Bogotá septiembre 19 de 2017

At: Comité Zonal de Investigación

Por este medio autorizo la publicación electrónica de la versión aprobada de mi Proyecto Final bajo el título ["Estudio del proceso de empaque y embalaje de pegante en la empresa Sumicol en Soacha Cundinamarca: Un análisis integrado del proceso de fabricación y empaque"] En la biblioteca de la Institucion.

Informo los datos para la descripción del trabajo:

Título	"Estudio del proceso de empaque y embalaje de pegantes en la empresa Sumicol en Soacha Cundinamarca: Un análisis integrado del proceso de fabricación y empaque"
Autor	Ever Tello
Resumen	El Proyecto tiene como finalidad, encontrar causas y propuestas de mejora, para solucionar la falta de material en las empacadoras, por causa de un tiempo de ciclo alto en el proceso de producción de pegantes de la planta de Sumicol S.A.S. en Soacha Cundinamarca y para lograrlo utilizaremos la metodología DMAIC apoyada en TPM
Programa	Ingeniería Industrial
Palabras clave	Herramientas de análisis, caso de estudio, tiempo de ciclo, dosificación, ciclo DMAIC
Contacto	etello@corona.com.co , everestespacios@yahoo.es , everestespacios@yahoo.com.ar

Atentamente,

Firma:



93-344310



RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo encontrar las causas que están ocasionando la pérdida de tiempo en el ciclo de producción del proceso en la planta de pegantes de Soacha Cundinamarca, el proyecto requiere de las tres primeras fases del ciclo DMAIC, Definir, Medir y Analizar, para luego plantear unas propuestas y aplicaciones de mejoras en las etapas cuarta y quinta del ciclo (Mejorar y Controlar), se necesitó de recursos humanos y materiales, los cuales la empresa aportó y fueron puestos a disposición del proyecto.

En la primera fase (Definir) se observó la situación actual y se definió el problema, con la recolección de datos se abordó la segunda fase (Medir) y se dio paso a la tercera fase (Analizar) después de una buena fase de análisis, la cuarta fase (Mejorar) permitió arrojar un diagnóstico y unas propuestas de mejoras para reducir el tiempo de ciclo y alcanzar así la mejor alternativa para encontrar la solución a problemas que ocasionan los tiempos largos en el ciclo de producción, se aplicaron las propuestas de mayor impacto y se analizaron los resultados alcanzados, para luego en la quinta fase del ciclo (Controlar) se aseguró que las mejoras no se dejen caer con el tiempo y evitar el retornar al problema inicial que dio inicio a este proyecto.

La metodología utilizada fue el ciclo DMAIC, llamada así por estar compuesta de cinco fases donde cada letra es la inicial de cada una de las fases así, Definir, Medir, Analizar, Mejora y Controlar en inglés (define, measure, analyze, improve, control), en cada fase se apoyarán en herramientas y metodologías alternas como es el TPM.

En cada fase se utilizaron herramientas de análisis, como gráficos de Pareto, histogramas, espina de pescado, entre otras.

El proceso de fabricación se dividió en cinco subprocesos; dosificación y descarga al mezclador, mezclado y descarga al transporte, transporte, empaque y estibado; en cada uno de ellos se encontraron fallas tanto físicas como del sistema, se plantearon y se realizaron ajustes y mejoras, todo apuntando a lograr el gran objetivo que es reducir el tiempo de ciclo, lo cual se logró satisfactoriamente y cuyos resultados los veremos en el desarrollo del presente proyecto.

Palabras Claves: Herramientas de análisis, caso estudio, Tiempo de ciclo, dosificación, transporte y empaque, capacidad de planta, cuellos de botella, TPM, ciclo DMAIC

ABSTRACT

This project aims to find the causes that are causing the loss of time in the production cycle of the process in the Soacha Cundinamarca glue plant, the project requires the first three phases of the DMAIC, Define, Measure and Analyze cycle, for then to propose some proposals and applications for improvements in the fourth and fifth stages of the cycle (Improve and Control), human and material resources were needed, which the company contributed and were made available to the project.

In the first phase (Define) the current situation was observed and the problem was defined, with the data collection the second phase (Measure) was approached and the third phase was taken (Analyze) after a good analysis phase, in the fourth phase (Improve) allowed to make a diagnosis and some proposals for improvements to reduce the cycle time and to achieve the best alternative to find the solution to problems that caused the long times in the production cycle, the proposals of Se controlled the greatest impact and analyzed the results achieved, then in the fifth phase of the cycle (Control) that the improvements were not dropped over time and avoid the return to the initial problem that started this project.

In each phase analysis, tools were used, such as Pareto graphs, histograms, fishbone, among others.

The manufacturing process was divided into five sub processes; dosing and discharge to the mixer, mixing and unloading to the transport, transport, packing and stowage; in each of them, both physical and system failures were found, adjustments were made and improvements were made, all aiming at achieving the great objective of reducing cycle time, which was achieved satisfactorily and whose results will be seen in the development of this project.

Keywords: Analysis tools, case study, Cycle time, dosage, transport and packaging, plant capacity, bottle necks, TPM, DMAIC cycle

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
2 JUSTIFICACIÓN	20
3 OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.....	22
4.1 Marco conceptual	22
4.2 Marco teórico.....	23
5 METODOLOGÍA	26
5.1 Variables.....	27
5.2 Instrumentos de medición y técnicas	27
5.3 Procedimientos	28
5.3.1. Mapeo del proceso	28
5.3.2.Diagrama de flujo.....	28
5.3.3.Sistematización de datos	28
5.4 Marco metodológico.....	29
6 DESARROLLO DEL TRABAJO	31
6.1 Fase definir.....	31
6.2 Antecedentes	31
6.2.1 Situación actual.....	33
6.2.2 Recursos utilizados.....	33
6.2.3 Fase medir.....	35
6.2.4 Herramientas o instrumentos.....	35
6.2.5 Medición del estado actual del proceso	36
6.2.6 Alcance del proyecto.....	36
6.2.7 Diagrama de flujo del proceso y ciclo general del proceso	37
6.2.8 Tiempo de ciclo general	38

6.2.9	Alcance deseado	38
6.2.10	Medición de tiempos y registro de datos de los subprocesos.....	40
6.2.11	Dosificación y descarga al mezclador.....	42
6.2.12	Transporte.....	44
6.2.13	Empaque	46
6.3	Fase analizar.....	49
6.3.1	Análisis de los subprocesos.....	49
6.3.2	Dosificación y descarga al mezclador.....	49
6.3.3	Mezcla y descarga a transporte	50
6.3.4	Transporte.....	50
6.3.5	Empaque	51
6.3.6	Análisis de no conformes y reprocesos.....	53
6.3.7	Análisis de averías	54
6.4	Fase mejorar	56
6.4.1	Caso de estudio.....	58
6.5	Fase controlar	65
6.5.1	Análisis de los resultados	65
6.5.2	Control	67
7	RESULTADOS	68
8	DISCUSIÓN	69
9	CONCLUSIONES.....	70
10	RECOMENDACIONES.....	71
11	REFERENCIAS.....	72
12	GLOSARIO.....	73
13	ANEXOS	75

TABLA DE FIGURAS

Figura 5.1 Mapa de proceso	26
Figura 5.2DFP-Diagrama de flujo del proceso	28
Figura 6.1 Panorámica de la planta	31
Figura 6.2 Recursos necesarios	34
Figura 6.3 Ciclo DMAIC	29
Figura 6.4 alcance del proyecto	37
Figura 6.5 Ciclo general	37
Figura 6.6 Pared de balanceo	38
Figura 6.7 Alcance anhelado	39
Figura 6.8 Sistema supervisor	40
Figura 6.9 Datos sistema supervisor	41
Figura 6.10 Datos supervisor de dosificación y descarga	42
Figura 6.11 Datos supervisor tiempos de mezcla	44
Figura 6.12 Datos sistema supervisor de transporte	45
Figura 6.13 Comportamiento de la demanda	46
Figura 6.14 Demanda último trimestre por referencias	47
Figura 6.15 Datos sobre el árbol de perdidas	48
Figura 6.16 Histograma sobre dosificación y descargue	49
Figura 6.17 Histograma tiempo de mezcla y descargue a transporte	50
Figura 6.18 Histograma tiempos de transporte	51
Figura 6.19 Comportamiento demanda por referencia	52
Figura 6.20 Bolsas empacadas por minuto	53
Figura 6.21 Comportamiento de reprocesos y no conformes	54
Figura 6.22 Árbol de pérdidas	55
Figura 6.23 Sipoc de la planta	57
Figura 6.24 Enfoque del proceso	58
Figura 6.25 5W + 1H	59
Figura 6.26 Etapa medición	60
Figura 6.27 Etapa análisis	60
Figura 6.28 Causas de mayor impacto	61
Figura 6.29 Los 5 ¿por qué?	61
Figura 6.30 Mejoras propuestas	62
Figura 6.31 Mejoras realizadas	62
Figura 6.32 Plan de acción de mejoras	65
Figura 6.33 El antes del estudio	66
Figura 6.34 tiempo finales logrados luego del proyecto	67

TABLA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Clasificación de los casos de estudio	74
Anexo 2. Ejemplo de la herramienta 5w+1h	75
Anexo 3. Guía para llenar la herramienta espina de pescado	76
Anexo 4. Ejemplo de la herramienta 5 ¿por qué?	77
Anexo 5. Ejemplo de mapeo de proceso	78
Anexo 6. Como diligencia un Sipoc	79
Anexo 7. Ejemplo de un Sipoc diligenciado	80
Anexo 8. Sop sobre un cambio de referencia	81
Anexo 9. Cronograma de actividades	82

INTRODUCCIÓN

En la planta de pegantes de Soacha Cundinamarca, de la empresa SUMICOL S.A.S. todos sus procesos son realizados de manera automática y su capacidad instalada es de 9000 toneladas mes, en la actualidad no se logra producir esta cantidad porque las empacadoras sufren constantes paros no programados debido al desabastecimiento en sus tolvas de alimentación, actualmente la empresa sigue una metodología de mejoramiento con muchas herramientas de análisis, una de estas herramientas es el ciclo DMAIC, la cual a su vez se apoya en todas las herramientas de análisis y mejora que existe y que sean aplicables en la solución de causas asignables o comunes.

Existen distintos factores que ocasionan pérdida de tiempo en los subprocesos que a la vez ocasionan el no aprovechamiento de la capacidad instalada total de la planta.

Lo anterior me motivó a realizar este proyecto cuyo objetivo principal es: "Analizar los procesos de producción y empaque en planta de pegantes de Soacha, con el fin de determinar las causas que ocasionan los cuellos de botella y pérdidas de tiempo en el proceso productivo"

Con el anterior objetivo y con la ayuda de las distintas herramientas de análisis que iremos encontrando mediante la aplicación del ciclo DIMAIC, esperamos encontrar las causas y mejorar las distintas restricciones para así conseguir una mejor productividad, mejor rendimiento, eficacia y eficiencia en los subprocesos que compone el proceso de empaque y embalaje de la planta de pegantes de Soacha

Para la realización del proyecto utilizare como base la metodología DMAIC en sus 5 fases, recordemos que DMAIC toma su nombre de las iniciales en inglés de: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

De esta manera se desarrolló todo el estudio en el capítulo 6, en el cual encontraremos a manera de subcapítulos las 5 fases del ciclo, como sigue continuación:

El subcapítulo 6.1 lo comprende la fase definir, en él se identifica el problema, se definen requerimientos y se establecerán objetivos.

De igual manera se hace una reseña histórica, se muestran antecedentes, la situación actual y los recursos utilizados.

El subcapítulo 6.2 lo compone la fase de medición, en esta etapa ya se encuentra definido el problema, se debe empezar a realizar las mediciones y recopilación de datos mediante registros de información como tiempos del ciclo actual, tiempos perdidos en las empacadoras por causa del ciclo actual y toneladas hombre actuales.

En el encontraremos un repaso por la metodología, una breve descripción de las herramientas de análisis, medición actual de cada uno de los subprocesos.

El subcapítulo 6.3 está conformado por la fase de analizar, donde se analizan los datos registrados y con ayuda de herramientas de análisis como espina de pescado, diagramas de Pareto y algunas otras que en su momento sean necesarias para alcanzar un diagnóstico y una propuesta de mejora, la cual se implementara en la siguiente fase del proyecto.

En este apartado se encontraran todos los análisis de los 5 subproceso ya medidos en el fase anterior de medición

El subcapítulo 6.4 le corresponde a la fase de mejorar, en esta fase se toma la propuesta realizada en la fase anterior y se aplica, se hace seguimiento a los resultados, se puede corregir en el campo los detalles obviados en la propuesta, las mejoras que no funcionen se desechan o se reemplazan, las propuestas de mejoras efectivas se implementan.

En este subcapítulo encontraremos un Sipoc de la planta, el caso de estudio realizado, vale aclarar que estos casos de estudio vuelven y retoma cada una de las fases del ciclo DMAIC, pero ya con la herramienta de análisis aplicada, también encontraremos las mejoras realizadas.

El subcapítulo 6.5 corresponde a la fase de controlar, para esta fase final, se realizan estándares de operación, procedimientos y control que ayuden impedir que lo realizado se deje caer y volvamos al punto inicial del problema perdiendo los logros conseguidos.

Se analizan los resultados obtenidos

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la planta de pegantes de Sumicol ubicada en Soacha Cundinamarca, se cuenta con tres líneas de empaque, pero debido a los cuellos de botella que se presentan en el proceso, solo se pueden operar dos líneas en el momento quedando por momentos una de las dos empacadoras sin material para ser empacado, si se opera la tercera empacadora aumenta el problemas de desabastecimiento de material para empacar; son muchas las restricciones que hoy día tiene el proceso por lo cual se afecta el flujo rápido de material e impiden un tiempo de ciclo adecuado en cuanto a la preparación del producto que es menor al tiempo de empackado, esto ocasiona que no se aproveche la capacidad instalada en el área de empaque en su plenitud.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que la capacidad instalada no está siendo aprovechada en su totalidad surge la inquietud ¿Qué causas están generando estos cuellos de botella y qué impacto real ejercen sobre el tiempo de ciclo productivo? y ¿cómo plantear mejoras para reducir estos impactos?

1.1. Hipótesis

De acuerdo al planteamiento del problema surgen las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1

Existe una relación directamente proporcional entre el tiempo del ciclo de los subprocesos que interactúan entre sí para llevar el producto a las tolvas de las empacadoras y el desabastecimiento de las mismas.

Hipótesis 2

Analizando y mejorando los subprocesos, se mejorara el tiempo de ciclo del proceso general.

Hipótesis 3

Mediante la implementación de mejoras se reducirá el tiempo de ciclo del proceso de producción total de la planta.

Hipótesis 4

Con la estandarización de procesos se lograra mejorar el tiempo de producción.

2 JUSTIFICACIÓN

En la empresa se cuenta con tres líneas de empaque, tecnificadas y robotizadas con capacidad de cubrir la demanda en un solo turno sin mayores esfuerzos, sin embargo, como está la situación actual, esto no es posible y la planta tiene que recurrir a programar dos turnos fijos y en ocasiones se recurre al tercer turno, incurriendo en mayores costos y gastos.

Cada línea cuenta con una ensacadora (empacadora automática) que empaca a una velocidad de 7 sacos por minuto.

La cantidad por saco empacado varía entre 10 kg. Y 40 kg. La referencia de mayor rotación es la de 25kg lo que indica una capacidad instalada entre las tres líneas de 31,5 toneladas hora, para una producción teórica por turno de 8 horas de 252 toneladas, descontando los tiempos de paros programados de 30 minutos por comida, 30 minutos de aseo y 30 minutos para pausas activas el tiempo real programado por turno es de 6,5 horas.

Lo anterior nos indica una capacidad de producción por turno de 204 toneladas y si contamos como días hábiles o productivos por mes de 25, esto nos arroja 5100 toneladas mes, programando solamente el primer turno de 8 horas.

Si la demanda de la empresa por mes es de 5000 toneladas, ¿porque la empresa requiere de dos turnos e incluso el tercer turno para cumplir la demanda?

"el desarrollo del estudio establecerá aspectos de mejora en el flujo del proceso de fabricación y empaque de pegantes, desde el análisis del proceso actual y el proceso propuesto"

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar los procesos de producción y empaque en planta de pegantes de Soacha, con el fin de determinar las causas que ocasionan los cuellos de botella y pérdidas de tiempo en el proceso productivo.

3.2 Objetivos específicos

- Observar el procedimiento actual de la programación de producción
- Estandarizar los distintos procedimientos actuales de empaque
- Revisar el proceso actual de recepción, dosificación, mezclado y transporte
- Proponer y aplicar mejoras que conlleven a la reducción del tiempo de ciclo

4 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

4.1 Marco conceptual

Los siguientes conceptos serán mencionados en el transcurso del trabajo, por tal motivo se realiza a continuación una definición sencilla de cada uno de ellos.

Carga o bache: es la cantidad máxima de producto que se elabora en un ciclo del proceso.

Ciclo del proceso: es el tiempo que tarda un bache o carga en estar listo para ser empacado, comprende desde el momento de dosificación pasando por mezclado, transportado a la tolva de empaque y el momento en que el sensor indica a la empacadora que ya está listo para ser empacado.

Empacadora: máquina diseñada para empacar producto en sacos (bolsas plásticas).

Sensor: dispositivo que indica el nivel de producto que se encuentra en la tolva alimentadora de la empacadora.

Tolva de alimentación: recipiente con que cuenta la línea de empaque, sirve de almacenamiento para el producto listo que va a ser empacado.

Dosificación: proceso que comprende el pesaje de las cantidades de insumos y componentes que debe llevar una carga o bache.

Mezclado: proceso realizado por un mezclador y que se encarga de homogenizar todos los componentes que conforman una carga o bache del producto (pegante).

Transporte: se refiere al proceso de llevar el producto listo para ser empacado, va desde el mezclador hasta la tolva de alimentación.

Pegante: producto manufacturado, empleado para pegar baldosas en pisos y paredes para acabados en interiores y exteriores de distintas clases de edificación.

DMAIC: metodología de análisis, mejora y control de procesos productivos.

Insumos: componentes que contiene una carga o bache de pegante.

Fórmula: componentes calculados mediante ensayos y normas en las cantidades que requiere una referencia de pegantes existen muchas fórmulas de acuerdo a las referencias ofrecidas o requeridas por el cliente.

Orden de fabricación: Orden que es generada de acuerdo a una solicitud del cliente donde se especifica, la cantidad, referencia y tiempo de entrega de una referencia de pegante.

Tolva báscula: recipiente dotado de celdas de pesaje con las cuales se mide la cantidad a pesar por cada insumo que comprende la fórmula del bache o carga a producir de acuerdo a la referencia solicitada.

Celda de pesaje: Instrumento o dispositivo utilizado para medir cantidades, se utiliza como unidad de medida el Kilogramo.

Sistema supervisor: dispositivo sistemático asistido por computador, por medio del cual se formula, dosifica, pesa y controla todo lo relacionado a la fabricación de un bache o carga los que conforman luego el lote de fabricación.

Lote de fabricación: cantidad de baches que se programan de cada una de las referencias solicitadas para ser producida.

DFP: diagrama de flujo del proceso, en él se describe gráficamente todo el proceso de la planta, en el podemos notar el recorrido que hace la elaboración de una carga o bache.

Tornillo: Tornillo sin fin utilizado en todo el proceso de elaboración y que ejercen la labor de arrastre y transporte, en el actual proceso se cuenta con 24 de ellos enumerados desde el 1 al 24.

Silo de almacenaje: espacio o recipiente metálico donde se ubica o almacena la materia prima

4.2 Marco teórico

La planta de pegantes de Sumicol s.a.s, está ubicada en el municipio de Soacha, fue terminada de construir en el año 2006 y puesta en funcionamiento este mismo año, se dedica a la producción y empaque de pegantes para baldosas de pisos y paredes, cuenta con tres líneas de empaque, actualmente se laboran dos líneas en simultaneo y en ocasiones se queda una de las dos empacadoras sin material, por esto es imposible pensar en trabajar las tres líneas al tiempo,

sucede que el tiempo requerido para llenar sus tolvas de alimentación es corto comparado con el tiempo de producción del proceso, es decir que el ciclo productivo actual se queda corto, evitando así aprovechar al máximo la capacidad instalada de las líneas de empaque.

El presente proyecto busca poder programar y trabajar mínimo dos empacadoras sin tener tiempos de espera en las líneas de empaque por falta de material.

Como metodología referente contamos con el soporte y apoyo de un proyecto anterior, realizado con el fin mejorar el tiempo de ciclo, pues cuando la planta inicio operaciones solo existía una sola línea de empaque para formato de 25 kg y 40 kg y una segunda línea para 10 kg. Luego se fue reemplazada la línea de 10 kg por una empacadora capaz de embolsar en formatos de 10, 25, 30 y 40 kilogramos respectivamente, al entrar esta línea en operación hizo que el tiempo de ciclo se quedara aún más corto.

Por tal motivo se realizó ese primer proyecto con muy buenos resultados, pero la demanda creció y gracias al resultado de la nueva empacadora se optó por adquirir una nueva máquina de iguales condiciones y esto ameritó la realización del presente estudio.

Este proyecto se apoyará en toda la metodología aplicada en ese primer trabajo donde se utilizaron distintas herramientas de análisis, como lluvia de ideas, diagrama de Gantt, mapas de procesos, espina de pescado, entre otras, igualmente se utilizaron indicadores de tiempo de ciclo, toneladas hombre y todo apunta a mejorar la productividad actual de la planta.

Por medio de la metodología DMAIC, se logró orientar la investigación y encausarla en un camino secuencial, donde se define el objetivo, se mide la situación actual, se analizan los datos obtenidos, se plantean e implementan mejoras las cuales se controlaran de manera que los resultados obtenidos se mantengan.

Posteriormente se analizaron los resultados obtenidos y se valoran las ganancias del proyecto.

En cada una de las fases del ciclo DMAIC, se tendrá en cuenta herramientas que sean de utilidad de otras metodologías.

El proceso consta de 5 subprocesos que son:

- **Dosificación y descarga al mezclador**, en el cual se recibe la materia prima, agregados y aditivos, en él se realizan las pruebas de calidad, se verifican documentos y requisitos, luego son transportados a los silos de almacenamiento de donde por medio del sistema supervisor y con la ayuda de un plc, se dosifica y se descarga al mezclador.
- **Mezcla y descarga al transporte**, en el cual se mezclan todos los insumos anteriormente dosificados y se entregan al transporte.
- **Transporte**, recibe la carga homogenizada del mezclador y la transporta mediante un tornillo sinfín y un elevador de cangilones hacia las tolvas de almacenamiento de las empacadoras ubicadas en las líneas de empaque
- **Empaque**, recibe la carga o bache ya homogenizado del mezclador y por medio de las empacadoras las embolsa en la presentación requerida al tiempo que las transporta hasta el estibador.
- **Estibado**, recibe el producto terminado y se acomoda modularmente en estibas para ser almacenado o despachado al cliente

5 METODOLOGÍA

Para el trabajo de campo se ha revisado todo el proceso y tomada la información que arroja el sistema supervisor los tiempos en cada uno de los subprocessos detallados en el mapa de proceso, en la figura 5.1 se ilustra el mapa de proceso, donde se ha definido la muestra a analizar, las variables del proceso, instrumentos y técnicas de medición así como los procedimientos a utilizar, todo aquello apuntando a la búsqueda de la solución a nuestra pregunta planteada, ¿Qué causas están generando estos cuellos de botella, que impacto real ejercen sobre el tiempo de ciclo productivo y como plantear mejoras para reducir el dichos impactos? Para luego dar cumplimiento a nuestros objetivos específicos:

- Observar el procedimiento actual de la programación de producción
- Estandarizar los distintos procedimientos actuales de empaque
- Revisar el proceso actual de recepción, dosificación, mezclado y transporte
- Proponer y aplicar mejoras que conlleven a la reducción del tiempo de ciclo

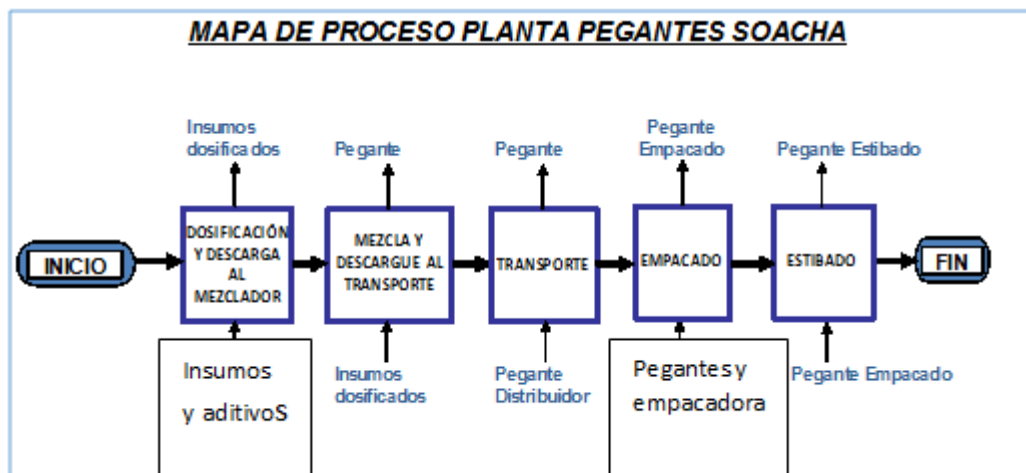


Figura 5.1 Mapa de proceso

Fuente: Sumicol s.a.s.

La anterior imagen resume la parte del proceso general que nos interesa para el proyecto, ella nos muestra los cinco subprocessos que interactúan entre ellos y son de valioso interés en la elaboración del presente estudio.

5.1 Variables

Las variables medidas y estudiadas están relacionadas con el tiempo de ciclo en el proceso de producción, que comprende los 5 subprocesos mencionados en la ilustración 1.

Se tomaron los tiempos de los ciclos en cada uno de los subprocesos, se compararon estos tiempos entre ellos y así se definió el mayor y menor tiempo en cada uno de los subprocesos en estudio.

De esta forma se pudo analizar, mejorar y ajustar estos tiempos con lo que se logró mejorar el proceso completo de producción y embalaje, logrando nuestro objetivo principal.

Aunque el proceso productivo completo lo componen los 5 subprocesos, para la muestra se tomaron las tres primeros subprocesos, que van desde la dosificación hasta el ciclo completo del transporte, es decir que tuvimos tres muestras en estudio y los datos fueron tomados de la información que automáticamente almacena el sistema supervisor en sus archivos históricos, estos tiempos que el sistema arroja fueron confrontados en campo manualmente con la ayuda de un cronómetro para certificar su veracidad.

La información registrada por el sistema supervisor de cada subproceso se convierte a su vez en una población de datos y de ellos sustraen unas nuevas muestras que fueron tomadas aleatoriamente durante un lapso de tiempo, en un turno escogido también aleatoriamente en la semana, donde se tomaron 30 datos como mínimo para analizar con otros datos tomados de la misma forma en otros días, información recogida en la fase de medición.

5.2 Instrumentos de medición y técnicas

Como se mencionó en el apartado anterior, la mejor manera de recoger los datos es mediante la recolección automática que nos provee el sistema supervisor, confrontados aleatoriamente una o dos veces por turno en el campo y físicamente mediante la ayuda de un cronómetro para comprobar la veracidad de los datos del sistema supervisor.

Luego esta información será llevada a hojas electrónicas de procesamiento de datos donde se transformaran en gráficos de Pareto, histogramas y/o gráficos de dispersión con los que se analizaran mejor los datos y nos permitirá emitir un juicio con el menor sesgo posible.

También se confrontara la información con el equipo de trabajo para realizar lluvias de ideas de las observaciones, apoyados de herramientas como la espina de pescado también conocido como diagrama de causa y efecto.

5.3 Procedimientos

5.3.1. Mapeo del proceso En primera instancia se debe comprender el mapa de proceso que muestra la ilustración uno, verificar que sea coherente con el proceso y confrontarlo en campo que es válida para la toma de la muestra.

5.3.2. Diagrama de flujo En segunda instancia nos apoyamos en el diagrama de flujo del proceso (DFP) , con la ayuda de él podemos identificar mejor los subprocessos y sobre todo cada parte mecánica que lo compone, recordemos que nuestro proceso en estudio es mecánico y automático, la figura 5. 2 nos ilustra el DFP, en el podemos identificar cada parte mecánica y con su nombre y código si lo tiene, además cada vez que una de estas partes trabajan el tiempo es llevado al histórico del sistema supervisor que hacen las veces de horómetros con los cuales tendremos datos frescos, al instante y muy confiables.

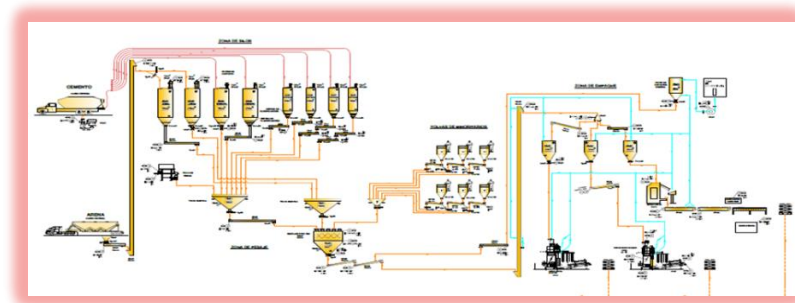


Figura 5.2DFP-Diagrama de flujo del proceso Fuente: Sumicol s.a.s.

Con la imagen del DFP, podemos notar el proceso completo desde la recepción de materia prima hasta la entrega del producto terminado al área de almacenaje

5.3.3. Sistematización de datos Ya obtenidos los datos y comprendida su procedencia se lleva a hojas de cálculo para graficar y su posterior análisis; en el presente

trabajo utilizamos principalmente gráficos de Pareto e histogramas ya con esa información podremos emitir una hipótesis.

5.4 Marco metodológico

Para la realización del proyecto se utilizó como base la metodología DMAIC en sus fases, recordando que DMAIC traduce, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar:

En la figura 6.3 Se ilustra el ciclo DMAIC

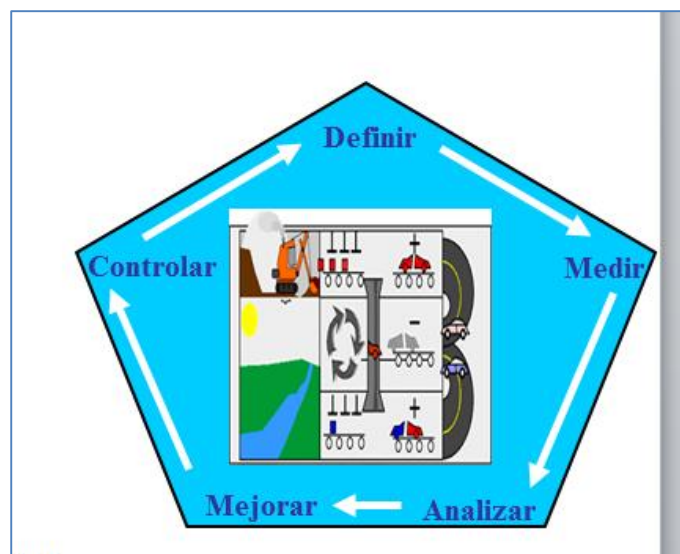


Figura 6.3 Ciclo DMAIC

Fuente: Sumicol s.a.s.

La anterior imagen nos ilustra el ciclo DMAIC, en su orden y a continuación se brinda una breve reseña de cada una de sus fases, que comprende aparte importantes que fueron de ayuda para abordar el estudio

Definir, se identificará el problema, se definen requerimientos y se establecerán objetivos. Entre las herramientas a utilizar en esta fase pueden ser de utilidad: Entrevistas, talleres, encuestas, QFD y diagramas de Pareto.

Medir, en esta etapa y ya definido el problema se debe empezar a realizar las mediciones y recopilación de datos mediante registros de información.

Tomar tiempos del ciclo actual, tiempos perdidos en las empacadores y toneladas hombre actual.

En esta fase nos serán de utilidad las herramientas: QFD, diagrama causa-efecto, técnicas de mapeo de procesos, diagramas AMEF.

Analizar, en esta fase los datos registrados y con ayuda de herramientas de análisis como espina de pescado, diagramas de Pareto y las que en su momento sean de utilidad para alcanzar un diagnóstico actual y una propuesta de mejora, la cual se realizara en la implementación del proyecto.

En esta fase se plantean hipótesis causales, se identifica la causa raíz y se validan las hipótesis.

Para ella podemos utilizar las siguientes herramientas: Diagrama cause-efecto, pruebas de hipótesis, estudios de caso, estudios de correlación y regresión, diagrama AMEF.

Mejorar, se toma la propuesta realizada en la fase anterior y se aplica, se hace seguimiento a los resultados, se puede corregir en el campo los detalles obviados en la propuesta.

Las mejoras que no funcionen se desechan o se reemplazan.

En esta fase nos serán de utilidad las herramientas: Diseño experimental factorial, poka yoke, AMEF. Control estadístico de procesos.

Controlar, en esta fase es importante tomar medidas de control, para evitar que las mejoras realizadas en la fase anterior, se dejen caer y volver al problema inicial.

6 DESARROLLO DEL TRABAJO

Como se mencionó en capítulos anteriores el trabajo aplicado en la planta de pegantes de Soacha fue desarrollado y basado en la metodología DMAIC, en sus cinco fases ejecutadas secuencialmente y apoyada en herramientas del TPM. La figura 6.1 nos ilustra la panorámica de la planta.



Figura 6.1 Panorámica de la planta

Fuente: Sumicol s.a.s.

A continuación veremos el recorrido completo que se siguió en la ejecución del estudio, pasando por cada una de las fases del ciclo DMAIC, y las secuencias seguidas.

6.1 Fase definir

Para este capítulo se trabajó en todo lo relacionado con lo que es encontrar el que, de nuestro estudio es decir ¿qué queremos, corregir, mejorar o crear? Para tal fin se sigue una secuencia como veremos a continuación.

6.2 Antecedentes

El tiempo de ciclo en la planta de pegantes de Soacha, es comprendido como el tiempo que tarda una carga o bache en llegar a la tolva de alimentación de la empacadora, desde el momento

en que empieza a pesar o dosificar el sistema cada uno de los insumos hasta el momento en que el sensor de la tolva de alimentación muestra que dicha carga ha llegado.

En el año 2006, la planta producía alrededor de 3000 a 3500 toneladas mes y contaba con dos líneas de empaque la primera para presentaciones de 25, 30 y 40 kilogramos y la segunda llamada, para presentación de 10 kilogramos, la demanda estaba alrededor de 3500 toneladas y la capacidad instalada de la planta era de 4000 toneladas aproximadamente.

Para el año 2008, la demanda creció y llegó a un nivel de las 5000 toneladas, la empresa adquiere una primera empacadora moderna capaz de embolsar en formatos de 10, 30 y 40 kg.

Con la entrada de esta empacadora, se elimina de la línea que únicamente empacaba referencias de 10 kg. Con esto la capacidad instalada en empaque se incrementó a 6000 toneladas aproximadamente.

Con lo anterior el tiempo de ciclo empezó a quedarse corto debido a que los subprocesos anteriores al del empaque que se quedaron atrasados en su capacidad dejando sin producto para empacar en las líneas, por esta razón se realizó un proyecto de mejora anteriormente, el cual arrojó muy buenos resultados y permitió que las dos líneas no se quedaran sin material en sus tolvas de alimentación, logrando así una producción que cumple las demanda y con una capacidad de empaque de 6 bolsas por minuto en la presentación de 25 kg, 7 bolsas por minuto en la presentación de 10 kg, y 4 bolsas por minuto en la presentación de 40 kg.

Para el año 2014 la empresa adquiere la segunda empacadora moderna y con ella se incrementó la capacidad de empaque, lo que hizo que el estudio anterior ya no fuese suficiente y nos dio la oportunidad y necesidad de realizar el presente proyecto.

Para abordar el problema planteado, fue necesario realizar mucho trabajo de campo, se tuvo que observar y comprender muy bien el proceso, interactuar con los colaboradores que directa e indirectamente tienen incidencia con el estudio debido a su labor ejercida en la planta, con la ayuda de diagramas de flujo y mapas de proceso, se puede entender las rutas que comprende todo el sistema productivo y nos facilitará encontrar los puntos críticos que contribuyen con la formación de las posibles causas que ocasionan o provocan el desabastecimiento de producto para empacar en las líneas de empaque.

Sin un buen conocimiento del proceso es más difícil entender el origen del problema, sus posibles causas, se dificultará crear hipótesis de lo que está sucediendo, de igual forma será más complicado plantear soluciones, por tal motivo en el presente proyecto se realizó el trabajo de campo apoyado en la metodología DMAIC y TPM, escogidas estas dos metodologías, por ser poseedoras de un gran número de herramientas que nos permitirán, recoger datos, medir, analizar y mejorar el proceso que es objeto del presente estudio.

Con el ciclo DMAIC, en sus cinco fases como son, Definir, Medir, Analizar, Mejora y Controlar, se abordará el tema en el campo, por medio de las distintas herramientas que a su vez nos brinda la metodología TPM, que utilizaremos en cada una de las fases del ciclo DMAIC, para mencionar las herramientas más utilizadas están las encuestas y entrevistas con los colaboradores, con quienes se elaboran lluvias de ideas y cuyas principales causas se llevan a una espina de pescado, para luego ser analizadas por medio de gráficos de control, de Pareto o histogramas y así plantear las mejoras que serán implementadas; una vez aplicadas las mejoras se analizan resultados y por último se realizan los respectivos controles para evitar que se pierdan logros alcanzados.

6.2.1 Situación actual

El proceso actualmente sufre desabastecimiento de material en las tolvas de alimentación de las empacadoras, lo que genera los paros no programados en las líneas de empaque y por ende no es provechada la capacidad instalada de las líneas, obligando a programar el tercer turno para suplir la demanda que actualmente se encuentra entre 5 y 6 mil toneladas

6.2.2 Recursos utilizados

En la figura 6.2. Ilustra los recursos que fueron necesarios para la realización del proyecto, recursos aportados en su mayoría por la empresa y el autor.

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRE SUPUESTO
Equipo Humano	<p>Para el presente proyecto se contará con el apoyo de cinco personas que forman parte del equipo de trabajo en la planta, ellos son:</p> <p>Un operario de mantenimiento</p> <p>Un operador de planta</p> <p>Un operador de la línea de empaque</p> <p>El coordinador de la planta</p>	\$2'000.000
Equipos y Software	Durante la realización del proyecto se requerirá del uso de un computador, una impresora y dos memorias USB, al igual que la línea de red de la empresa	\$1'000.000
Viajes y Salidas de Campo	Se requiere de un viaje comparativo a la planta de pegantes de Sabaneta, Cali o Barranquilla , donde se cuenta con un proceso similar	\$500.000
Materiales y suministros	Se requieren , esferos libretas, formatos y lápices	\$100.000
Bibliografía	Mapa de proceso de la planta, DFP actual y los manuales de instrucciones operativas de la planta	\$80.000
TOTAL		\$3'680.000

Figura 6.2 Recursos necesarios

Fuente: Unad

6.2.3 Fase medir

Para esta fase se empieza a realizar mediciones en campo y recoger datos para su posterior análisis, a continuación una secuencia de esta fase

6.2.4 Herramientas o instrumentos

A continuación, una breve reseña de las herramientas mencionadas en este apartado y que nos podrán ser de utilidad para el análisis del problema planteado

- Diagrama cause-efecto, también llamada diagrama de Ishikawa en honor a su creador Kaoru Ishikawa, pero más comúnmente llamada espina de pescado, pues trata de la representación gráfica en forma de espina, de causas que general un problema o efecto, su representación se asemeja a una espina de pescado en cuya cabeza se ubica el efecto, el problema o el defecto, con seis espinas cada una representada por una M, lo que también nos permite analizar las seis emes en sus causas (maquina, método, medio ambiente, medición, materiales y mano de obra).
- Prueba de hipótesis, Una Hipótesis estadística, o hipótesis, es una expresión que representa el valor de una sola característica de la población o los valores de varias características de la población
- Estudios de casos, El estudio de casos es un método de investigación cualitativa que se ha utilizado ampliamente para comprender en profundidad la realidad social y educativa. - Para Yin (1989) el estudio de caso consiste en una descripción y análisis detallados de unidades sociales o entidades educativas únicas.
- Estudios de correlación, su propósito Estudiar la posible relación entre 2 variables, es una medida que indica la fuerza de asociación entre variables cuantitativas que ayudan en el establecimiento de $Y = f(x)$.
- Estudio de regresión, El Análisis de Regresión es utilizado para investigar y modelar la relación que existe entre una variable de respuesta y uno o más predictores (x).
- FMEA, también llamado AMFE es una técnica analítica utilizada como medio para asegurar que en lo posible modos potenciales de causas y fallas hayan sido consideradas y analizadas

- QFD, Despliegue de la función calidad (QFD) es un método de gestión de calidad basado en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño
- Diagramas de Pareto, llamado así en honor a su creador Wilfredo Pareto, consiste en un diagrama de barra donde se grafican las causas más importantes de un problema, las pocas vitales son las muchas triviales, es decir el 20 por ciento de las causas ocasionan el 80% del problema
- DOE, diseño de experimento, es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos, es muy útil cuando tenemos un producto complicado cuyo resultado puede depender de múltiples variables, que no controlamos y debemos ajustar para optimizarlo.
- Poka Yoke, también llamados dispositivos a prueba de errores, son dispositivos que ayudan, controla, evitan o disminuyen el riesgo de tener una avería, accidente o error en la ejecución de una actividad, como ejemplos tenemos la forma del conector de un cable USB, solo entra al equipo de una única manera, es decir tiene un solo sentido y evita así que lo inserten mal ocasionando daños en el equipo, un accidente entre otros.

6.2.5 Medición del estado actual del proceso

Para la medición del proceso actual, se ha tomado como base o punto de partida la entrega final de un proyecto anterior realizado en la empresa sobre mejora del ciclo llamado “tiempo de ciclo fase uno, planta de pegantes Sumicol” y que funciono perfecto en su momento pero que debido a la evolución y crecimiento de la empresa ha quedado cortó en la actualidad, lo que genero la necesidad de realizar el presente proyecto.

6.2.6 Alcance del proyecto

En la figura 6.4 se ilustra el alcance del proyecto, el sistema de producción consta de 5 subprocesos, todos ellos comprenden nuestra población en estudio y los tres primeros subprocesos comprenden lo que es el alcance del proyecto.

En cada subproceso a su vez será objeto de análisis y a cada uno se extraerá una muestra, que consiste en toma de datos aleatoriamente durante un turno se tomaran no menor a 30 datos y con ellos analizar el estado actual y con base en ellos proponer las mejoras.

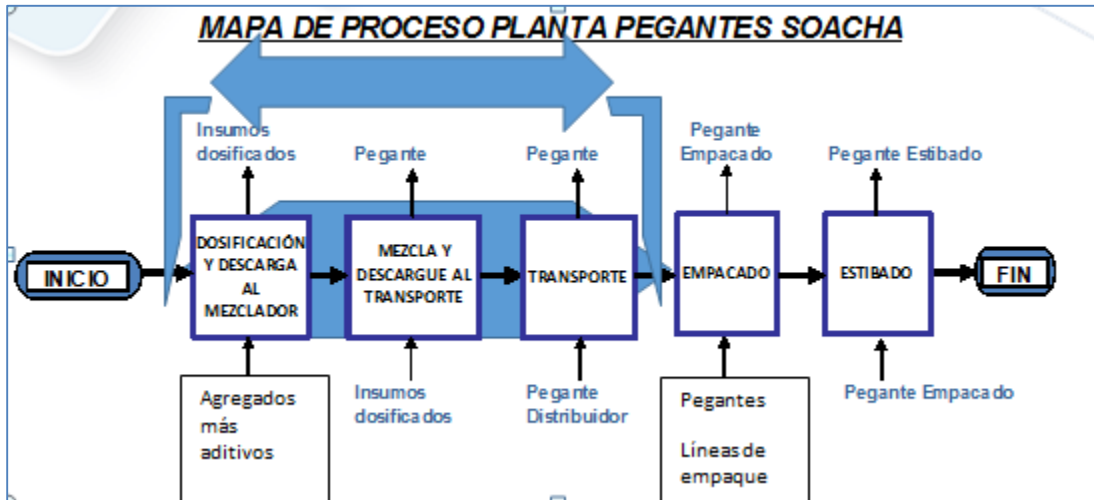


Figura 6.4 alcance del proyecto

Fuente: Sumicol s.a.s.

6.2.7 Diagrama de flujo del proceso y ciclo general del proceso

En el diagrama de flujo general del proceso que nos ilustra la figura 6. 5, podemos ver todo el proceso de producción y en su parte inferior resaltados lo que es el ciclo general que va desde la recepción de insumos hasta la entrega a centro de distribución.

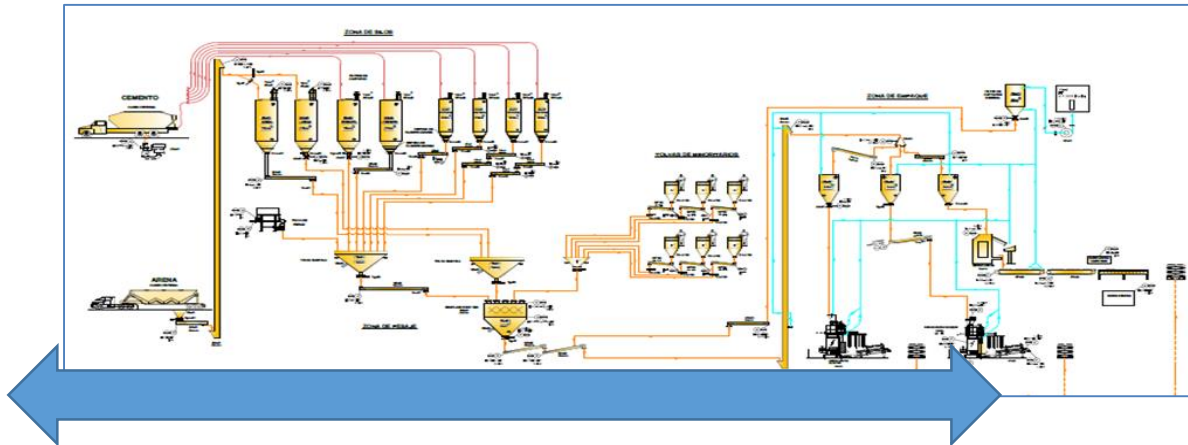


Figura 6.5Ciclo general

Fuente: Sumicol s.a.s.

6.2.8 Tiempo de ciclo general

En la medición del tiempo de ciclo tomaremos como punto de partida el arrojado en el estudio anterior, el cual se muestra a continuación en la figura 6.6, la cual muestra una duración de 1200 segundos para realizar una carga o bache.

Este ciclo general inicia desde el momento en que se empieza a dosificar hasta el punto en que esta llega a las tolvas de almacenamiento de las empacadoras.

Para tal fin se toman los datos del sistema supervisor, se realiza una pared de balanceo y con ello se tiene un punto de partida, como lo ilustra la figura 6.6.

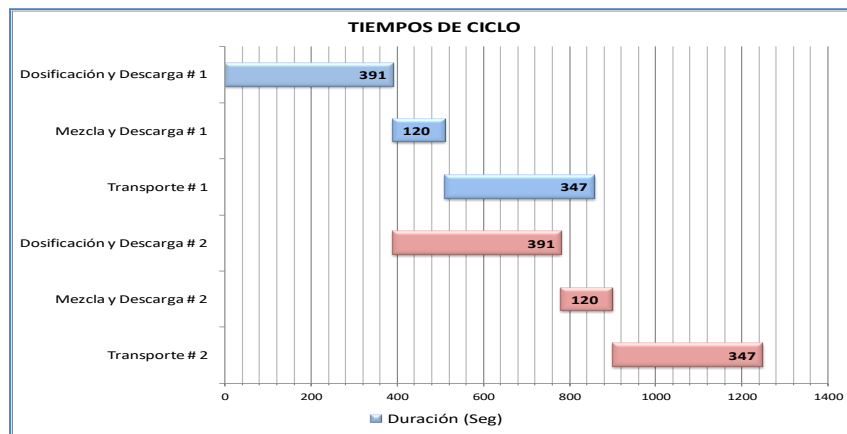


Figura 6.6. Pared de balanceo

Fuente: Sumicol s.a.s.

La anterior imagen muestra los tiempos de ciclos de cada subproceso y un balance entre uno y otro

6.2.9 Alcance deseado

Aunque el alcance definido para este proyecto está determinado desde el subproceso de dosificación hasta el subproceso de transporte, existe un alcance anhelado ya sea para lograrlo en

este mismo proyecto o para tener presente para un futuro estudio, lo ideal sería en este mismo alcanzarlo pero debido al corto tiempo y otras dificultades es posible que no se obtenga sin embargo se hará todo lo posible para que al final del presente proyecto se vea reflejado en los resultados.

En la figura 6.7. Se ilustra lo que es el alcance anhelado que va más allá del transporte hasta el estibado, que es el producto ya listo para llevarlo al cliente.

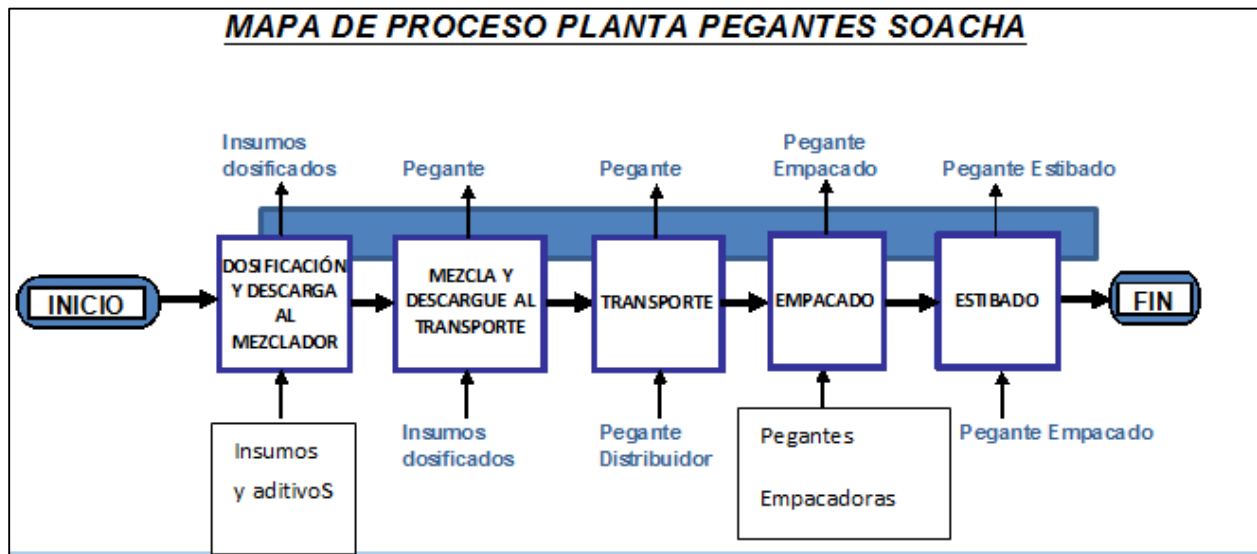


Figura 6.7. Alcance anhelado

Fuente: Sumicol s.a.s.

La franja azul nos muestra el cubrimiento de todos los subprocessos que comprende el proceso general este sería nuestro alcance ideal o anhelado.

6.2.10 Medición de tiempos y registro de datos de los subprocessos

Como vemos en el mapa de proceso anterior y el alcance del proyecto, procedemos a la medición y toma de datos de los subprocessos que conforman dicho alcance.

Para lo anterior nos apoyamos en el registro histórico que lleva el sistema supervisor de los tiempos trabajados en la cada uno de los subprocessos y de los cuales tomaremos como base los promedios de los últimos tres meses del año 2016.

La figura 6.8 nos ilustra el sistema supervisor, que es un programa asistido por computador



Figura 6.8 Sistema supervisor

Fuente: Sumicol s.a.s.

La imagen 6.8 corresponde al computador donde se encuentra el software con el cual se programa, abren y cierran órdenes de producción, llamado sistema supervisor.

A continuación veremos un ejemplo de como el sistema supervisor va guardando en su histórico todos los datos de tiempos de los ciclos de todos los subprocessos, estos datos serán de gran utilidad para la medición y análisis del estado actual del proceso.

En el siguiente listado tenemos los tiempos de todos los subprocesos que almacena el sistema en ellos se encuentran en un solo archivo, para analizar subproceso por subproceso se debe realizar un filtro.

La figura 6.9. Ilustra los datos del sistema supervisor en general, de ellos unas vez filtrados nos servirán para analizar cada uno de los subprocesos.

ConsFecha	Turno	Orden	Bache	Etapa	Tiempo en segu	tien en minuto
30/12/2016 15:01	2	10337634		4 Mezcla	664	11,0666667
30/12/2016 15:01	2	10337634		4 Mayoritario	124	2,0666667
30/12/2016 14:50	2	10337634		4 Descarga	121	2,0166667
30/12/2016 14:48	2	10337634		3 Mayoritario	129	2,15
30/12/2016 14:48	2	10337634		3 Mezcla	171	2,85
30/12/2016 14:45	2	10337634		3 Descarga	119	1,98333333
30/12/2016 14:43	2	10337634		2 Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 14:43	2	10337634		2 Mayoritario	123	2,05
30/12/2016 14:40	2	10337634		1 Descarga	132	2,2
30/12/2016 14:38	2	10337634		1 Mayoritario	124	2,0666667
30/12/2016 14:16	2	10337632		56 Descarga	132	2,2
30/12/2016 14:14	2	10337632		56 Mayoritario	129	2,15
30/12/2016 14:01	2	10337632		55 Descarga	135	2,25
30/12/2016 13:59	1	10337632		55 Mayoritario	129	2,15
30/12/2016 13:47	1	10337632		54 Descarga	122	2,03333333
30/12/2016 13:45	1	10337632		54 Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 13:45	1	10337632		54 Mayoritario	130	2,1666667
30/12/2016 13:42	1	10337632		54 Descarga	135	2,25
30/12/2016 13:40	1	10337632		53 Mayoritario	136	2,2666667
30/12/2016 13:19	1	10337632		52 Descarga	118	1,9666667
30/12/2016 13:17	1	10337632		52 Mezcla	222	3,7
30/12/2016 13:17	1	10337632		52 Mayoritario	130	2,1666667
30/12/2016 13:17	1	10329404		52 Transporte	368	6,13333333
30/12/2016 13:14	1	10329404		52 Descarga	111	1,85
30/12/2016 13:12	1	10329404		6 Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 13:12	1	10329404		6 Mayoritario	117	1,95
30/12/2016 13:09	1	10337632		6 Descarga	131	2,18333333
30/12/2016 13:07	1	10337632		51 Mayoritario	354	5,9
30/12/2016 12:54	1	10337632		50 Descarga	132	2,2
30/12/2016 12:52	1	10337632		50 Mayoritario	136	2,2666667
30/12/2016 12:42	1	10337632		49 Descarga	125	2,08333333
30/12/2016 12:40	1	10337632		49 Mezcla	222	3,7
30/12/2016 12:40	1	10337632		49 Mayoritario	131	2,18333333
30/12/2016 12:37	1	10329404		5 Descarga	128	2,13333333
30/12/2016 12:35	1	10329404		5 Mayoritario	117	1,95
30/12/2016 12:13	1	10337632		48 Descarga	134	2,23333333
30/12/2016 12:11	1	10337632		48 Mayoritario	129	2,15
30/12/2016 12:11	1	0		48 Transporte	514	8,5666667

Figura 6.9. Datos sistema supervisor

Fuente: Sumicol s.a.s.

En la tabla se observan las fechas el número de orden, el tiempo e incluso la hora que se presenta un registro en el sistema supervisor

A continuación vamos a realizar un filtro subproceso por subproceso donde tomaremos los datos por separados y así recopilar esta información para luego ser analizados en la fase de analizar

6.2.11 Dosificación y descarga al mezclador

Para la medición de este subproceso, así como de los demás contamos con la medición automática que hace el sistema supervisor como herramienta importante en el desarrollo del proyecto, a continuación, la figura 6.10. Muestra el filtro correspondiente a los datos correspondientes al subproceso denominado dosificación y descarga al mezclador.

El subproceso de dosificación y descarga al mezclador en este listado lo comprende la suma de mayoritarios más descarga.

1	ConsFecha	Turno	Orden	Bache	Etapa	Tiempo en segund	tien en minutos
0609	30/12/2016 16:55	2	10337634	13	Descarga	113	1,883333333
0611	30/12/2016 16:53	2	10337634	13	Mayoritario	125	2,083333333
0615	30/12/2016 16:41	2	10337634	13	Descarga	114	1,9
0617	30/12/2016 16:40	2	10337634	12	Mayoritario	126	2,1
0621	30/12/2016 16:26	2	10337634	12	Descarga	114	1,9
0623	30/12/2016 16:24	2	10337634	11	Mayoritario	128	2,133333333
0626	30/12/2016 16:21	2	10337634	11	Descarga	118	1,966666667
0628	30/12/2016 16:19	2	10337634	10	Mayoritario	125	2,083333333
0632	30/12/2016 16:07	2	10337634	10	Descarga	121	2,016666667
0634	30/12/2016 16:05	2	10337634	9	Mayoritario	137	2,283333333
0636	30/12/2016 16:02	2	10337634	9	Descarga	136	2,266666667
0638	30/12/2016 16:00	2	10337634	8	Mayoritario	123	2,05
0643	30/12/2016 15:37	2	10337634	7	Descarga	126	2,1
0646	30/12/2016 15:35	2	10337634	7	Mayoritario	123	2,05
0650	30/12/2016 15:25	2	10337634	7	Descarga	122	2,033333333
0652	30/12/2016 15:23	2	10337634	6	Mayoritario	124	2,066666667
0656	30/12/2016 15:14	2	10337634	6	Descarga	121	2,016666667
0658	30/12/2016 15:12	2	10337634	5	Mayoritario	123	2,05
0662	30/12/2016 15:03	2	10337634	5	Descarga	121	2,016666667
0664	30/12/2016 15:01	2	10337634	4	Mayoritario	124	2,066666667
0668	30/12/2016 14:50	2	10337634	4	Descarga	121	2,016666667
0669	30/12/2016 14:48	2	10337634	3	Mayoritario	129	2,15
0673	30/12/2016 14:45	2	10337634	3	Descarga	119	1,983333333
0675	30/12/2016 14:43	2	10337634	2	Mayoritario	123	2,05
0677	30/12/2016 14:40	2	10337634	1	Descarga	132	2,2
0678	30/12/2016 14:38	2	10337634	1	Mayoritario	124	2,066666667
0682	30/12/2016 14:16	2	10337632	56	Descarga	132	2,2
0683	30/12/2016 14:14	2	10337632	56	Mayoritario	132	2,2

Figura 6.10 Datos supervisor de dosificación y descarga

Fuente: Sumicol s.a.s.

Para este subproceso se toman los tiempos que tarda el sistema en pesar la parte de los mayoritarios que de los insumos son los de mayor tardanza en su pesaje sumados al tiempo que tarda el sistema en descargar el bache al siguiente subproceso (mezcla)

$D + M = \text{SUBPROCESO 1}$

Dónde:

D = descarga

M = dosificación Mayoritario, tomado este tiempo por ser el más largo del proceso

Subproceso 1 = dosificación y descarga al mezclador

Como vimos en la pared de balanceo este tiempo oscila entre los 391 segundos

1..1. Mezcla y descarga a transporte

Igual que en subproceso anterior nos apoyamos en el sistema supervisor para la toma de datos.

En esta ocasión tomamos únicamente el tiempo de Mezcla, pues la descarga es un tiempo que está oculto entre el tiempo de transporte. Este tiempo está en 120 segundos.

La figura 6.11 muestra esta información.

ConsFecha	Turno	Orden	Bache	Etapa	Tiempo en segu	tiem en minuto
30/12/2016 16:53	2	10337634	13	Mezcla	685	11,4166667
30/12/2016 16:40	2	10337634	12	Mezcla	827	13,7833333
30/12/2016 16:24	2	10337634	11	Mezcla	171	2,85
30/12/2016 16:19	2	10337634	10	Mezcla	730	12,1666667
30/12/2016 16:05	2	10337634	9	Mezcla	171	2,85
30/12/2016 15:35	2	10337634	7	Mezcla	601	10,0166667
30/12/2016 15:23	2	10337634	6	Mezcla	575	9,5833333
30/12/2016 15:12	2	10337634	5	Mezcla	523	8,7166667
30/12/2016 15:01	2	10337634	4	Mezcla	664	11,0666667
30/12/2016 14:48	2	10337634	3	Mezcla	171	2,85
30/12/2016 14:43	2	10337634	2	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 13:45	1	10337632	54	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 13:17	1	10337632	52	Mezcla	222	3,7
30/12/2016 13:12	1	10329404	6	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 12:40	1	10337632	49	Mezcla	222	3,7
30/12/2016 11:58	1	10337632	47	Mezcla	222	3,7
30/12/2016 11:52	1	10329404	4	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 11:28	1	10329404	3	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 10:50	1	0	42	Mezcla	222	3,7
30/12/2016 09:41	1	10337632	38	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 08:37	1	10337632	33	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 07:54	1	10337632	30	Mezcla	172	2,8666667
30/12/2016 07:27	1	10337632	28	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 21:16	2	10337632	23	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 21:00	2	10337632	21	Mezcla	221	3,6833333
29/12/2016 20:34	2	10337632	20	Mezcla	696	11,6
29/12/2016 20:21	2	10337632	19	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 20:16	2	10337632	18	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 19:39	2	0	16	Mezcla	621	10,35
29/12/2016 19:26	2	10337632	15	Mezcla	878	14,6333333
29/12/2016 19:10	2	10337632	14	Mezcla	171	2,85
29/12/2016 19:05	2	10337632	13	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 18:35	2	10337632	11	Mezcla	757	12,6166667
29/12/2016 18:21	2	10337632	10	Mezcla	172	2,8666667
29/12/2016 17:51	2	10337632	8	Mezcla	881	14,6833333

Figura 6.11 Datos supervisor tiempos de mezcla

Fuente: Sumicol s.a.s.

6.2.12 Transporte

De igual manera recurrimos a los datos históricos del sistema supervisor y con ellos se trabajaran en este apartado, los datos aquí recogidos y medidos, serán de utilidad en la fase de análisis.

La figura 6.12 nos muestra el filtro en los datos sobre este subproceso

ConsFecha	Turno	Orden	Bache	Etap	Tiempo en segu	tiempo en minuto
30/12/2016 16:55	2	10337634	13	Transporte	189	3,15
30/12/2016 16:21	2	0	11	Transporte	173	2,88333333
30/12/2016 15:37	2	10337634	7	Transporte	166	2,76666667
30/12/2016 15:25	2	10337634	7	Transporte	164	2,73333333
30/12/2016 15:14	2	10337634	6	Transporte	167	2,78333333
30/12/2016 15:03	2	10337634	5	Transporte	200	3,33333333
30/12/2016 13:17	1	10329404	52	Transporte	368	6,13333333
30/12/2016 12:11	1	0	48	Transporte	514	8,56666667
30/12/2016 11:00	1	0	43	Transporte	336	5,6
30/12/2016 10:44	1	0	2	Transporte	347	5,78333333
30/12/2016 10:12	1	0	40	Transporte	803	13,38333333
30/12/2016 08:46	1	10337632	34	Transporte	339	5,65
30/12/2016 06:30	1	10337632	25	Transporte	256	4,26666667
29/12/2016 20:34	2	10337632	20	Transporte	607	10,11666667
29/12/2016 20:23	2	10337632	20	Transporte	214	3,56666667
29/12/2016 19:26	2	10337632	15	Transporte	601	10,01666667
29/12/2016 19:01	2	0	12	Transporte	573	9,55
29/12/2016 18:35	2	10337632	11	Transporte	574	9,56666667
29/12/2016 15:02	2	0	11	Transporte	191	3,18333333
29/12/2016 14:57	2	0	10	Transporte	323	5,38333333
29/12/2016 14:23	2	10337635	17	Transporte	174	2,9
29/12/2016 13:28	1	0	22	Transporte	278	4,63333333
29/12/2016 13:07	1	0	20	Transporte	230	3,83333333
29/12/2016 12:57	1	10337635	5	Transporte	305	5,08333333
29/12/2016 12:52	1	10337633	4	Transporte	335	5,58333333
29/12/2016 12:46	1	10337635	15	Transporte	323	5,38333333
29/12/2016 11:51	1	0	19	Transporte	270	4,5
29/12/2016 11:41	1	10335219	29	Transporte	310	5,16666667
29/12/2016 10:49	1	10335219	15	Transporte	335	5,58333333
29/12/2016 10:25	1	10337520	26	Transporte	307	5,11666667
29/12/2016 10:20	1	10335219	25	Transporte	329	5,48333333
29/12/2016 09:35	1	10337633	11	Transporte	324	5,4
29/12/2016 09:30	1	10335219	5	Transporte	313	5,21666667
29/12/2016 09:24	1	10337633	10	Transporte	331	5,51666667
29/12/2016 09:19	1	10337520	4	Transporte	323	5,38333333

Figura 6.12 Datos sistema supervisor de transporte

Fuente: Sumicol s.a.s.

6.2.13 Empaque

Para este subproceso no registraremos tiempos en el sistema supervisor debido a que son los anteriores subprocesos los que deben mejorar en sus tiempos para poder suplir la demanda que el subproceso de empaçado requiere.

El subproceso de empaçado, ha subido en una bolsa por minuto en cada una de sus presentaciones motivo por el cual nos conlleva a realizar el presente estudio y lograr así llevar el producto requerido hasta las tolvas de almacenamiento de las empaçadoras para aprovechar la capacidad máxima de empaçado, la figura 6.13. Ilustra el comportamiento de la demanda por referencia.

REFERENCIA	DEMANDA PROMEIO ULTIMA TRIMESTRE 2016	Porcentaje	% Acumulativo	opcion Gráfico
901391501	229.850	17,69%	17,69%	80%
901001001	211.733	16,30%	33,99%	80%
901021501	175.308	13,49%	47,48%	80%
901401001	86.967	6,69%	54,18%	80%
901441001	77.680	5,98%	60,16%	80%
901301501	71.683	5,52%	65,67%	80%
901161501	62.067	4,78%	70,45%	80%
901211501	57.242	4,41%	74,86%	80%
902021501	57.183	4,40%	79,26%	80%
901431501	55.293	4,26%	83,51%	80%
901351501	42.367	3,26%	86,77%	80%
901011501	40.225	3,10%	89,87%	80%
901031001	38.450	2,96%	92,83%	80%
901171501	31.107	2,39%	95,22%	80%
901041001	24.913	1,92%	97,14%	80%
901151501	16.258	1,25%	98,39%	80%
901211001	11.025	0,85%	99,24%	80%
901061501	9.840	0,76%	100,00%	80%
Total	1.299.192			

Figura 6.13 Comportamiento de la demanda

Fuente: Sumicol s.a.s.

Los datos anteriores nos muestran la participación de la cada una de las referencias en la demanda del producto

Para tener una visión más clara sobre la demanda la figura 6.14 nos ilustra mediante un diagrama de Pareto sobre el último trimestre del año 2016. Su análisis lo realizaremos en la siguiente fase (analizar)

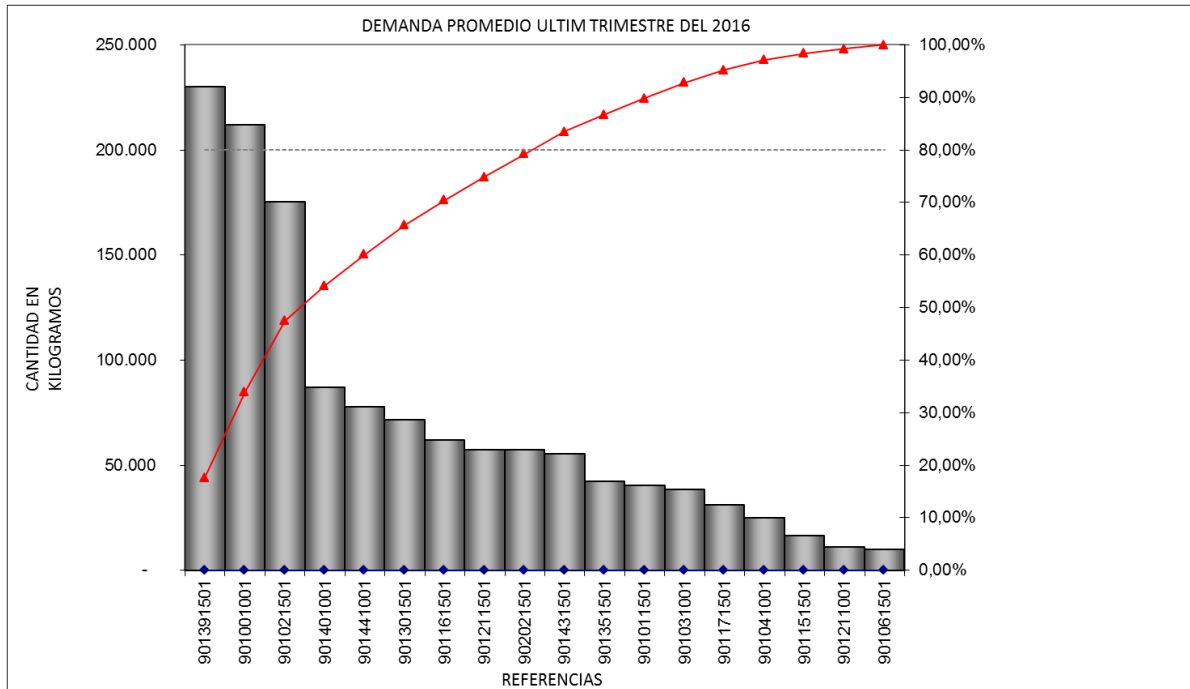


Figura 6.14 Demanda último trimestre por referencias

Fuente: el autor

Como lo muestra la imagen el Pareto de participación por referencia lo conforman las referencias 901391501, 901001001 y 901021501

6.2.13.1 Producto no conforme y reprocesos

Es necesario tomar el dato de los no conformes pues al ser estos uno de los principales desperdicios que componen el árbol de pérdidas de la empresa ayuda a que los subprocesos sufran retrasos debido a los reprocesos que toca hacer a medida de que los no conformes se presenten.

6.2.13.2 No conformes

El rango de datos sobre los no conformes en el año 2016 estuvo entre 14 toneladas y 30 toneladas, los datos exactos y su grafica lo veremos y analizaremos en la siguiente fase (analizar)

6.2.13.3 Reprocesos

Los reprocesos que tomaremos en cuenta son los generados por el proceso productivo, pues también existen reprocesos generados por reclamos o devoluciones del centro de distribución ya sea por vencimiento del producto, mala manipulación donde el cliente o convenios entre cliente y proveedor.

Por lo anteriormente descrito los datos para los reprocesos son fiel copia de los no conformes

6.2.13.4 Principales pérdidas

Es preciso aclarar que entre las principales pérdidas que tiene hoy el proceso productivo y que ocasionan retrasos en el ciclo de producción se encuentran los no conformes, que a su vez ocasionan reprocesos, los paros por cambio de referencia y falta de material en las tolvas de empaque, la figura 6.15 nos ilustra lo mencionado.

	Defectos y reprocesos	cambio de referencia	Falta de material por ciclo	Preparativo	Falta de material por ciclo	Energía	Defectos y reprocesos	Inspección y Ajuste de Calidad	cambio de referencia	cambio de referencia	Preparativo	Organización de líneas	Preparativo	Falta de material por ciclo	Falta de material por ciclo	Falta de material por ciclo	Organización de líneas	Falta de material por ciclo	Defectos y reprocesos	Paros menores	Administrativos	Falta de material por ciclo	cambio de referencia	
	Problemas de peso	Cambio de rollos y/o módulos	Tolvas vacías	Alistamiento y puesta a punto	Paro elevadores	Falta de energía	Mal sellado de empaque	Calibración equipo de pesaje	Alimentación	Reunión y Capacitación	Cambio de referencia	Falta de material por ciclo	Cambio de formato	Paro transporte a empacadoras	Solicitud de paro por mantenimiento	Paro Brazo Robotico	Falta de personal	Almacen de Estibas	Problemas con marcas doras	General	Falta de montacargas	Paro dosificación sin fines	Mantenimiento preventivo	
■ Total	1508	442	439	408	385	281	265	240	210	205	178	163	130	80	71	67	52	45	15	10	9	8	4	0

Figura 6.15 Datos sobre el árbol de pérdidas

Fuente: Sumicol s.a.s.

6.3 Fase analizar

En este capítulo tomaremos los datos recogidos en el capítulo anterior y los analizaremos para ver que está sucediendo, que causas pueden estar ocasionando las pérdidas de tiempo y como contrarrestar esas causas o disminuir su impacto.

A continuación, analizaremos cada uno de los subprocesos y los datos recogidos en la fase de medición, como también las principales perdidas anotadas en el capítulo anterior.

6.3.1 Análisis de los subprocesos

A continuación se realiza el respectivo análisis de datos tomados en la fase de medición de cada uno de los subprocesos.

6.3.2 Dosificación y descarga al mezclador

De acuerdo a los datos tomados en la fase anterior (Medir) en los últimos 50 días laborados del años 2016, el tiempo de ciclo en este subprocesos lo ilustra la figura 6.16.

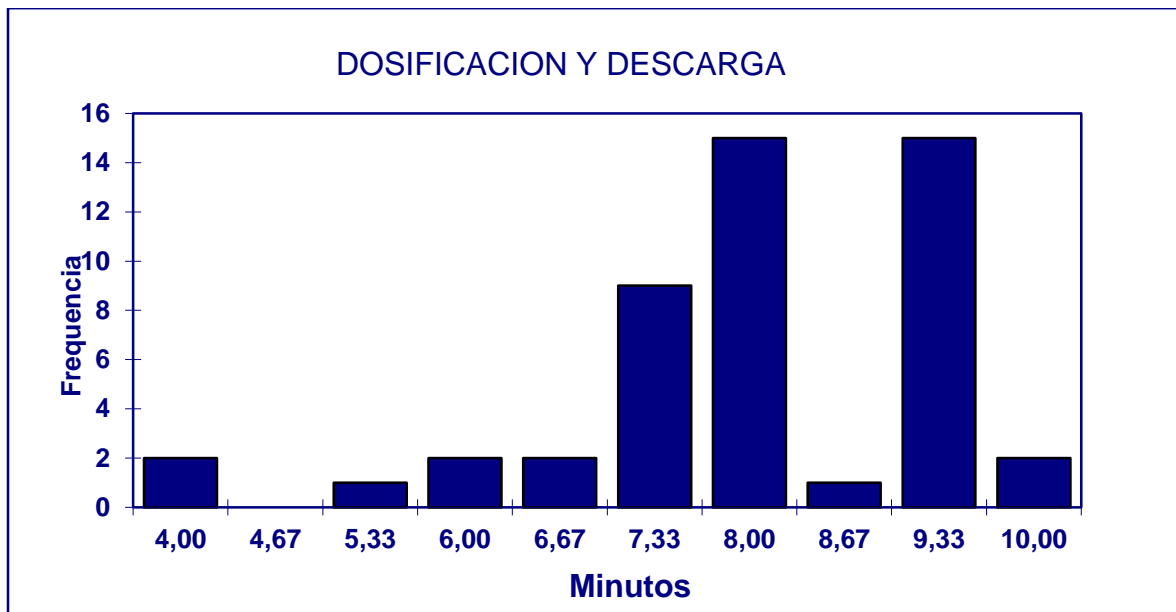


Figura 6.16 Histograma sobre dosificación y descarga

Fuente: el autor

Como se puede ver, los tiempos de ciclo en este subproceso, es muy variable y la mayor frecuencia en estos tiempos está en 9,33 minutos, pero igual tenemos tiempo bajos hasta de 4

minutos, lo que nos permite percibir que esta variación es posible de reducir, el promedio para este ciclo esta en 7,2 minutos.

Encontramos aquí una gran oportunidad de mejora y con el trabajo de campo que se realizara en el siguiente capítulo (Mejorar) se propondrán las mejoras que den lugar.

6.3.3 Mezcla y descarga a transporte

La operación se realizó de igual forma que en el subproceso anterior y la figura 6.17 nos ilustra los resultados.

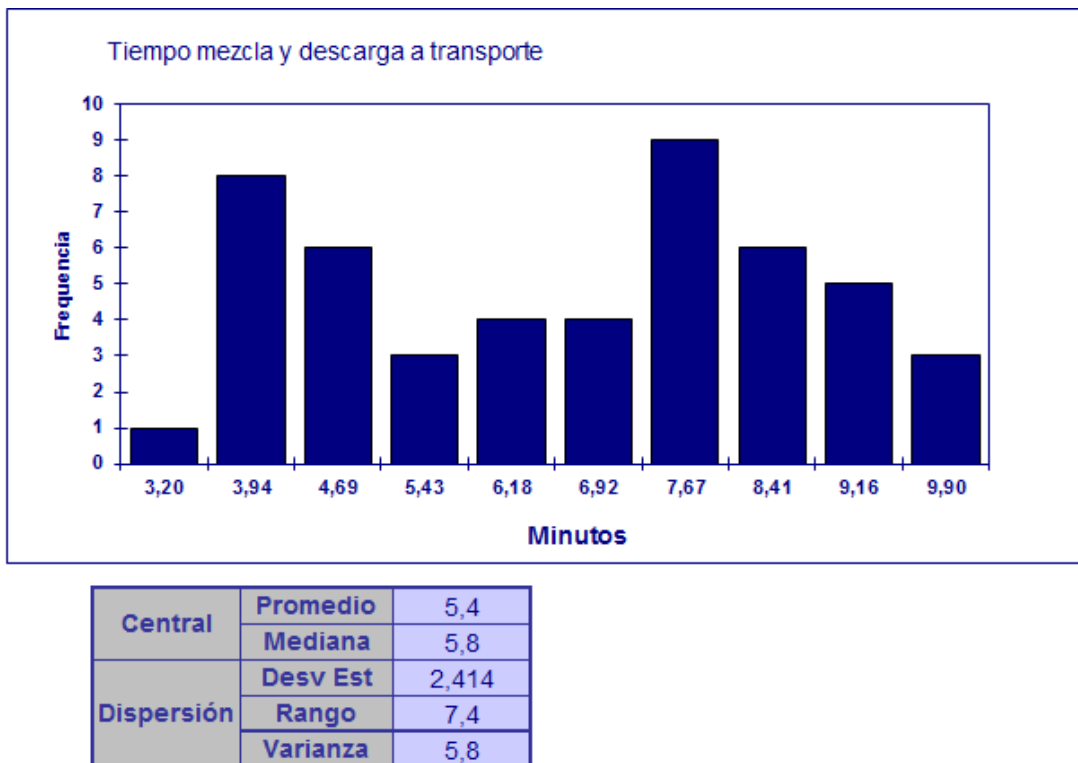


Figura 6.17 Histograma tiempo de mezcla y descargue a transporte Fuente: el autor

En este subproceso igual notamos tiempos de ciclo con mucha variación y promedio de 5,4 minutos, la frecuencia más alta de 7,67 y una gran oportunidad de mejora que serán planteadas en la siguiente fase de mejora

6.3.4 Transporte

Luego de un análisis de los datos recogidos en la fase de medir, se tabula como lo ilustra la figura 6.18 a continuación.

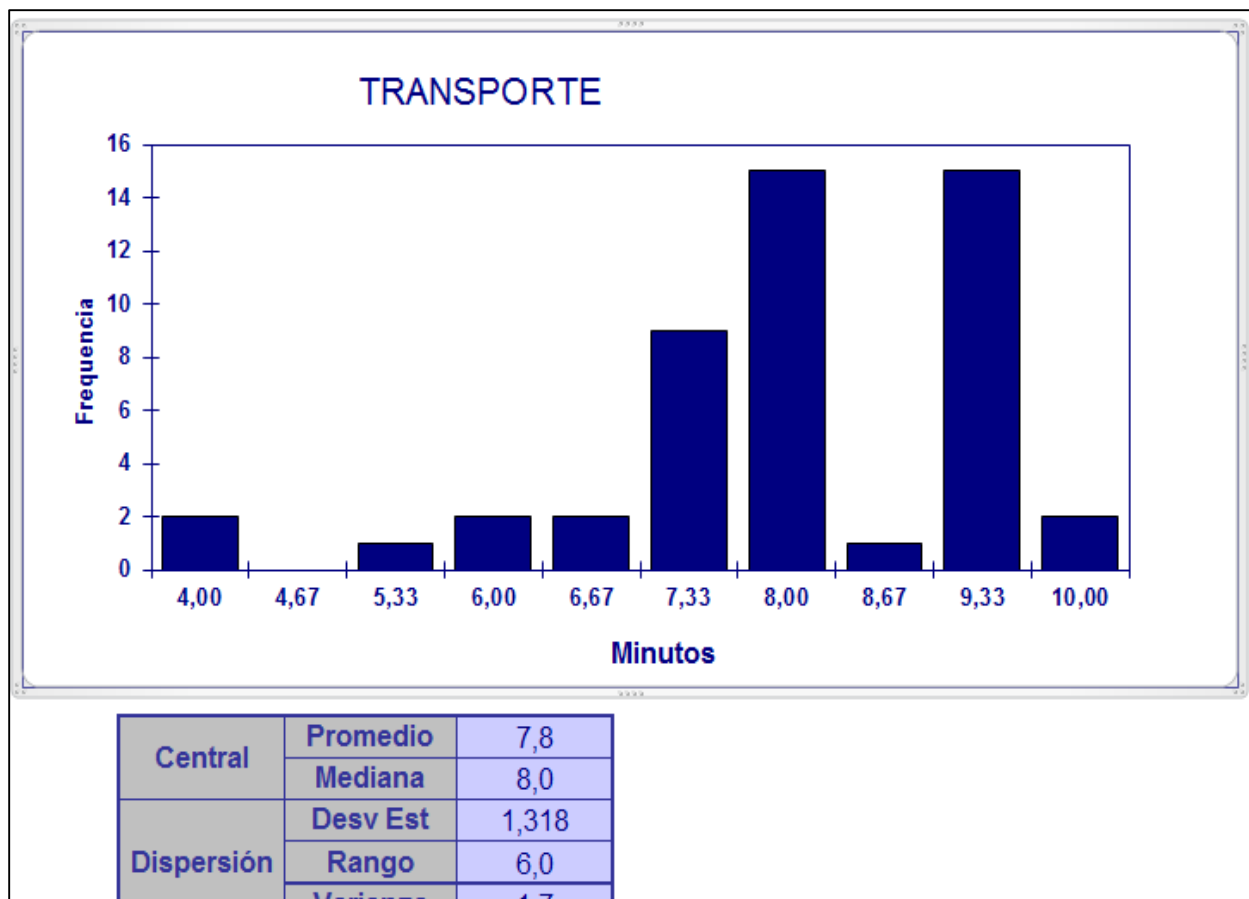


Figura 6.18 Histograma tiempos de transporte

Fuente: el autor

El comportamiento de los datos en este subproceso nos arroja al igual que los anteriores una gran variabilidad y por ende una muy buena oportunidad de mejora, el promedio de los datos está en 6 minutos y su mayor frecuencia de 9.33 minutos

6.3.5 Empaque

Para este subproceso analizaremos la cantidad de bolsas reales por minuto capaz de empaquetar cada máquina, para lo cual tendremos presente las referencias Pareto tomadas en el capítulo de medición y la participación de las empacadoras en el proceso de empaque para cumplimiento de dicha demanda, la figura 6.19 ilustra el comportamiento de la demanda por referencias.

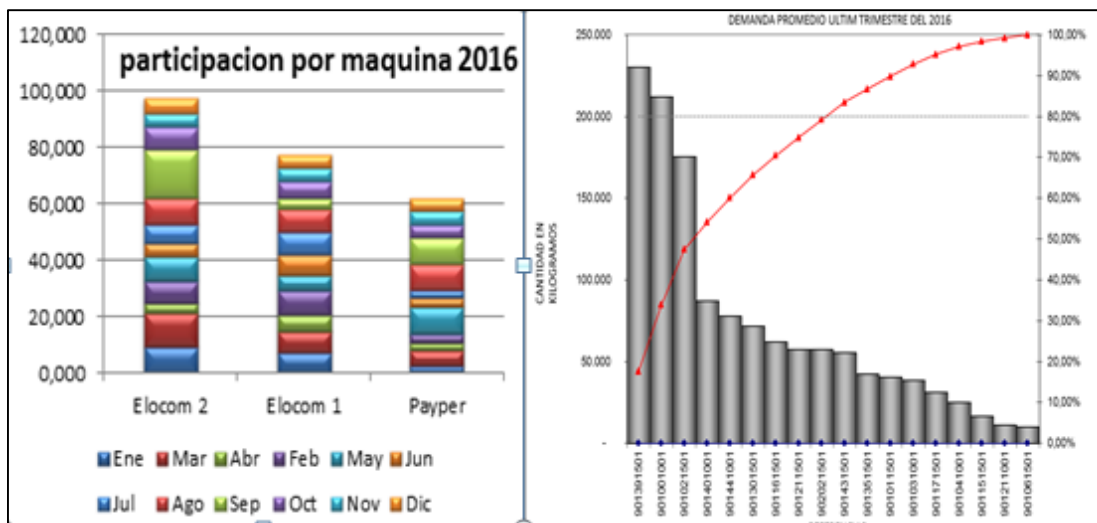


Figura 6.19 Comportamiento demanda por referencia

Fuente: Sumicol s.a.s. y el autor

De acuerdo a la ilustración, notamos que la empacadora dos es la de mayor participación y las referencias de mayor participación son la 90139, 90100 y 90102, las que conforman nuestro three top.

En la figura 6.20 se ilustra la cantidad de bolsas por minutos que las empacadoras embolsan

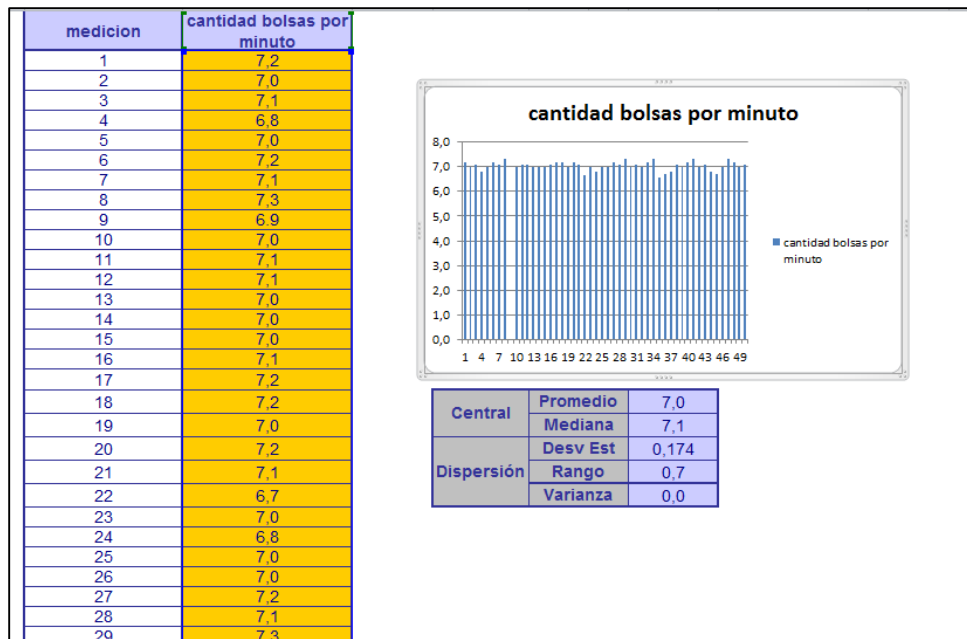


Figura 6.20 Bolsas empacadas por minuto

Fuente: el autor

Como podemos notar el promedio de bolsas empacadas por minuto esta en 7 bolsa y la variabilidad es baja, esto nos da pie a pensar que el subproceso de empacado está muy bien y lo único que debemos atacar es en reducir los no conformes.

6.3.6 Análisis de no conformes y reprocesos

De acuerdo a lo observado en la etapa de medición, notamos que los reprocesos van ligados a los no conformes y aunque estos no son significativos en porcentaje de acuerdo a la producción de la planta, vale la pena dedicarle un tiempo a su análisis y procurar reducir su impacto, pues ello afectan en cierta forma el tiempo de ciclo de los subprocesos, entre mas no conforme existan, menor es la productividad de la planta y además mayor tiempo y recursos se deben destinar en el reproceso del mismo.

La figura 6.21 nos ilustra el comportamiento de los no conformes del año 2016 de acuerdo a los datos tomados en la fase de medición.

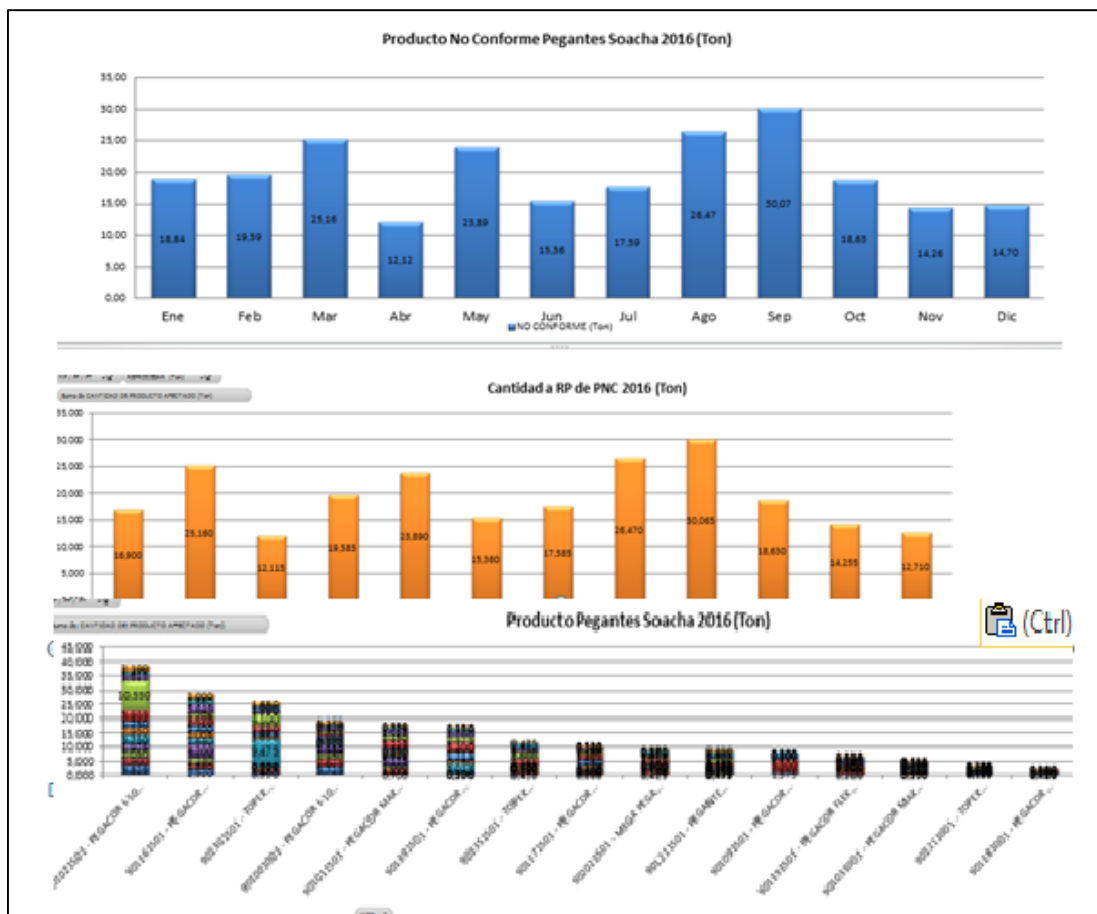


Figura 6.21 Comportamiento de reprocesos y no conformes

Fuente: Sumicol s.a.s.

De acuerdo a los indicadores, el no conforme es variable, pero notamos que las referencias de mayor participación también son las que mayor número de no conformes presentan, es nos indica que es proporcional a la cantidad producida y el porcentaje de no conformes se mantiene, en las cantidades oscila entre 14 y 30 toneladas mes, pero igualmente es directamente proporcional a la cantidad de producción, a mayor producción mayor no conformes y a menor producción menor cantidad de no conforme, se debe trabajar para reducir la brecha de no conformes pero en el momento se encuentra en cumplimiento de la meta definida.

6.3.7 Análisis de averías

La figura 6.22 nos muestra las averías y con ellas podemos concluir que la hipótesis planteada en el primer capítulo, es verdadera, es decir si existe una relación directamente proporcional

entre el tiempo de ciclo de los diferentes subprocesos y del desabastecimiento de material en la línea de empaque.

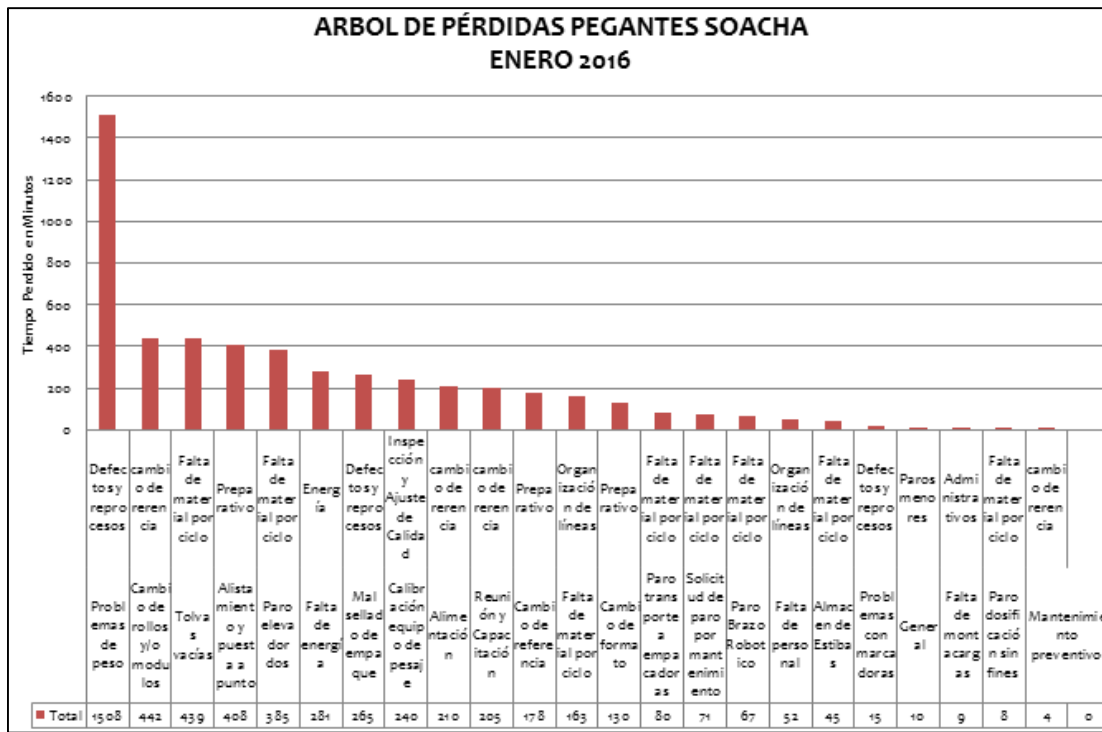


Figura 6.22 Árbol de pérdidas

Fuente: Sumicol s.a.s.

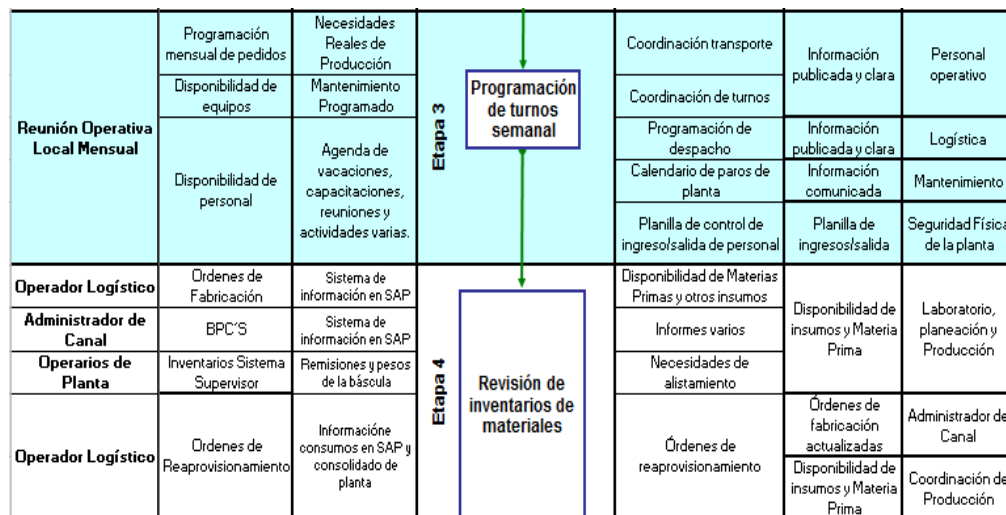
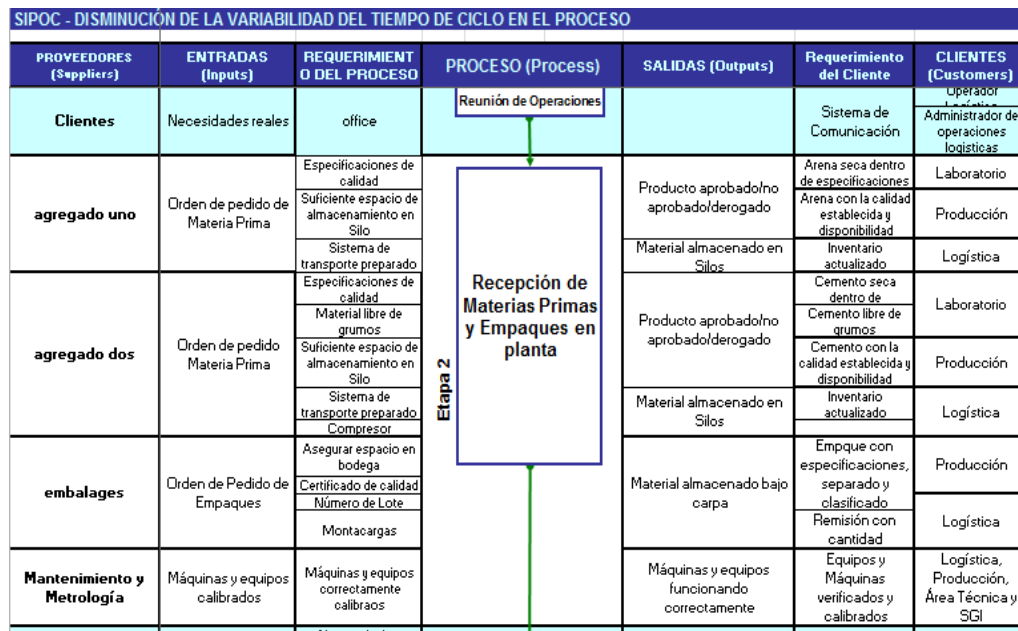
De igual forma y observando la gráfica en la figura de averías notamos que los no conformes y reprocesos, al igual que los cambios de referencias entre los cuales se cuenta los preparativos de la maquina o puesta a punto, son factores que contribuyen en más del 80% para que las empacadoras se queden sin producto, igualmente concluimos que al atacar estas cuatro primeras pérdidas, estaremos contribuyendo de paso con la eliminación de la falta de material en las empacadoras, por ende el árbol de perdidas tendrá una reducción en un 90 por ciento en sus causas

6.4 Fase mejorar

En este capítulo se toma todo lo analizado en la etapa anterior y apoyados en herramientas de análisis se busca encontrar causas y proponer las mejoras correspondientes.

Al igual se busca encontrar las causas raíces, proponer mejoras y realizar planes de acción para la implementación de las mejoras propuestas.

Para realizar un buen planteamiento de mejoras es necesario conocer muy bien el proceso y para ello se ha realizado un Sipoc, en la figura 6.23 se ilustra el Sipoc de la planta.



Recepción de Materias primas	Inventario Físico de Materiales	Montacargas	Etapa 5 Alistamiento de materiales	Estibas con empaque cerca de la máquina	Estibas en buen estado	Proceso de producción
Operadores de planta	Programación de Producción	Personal entrenado y capacitado		Aditivos en tolvas	Aditivos correctos en las tolvas	
Administrador de Canal				Máquinas preparadas según formato		
Operador Logístico				Estibas preparadas para almacenamiento producto final	Aditivo pesado	
Área Técnica	Fórmula de producto		Etapa 6 Activación del Sistema Supervisor	Operación de los equipos en modo automático	Sistema Supervisor en estado operativo	Proceso productivo
Coordinador de Producción	Programación diaria de producción	Reunión de programación				
Operador Logístico				Fórmulas de productos	Fórmula actualizada	
administrador de Canal				Inventarios actualizados	Inventarios actualizados	
Operarios de planta						
Área Técnica						
Coordinador de Producción						
Operador Logístico						
Operarios de planta						
Metrología y Mantenimiento	Máquinas y equipos calibrados y en buen estado	Equipos listos para funcionar		Reporte de Consumos de Materia Prima e insumos		

Operarios de planta	Fórmulas predeterminadas	Capacidad de mezclado de acuerdo a parámetros	Etapa 7 Formulación en Magellis	Operación de equipos en modo manual	Equipos listos para funcionar (verificados y calibrados)	Proceso productivo
	Cantidad para producir	Tolerancias de peso acordes al proceso				
Sistema Supervisor	Materiales formulados	Formulación que no exceda la capacidad del mezclador	Etapa 8 Mezclado	Producto final mezclado almacenado en tolvas de la empacadora	Capacidades máxima y mínima dentro de control	Tolvas de empacadora
Operarios de Planta		Mezclado en óptimas condiciones para operar				
Sistema Supervisor	Programación de tiempo para la mezcla	Material alistado listo y pesado para ingresar al mezclador	Etapa 9 Empacado	Producto empacado en bultos de 25 Kg marcados con lote	Modulación de acuerdo al requerimiento del cliente	Repesaje
		Sistema Supervisor/Mageris/ personal en estado de alerta				
Mezclador	Producto mezclado en tolvas	Materiales, insumos y equipos correspondientes al producto a empacar	Etapa 9 Empacado	Chequeo de especificaciones (Control de calidad)	Bultos de 25 kg marcados	laboratorio
Sensor de nivel	Camara de fluidificación				Muestra compuesta para control de calidad	
Alistamiento	Empaque				Reporte de producción	
	Arranque de equipo					
	Verificación de equipos auxiliares					

Empacadora	Bultos empacados	Báscula lista para operar	Etapa 10 Repesaje	Producto dentro de especificaciones peso listo para estibar	Producto final marcado y dentro de especificaciones de peso	Estibado, marcado y etiquetado
Portafolio de producto	Especificación de peso	Especificaciones de peso				
Operarios de Planta	Equipo en funcionamiento	Verificación y calibración de equipos actualizada				
Repesaje	Bultos verificados	Etiquetas	Etapa 11 Estibado, marcado y etiquetado	Estiba modulada y paletizada (si es el caso)	Estibas listas y marcadas	Almacenamiento y entrega
Alistamiento	Estibas vacías	Aprobación del laboratorio				
Pedido del cliente	Modulación según requerimientos del cliente	Montacargas y fajadora	Etapa 12 Almacenamiento y entrega	Producto terminado almacenado	Producto terminado listo y Estibas en buen estado	Almacén y Centro de Distribución
Producción	Estibas listas y marcadas en su respectiva ubicación	Montacargas Espacio apto para almacenar		Entrega al Centro de Distribución		

Figura 6.23 Sipoc de la planta

Fuente: Sumicol s.a.s.

De acuerdo al SIPOC y a los capítulos anteriores de medición y análisis, cuyos datos recogidos y analizados son la base fundamental para este capítulo de mejora, se encuentra que las secciones del proceso a mejorar para cumplir con el objetivo del proyecto deben estar enfocadas en los cuatro subprocesos iniciales como lo muestra la franja azul que nos ilustra la figura 6.24 que vemos a continuación.

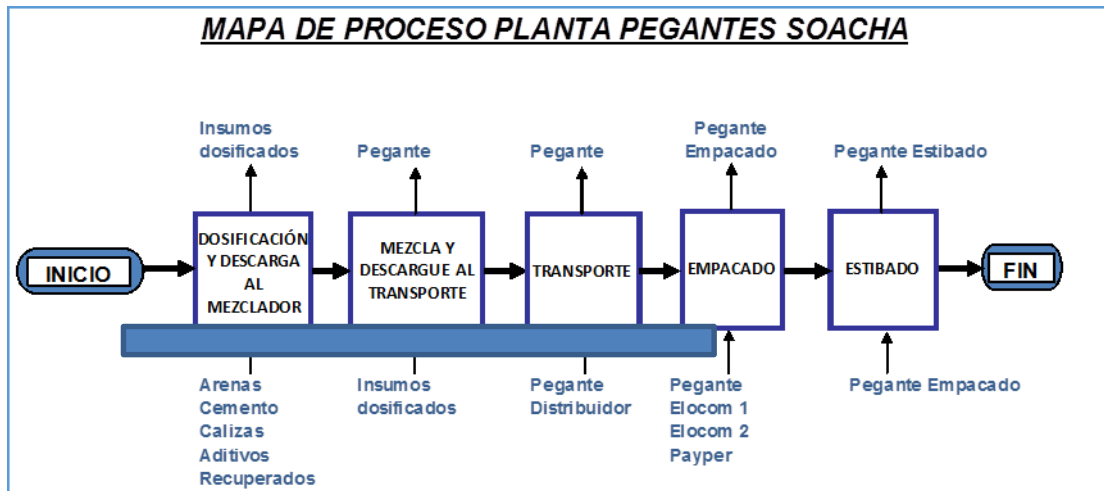


Figura 6.24 Enfoque del proceso

Fuente: Sumicol s.a.s.

En la imagen la franja azul nos muestra el alcance del proyecto, comprende los 4 primeros subprocesos

6.4.1 Caso de estudio

Para encontrar las distintas oportunidades de mejora se realizó un estudio de caso, la empresa para ello cuenta con un formato, en el cual se unifican distintas herramientas de análisis como lo son, las 5 w + 1h, los 5 porqués y la espina de pescado, de igual forma cuenta con un espacio para describir tanto con imágenes como con texto el antes y el después, también trae un plan de acción para las mejoras propuestas.

A continuación, se muestra el caso de estudio que se realizó en este proyecto desglosado por etapas para mayor entendimiento.

6.4.1.1 Etapa de definición,

Para esta parte del caso de estudio se ha utilizado, la herramienta 5 w + 1h

Esta herramienta nos sirvió para definir el problema, se utilizó en la etapa de DEFINICION y es la base para abordar la siguiente fase de MEDICION, como vemos en la figura el problema fue definido como la constante falta de producto en las tolvas de alimentación de las empacadoras, cuando se operan mínimo dos líneas, la figura 6.25 nos ilustra la parte inicial del caso de estudio, herramienta 5w + 1h

ETAPA DEFINICIÓN: DEFINA EL PROBLEMA CON EL 5W + 1 H	
¿Qué problema se tiene? Describa el problema que se tiene. Ejemplo: molino no arranca, alta temperatura en la chumacera, polea reventada, etc.	Las tolvas de alimentación de las empacadoras se quedan sin producto obligando a parar las líneas de empaque por tiempos intermitentes y bajando la productividad en esta parte del proceso
¿Cuándo ocurre? Indique el momento de tiempo o espacio en el que ocurrió el problema. Ejemplo: en el turno de la noche, cada vez que se prende el equipo, cuando se presiona el botón, etc.	Este fenómeno ocurre cada vez que se esta trabajando dos líneas de empaque es decir en cualquier instante de las 24 horas del día, siempre y cuando se esten laborando las dos líneas de empaque
¿Dónde ocurre? Indique la máquina o proceso en donde ocurre el problema. Ejemplo: en el molino 7, en la trituradora, en la tolva báscula, etc.	ocurre en las tolvas de alimentación de las empacadoras elocom
¿Quién es el responsable? Indique quién es el responsable de la máquina o el proceso donde se tiene el problema. Ejemplo: el colaborador de planta, el técnico de mantenimiento, el facilitador, etc.	este fenómeno ocurre cada vez que se esta trabajando las líneas de empaque es decir en cualquier instante de las 24 horas del día, en cualquier turno, por lo cual no depende del quien y se considera un punto debil del proceso
¿Cuál es la tendencia del problema? Al azar o crónico.	se considera un problema cronico, al ocurrir en cualquier instante de las 24 horas del día
¿Cómo ocurre? Describa con mayor detalle cómo ocurre el problema y sus consecuencias.	cada vez que se esta trabajando las dos líneas de empaque al tiempo y en cualquier momento del día, una de las empacadoras aleatoriamente se queda sin producto y obliga a detener la línea de empaque por momentos intermitentes durante el turno

Figura 6.25 5W + 1H

Fuente Sumicol s.a.s.

La imagen nos ilustra la parte de definición en el caso de estudio utilizado, en el la herramienta del 5w y 1h, para encontrar el que de nuestro estudio

6.4.1.2 Etapa de medición

En esta parte del proyecto se trae la información tomada en la fase de medición, se compacta y grafica para su posterior análisis, la figura 6.26 nos ilustra esta parte

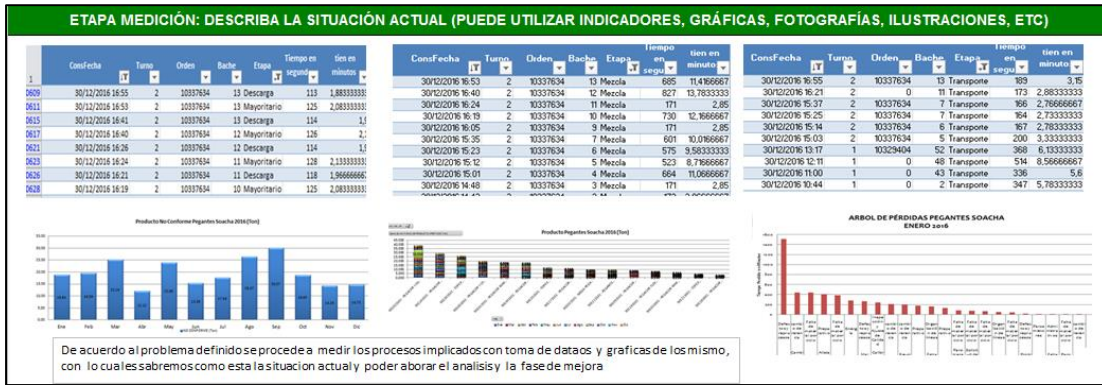


Figura 6.26 Etapa medición

Fuente Sumicol s.a.s.

La figura nos ilustra los datos y sus gráficos, lo que nos brinda una mejor interpretación de lo que está sucediendo

Luego mediante una lluvia de ideas y entrevistas con las personas que están directa o indirectamente relacionadas con el proceso y apoyados en la herramienta de análisis espina de pescado se ubicaron allí las principales y más impactantes causas del problema, la figura 6.27 nos ilustra esta parte

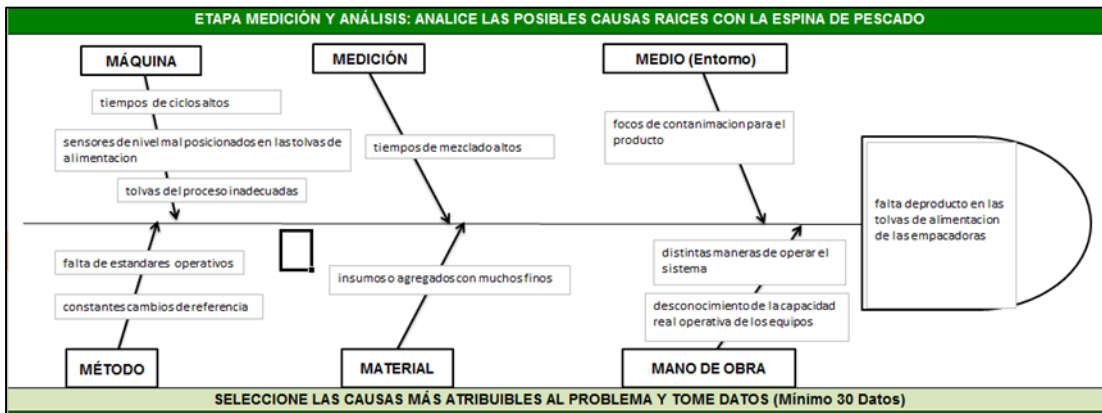


Figura 6.27 Etapa análisis

Fuente Sumicol s.a.s.

En la imagen anterior la herramienta llamada diagrama de causa y efecto, o espina de pescado, en ella se encuentra ubicado las distintas causas encontradas y clasificadas según su eme, en la cabeza del pescado encontramos el problema motivo de nuestro estudio

Ya ubicadas las causas en el diagrama de causa y efecto (espina de pescado), encontramos una relación entre estas causas, es decir que al abordar una, podemos simplificar o eliminar otras que están relacionadas, en la siguiente figura y por medio de colores se deja ver las causas que

guardan cierta relación que son las que comparten el mismo color. La figura 6.28 nos ilustra esta parte



Figura 6.28 Causas de mayor impacto

Fuente Sumicol s.a.s. y el autor

En ese orden de ideas la anterior deducción se convierte en insumo principal para continuar con el análisis de las causas del problema dando paso a la herramienta de los 5 ¿por qué?, como indica la figura 6.29 a continuación:

ETAPA MEDICIÓN Y ANÁLISIS: ESCOJA LAS CAUSAS MAS ATRIBUIBLES AL PROBLEMA Y REALICE EL ANÁLISIS 5 POR QUÉ A CADA UNA					
	1. ¿POR QUÉ?	2. ¿POR QUÉ?	3. ¿POR QUÉ?	4. ¿POR QUÉ?	5. ¿POR QUÉ?
1	los tiempos de ciclos en los subprocesos son altos?	nunca se penso en medir tiempos de ciclo?	en el arranque de la planta el tiempo de ciclo eran suficientes para el proceso?	no se requería mas capacidad en ese momento?	a diferencia de hoy, se tienen tres líneas de empaque con mayor capacidad?
	nunca se penso en medir tiempos de ciclo	en el arranque de la planta el tiempo de ciclo eran suficientes para el proceso	no se requería mas capacidad en ese momento	a diferencia de hoy, se tienen tres líneas de empaque con mayor capacidad	la demanda ha crecido
2	existen distintas maneras de operar el sistema?	cada operario labora como le parece mejor?	debido a los constantes cambios de referencia algunos les parece que lo hacen mejor que otros?	cada operario de planta trabaja a su parecer?	sienten que como lo hacen esta bien, así no lo hagan todos de la misma manera
	cada operario labora como le parece mejor	debido a los constantes cambios de referencia algunos les parece que lo hacen mejor que otros	cada operario de planta trabaja a su parecer	sienten que como lo hacen esta bien, así no lo hagan todos de la misma manera	porque no existen estándares operativos establecidos
3					

Figura 6.29 Los 5 ¿por qué?

Fuente Sumicol s.a.s. y el autor

La anterior imagen corresponde a los cinco porque utilizados en el caso de estudio y con esta herramienta se busca llegar a la causa raíz del problema

Con toda la información recogida y analizada en este instante ya existe suficiente material para plantear mejoras en forma generalizada como lo muestra el siguiente plan de acción para las mejoras, la figura 6.30 nos ilustra lo dicho

ETAPA MEJORA Y CONTROL: DEFINA LOS PLANES DE ACCIÓN, RESPONSABLES Y FECHAS				
Nº	PLAN DE ACCIÓN	FECHA	RESPONSABLE	EJECUTADA (Si/No)
1.	reducir los tiempos de ciclo	30/06/2017	Ever Tello, jefe de planta y equipo de trabajo	si
2.	crear y divulgar estandares operativos	30/07/2017	jefe de planta y equipo de trabajo	si
3.	analizar y reducir el no conforme en problemas de sellado	31/08/2017	jefe de planta y equipo de trabajo	si
4.				
5.				

Figura 6.30 Mejoras propuestas

Fuente Sumicol s.a.s. y el autor

En el plan de acción que ilustra la figura anterior, se encuentran tres grandes acciones a seguir para corregir una gran parte del problema, en él se muestra la fecha de compromiso, responsable de la gestión y el estado en que se encuentra la acción planteada.

Hasta aquí se han encontrado tres puntos importantes para trabajar, son tres oportunidades de mejora que sirven de base para trabajar en campo e ir ejecutando las reformas que hallan que hacer al proceso para lograr el objetivo principal del proyecto.

6.4.1.3 Etapa de mejoras

A continuación, se relacionan las mejoras más destacadas y de mayor impacto que contribuyeron con el logro del objetivo principal. En la figura 6.31 se ilustran las mejoras realizadas.

MEJORAS REALIZADAS							
No.	MEJORA	SUBPROCESO	EJECUTADA		BENEFICIO OBTENIDO		
			SI	NO	ECONOMICO	TIEMPO	CALIDAD
1	Reubicacion de algunos sensores de nivel de las distintas tolvas que interfieren en el proceso	todos	x			un minuto	
2	Ajustes en el programa de producción	todos	x			un minuto	
3	Ajustes en la forma de dosificar los insumos	dosificación	x		8 millones de pesos al mes	30 segundos	
4	Cambio de algunas tolvas cuadradas por redondas	todos	x				si
5	Ajustes en el sistema supervisor	todos	x			45 segundos	si
6	mejoras en el funcionamiento de la empacadora	todos	x			50 segundos	si
7	Creación, divulgación y puesta en práctica de estándares inspección	todos	x				
8	Creación, divulgación y puesta en práctica de estándares de operación						

Figura 6.31 Mejoras realizadas

Fuente Sumicol s.a.s. y el autor

En la imagen vemos un listado de mejoras planteadas y ejecutadas

De acuerdo a la anterior imagen de mejoras propuestas y ejecutadas, luego de este caso de estudio realizado, a continuación una explicación de cada mejora ejecutada

6.4.1.3.1 Reubicación de sensores

En esta mejora se ubicaron los sensores de las tolvas de alimentación de las empacadoras y de la tolva de recepción de carga del mezclador, luego de muchos ensayos y seguimiento se optó por moverlos.

A los sensores de las tolvas de las empacadoras se subieron un poco más de donde estaban con el objetivo de lograr que reciba toda la carga sin esperar que la tolva se desocupe completamente, por el contrario a la tolva de descarga del mezclador se bajó un poco el sensor para lograr que esta se desocupe antes y permita que el tiempo de transporte sea más corto.

6.4.1.3.2 Ajuste en programa de producción

Esta mejora consistió en realizar un mejor programa de producción de manera que sin perder la flexibilidad de producción para cumplir las más de 30 referencias con que cuenta la demanda, se pueda producir con un plan de producción de manera que los cambios de referencia sean menos traumáticos y se pierda el menor tiempo, así como se desperdicia menor cantidad de material propio de cada cambio de referencia.

Con esta mejora se logró reducir la cantidad de no conformes y la pérdida de tiempo por cambio de referencia que nos mostraba el árbol de pérdidas.

6.4.1.3.3 Ajuste en la forma de dosificar los insumos

Para esta mejora se concluyó luego de muchos ensayos, que la mejor forma de dosificar los insumos y en especial uno de los más costosos y de mayor impacto en la propiedad del pegante era: modificando la forma de agregarse en el momento de caer al mezclador, anteriormente se hacía en el mismo instante que los demás insumos habían terminado de llegar al mezclador, se esperaba un tiempo de 30 segundos y ahí se empezaba a dosificar este insumo en mención, luego de ensayos y entrevistas con expertos se concluyó que se podía dosificar antes de terminar los demás componentes de la carga es decir se hizo de una manera que se denominó en la planta como sándwich, antes de caer todos los otros insumos al mezclador el sistema hace un alto, libera el insumo en mención y continua descargando luego todos al tiempo.

Con esta mejora se buscó reducir el tiempo de ciclo en el mezclado en el cual consiguió 30 segundos nuestra flexibilidad de producción.

6.4.1.3.4 Cambio de tolvas cuadradas por redondas

Se encontró que uno de los motivos para que el tiempo del transporte fuera tan alto, era que la forma de las tolvas no permitía un buen funcionamiento sobre todo al momento de desocuparse, por ser estas cuadradas y tener vértices en menos por carga lo que significa un ahorro de tiempo de 25 minutos por turno puesto que en cada turno se realizan 50 cargas y esto al mes nos representa 21.8 horas si hablamos de dos turnos, pero adicional se logró reducir la cantidad requerida de este insumo, lo que generó un ahorro mensual de 8 millones de pesos, además aumento Angulo de 90 grados, además por el tipo de producto que se trabaja, el material se quedaba pegado en la pared de la tolva evitando que se desocupara, contaminando otras cargas o demorando el tiempo de ciclo.

Se cambiaron las tolvas por redondas y se corrigió su mal desempeño esto también agilizo el tiempo de ciclo del proceso general.

6.4.1.3.5 Ajuste del sistema supervisor

Para lograr un mejor desempeño del sistema supervisor y corregir algunos puntos en la programación del mismo, se contactó al proveedor del programa, se le entregaron las peticiones que salieron para corregir y luego de muchos seguimientos, se trabajó en ellas y se lograron avances como, reducción en el tiempo de mezclado, reducción en los tiempos de transporte y una mejor coordinación entre el llamado de la carga por parte de los sensores de las tolvas de empaque y la orden que emite el programa para empezar a dosificar la siguiente orden, esto ayudó a un mejor balanceo entre los ciclos de los subprocesos que comprenden el sistema.

6.4.1.3.6 Mejoras en el funcionamiento de las empacadoras

En esta parte de las mejoras, se trabajó en el funcionamiento de las empacadoras para atacar el tema de mal sellado, no conforme Pareto de la planta y que genera reprocesos que conforman una tarea adicional en los subprocesos anteriores y que ayudan a hacer que los tiempos de ciclo sean cada vez más largos.

Luego de muchas observaciones y análisis del funcionamiento se corrigieron muchos detalles en el funcionamiento de la empacadora como en sus partes que la conforma, entre las reformas

más destacadas tenemos una modificación en el pre cierre y el acondicionamiento de unas contratuercas, lo que hizo que el no conforme por problemas de selle se redujera en un 50%.

También se ajustaron las válvulas de dosificación de insumos que estaban ocasionando una descompensación en las formulas

6.4.1.3.7 Creación de estándares

Se realizaron estándares de operación, estándares de inspección, de limpieza, condiciones básicas de operación (CBO), de ajuste y de apriete; con ellos se logra mantener las piezas de las maquinas limpias, en perfecto estado y se controla su desgaste, recordando que, con equipos en óptimas condiciones, se controlan los defectos, las condiciones inseguras y se evitan averías.

6.5 Fase controlar

Antes de abordar el tema de control es necesario analizar los resultados y de esta manera se buscan los controles para evitar que los logros obtenidos se caigan o se empeore la situación.

6.5.1 Análisis de los resultados

Como se vio en la fase de mejora para realizar análisis de los resultados obtenidos es necesario mirar la tabla de las mejoras realizada, la figura 6.32 nos ilustra las mejoras más destacadas del proyecto en una formato de plan de acción.

MEJORAS REALIZADAS							
No.	MEJORA	SUBPROCESO	EJECUTADA		BENEFICIO OBTENIDO		
			SI	NO	ECONOMICO	TIEMPO	CALIDAD
1	Reubicacion de algunos sensores de nivel de las distintas tolvas que interfieren en el proceso	todos	x			un minuto	
2	Ajustes en el progrma de produccion	todos	x			un minuto	
3	Ajustes en la forma de dosificar los insumos	dosificacion	x		8 millones de pesos al mes	30 segundos	
4	Cambio de algunas tolvas cuadradas por redondas	todos	x				si
5	Ajustes en el sistema supervisor	todos	x			45 segundos	si
6	mejoras en el funcionamiento de la empacadora	todos	x			50 segundos	si
7	Creacion, divulgacion y puesta en practica de estandares inspeccion	todos	x				
8	Creacion, divulgacion y puesta en practica de estandares de operacion						

Figura 6.32 Plan de acción de mejoras

Fuente Sumicol s.a.s. y el autor

La imagen nos ilustra las mejoras de mayor impacto que fueron implementadas y ejecutadas, con su respectivo beneficio.

Se nota que el principal objetivo es reducir el tiempo de ciclo en los distintos subprocesos, los cuales se han logrado, gracias a las mejoras implementadas, inicialmente el ciclo completo sumando todos los subprocesos estaba en un promedio de 9 minutos.

En el árbol de perdidas era el problema de selle coincidiendo con el no con formes el Pareto de la planta, como lo ilustra la figura 6.33 tomado del capítulo de medición traída del capítulo de medición.

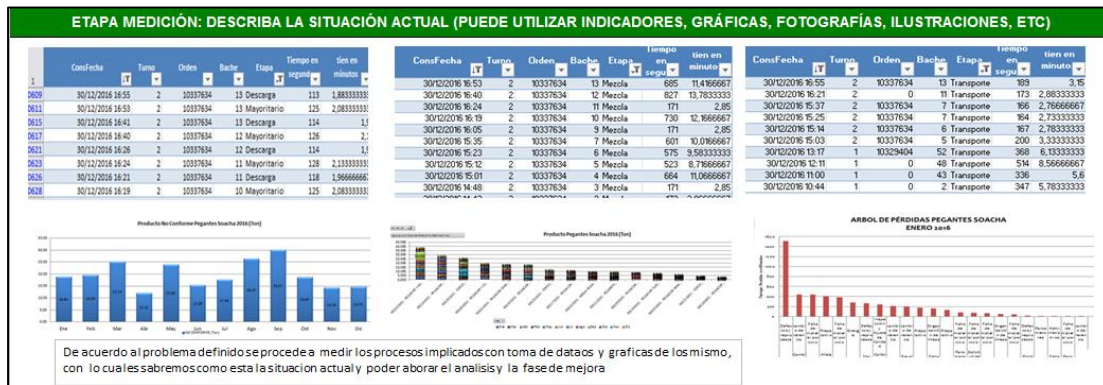


Figura 6.33 El antes del estudio

Fuente Sumicol s.a.s.

Imagen traída de la fase de medición y que nos ilustra los datos y sus graficas

En este momento la anterior situación se mejoró en un 40% y el tiempo general del ciclo está en 5 minutos total, en cuanto al no conforme Pareto sigue siendo el problema de selle, pero se redujo en un 50 % en comparación del antes del este proyecto.

También se concluye que el subproceso que más afectaba el tiempo de ciclo general era el subproceso de dosificación y descarga, la figura 6.34, nos ilustra los nuevos tiempos en este subproceso, los cuales se redujeron satisfactoriamente logrando que a la zona de empaque fluya mejor el material y eliminando el problema inicial que nos ocupó durante todo este estudio como fue la falta de material en las tolvas de alimentación de las empacadoras.

Operario	ConsFecha	Turno	Orden	Bache	Etapa	Tiempo	total
	31/07/2017 23:54	3	10510289		8 Descarga		121
	31/07/2017 23:52	3	10510289		8 Mayoritario		137
	31/07/2017 23:49	3	10510289		8 Descarga		136
	31/07/2017 23:47	3	10510289		7 Mayoritario		138
	31/07/2017 23:13	3	10510289		6 Descarga		136
	31/07/2017 23:11	3	10510289		6 Mayoritario		142
	31/07/2017 23:07	3	10510289		5 Descarga		122
	31/07/2017 23:04	3	10510289		5 Mayoritario		135
Guiller Edison Guevara Duarte	31/07/2017 22:45	3	10510289		4 Descarga		127
	31/07/2017 22:42	3	10510289		3 Mayoritario		145
	31/07/2017 22:10	3	10510289		2 Descarga		172
	31/07/2017 22:07	3	10510289		2 Mayoritario		162
	31/07/2017 22:04	3	10510289		2 Descarga		144
	31/07/2017 22:02	3	10510289		1 Mayoritario		153
	31/07/2017 21:08	2	10512101		5 Descarga		140
	31/07/2017 21:05	2	10512101		5 Mayoritario		141
	31/07/2017 20:43	2	10512101		4 Descarga		137
	31/07/2017 20:41	2	10512101		4 Mayoritario		143
	31/07/2017 20:36	2	10512101		3 Descarga		140
	31/07/2017 20:34	2	10512101		3 Mayoritario		141
Jhon Alexis Vega Alferez	31/07/2017 20:28	2	10512101		2 Descarga		138
Jhon Alexis Vega Alferez	31/07/2017 20:26	2	10512101		2 Mayoritario		133
Jhon Alexis Vega Alferez	31/07/2017 19:57	2	10512101		1 Descarga		143
Jhon Alexis Vega Alferez	31/07/2017 19:55	2	10512101		1 Mayoritario		133
	31/07/2017 19:29	2	10505237		1 Mayoritario		99
	31/07/2017 18:31	2	10505237		15 Descarga		138
	31/07/2017 18:29	2	10505237		15 Mayoritario		157
	31/07/2017 18:24	2	10505237		14 Descarga		141
	31/07/2017 18:22	2	10505237		14 Mayoritario		157

Figura 6.34 tiempo final logrado luego del proyecto Fuente: Sumicol s.a.s.

Como podemos notar la reducción en este tiempo de ciclo es bastante significativa y el objetivo propuesto se ha cumplido.

6.5.2 Control

Para no permitir que los logros obtenidos se caigan o la situación se empeore, se han elaborado estándares de procedimientos, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Sop, Lup, cbo, Sipoc, plan de calidad, lup de qué hacer y qué no hacer, estándares de limpieza, de inspección, de ajuste y apriete.

Se crearon e implementaron poka yoke, se realiza control visual y se capacita al personal en la metodología TPM, metodología con la cual es el mejor control y seguro para evitar que los logros se caigan y por el contrario se siga mejorando en el día a día, gracias a la cultura innovadora que esta metodología inculca, así como el sentido de pertenencia debido a su pilar de mantenimiento autónomo y en general a los 8 pilares que la componen.

7 RESULTADOS

Producto del estudio, el proceso hoy día se encuentra estandarizado en todos los procedimientos, es de anotar que ya existían procedimientos en la planta gracias al sistema de gestión integral, pero con la realización del presente proyecto estos fueron revisados y actualizados, algo que se tenía descuidado, de igual manera se hicieron los que faltaban tales como los CBO (condiciones básicas de operación), los SOP(procedimientos de operación estándar), en inglés: Standar Operation Procedures.

Con la estandarización de procedimientos y procesos, se logró que toda persona haga las labores de la misma forma, opere las máquinas con los mismos criterios de los demás, de esta forma se logró disminuir las averías, las no conformidades y errores que al realizar los respectivas correcciones o reprocesos generaban trauma en el ciclo del proceso.

El programa de producción también fue objeto de estandarización y con ello se logró evitar pérdidas de tiempo en cambios bruscos de referencia que impedían un flujo normal y rápido del proceso.

En los primeros tres subprocesos antes del empaclado, se logró reducir los tiempos gracias a las mejoras ya vistas en la fase de mejora, después de tener un tiempo de ciclo, de 11 y 12 minutos se redujo en un 50% y hoy día la referencia de mayor duración en su ciclo de producción dura 6 minutos.

Es de anotar que la cantidad de mejoras propuestas y realizadas se acercan en número a unas 50, en la etapa de mejora se relacionan las más sobresalientes.

Hoy día se podría trabajar las tres líneas de empaque en simultaneo sin correr riesgo de que se quede sin material sus tolvas de almacenamiento, sin embargo por la demanda actual solo se trabajan dos líneas y el fenómeno que se presentaba ha desaparecido, logrando así el objetivo principal del presente proyecto.

8 DISCUSIÓN

Debido a la ejecución de las mejoras propuestas, el tiempo de ciclo mejoro en un 50% y ya no se tendrá más el tiempo perdido denominado falta de material que es atribuido al tiempo de ciclo tan grande que existía antes de abordar el proyecto.

Con la estandarización de los procesos y procedimientos evitaremos en un 99% recaer en los errores del pasado y asegurar así un proceso mejorado y sostenible en el tiempo.

Una de las ganancias obtenidas y a destacar es que la inversión en pesos fue mucho menor de lo presupuestado, pero los beneficios obtenidos fueron mayores a los esperados, de esta forma puedo concluir que el proyecto fue exitoso al lograr el objetivo principal con menos recurso y mayores beneficios lo que nos arroja una gran eficiencia.

Mediante la aplicación de herramientas de análisis y propuestas de mejora el proyecto resulto relativamente fácil implementar, a muy bajo costo pero con una ganancia adicional como fue la familiarización de los colaboradores con el uso de herramientas y autonomía en aplicarlas

Es necesario no dejar caer la metodología aplicada, como el ciclo DMAIC Y TPM, con estas dos metodologías y su relación que tienen con otras metodologías nos garantizaran que el proceso tienda a mejorar antes que a desmejorar y así contribuir con que la empresa sea talla mundial, competitiva y sostenible.

9 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, aunque fueron pocos todos apuntando a un gran objetivo principal, fueron la base y sirvieron de gran apoyo para abordar el proceso investigativo.

Los objetivos específicos fueron abordados, con la aplicación de la metodología DMAIC Y TPM y la ayuda de las distintas herramientas que en ellas se utilizan como las 5s, los 5 porque, espina de pescado, lluvia de ideas, entrevistas, radar 5 s, entre otros, se logró cumplir los objetivo general y entregar al proceso un tiempo de ciclo reducido en un 50%.

Los objetivos específicos fueron abordados y satisfactoriamente cumplidos, ahora tenemos un plan mejor trazado de produccion, los procesos que tiene que ver con la recepción, dosificación, programación de produccion y empaque debidamente estandarizados

Con la aplicación de la metodología propuesta y las herramientas utilizadas además de conseguir los objetivos planteados, se logró que el personal de la empresa se volviera más autónomo y obtuviera un mayor sentido de pertenencia con la empresa, se les despertó el ADN, innovador, cada día opinan y aportan ideas innovadoras sin temor a ser rechazadas y tomando con la madurez la aplicación o no de sus aportes.

El proceso no tendrá más inconvenientes por el desabastecimiento de material en las tolvas de empaque, es decir el cuello de botella ha sido trasladado a las líneas de empaque, pues antes estas se quedaban esperando producto para ser empacado y ahora tiene suficiente material en sus tolvas de empaque lo que indica que una posible continuidad de este proyecto será apuntando al aumento de la productividad en las líneas de empaque.

La productividad de la planta aumento gracias a la implementación de la metodología propuesta y lo más importante las no conformidades y los desperdicios se redujeron.

En necesario mantener la disciplina y continuar con la metodología, no desfallecer en la mejora continua y empezar a trabajar en un nuevo proyecto para aprovechar ahora el proceso desde la línea de empaque hasta el envío del producto al usuario final.

10 RECOMENDACIONES

Una vez culminado y corroborado los resultados obtenidos, es necesario tener presente las siguientes recomendaciones en aras de que las mejoras implementadas con tan excelentes resultados perduren.

No dejar morir el espíritu innovador en la compañía, alimentar día a día el ADN innovador en todas las áreas y los colaboradores.

Continuar con el avance en la metodología TPM, con la cual la planta logrará implementar otros proyectos de gran magnitud.

Hacer uso adecuado y con disciplina rigurosa, de los controles establecidos por este proyecto para evitar la decadencia en las mejoras realizadas, por el contrario buscar metodologías que busque continuar con el estudio, esta vez abarcando el proceso completo, desde la dosificación hasta la entrega al usuario final.

Es importante continuar dando la mayor importancia al recurso humano y brindarles la oportunidad de ser partícipes como actores principales de toda acción de mejora o cambio que se quiera llevar en el futuro, en la compañía sea al proceso o a los procedimientos de la misma.

La metodología aplicada en este proyecto ciclo DMAIC Y TPM es aplicable para todo otro proyecto en el futuro y con ellas se tendrá garantizada la cultura innovadora de la planta.

Compartir y aplicar los resultados obtenidos a las otras plantas de la organización cuyos procesos son similares

11 REFERENCIAS

Company Control Total de Calidad Tercera Edición. McGraw-Hill Book Company.

Feigenbaum, A. V. (1983). *Total Quality Control Third Edition. McGraw-Hill Book*

González, L.H. (2009). Capítulo 1. La propuesta. *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. (pp. 29-50). 4a. ed., Bogotá.*

Harrington. (1997) "Administración del mejoramiento continuo" McGraw Hill.

Ishikawa, K. (1997). *Qué es el Control Total de la Calidad, Editorial Norma*

ISO 9001: 2000, *Guía Para Las Pequeñas Empresas, Standards Australia, ICONTEC, Bogotá 2001.*

Jiménez, H. (1997). *Seminario Total Quality Management, Especialización en Administración Total de la Calidad y la Productividad, Universidad del Valle, Cali*

Lerma, H.D. (2002). *Metodología de la Investigación, ECOE Ediciones.*

Masaaki, I. (1998). "Como implementar el kaizen en el sitio de trabajo". McGrawHill

Total Quality Tool, PQ Systems, Inc. (1996).

SPC Simplified for Services, Amsden, Davida M.; Butler, Howard E.; Amsden, Robert T.; 1991

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD, (2013). *Capítulo VIII. De las opciones de grado (Art. 75 y 76) Pág. 32. Reglamento General Estudiantil.*

Villegas, J. (1999) "Cambio y mejoramiento continuo". Ed. Diana.

Walton, M. (1992). *El Método Deming en la Práctica, Editorial Norma.*

12 GLOSARIO

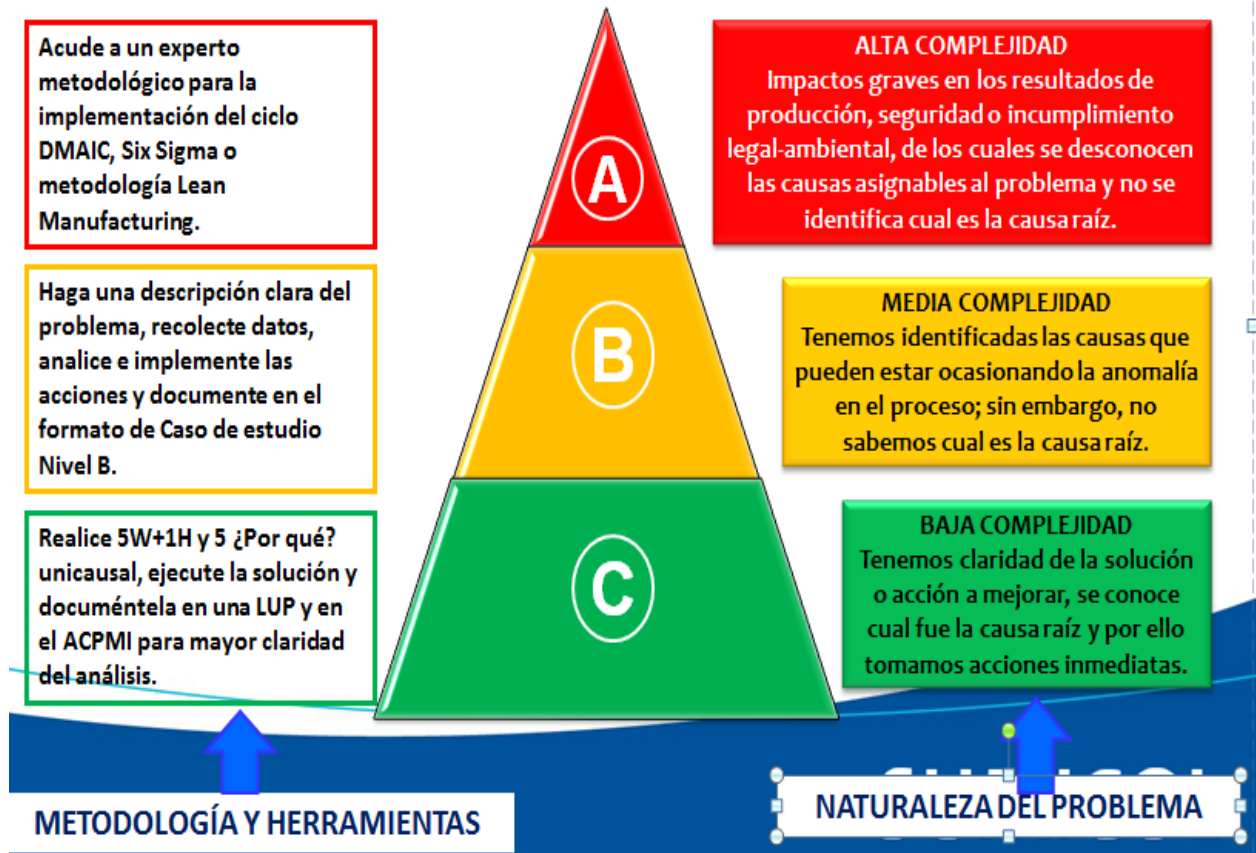
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total, en inglés Total Productive Maintenance, metodología que nació en Estados Unidos pero que ha sido muy bien aplicada por los Japoneses, esta metodología busca reducir las pérdidas mediante la mejora continua y prevención de fallas , se basa en 8 pilares fundamentales como son : pilar de Mejoras Enfocadas, Pilara de Gestión Temprana, Pilar de Mantenimiento de la Calidad, Pilar Mantenimiento Autónomo, Pilar de Mantenimiento Planeado, Pilara de Educación y Entrenamiento, Pilar de Seguridad y Pilar Ambiental. Cada pilar consta de una red de apoyo y se conforma en pequeños grupos primarios, es importante la interacción entre los pilares cada uno aporta o tiene relación con los demás pilares.
- **DMAIC:** Metodología de mejora de procesos, consta de cinco fases y de ahí su nombre de las iniciales en inglés, Define, Measure, Analyze, Improve y Control, que en español traducen, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, para el presente proyecto fue complementado en cada uno de sus fases con otras metodologías y herramientas todas apuntando a una mejora continua
- **CBO:** Traduce de las iniciales, Condiciones Básicas de Operación, muy útil para iniciar la operación de una maquina o proceso, consiste en una especie de listado de chequeo preferiblemente con imágenes , donde se listan las condiciones óptimas para iniciar la operación y evitar así, averías , no conformes o accidentes.
- **DFP:** de las iniciales Diagrama de Flujo del Proceso, muy utilizado para representar un proceso gráficamente y de gran utilidad para identificar todos los puntos del mismo.
- **SIPOC:** es la representación gráfica de un proceso de gestión, su nombre de las iniciales en inglés Supplier, Inputs, Process, Outputs y Customers, que en español traducen , Proveedor, entradas, proceso, salidas y clientes, esta herramienta permite de una manera muy sencilla identificar las partes que integran el proceso como también el flujo e interacción de las mismas.
- **SOP:** del inglés Estándar Operating Procedure, en español Procedimiento de Operación Estándar, en el SOP, se describen todos los pasos preferiblemente apoyados en imágenes y numerados en orden de proceder, para la realización de un producto o procedimiento.

- **AMEF:** Traduce Análisis de Modo y Efectos de Fallos, es un conjunto de directrices, métodos y formas de identificar posibles fallos, su severidad, ocurrencia y efectos, para concentrar recursos, planes de prevención y control de los mismos.
- **LUP:** Lección de Un Punto (del inglés One Point Lesson) por lo cual también es llama OPL, es una herramienta de comunicación utilizada para transferir conocimiento en forma breve, necesariamente de un solo punto, la Lup no debe ser recargada con más de un tema y preferiblemente debe acompañarse más de imagen que de texto, para los primeros pasos de la metodología TPM, es muy importante que quien vaya a transferir el conocimiento haga la Lup a mano.

13 ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de los casos de estudio

Clasificación de Casos de Estudio por Nivel de Complejidad



Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 2. Ejemplo de la herramienta 5w+1h

Ejemplo 5W+1H

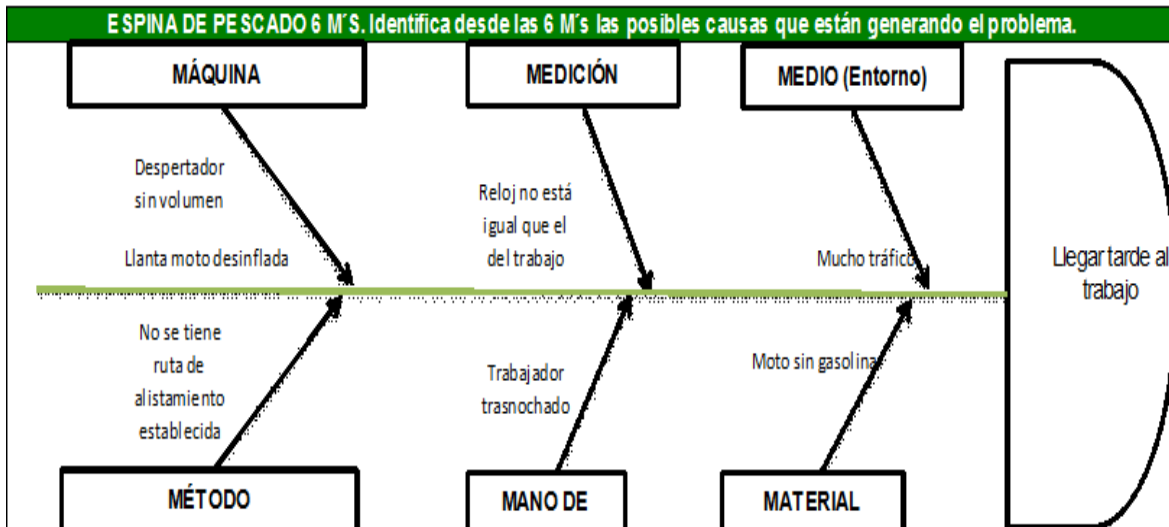
ANÁLISIS DEL FENÓMENO - 5W + 1 H	
Hechos observados	
<p>¿Qué problema se tiene? Describa el problema que se tiene. Ejemplo: molino no arranca, alta temperatura en la chumacera, polea reventada, etc.</p>	Presencia de material particulado
<p>¿Cuándo ocurre? Indique el momento de tiempo o espacio en el que ocurrió el problema. Ejemplo: en el turno de la noche, cada vez que se prende el equipo, cuando se presiona el botón, etc.</p>	Al momento de cargar Base 10 y Base 0
<p>¿Dónde ocurre? Indique la máquina o proceso en donde ocurre el problema. Ejemplo: en el molino 7, en la trituradora, en la tolva báscula, etc.</p>	En el molino nro 10 y sus alrededores
<p>¿Quién es el responsable? Indique quién es el responsable de la máquina o el proceso donde se tiene el problema. Ejemplo: el colaborador de planta, el técnico de mantenimiento, el facilitador, etc.</p>	El responsable del proceso es el operador
<p>¿Cuál es la tendencia del problema? Al azar o crónico.</p>	Crónico
<p>¿Cómo ocurre? Describa con mayor detalle cómo ocurre el problema y sus consecuencias.</p>	Cuando se carga la Base 10 y la Base 0 al molino nro 10 se genera una gran nube de polvo en el área, contaminando el medio ambiente y poniendo en riesgo la salud del colaborador.

Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 3. Guía para llenar la herramienta espina de pescado



Fuente: Sumicol. s.a.s.



Fuente: Sumicol. s.a.s.

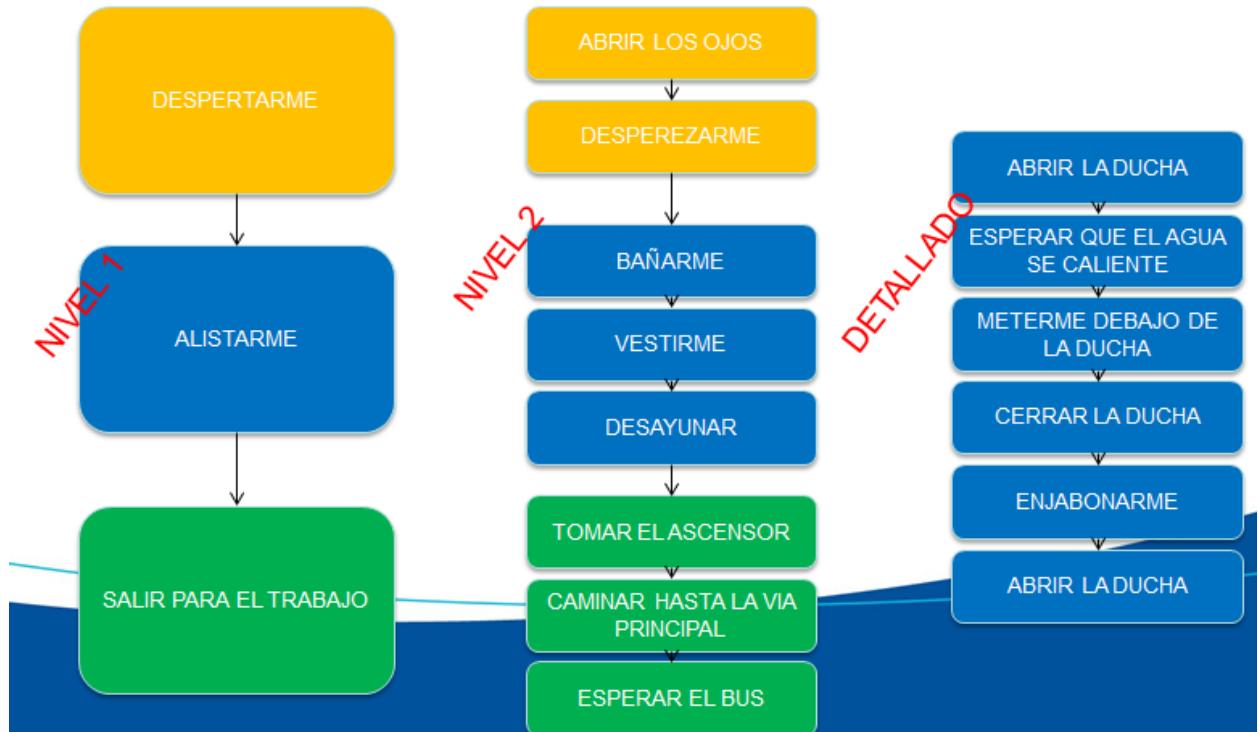
Anexo 4. Ejemplo de la herramienta 5 ¿Por qué?

ANÁLISIS 5 ¿POR QUÉ?	
Búsqueda de Hechos	
1. ¿Por Qué?	¿Por qué se derramó el cemento que se estaba cargando al silo?
Respuesta	Porque se reventó el filtro del silo
2. ¿Por Qué?	¿Por qué se reventó el filtro del silo?
Respuesta	Porque hubo una sobrepresión
3. ¿Por Qué?	¿Por qué hubo una sobrepresión?
Respuesta	Porque se superó la capacidad de almacenamiento del silo
4. ¿Por Qué?	¿Por qué se superó la capacidad de almacenamiento del silo?
Respuesta	Porque se desconocía la cantidad de cemento que había en el silo
5. ¿Por Qué?	¿Por qué se desconocía la cantidad de cemento que había en el silo?
Respuesta	Porque los sensores para medir la capacidad de almacenamiento en el silo no estaban funcionando y tampoco se tenían actualizados los controles manuales de inventario del silo

Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 5. Ejemplo de mapeo de proceso

Preparándome para ir a trabajar



Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 6. Como diligenciar un Sipoc

SIPOC

¿Qué es? Es una herramienta que sirve para visualizar el proceso, desde los proveedores hasta los clientes.

¿Para qué sirve? Reunir conocimiento colectivo, para entender las etapas del proceso, identificar las entradas relevantes, las salidas y sus especificaciones y conocer clientes y proveedores.



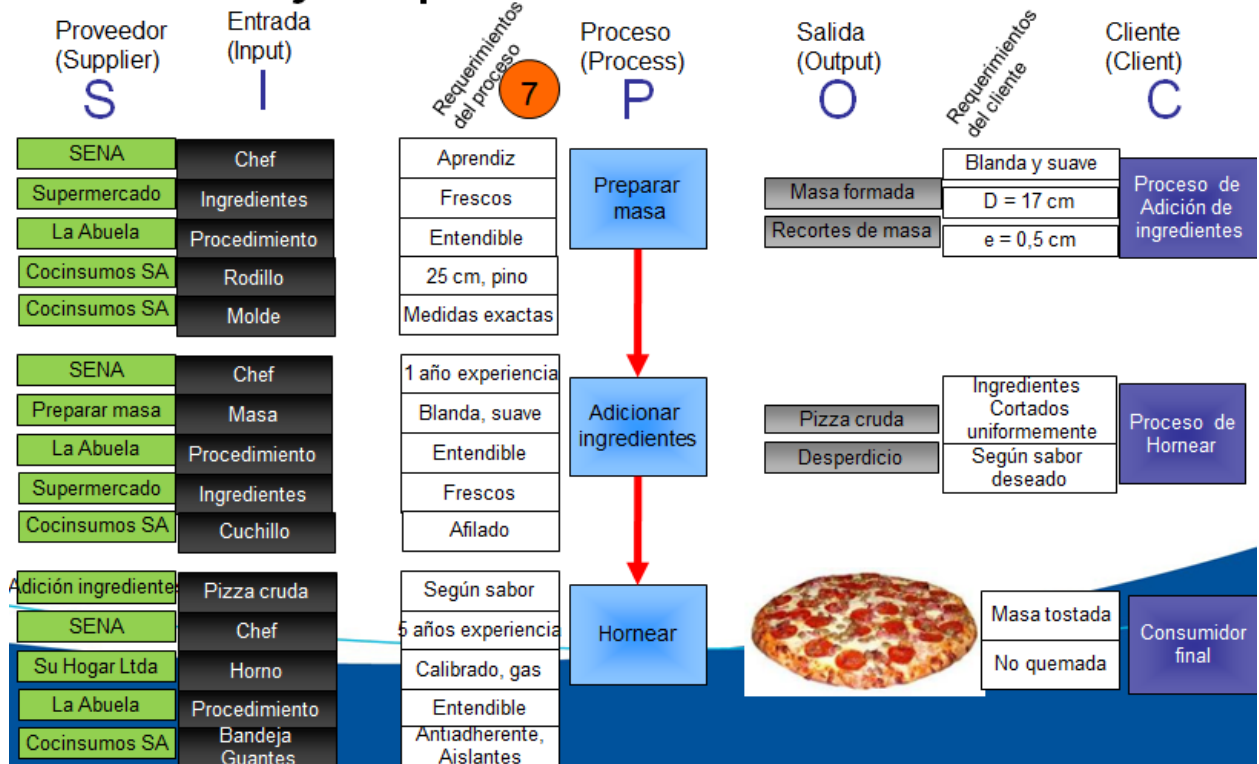
PASOS PARA ELABORAR EL SIPOC

1. Identificar el proceso: mapear el proceso (mapa proceso nivel I ó II).
2. Identificar las salidas claves en cada paso del proceso: incluir las deseadas, los desperdicios, documentos, etc.
3. Identificar los requerimientos del cliente: ¿Qué características deben tener las salidas?
4. Identificar los clientes que reciben esas salidas: ¿Quién es el cliente de cada proceso?
5. Identificar las entradas en cada paso del proceso: utilizar las 6 M's.
6. Identificar los proveedores de cada entrada del proceso. ¿Quién suministra cada una de las entradas?
7. Identificar los requerimientos del proceso: ¿Cómo se necesitan que sean las entradas?

Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 7. Ejemplo de Sipoc

Ejemplo SIPOC-PIZZA



Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 8. Sop cambio de referencia

SOP				CMBIO DE REFERENCIA		CODIGO:	
						VERSIÓN:	1
						FECHA DE VIGENCIA:	15-10-2014
						APROBADO POR:	
PROCESO	CRITICO PARA:	EFECTOS DE ENTRENAMIENTO	MATERIALES NECESARIOS	OBJETIVO Y ALCANCE	REGISTRO		
PEGANTES SOACHA	CALIDAD ✓ SEGURIDAD MEDIO AMBIENTE		SISTEMA SUPERVISOR EN OPTIMAS CONDICIONES ORDENES DE FABRICACION CREADAS INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS PATRON DE REFERENCIA	ESTANDARIZAR PROCEDIMIENTO ADECUADO PARA EL CAMBIO DE COLOR SIN CONTAMINAR LA NUEVA REFERENCIA CON EL PRODUCTO DEL QUE SE ESTABA PRODUCCION			
SEGURIDAD Tener en cuenta: Hacer de seguridad, usar EOPP, Calzadura de limpieza, Calzadura de seguridad por oficial.							
AMBIENTAL Tener en cuenta: Identificación de riesgos e impactos ambientales, emisiones, la legislación aplicable, el control operacional aplicable, monitoreo y medición, protección del medio ambiente.							
				ELABORÓ: EVER TELLO, EDWIN PINEDA Y CARLOS NIETO			
RESALTE VISUALMENTE LOS "PASOS CLAVES"				N°	PASOS DE LA OPERACIÓN Y RESPONSABLE	TIEMPO [min]	HOW - HOW Prueba Clave de la Operación
2				1	VERIFICAR QUE LAS ORDENES DEL NUEVO PRODUCTO A FABRICAR ESTEN CREADAS (MENU INFORMACION, PROGRAMACION)		SISTEMA SUPERVISOR EN OPTIMAS CONDICIONES
							
1 programación del supervisor				2 taller de almacenamiento empacadoras			
				2	UNA VEZ TERMINADO EL ULTIMO BACHE PROGRAMADO, PERMITIR QUE LAS TOLVAS Y LAS EMPACADORAS Y TODO EN TODO EL SISTEMA EN GENERAL QUEDEN COMPLETAMENTE DESOCUPADAS		SENSORES DE NIVEL EN OPTIMAS CONDICIONES

Fuente: Sumicol. s.a.s.

		3	DESOCUPAR MANUALMENTE LA PESADORA DE LA EMPACADORA QUE SE ESTE TRABAJANDO		
3 desocupación marca	4 empalme de laminado	4	EMPALMAR EL NUEVO LAMINADO AL QUE ACTUALMENTE SE ESTE TRABAJANDO, ACTUALIZAR INFORMACION EN LA MARCADORA		APOYARSE DE LA AYUDA MECANICA (POLIPASTO) PARA SUBIR EL LAMINADO REALIZARLO ENTRE DOS PERSONAS
		5	LLAMAR EN EL SISTEMA SUPERVISOR UNA CARGA DE LA REFERENCIA QUE SE ESTA TRABAJANDO NO MAYOR A 400 KG CON CEMENTO BLANCO SI EL CAMBIO VA A SER DE GRIS A BLANCO		EN EL SISTEMA SUPERVISOR EN MENU INFORMACION - PROGRAMACION
5 carga para barrido	6 carga completa nueva referencia	6	EL BARRIDO (400 KG) SE EMPACARA EN EL ROLLO ACTUAL ANTES DE LLEGAR EL EMPALME O NUEVA REFERENCIA		EL BARRIDO DEBE SALIR GRIS, SI SE NOTA QUE EL BARRIDO SALE MUY BLANCO SE DEBE RECUPERAR,
		7	UNA VEZ TERMINADO EL BARRIDO SE PROGRAMA LA NUEVA REFERENCIA CON LA CARGA HABITUAL DE 2000 KG Y SE ENVIA A LA EMPACADORA		SE DEBE OBSERVAR SI LOS PRIMEROS BULTOS AUN SALEN DIFERENTE AL PATRON SE DEBEN RECHAZAR DE LO CONTRARIO LA PRODUCCION SE CONSIDERARA CONFORME
		8	ASEGURAR QUE LA MARCADORA, ESTE FUNCIONANDO Y CON LOS DATOS CORRECTOS, QUE EL EMPAQUE SEA EL CORRECTO Y LOS SELLES PERFECTOS (VERTICAL Y HORIZONTAL)		SE VERIFICA EN EL ARRANQUE DE LA NUEVA REFERENCIA Y SE CONTINUA VERIFICANDO CADA ESTIBA A UN BULTO ALEATORIAMENTE

Fuente: Sumicol. s.a.s.

Anexo 9. Cronograma de actividades

Análisis de la información recolectada Identificar causa raíz						
Fase cuatro Aplicación de las propuestas de mejora , medir y probar soluciones y verificar si se está removiend las causas						
Fase cinco Estandarizar procedimientos de mejora, medir resultados y controlar su ejecución						
Análisis y entrega de resultados						
Cumplimiento	100%	100%	100%	100%	100%	75%
Programado						
Ejecutado						
Avanzado						

Actividad	Abril del 2017	Mayo del 2017	Junio del 2017	Julio del 2017	Agosto del 2017	Septiembre del 2017
Fase uno Recolección de datos. Reconocimiento en campo Observación y consulta						
Fase dos Registro de información y validar el problema, medir pasos						
Fase tres						

Fuente: Sumicol. s.a.s.

