

T  
658.56  
TAP



# **Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

## **“Análisis de la Reducción del Sobrepeso de Producto en Diferentes Empresas de Polvo Detergente”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Presentada Por:**

**Moisés Robinson Tapia Sotomayor**

**Guayaquil - Ecuador**

**Año 2003**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por ser el dador de la Sabiduría e Inteligencia, y por darme la capacidad y confianza necesarias para lograr alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron desde el principio de mi carrera.

Al Ing. Nelson Cevallos, Director de Tesis, que con su experiencia y conocimiento ayudó en la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

A Dios

A mis Padres

A mis Hermanos

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.  
SUBDECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Nelson Cevallos B.  
DIRECTOR DE TESIS

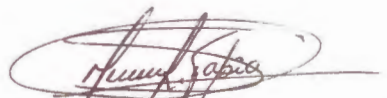


Ing. Jorge Abad M.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Moisés Robinson Tapia Sotomayor

## RESUMEN

El regalo de producto al cliente debido al sobrepeso que llevan los empaques o también conocido como "give away" es uno de los principales problemas que se presentan dentro de las Empresas productoras de polvo detergente. El Give Away es un fenómeno multicausal que ataca directamente a la rentabilidad del negocio a nivel mundial y allí está una gran oportunidad para reducir grandes pérdidas

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis de reducción del sobrepeso de producto existente en diferentes empresas productoras de polvo detergentes.

En el primer capítulo se da una justificación y se explica la metodología del estudio resaltando la importancia y las condiciones en que se encuentra el give away en la industria de polvo detergente a nivel Nacional e Internacional.

El segundo capítulo, sirve para explicar y describir el proceso para la elaboración de polvo detergente, este capítulo es muy importante para entender las áreas que más afectan el give away.

El tercer capítulo, detalla el proceso que se siguió aplicando la metodología para el análisis del problema, donde se identificará las principales variables que originan el give away, se identificará las mejores prácticas efectuadas por las empresas para reducir el give away y se establecerá prioridad en la implantación de dichas prácticas en las Empresas,

En el cuarto capítulo, se tratará sobre que políticas deben seguir las empresas para la Implantación de las mejoras, además se efectuará un análisis de los resultados obtenidos en la reducción del give away al implantar las mejoras en las empresas y se presentará un cronograma de implantación de mejoras.

Finalmente en el quinto capítulo, se presentará las conclusiones y recomendaciones del estudio.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO 1</b>	
1 GENERALIDADES.....	3
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Objetivo de la Tesis.....	5
1.3 Metodología.....	5
1.4 Estadística del give away en Diferentes Empresas.....	6
<b>CAPITULO 2</b>	
2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	8
2.1 Características Generales.....	8
2.2 Proceso de Sulfonación.....	28
2.3 Proceso de Preparación y Secado.....	32



2.4 Proceso de Perfumación.....	35
2.5 Proceso de Envasado.....	36

### CAPITULO 3

3 PROCESO Y METODOLOGÍA.....	37
3.1 Identificación de las Principales Variables que Afectan la Variación de Pesos.....	40
3.2 Identificación de las Mejores Prácticas.....	45
3.3 Mapa de Niveles de Variación.....	48
3.4 Prioridad en la Implementación de las Mejores Prácticas.....	51
3.4.1 Mejores Prácticas vs Niveles de variación.....	51
3.4.2 Lista de las Mejores Prácticas por Relevancia.....	53

### CAPITULO 4

4 IMPLEMENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
4.1 Desarrollo de Políticas para Implementar la Mejores Prácticas....	58
4.2 Análisis de Resultados Obtenidos.....	67
4.3 Cronograma para la Implementación de Mejoras.....	73

### CAPITULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
---------------------------------------	----

### APENDICES

### BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
GUA	Gualeyguachu
g	Gramo
JAB	Jabonería
l	Litro
ml	Mililitro
PAC	Pacocha
TPP	Trípoli fosfato pentasódico
V. IDENT.	Variables Identificadas
VES	Vespasiano

## SIMBOLOGIA

$\bar{X}$	Peso Promedio del Producto
$Q_n$	Contenido Nominal del Producto
$K$	Constante
$\sigma$	Desviación Estándar
$T$	Tolerancia Individual

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 3.1 Diagrama de Pareto para la variación de pesos de Producto terminado.....	42
Figura 3.2.1 Número de variables por áreas involucradas en la variación de pesos de producto terminado por fábrica.....	46
Figura 3.2.2 Mejores Prácticas Identificadas por Fábrica.....	47
Figura 3.3 Mapa de Niveles de Variación.....	50
Figura 4.2 Gráfico de la Estadística del give away en Diferentes Empresas de América del Sur.....	73

## INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Estadística del give away en Diferentes empresas de América del Sur.....	7
Tabla 2	Lista de las Mejores Prácticas por Relevancia.....	54
Tabla 3	Criterios de Aceptación.....	69
Tabla 4	Deficiencias Individuales Aceptables.....	70

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los pilares fundamentales del éxito en el mundo de los negocios, está sin lugar a dudas el mejoramiento en la forma de cómo se hacen las cosas, y teniendo como regla principal para su continua evolución, que siempre habrá un mejor método de hacerlas; el presente trabajo es precisamente un intento de encontrar un óptimo de mejores prácticas para la reducción de la pérdida de producto que se da en la industria de detergente en polvo debido al sobrepeso que llevan las funditas de detergente.

El análisis fue hecho en diferentes empresas de América del Sur, pero enfocados a empresas a nivel nacional tomando como patrón una empresa de reconocida marca nacional.

En el estudio se ha determinado que el desperdicio de producto que se da por el sobrepeso que llevan las funditas de polvo terminado es un punto importante a tratar en este tipo de industrias, debido a que se obtendría una mejor calidad, se reduciría las pérdidas, mejoraría la eficacia global de las empresas y se reduciría significativamente las pérdidas económicas. Además se estima que se podría reducir significativamente esta pérdida debido al sobrepeso, obteniendo un regalo de producto que estaría entre el 0.5 y 1%.

En esta tesis se describe las variables o causas que producen el sobrepeso, se presentará una lista de las mejores prácticas en diferentes áreas que se han realizado en algunas empresas para contrarrestar este sobrepeso, se tratará sobre que políticas deben seguir las empresas para la implantación de las mejoras y finalmente se hará un análisis de los resultados obtenidos en las empresas analizadas.

# CAPITULO 1

## 1.GENERALIDADES

### 1.1. Descripción del problema.

Uno de los más grandes problemas que disminuyen considerablemente la rentabilidad en las empresas de la industria de polvo detergente desde su producción industrial que empezó en los años 30, es el regalo de este producto a los consumidores, trayendo preocupación en algunas empresas tanto Nacional como Internacional en la reducción o "eliminación" de este regalo de producto o give away.

Estando nuestro país inmerso en un sistema de dolarización y un marco de globalización, lo primero en lo que se debe pensar es en lo que las empresas debieran hacer para ser más eficientes y competitivas, es por esto indispensable que en las empresas como las nuestras muestre un marcado interés al análisis y estudio de las



soluciones que han sido aplicadas por otras y que han tenido resultados importantes.

El give away es un fenómeno multicausal, producido principalmente por la variación del peso en el producto terminado, cuyo efecto se produce específicamente en la línea de envasado. La variación de pesos del producto es el punto más importante a ser controlado en las fábricas que trataremos y posiblemente el más difícil debido al gran número de variables que lo afectan. Genéricamente los problemas principales con el control en la variación de peso son:

- La pobre consistencia de calidad física de la materia prima afecta la densidad de polvo, principalmente con el posdosado de materiales.
- El spray drying y otros procesos de transformación no se entienden totalmente y no son muy bien controlados
- La práctica varía alrededor del mundo
- Los sistemas de dosificación y mezclado parecen estar lejos del ideal
- La calidad y control del proceso en las fábricas no son ideales

Las consecuencias del pobre control y falta de capacidad dentro de nuestras fábricas trae tres problemas mayores:

- El peso del producto es un parámetro importante del consumidor y desde que es asociado con otros parámetros de calidad, la variación y el pobre control afecta la calidad de nuestro producto
- La variación de peso, ocasiona pérdidas en las máquinas envasadoras, aumentando el regale de producto, pérdidas de tiempo, las pérdidas en materias primas e insumos, pérdidas de dinero, etc.
- La variación de peso, reduce la eficacia de las máquinas envasadoras

## **1.2. Objetivo de la tesis.**

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis de reducción del sobrepeso de producto existente mediante la implantación de mejoras en el proceso productivo de diferentes empresas productoras de polvo detergentes, enfocado a empresas a nivel nacional.

## **1.3. Metodología a seguir.**

Para alcanzar el objetivo, el método a seguir consiste en comparar el sobrepeso de producto terminado antes de las implantaciones de las

mejoras con el sobrepeso del producto terminado luego de las mejoras, donde se identificarán las principales variables que originan el give away, se identificarán las mejores prácticas efectuadas por las empresas para reducir el give away y se establecerá prioridad en la implantación de dichas prácticas en las empresas.

#### **1.4. Estadísticas del give away en diferentes empresas de América del sur.**

Para un mejor análisis se presenta en la tabla 1 el comportamiento del give away desde el año 1998 hasta Noviembre del 2002 en cuatro empresas de América del Sur tales como Vespasiano de Brasil, Jabonería Nacional de Ecuador, Gualayguachu de Argentina y Pacocha de Perú.

En las empresas tales como Vespasiano y Gualayguachu se tenía desde el 98 hasta el 2000 un give away promedio de 2.49% y 2.13% respectivamente, y debido a las implantaciones de mejoras realizadas por estas empresas se tiene una notable reducción a partir del 2001; igualmente sucede con la empresa Jabonería, que teniendo un give away promedio del 2.72% hasta Marzo del 2002, a partir de Abril del 2002 experimenta una reducción significativa del give away.



# CAPITULO 2

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 2.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Los productos de limpieza son esenciales para la vida diaria, ya que éstos al remover efectiva y seguramente la suciedad, gérmenes y otros contaminantes, nos ayudan a permanecer saludables, mantener nuestras casas y posesiones en buen estado y a su vez hacer nuestra vida más placentera.

Un material parecido al jabón fue encontrado en cilindros de arcilla durante una excavación de la ciudad de Babilonia, esto evidencia que el proceso de fabricar jabón era conocido desde los años 2800 A.C.

Los primeros detergentes similares a los que tenemos hoy en día fueron desarrollados en Alemania durante la Primera Guerra

Mundial. Esto se debió principalmente a la carencia de ácido graso para hacer el jabón en la época de la guerra. Actualmente, el principal sustituto de los ácidos grasos en los detergentes son los derivados de hidrocarburos.

La producción industrial de detergente en América empezó en los años 30, pero hasta finales de la Segunda Guerra Mundial comenzó su auge.

Según los datos oficiales ya presentados ante la Comisión Europea, el consumo europeo de detergentes asciende a casi 4 millones de toneladas. Pero estas cifras globales esconden enormes diferencias entre los distintos países.

Los detergentes son aquellos productos que se utilizan para lavar, limpiar y cuya composición es diferente a la de los jabones de tocador pero con el mismo mecanismo de limpieza de éstos.

Existen diferencias entre los detergentes y los jabones, los detergentes se fabrican a partir de materias primas sintéticas a diferencia de los jabones que se fabrican a partir de materias primas naturales. Aunque el jabón es un buen agente limpiador, su



efectividad puede verse reducida cuando éste es usado en agua o con alto contenido de sales minerales. En contraste, los detergentes tienen una excelente resistencia a la dureza del agua, ya que contienen una combinación de agentes limpiadores y bloqueadores que aumentan significativamente el desempeño del detergente.

Cuando hablamos de Agua Dura nos referimos a que el agua en general contiene sales de calcio y magnesio en disolución y a mayor cantidad de estas sales, más dura se considera que es el agua.

Todos nuestros detergentes son biodegradables, los productos biodegradables son aquellos que se pueden romper fácilmente en compuestos más simples y que pueden ser eliminados sin problemas por la naturaleza, ayudando a eliminar los problemas de contaminación en ríos y lagunas.

El detergente es un producto especialmente formulado para el lavado de textiles y otros sustratos mediante un proceso que desarrolla fenómenos de detergencia. Su principal componente son los tensioactivos, pudiendo contener, además, componentes complementarios como coadyuvantes (agentes reforzadores de la acción de los tensioactivos) y aditivos. Los resultados del lavado se

consiguen por la suma de las propiedades de todos sus componentes. A su vez la detergencia se define como el proceso por el cual las suciedades son separadas del sustrato sobre el que estaban retenidas, y puestas en estado de disolución o dispersión.

Un detergente contiene un conjunto de sustancias de propiedades fisico-químicas diversas, cada una de las cuales ejerce una función específica para:

- Complementar el proceso global de lavado.
- Facilitar su fabricación.
- Conferir al producto una serie de propiedades que favorezcan su aceptación comercial.

Con tales objetivos el detergente suele estar formado por:

- Una o varios tensoactivos: que constituyen la denominada materia activa.
- Coadyuvantes.
- Reforzadores.
- Aditivos.
- cargas



Entre ellos podemos mencionar a las siguientes materias primas:

- Sulfato de sodio, tripolifosfato de sodio (ablandador de agua),
- alquilbenceno sulfonatos lineales (tensoactivo),
- silicato de sodio (agente protector para lavadora),
- carbonato de sodio,
- perborato de sodio,
- activador de blanqueador,
- aditivos biológicos (enzimas),
- abrillantadores ópticos,
- perfume y pigmento.

Los tensioactivos son materias orgánicas, superficialmente activas, cuyas moléculas están formadas por una parte hidrófoba (con poca afinidad por el agua) y otra parte hidrófila (con afinidad por las superficies polares). La parte hidrófoba está constituida principalmente por una cadena hidrocarbonada y la parte hidrófila, según el tipo de tensioactivo, es un sulfato o sulfonato (tensioactivos aniónicos), un grupo amonio cuaternario (tensioactivos catiónicos), un grupo amida o una cadena oxietilenada (tensioactivos no iónicos), o un grupo anfótero, principalmente betaína o sulfobetaína (tensioactivos anfóteros).

Los tensioactivos más utilizados en formulaciones de detergentes y productos de limpieza son los aniónicos, en especial los alquilbenceno sulfonatos lineales (LAB), los alquil-éter-sulfatos y los sulfatos de alcoholes grasos. Los tensioactivos no-iónicos, utilizados en menor proporción, son fundamentalmente alcoholes grasos etoxilados o alcanolamidas de ácidos grasos. Los tensioactivos catiónicos son compuestos cuyas moléculas en disolución se disocian, quedando el grupo activo cargado positivamente (catión), utilizándose mayoritariamente en los suavizantes para la ropa. Algunas sales de amonio cuaternario se utilizan como agentes desinfectantes en productos de limpieza doméstica e industrial. Los tensioactivos anfóteros no se utilizan mucho como materias primas para detergentes y productos de limpieza. Sólo determinadas formulaciones líquidas los incorporan como aditivos para conferir propiedades específicas. La principal propiedad de los tensioactivos es la de reducir la tensión superficial de un líquido (generalmente agua) cuando se disuelven en él, facilitando de esta manera la eliminación por métodos fisicoquímicos de la suciedad adherida. Su función está basada en su poder humectante y emulsionante de la suciedad, propiedad que dependen del tipo de tensioactivo y de su porcentaje en una composición.

Los Agentes de antirredeposición, son ingredientes muy importantes en los detergentes para ropa, pues impiden que las suciedades separadas de los tejidos durante el lavado vuelvan a depositarse sobre los mismos. El agente de antirredeposición más usado es la carboximetilcelulosa sódica.

Los Carbonatos y bicarbonatos, se utilizan en algunas formulaciones de detergentes y productos de limpieza para ajustar la alcalinidad del baño. También contribuyen a la reducción de la dureza del agua.

Los Activadores de blanqueante, son sustancias que, mezcladas con los blanqueantes liberadores de oxígeno, se utilizan para activar el desprendimiento de oxígeno durante el lavado a bajas temperaturas, incluso a temperatura ambiente, para aumentar la efectividad del blanqueo. El producto más comúnmente usado es el TAED (tetraacetil etilendiamina) de muy baja toxicidad y elevada biodegradabilidad.

EL Perborato y percarbonato sódicos, se utilizan en las formulaciones de detergentes en polvo como blanqueantes y bactericidas en el lavado de ropa. El poder de blanqueo se basa en el desprendimiento de oxígeno, el más utilizado es el perborato

sódico que actúa por encima de 50°-60° C, aunque también lo hace a baja temperatura mediante la adición de activadores de blanqueo

Los coadyuvantes son, en importancia, el segundo componente de las formulaciones de detergente en polvo; de hecho, el empleo de formulaciones exentas de coadyuvantes es poco común. En la actualidad se emplea una gran variedad de coadyuvantes orgánicos e inorgánicos con el fin de proporcionar a los detergentes las características específicas necesarias para cada fin y en general, para conseguir mejoras en la acción detergente de las materias activas, siendo determinante su presencia en las formulaciones, particularmente en regiones o países con aguas duras o muy duras. La función de coadyuvantes es triple:

- Proporcionar la forma física adecuada al detergente para su manipulación y almacenamiento.
- Abaratar el producto.
- Sobre todo mejorar la acción del lavado.

Sobre esta última función entre las propiedades y funciones que un coadyuvante cumple durante el proceso de lavado la más destacable es la Eliminación de los iones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , procedentes de la

dureza del agua e incluso de la misma suciedad. Estos iones son perjudiciales por tres motivos funcionales:

- Precipitan el tensoactivo aniónico.
- Reaccionan con la suciedad de carácter graso (sebo) formando un compuesto que es difícil de separar y que además actúa como barrera para la penetración del tensoactivo.
- Favorecen la redeposición de la suciedad al combinarse químicamente con ella.

La eliminación de la dureza del agua puede llevarse a cabo mediante la formación de:

- Complejos solubles.
- Cambio iónico.
- Precipitación

De los tres mecanismos, el más deseable es el primero, ya que no se forman compuestos insolubles que puedan depositarse sobre los tejidos. La acción de mejora del lavado que provoca el coadyuvante no se limita a ablandar el agua, sino que también proporciona el pH adecuado para el lavado.



Los silicatos sódicos, con diferentes relaciones entre óxido de silicio y óxido de sodio, se utilizan en los detergentes como coadyuvantes para mantener la alcalinidad del baño de lavado, o como inhibidores de corrosión de las superficies metálicas. También contribuyen a proporcionar adecuadas características físicas a los detergentes en polvo. En las formulaciones de los productos lavavajillas para máquina se utilizan para proteger el esmalte y el color de la cerámica

El tripolifosfato de sodio y sulfato de sodio utilizados como coadyuvante, cuyas funciones preferentes son la de evitar el apelmazamiento de los granos de detergentes, mejorar sus propiedades de escurrido y controlar su densidad. El tripolifosfato pentasódico (TPP) comenzó a utilizarse como coadyuvante en 1940 y la razón de que su uso se mantenga en la actualidad se debe a que posee una serie de propiedades que se resumen a continuación:

- Poder secuestrante que depende de factores tales como la concentración de TPP, pH, fuerza iónica o temperatura.
- Poder de solubilización de sales retenidas por la suciedad o el tejido.
- Poder de dispersión y antirredeposición.

- Acción tampón, permitiendo mantener una alcalinidad óptima para los efectos deteritivos del baño de lavado.

Otras características propias del TPP que presentan cierto interés en su utilización en detergentes son las siguientes:

- No es tóxico para los seres humanos, animales ni plantas.
- No irrita la piel ni las membranas mucosas.
- No es corrosivo ni abrasivo con la utilización de la lavadora.
- Seguro para los tejidos, tanto para fibras como para tintes.
- Compatible en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; no implica demanda de oxígeno en una planta depuradora y puede ser eliminado fácilmente por precipitación.
- Compatible con los otros componentes del detergente.
- Económico para el fabricante y el consumidor.

A pesar de las indudables ventajas que ofrece la utilización del TPP como coadyuvante en formulaciones de detergentes, existe una serie de dificultades tanto ecológicas, tendentes a limitar su uso, como técnicas, que repercuten en los citados procesos. Por una parte se culpa al TPP de intensificar los problemas ecológicos derivados del incremento de la eutroficación de las aguas próximas a regiones muy pobladas y de elevado nivel de vida, ya sea en aguas dulces, en aguas costeras, en bahías o en el mar abierto. Como

consecuencia de ello, se ha intensificado recientemente la promulgación de medidas legislativas o voluntarias a nivel regional o nacional, en numerosos países occidentales, que tienden a limitar el contenido de fósforo en las formulaciones de detergentes. A continuación, se analizarán cada una de las dificultades:

- A. La contribución del uso de fosfatos de detergentes a la eutroficación se define como el enriquecimiento de nutrientes en las aguas superficiales que da lugar a un desarrollo exuberante de la microflora y en especial de las algas.

El incremento de nutrientes como consecuencia de los vertidos puede acelerar el crecimiento de las plantas acuáticas y también la vida animal. Al descomponerse ciertas algas producen un gran consumo de oxígeno, puede conducir a condiciones anaerobias muy peligrosas debido al desprendimiento de  $\text{SH}_2$  y  $\text{NH}_3$ . Esto puede producir en el agua olor y sabor desagradable.

La estrategia actual para combatir la eutroficación, consiste en impedir que uno de los nutrientes necesarios para que las algas se desarrollen, estén presentes en las pruebas de las aguas. De entre todos los nutrientes, la eliminación se ha concentrado en el fósforo, ya que cuando se produce la eutroficación el contenido de fosfato



disminuye en el medio, además, los fosfatos pueden eliminarse fácilmente por precipitación y las fuentes de fosfatos están bien localizadas.

La tendencia actual de eliminar los fosfatos es la de hacerlo en los vertidos urbanos. Esto se puede conseguir mediante dos tipos de actuaciones:

1. Eliminar o reducir el contenido de fosfatos en los detergentes. Cumpliendo con la legislación sobre la limitación del uso de fosfatos de acuerdo a los países. Se consigue una reducción del 50%.
2. Consiste en tratar las aguas residuales en plantas que incluyen la precipitación de los fosfatos. Con este tratamiento se consigue eliminar los fósforos de los detergentes y el contenido en los excrementos humanos y animales. Se consigue una reducción mucho más elevada que el anterior.
3. Desviación de las aguas residuales.
4. Eliminación de fósforo en pre-embalse.
5. Precipitación química en el mismo lago, añadiendo floculantes en sus aguas.

6. Elevada circulación de agua en el sistema, con tiempo de residencia inferior a 15 días.

B El TTP tiene tendencia a descomponerse hidrolíticamente en mono y di fosfato en el proceso de atomización. Esto puede controlarse y mantenerse dentro de unos límites dependiendo del tipo de TPP que se trate, de la calidad técnica de la instalación de atomización y de la formulación final del detergente a la que se quiere llegar.

Ante las exigencias, se han elegido dos caminos para intentar solucionar el problema:

1. Optimización y/o modificación del comportamiento de hidratación del TPP en la pasta de los detergentes en polvo.

Para ello existen diversas alternativas:

- Adición del TPP en la pasta durante la etapa final de mezclado.
- Adición de pequeñas proporciones, de cera dispersada en agua.
- Adición de TPP y vapor de agua durante la etapa final de secado.

- Utilización de un TPP con una rápida velocidad de hidratación, pero sin los inconvenientes de los productos con brusca elevación de la viscosidad y apelmazamiento de la pasta durante el mezclado.
2. Realizar un mezclado secundario del fosfato con el producto atomizado, con lo cual se evita la exposición térmica del TPP durante la preparación de la pasta y la posterior atomización. Para ello tenemos distintas alternativas:
- Adición del TPP o de la mezcla TPP-SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> al producto atomizado.
  - Adición del TPP hidratado, a temperaturas moderadas y con una densidad adecuada al producto atomizado.
  - Usar una mezcla TPP-zeolita para mezclado en seco con el detergente.
- C La Consistencia de las pastas de detergentes que contienen TPP, influye en el diseño y control de las operaciones de mezclado, transporte y atomización. Se parte de una pasta acuosa en la que tiene lugar la reacción entre el TPP y el agua presente. La reacción de hidratación depende de varios factores y afecta a la eficacia del proceso, a las propiedades del detergente y a la consistencia de la pasta.

Ante los problemas planteados, la industria de detergentes debe de seguir los siguientes pasos:

1. Intensificar la investigación de la búsqueda de posibles sustituyentes del Tripolifosfato pentasódico.
2. Control de proceso de fabricación, que tiene una doble finalidad:
  - Asegurarse que el fósforo autorizado y presente esté en forma de Tripolifosfato pentasódico hexahidratado.
  - Caracterizar las pastas de detergente que contienen tripolifosfato, y aquellas formulaciones en las que se sustituya dicho producto por otros coadyuvantes.

Una reducción de la consistencia de la pasta, es un factor favorable por los siguientes motivos:

1. Favorece la reacción de hidratación, reduciendo el tiempo de exposición del producto anhidro en un medio alcalino y atenuando su descomposición hidrolítica.
2. Permite operar con pastas de elevada concentración de sustancias sólidas, lo cual disminuiría los gastos energéticos.

Los enzimas más utilizados en los detergentes son proteasas, en cantidades de aproximadamente un 0,5 a un 1 por 100, con el objeto de eliminar de la ropa las manchas proteínicas que de otra forma

serían mucho más difíciles de limpiar. Otros enzimas, empleados en menor proporción, son amilasas, lipasas y celulazas.

La densidad del volumen del polvo es una de las propiedades más importantes ser controlado en nuestras fábricas y posiblemente el más difícil dado el número grande de variables que lo afectan.

La densidad del volumen es la medida de la masa por el volumen de una cama de polvo representado por la siguiente ecuación:

**Ecuación 1:**

$$BD = \rho(1 - Ep) (1 - Eb)$$

Donde:

BD = la densidad del volumen, g/l,

$\rho$  = la Última densidad teórica, g/l,

Ep = la porosidad de la Partícula, %

Eb = la porosidad de la Cama, %

La densidad sólida ( $\rho$ ) se define por:

**Ecuación 2:**

$$\rho = \Sigma x_i / \Sigma (x_i / \rho_i)$$

Donde:

$\rho$  = la Densidad de partículas, g/l,

$x_i$  = el porcentaje de la materia prima i, %

$\rho_i$  = la densidad absoluta de material i, g/l,

La porosidad de la partícula es una función de la interacción de las materias primas en el paso de formación de partícula, aunque la porosidad de la cama es la consecuencia de interacción de la partícula-partícula debido a la forma y tamaño .

Las figuras típicas para la porosidad de la partícula y porosidad de la cama varían según la formulación y el parámetro puesto durante el proceso del punto de rocío secante. Básicamente, ellos son:

- La porosidad de la partícula, anionic rico: 0.4 - 0.7
- La porosidad de la partícula, nonionic rico: 0.15 - 0.5
- La porosidad de la cama: 0.3 - 0.5
- La densidad de la formulación típica: 1.6 - 1.8 g/ml

Usando la Ecuación 1, es fácil comprender que la densidad del volumen para un aniónico rico la formulación podría estar en cualquier parte entre 240 y 760 g/l.

Aunque esto es válido para el polvo base, la densidad del volumen polvo terminado depende en densidad del volumen del polvo base y la densidad de la materia prima posdosado y fragmento de peso.

Debido a los hechos sobre y las variables adicionales en el proceso industrial el proceso de control de la densidad del polvo es muy difícil. Muchos ejercicios para exponer las variables que afectan la densidad de polvo se han hecho alrededor del mundo, pero ninguno de ellos era completamente único para mantener simples respuestas a las preguntas usuales.

Sin embargo algunas conclusiones o importantes lecciones parecen ser iguales:

- La pobre consistencia de la calidad física de la materia prima, afecta la densidad del polvo, principalmente con el posdosado de los materiales.



- El spray drying (proceso de secado) y otros procesos de transformación no son entendidos totalmente y no muy bien controlados.
- La práctica varía alrededor del mundo
- Dosificar y mezclar variaciones de proporción del sistema de posdosar, parecen estar lejos del ideal .
- La calidad y mando del proceso en las fábricas no son ideales

Las consecuencias del pobre control y falta de capacidad dentro de las fábricas de polvo trae tres problemas mayores:

- La densidad del polvo es un parámetro importante del consumidor y desde que es asociado con otros parámetros de calidad, la variación y el pobre control afecta la calidad de nuestro producto
- La variación de densidad de polvo reduce la eficacia de máquina de embalaje
- La variación de densidad del polvo produce pérdidas a las máquinas envasadoras en términos de pesos, aumentando el regale de producto al cliente y las pérdidas de las materias primas.

El proceso de fabricación de detergentes en polvo consta de las siguientes etapas:



- sulfonación
- preparación del slurry
- atomización
- enfriamiento
- tamizado
- post-adicción
- homogeneizado
- envasado.

La descripción del flujo de proceso para la elaboración del polvo detergente se lo muestra en el apéndice A. A continuación se detallará la descripción del proceso para la elaboración de detergentes en polvo.

## 2.2. Proceso de Sulfonación

El proceso de sulfonación comprende la reacción básica del gas de Trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) con el lineal alquil benceno o llamado LAB para la formación de **ácido sulfónico**.

Para empezar el proceso hay que tomar en consideración que para obtener el Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) y luego el  $\text{SO}_3$  debemos hacerlo

reaccionar con oxígeno evitando en lo posible el ingreso de humedad por lo cual en nuestro proceso trabajaremos con aire seco al que denominaremos aire de proceso.

El aire de proceso lo obtenemos del medio ambiente por un compresor, este caudal de aire pasa por un equipo de enfriamiento llamado grupo frigorífico, el mismo que está provisto de baterías o paneles tipo radiador enfriadas a  $0^{\circ}\text{C}$  llegando a condensar parte de la humedad del aire secándolo, este volumen de aire seco se dirige a una torre deshumidificadora rellena con sílica-gel, en esta torre es secado el aire constituido de 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno hasta un equivalente de  $30^{\circ}$  de punto de rocío. El aire sale de la torre y se dirige al horno de combustión donde reacciona con el azufre que ingresa a  $150^{\circ}\text{C}$ .

Por otro lado azufre en estado sólido es depositado en el prefusor, allí empieza a fundir a  $117^{\circ}\text{C}$ , luego pasa al neutralizador donde se calienta con la ayuda de 4 baterías ( $125^{\circ}\text{C}$ ), se homogeniza y es bombeado al fusor pasando por un filtro de placas el cual va a ayuda a retener las impurezas del azufre como el bitumen. En el fusor se funde completamente a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ , pasa por intermedio de 4 placas con filtros, 2 son internos y dos laterales externos los mismos

que ayudarán en la retención de impurezas, de aquí tiene un sistema de dos bombas dosificadoras de azufre en caso que una falle.

El horno de combustión necesita 15 minutos de calentamiento antes de bombear azufre para que una vez que ingrese el azufre fundido empiece a combustionar con el aire y se forme  $\text{SO}_2$ ; esta reacción exotérmica elevará la temperatura del horno hasta  $650\text{-}700^\circ\text{C}$  a la salida del horno, el gas de  $\text{SO}_2$  y el excedente de aire pasan a un intercambiador de calor llamado trombo-culler donde se enfrían los gases a una temperatura de  $430\text{-}450^\circ\text{C}$ , ingresando por un filtro de  $\text{SO}_2$  el mismo que atrapa pequeñas partículas de azufre sublimado evitando que sean arrastradas a la torre de conversión.

Ingresa  $\text{SO}_2$  a la torre de conversión y entrando en contacto con el catalizador pentaóxido de vanadio ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) se convierte aproximadamente el 98% del  $\text{SO}_2$  en  $\text{SO}_3$ . La torre de conversión o catálisis está conformada por 4 lechos distribuidos cada uno con diferentes cantidades, tipos y granulometría. En la torre de conversión se puede fijar solo las temperaturas de entrada, las de salida dependen de factores como concentración del  $\text{SO}_2$ , la velocidad con la que pasan los gases por lo lechos, estado del catalizador y desperdicio térmico.

El gas que ingresa a la torre, debe mantener la temperatura lo más baja posible a la entrada de cada lecho para que sea mayor el salto térmico. Este gas ( $\text{SO}_3$ ) es enfriado con el aire de dilución o de proceso a través de varios intercambiadores de calor, que tiene como finalidad enriquecer y aumentar el rendimiento de la conversión en la torre.

El  $\text{SO}_3$ , las trazas de  $\text{SO}_2$  que no se convirtieron y exceso de aire salen de la torre con una temperatura de  $450\text{--}460^\circ\text{C}$  ingresan a un intercambiador de calor vertical en el que se enfría a  $150^\circ\text{C}$ , ingresa al segundo intercambiador y se obtiene una temperatura de  $45\text{--}55^\circ\text{C}$ , este gas pasa por un filtro  $\text{SO}_3$  para retener las partículas de óleum que se forman en el proceso.

Con esta temperatura entra en los sulfonadores o reactores multitubos (4 conectados en serie entre sí por una línea de rebose) para combinarse con el LAB formándose ácido Sulfónico; la temperatura de esta reacción es controlada por agua de enfriamiento que circula por serpentines y la camisa del sulfonador. Es muy importante este enfriamiento ya que puede subir la viscosidad de la materia orgánica llegando a oscurecerse el ácido Sulfónico.

Con el fin de lograr que la reacción se complete reaccionando las pequeñas trazas de  $\text{SO}_3$  y LAB libres presentes en ácido Sulfónico formado ingresan a un tanque madurador-estabilizador que realiza homogenización y luego hidrólisis rompiendo los anhídridos produciendo ácido sulfúrico. De aquí el ácido es bombeado a los tanques externos de almacenamiento para ser posteriormente utilizado en la formación de pasta para el área de secado de polvos detergentes.

Los gases que salieron de los sulfonadores se dirigen a un ciclón y al electrofiltro o filtro electroestático el mismo que se encargará de eliminar o ionizar las partículas de  $\text{SO}_3$  libres que queden, el restante  $\text{SO}_2$  y  $\text{SO}_3$  continuará hasta el scrubber o lavador de gases donde reaccionan con solución de soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) obteniendo sulfito de sodio. De aquí es bombeado a la torre de oxidación en que el sulfito de sodio se convertirá en sulfato por acción del aire. El sulfato de sodio sale por rebose al tanque de sulfato de donde será bombeado al área de secado para ser utilizado en el proceso.

### **2.3. Proceso de Preparación y secado**

Las materias primas sólidas son bombeadas por medio de unas bombas neumáticas a base de soplado con aire comprimido hasta



unos silos de almacenamiento, desde donde un sistema automático comandado por una computadora las pesa en balanzas electrónicas de acuerdo a las formulaciones previamente establecidas por el plan de producción. Las balanzas electrónicas trabajan con una frecuencia de 130 pesadas por hora, efectuándose cada pesada en un tiempo de 27 seg,

Las materias primas líquidas almacenadas en tanques de la torre de secado se pesan en balanzas electrónicas con el mismo comando que las materias primas sólidas.

La preparación de slurry se lo realiza en tres tanques con agitación tipo cascada, instalados en serie, donde se mezcla gradualmente a medida que pasa el producto de un tanque a otro por rebose. En el primer tanque de preparación caen las materias sólidas y líquidas para ser mezcladas y por rebose pasan al segundo tanque homogenizador en la que se realiza un mejor mezclado y finalmente pasan al tanque madurador donde termina la hidratación, con lo que las propiedades de viscosidad y densidad se estabilizan.

En el primero y segundo tanque se encuentran colocados imanes que sirven para retener suciedades o impurezas metálicas; en el tercer tanque la agitación es lenta para eliminar aire de la mezcla; cualquier

corrección de parámetros de proceso en cuanto a su composición se lo realiza en la dosificación a través del computador el que controla las balanzas y aumenta o disminuye la cantidad pesada de los componentes de la mezcla.

El slurry pasa a través de un filtro autolimpiante donde se agita y retienen las impurezas, luego pasa a través de una bomba transferencia, bomba de vacío, molino RIETZ, bomba de baja presión (BBP), y finalmente va hacia la bomba de alta presión (B.A.P), la misma que impulsa el slurry hasta el circuito de boquillas de la torre. A este circuito están conectadas las barras que tienen en su extremo las toberas con boquillas de 2.1 mm de diámetro que atomizan el material.

Se calienta aire del medio ambiente por un sistema generador de calor a través de un quemador de combustible, este aire caliente se introduce a la torre de secado en contracorriente a la caída de las partículas húmedas atomizadas, las cuales son secadas de acuerdo a las especificaciones. Se trabaja con una temperatura de entrada de 300 °C, una presión de atomización del slurry de 45 bar y una temperatura de salida de la torre de 105°C.



El material secado cae a un transportador en la planta baja de la torre, del cual es absorbido por un ventilador de aspiración hasta el air lift; pasando luego a través del cedazo vibrador donde se separan los grumos y el polvo fino.

El polvo con la granulometría requerida pasa por una banda transportadora donde existen sensores de humedad, densidad y caudal, si reúne las características de calidad deseadas es enviado a silos de almacenamiento para luego ser perfumado y envasado, caso contrario es enviado a un silo especial para luego ser reprocesado.

Los controles de proceso se deben realizar de acuerdo al diagrama, características de calidad y frecuencia de inspección establecidos. En el apéndice B se muestra los parámetros de control que se debe cumplir tanto en el slurry como el polvo base.

#### **2.4. Proceso de Post-adición**

El Carbonato de Sodio ( $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ) denso es bombeada desde el área de rompesacos con aire comprimido hasta un silo de la torre de secado. Las otras materias primas (enzimas, perfumes, speckles, repelotex), son transportadas manualmente e ingresadas a sus

respectivas tolvas desde donde son tomadas a través de balanzas y bandas transportadoras pesadoras para luego ser post-adicionadas.

Las materias primas para post-adicionar son llevadas por medio de una banda transportadora hacia la tolva del mezclador rotativo donde se mezclaran con el polvo base que también es transportado al mezclador por medio de una banda, y finalmente el polvo terminado obtenido de la mezcla es transportado a los silos de almacenamiento de producto terminado para luego ser envasados.

## **2.5. Proceso de Envasado**

El polvo perfumado es enviado desde los silos de almacenamiento hacia las máquinas envasadoras, envasando el polvo en sobres de polietileno de distintas presentaciones, para finalmente ser embalado, codificado, palletizado y entregado a la bodega de producto terminado.

Los controles de proceso se deben realizar de acuerdo al diagrama, características de calidad y frecuencia de inspección establecidos. El parámetro crítico de control es el peso y se lo registra en cartas de control de pesos, el peso depende de la presentación del producto que se va a envasar.

# CAPITULO 3

## 3. PROCESO Y METODOLOGÍA.

Para entender el proceso usado en el análisis del sobrepeso de polvo es primeramente importante entender cuales son las barreras que normalmente están presente en este tipo de problema.

Con respecto a la variación de pesos y las mejores prácticas, las siguientes barreras se han identificado:

- Los mayores contribuyentes para la variación de densidad y mejor control no están cuantitativamente claros.
- Las mejores prácticas necesitan ser bien definidas, especialmente para nuevas especificaciones.
- Las mejores prácticas no son muy bien implementadas en las empresas.

- Los procedimientos operacionales para el control no son muy bien establecidos e implementados.
- Las fábricas no saben donde están y hacia dónde deben moverse, es decir que puntos críticos atacar para solucionar el problema.
- La propiedad del problema se diluye (ingenieros del proceso, gerentes de la producción, etc).

Teniendo esto presente se diseñó un plan orientándonos hacia el camino para superar estas barreras con la metodología aplicada, tales como:

- La identificación de los contribuyentes mayores en la variación de densidad y del pobre control.
- La comparación y acuerdo de cuales son las mejores prácticas.
- La comprensión de dónde están las fábricas y hacia dónde deben moverse en términos de Indicadores de desempeño.
- El establecimiento de un plan de acción

Considerando lo anteriormente indicado se tiene presente el objetivo de la tesis que era crear un plan para reducir el sobrepeso de las funditas de polvo detergente a través de la reducción de la variación de pesos y de densidad de polvo y después controlar dichas variaciones.

La metodología utilizada siguió un acercamiento en el uso de la herramienta QFD, modelo basado para el análisis del problema; usando el diagrama de Afinidad que es una herramienta administrativa y sirve para organizar grandes listados de ideas en grupos naturales, de acuerdo con criterios establecidos por un equipo de trabajo; en el apéndice C se hablara un poco sobre esta herramienta.

Este modelo se desarrolló durante un taller de grupo, donde participaron integrantes o delegados de las diferentes empresas a analizar, en el orden a:

- Identificar áreas de mayor contribución.
- Identificar la mayoría de las prácticas relevantes.
- Identificar áreas y procesos a enfocar.
- Desarrollar el Mapa del Camino para la mejora.
- Identificar los riesgos para alcanzar los targets y generar medidas necesarias.
- Producir un Master Plan para la Mejora.

Para poder realizar todo lo mencionado anteriormente, las suposiciones al principio del taller fueron:

- Definir y acordar claramente las mejores prácticas
- Los delegados de las fábricas deberán estar de acuerdo y demostrar cuales son las áreas (basado en datos) de relevancia para la variación de la densidad.
- La metodología será usada para identificar áreas generales de relevancia y las mejores prácticas para contrarrestar el problema.
- Los datos para las comparaciones laterales estarán disponibles
- Los patrocinadores del taller (gerentes de fábricas) producirán las políticas definidas y requeridas

Una vez que se tiene el panorama claro de los pasos a seguir, se procede a determinar los ladrillos que están presentes dentro de la metodología.

### **3.1. Identificación de las principales variables que afectan la variación de pesos.**

La primera actividad era la captura de las variables principales que afectan el sobrepeso de las funditas de polvo detergente debido a la variación de pesos de producto terminado y a la variación de densidad de polvo que se da en el proceso de las fábricas. Para eso el miembro del taller trajo la información de sus fábricas sobre los factores principales que afecta la densidad de polvo usando el sistema de apreciación actual de la fábrica.



Una discusión del resultado del estudio demuestra que hay muchas áreas de similitud entre las fábricas.

Las variables principales que afectan en el sobrepeso de producto terminado desde la perspectiva de cada una de las fábricas son descritas en el apéndice D. Entre las Fábricas, Vespasiano aparece con el número más alto de variables identificadas y que afectan en la variación de peso, seguida por la empresa nacional Jabonería. La razón para esto puede ser:

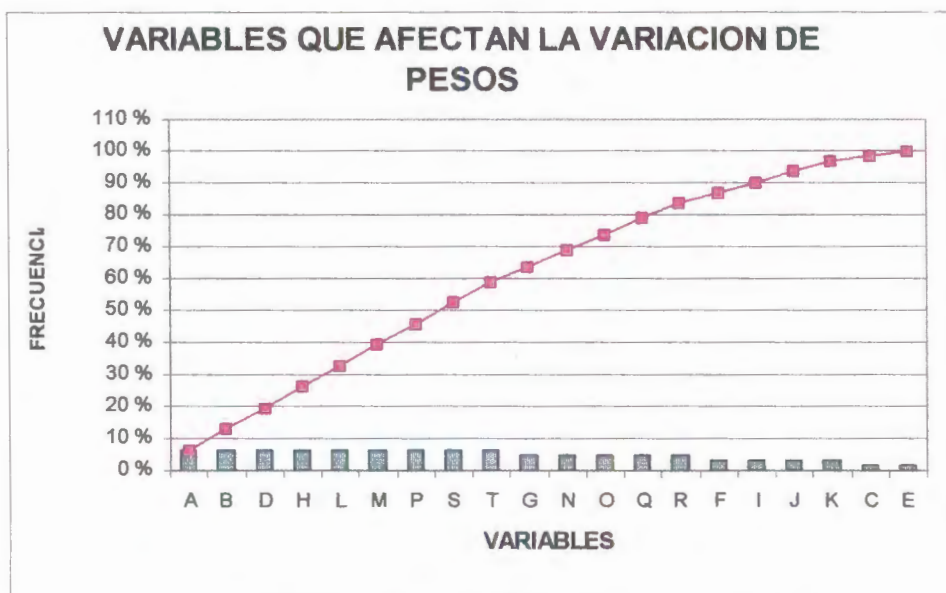
- El conocimiento de las variables del proceso es alto
- Existe un número bastante alto de variables que afectan pero al más bajo impacto
- El problema en estas empresas esta propagado aunque en otras fábricas como Gualeguaychu parece ser más enfocado

No obstante el estudio demostró que hay entre 10 y 20 variables que afectan la variación de peso de polvo en las fábricas, así, la búsqueda para el gran problema no es bastante extenso. La experiencia en Vespasiano muestra que el ataque a la variación de peso es en mayor parte debido a la variación de densidad de polvo



y se necesita de un plan de acción integrado. La acción individual en las variables individuales no resolverá el problema.

Con la determinación de la frecuencia que afecta cada una de las variables en la variación de pesos del producto de las fábricas (dadas por los items en el apéndice D), graficamos el diagrama de Pareto, para ver cuales son las causas que afectan el 80% en el problema de análisis.



**FIGURA 3.1. Diagrama de Pareto para la variación de pesos de producto terminado**

En el grafico podemos determinar que las variables que afectan en el 80% del problema son:

- Calidad del Trípoli fosfato de Sodio (STP)
- Calidad del Sulfato de Sodio
- Humedad del Slurry
- Presión de Atomización del slurry
- Densidad del Carbonato de Sodio y nivel de proporción
- Densidad del Sulfato de Sodio y nivel de proporción
- Rugosidad de paredes internas-Silo de alimentación
- Frecuencia de limpieza de las tapas y vasos del sistema de dosificación de las máquinas envasadoras
- Calibración manual del peso
- Tiempo de residencia del slurry en el tanque de goteo.
- Proporción de mezclado de las Materias Primas
- Tiempo de almacenamiento del polvo
- Angulo del tubo de alimentación de polvo del silo a la máquina

El otro resultado de este estudio inicial está relacionado con las variables que afectan en la variación de densidad de polvo y peso del producto en todas las fábricas. Dentro de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- La calidad del Sulfato de Sodio
- La calidad del Trípoli fosfato de Sodio

- El contenido de humedad del Slurry
- La presión de atomización del slurry
- La densidad del Sulfato de Sodio y nivel de Proporción
- La densidad del Carbonato de Sodio y nivel de Proporción
- La segregación debido a la rugosidad de las paredes internas en los silos de almacenamiento
- La frecuencia de limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación
- La calibración manual del peso

Sorprendentemente, los participantes del taller estaban de acuerdo que 4 de los 9 problemas que afectan a todas las empresas analizadas son las variables que no son muy bien controlados o pasaron de imprevisto; como por ejemplo el contenido de humedad de slurry, la presión de atomización del slurry, la rugosidad de las paredes internas en los silos de almacenamiento, la calibración manual de pesos.

El contenido de humedad del slurry es considerado teóricamente y prácticamente, el parámetro más importante para variar la densidad del polvo y por ende variar el peso del producto. No obstante, aunque todos saben su importancia, nadie controla el contenido de

humedad del slurry como una medida de calidad en el WIP (work in process) o trabajo en proceso; y es más, se sabe que la exactitud de los sistemas de dosificación en el slurry no da un contenido igual de humedad del slurry.

El otro punto importante para notar es que ninguno de los factores anteriores son estandarizados totalmente, como por ejemplo la operación de la presión de atomización del slurry. A más de eso, hay estándares diferentes, para que las personas usen diferentes “mejores prácticas” de lugares diferentes.

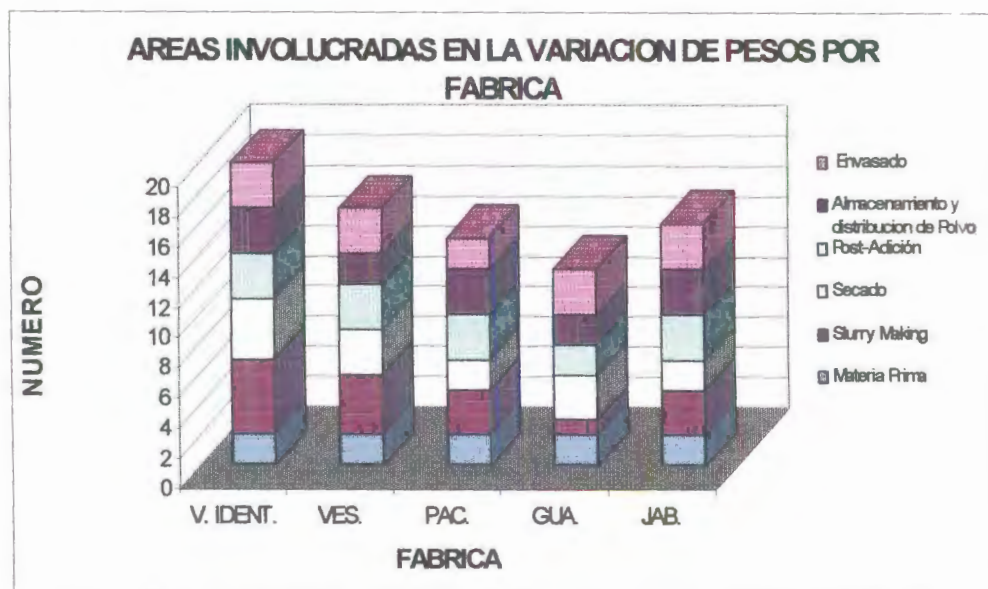
### **3.2. Identificación de las Mejores Prácticas.**

Después del estudio inicial donde se identificó las variables que afectan en el sobrepeso del producto, la definición para la identificación de las mejores prácticas usadas dentro de las fábricas se hizo siguiendo las tres áreas de interés, es decir el Equipo, proceso y control.

Estas áreas son consideradas las dimensiones donde se concentran las variables que afectan en la densidad del polvo y da como efecto una variación de pesos, tal como se indicó anteriormente.

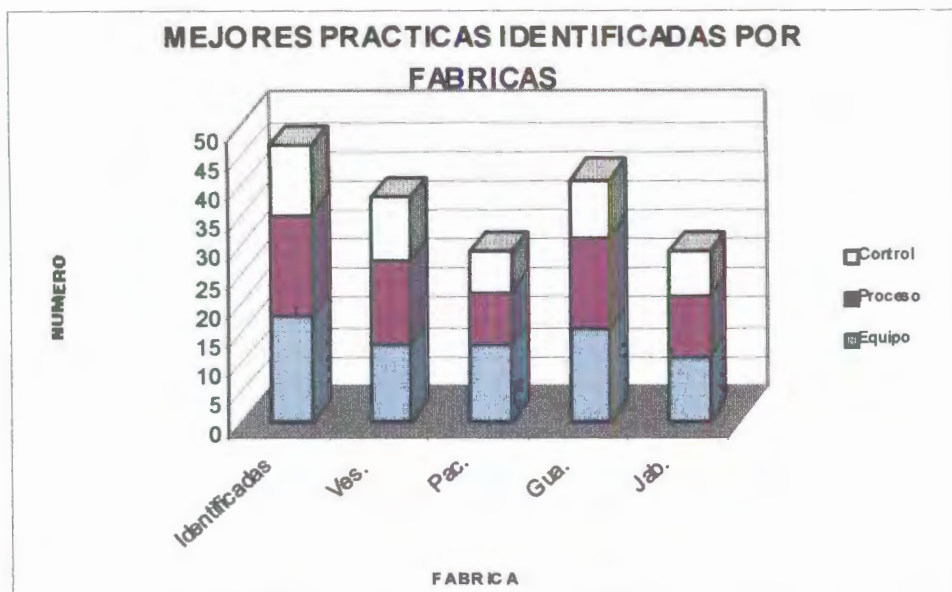
El resultado del ejercicio señaló 18 mejores prácticas en el equipo, 17 mejores prácticas en el proceso y 12 mejores prácticas en el control; ellos se resumen en los apéndices E, F, G; donde cada una de las mejores prácticas dadas fueron analizadas cuidadosamente por el equipo del taller.

Los gráficos (Figuras 3.2.1 y 3.2.2) siguientes presentan la identificación del número de variables por áreas que están involucradas en la variación de pesos (ver apéndice D); además se presenta el número de mejores prácticas dadas por las diferentes fábricas en cada una de las dimensiones analizadas.



**Figura 3.2.1. Número de variables por áreas involucradas en la variación de pesos de producto terminado por fábrica**





**Figura 3.2.2. Mejores prácticas identificadas por fábrica**

En la figura 3.2.1 se puede apreciar que el área donde existen más variables que afectan en la variación de pesos de producto terminado es el de Slurry making con 5 variables representando el 25% de participación, seguida por el área de Secado con 4 variables representando el 20% de participación, sin quedarse atrás están también las áreas de Post-Dosing, Almacenamiento y distribución de polvo y envasado con 3 variables cada una representando el 15% de participación cada una de ellas y el de materias primas con 2 variables (10%).

Cabe señalar que el número mayor de las mejores prácticas identificadas por las fabricas, están en los equipos con 18 items, seguida por las mejores prácticas realizadas en los procesos con 17 items y como ultima dimensión tenemos a las mejores prácticas dadas en el control con 12 items (ver figura 3.2.2).

### **3.3. Mapa de niveles de variación.**

Todo este análisis desarrollado hasta el momento es cualitativo y un análisis cuantitativo se requiere para así poder entender más allá del problema, debido a que el sobrepeso del producto se ve afectado por más de una variable teniendo como la significativa a la variación de la densidad del polvo que se da en el proceso.

Para hacer esto posible, se pidió traer a los delegados de las fábricas, los datos de variabilidad de sus fábricas bajo el protocolo siguiente y bajo el análisis de los datos a través de la conocida regla de Pareto 80/20:

- Materia Prima
- La humedad de Slurry en tanque homogenizador (Tomar Cuidado!)
- La humedad del rework
- La humedad de Slurry justo antes y después de la Bomba de Alta Presión

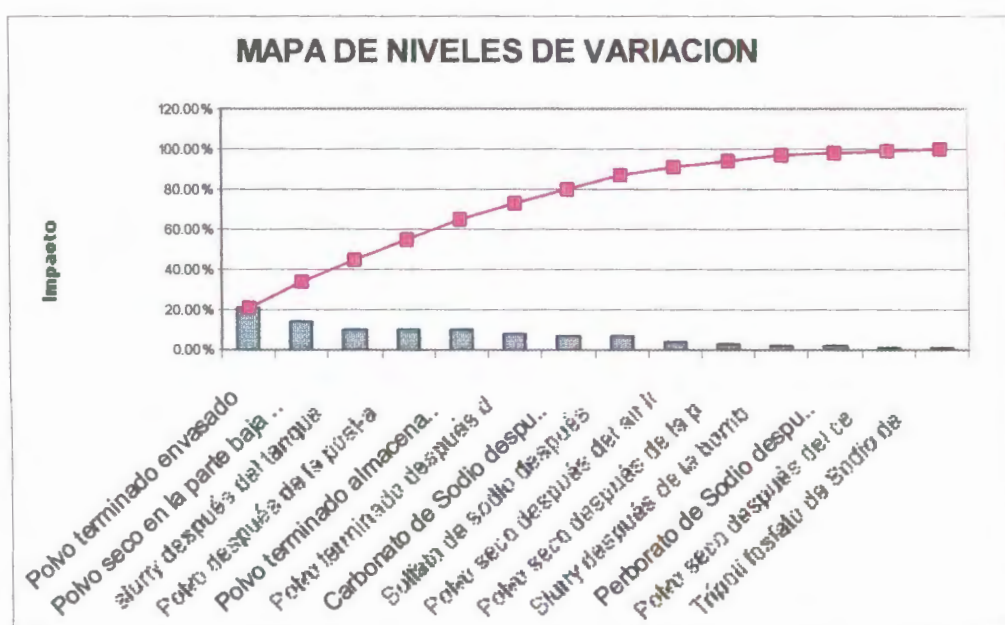


- La densidad del polvo en la parte baja de la torre
- La densidad del polvo antes del Air lift
- La densidad del polvo después del Air lift y antes del cedazo vibrador
- La densidad de polvo después del cedazo vibrador
- La densidad del polvo antes del silo de almacenamiento de polvo base
- La densidad del polvo después del silo de almacenamiento de polvo base
- La densidad del polvo antes y después de la dosificación de ingredientes en el Posdosado (necesita mezclar)
- La densidad de polvo después del silo de almacenamiento de polvo terminado y antes del envasado
- La densidad de polvo envasado
- La variación del peso del producto envasado

Al tratar los números de las diferentes fábricas con la misma importancia en los resultados, se normalizaron vía una regla normal de impacto alto (9 puntos, si el 80 % o más de los datos presentan variabilidad), el impacto medio (3 puntos, si entre el 20 – 79 % de los datos presentan variabilidad) y el impacto bajo (1 punto, si entre el 1 - 19 % de los datos presentan variabilidad), no asumiendo impacto (0 puntos).

Los resultados de los datos que presentan variación de nivel con el análisis dentro del proceso de polvo detergente, es presentada en el apéndice H. El mapa presenta que la mayoría de los niveles de variación están presentes en la operación de secado con un 22.3%, seguida del envasado con el 20.6% , almacenamiento y distribución (18.3%) y materia prima (16%).

Con la determinación del impacto que representa cada item en la variación de nivel presentado en el proceso dado por las fábricas graficamos el diagrama de Pareto, para ver cuales son los items que representan mayor variabilidad y que afectan el 80% en el problema de análisis.



**Figura 3.3. Mapa de niveles de variación**

En la Figura 3.3 se puede determinar que los items que representan el 80% de impacto en la variación de nivel presentados en el proceso son:

- Polvo terminado envasado
- Polvo seco en la parte baja de la torre
- Slurry después del tanque de goteo
- Polvo después de la post-adición (perfumación)
- Polvo terminado almacenado en los silos
- Polvo terminado después del silo y antes de la máquina de envasado
- Carbonato de Sodio después de ser dosificado

Con estos items identificados a través de un análisis cuantitativo, se podrá saber con mayor certeza donde se encuentran los puntos críticos del proceso que afectan en el problema causando variabilidad.

### **3.4. Prioridad en la Implementación de las Mejores Prácticas.**

#### **3.4.1. Mejores Prácticas vs. Niveles de Variación.**

El próximo paso en el ejercicio es el de poner en correlación cada uno de los niveles de la variación con las mejores prácticas apropiadas, para así poder identificar cuales son esas

mejores prácticas que influenciarían principalmente la reducción de la variación de pesos que se presentan en las empresas y que traen como efecto el fenómeno del give away.

Los niveles de variación encontrados reemplazó en este análisis a los factores que afectan en la variación de peso del producto terminado detallados anteriormente, debido a que estos factores eran considerados cualitativos, en cambio los niveles de variación son cuantitativos ya que se los obtuvo del análisis de los datos obtenidos por los delegados siguiendo la variabilidad que se presentaban en cada fábrica de análisis.

Para seguir con el análisis de la correlación entre los niveles de variación con las mejores prácticas, se procede a tratar los números de las diferentes fábricas con la misma importancia en los resultados tal como se hizo anteriormente, donde se normalizaron vía una regla normal de impacto alto (9 puntos), el impacto medio (3 puntos) y el impacto bajo (1 punto), no asumiendo impacto (0 puntos). Para obtener el resultado se hizo una sumatoria de la multiplicación de cada correlación por su respectivo nivel de impacto dado en cada nivel de variación que se muestra en la parte superior de la tabla dada en el

apéndice I; y luego se obtiene el normalizado que es la prioridad (%) de cada mejor práctica obtenida en base a un total.

El análisis realizado es presentado en la matriz que se da en el apéndice I. El objetivo de la creación de la matriz fue el de identificar y priorizar las mejores prácticas dadas en las empresas y que deberían ser implementadas en cada caso.

Esto permitió la creación de un mapa que deberían seguir las empresas para la reducción de la variación de pesos y el control de la variación que se presenta en la densidad del polvo.

#### **3.4.2. Lista de las Mejores Prácticas por relevancia.**

Una vez analizada la correlación entre las mejores prácticas con los niveles de variación, presentaremos en la tabla 2 la lista final que contiene 47 mejores prácticas efectuadas dentro de las empresas analizadas.



TABLA 2

## LISTA DE LAS MEJORES PRACTICAS POR RELEVANCIA

	DIMENSION	MEJORES PRACTICAS	PRIORIDAD	PRIOR. ACUMUL.
1	CONTROL	Acuracidad de las pesadoras (bandas, balanzas)	7.98 %	7.98 %
2	CONTROL	Auditoria Periódica / reportes y revisión	7.50 %	15.48 %
3	CONTROL	Controladores de Proceso PLC	5.70 %	21.18 %
4	CONTROL	Monitoreo y control de la densidad del slurry, polvo base y polvo terminado	5.32 %	26.49 %
5	EQUIPOS	Mínimo número de Bandas transportadoras	5.10 %	31.59 %
6	EQUIPOS	Sistema desaereador-Efectividad de Vacío	3.99 %	35.58 %
7	CONTROL	Monitoreo y control de la humedad del slurry y polvo base	3.99 %	39.57 %
8	CONTROL	Personal capacitado para control	3.99 %	43.55 %
9	CONTROL	Controlar la proporción exacta en la adición de materiales	3.89 %	47.45 %
10	EQUIPOS	Frecuente inspección y limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	3.42 %	50.87 %
11	EQUIPOS	Instalación de checkweigher (verificador de pesos) de control automático de pesos en las máquinas	3.42 %	54.28 %
12	PROCESOS	Procedimiento para calibración de pesos en máquinas envasadoras	3.42 %	57.70 %
13	CONTROL	Control de pesos en las máquinas envasadoras	3.42 %	61.12 %
14	CONTROL	Verificación y control de los checkweighers	3.42 %	64.54 %
15	EQUIPOS	Calibración y limpieza frecuente de bandas pesadoras-balanzas.	2.75 %	67.29 %
16	EQUIPOS	Diseño apropiado de los silos de alimentación de polvo a las máquinas. Angulo de tubo de alimentación menor o igual a 20°	2.47 %	69.76 %
17	EQUIPOS	Limpieza continua de boquillas de atomización de slurry	2.28 %	72.04 %
18	EQUIPOS	Instalación de amortiguador de presión a la salida de la bomba de Alta presión	2.28 %	74.32 %
19	CONTROL	Control exacto de la presión de atomización del Slurry	2.28 %	76.60 %
20	EQUIPOS	Instalar fluidizadores de aire en silos de polvo terminado - Remover el polvo terminado en silos	2.15 %	78.75 %
21	PROCESOS	Orden Apropiado de dosificación de materiales. Exactitud en la adición de ingredientes.	2.15 %	80.90 %
22	EQUIPOS	Recubrimiento con material deslizante (epoxico) en las paredes internas de los silos de alimentación de polvo	1.71 %	82.61 %
23	PROCESOS	Exactitud en la temperatura de las materias primas al momento de ser mezcladas	1.71 %	84.32 %
24	PROCESOS	Regulación de Presión de vapor	1.71 %	86.03 %

25	CONTROL	Control del flujo de aire de los fluidizadores en los silos de alimentación	1.71 %	87.74 %
26	CONTROL	Control del nivel de polvo en las tolvas	1.71 %	89.45 %
27	PROCESOS	Exactitud en la dosificación del rework húmedo en el slurry	1.33 %	90.78 %
28	PROCESOS	Procedimiento de limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	1.14 %	91.92 %
29	PROCESOS	Mantenimiento y limpieza de los checkweighers	1.14 %	93.06 %
30	PROCESOS	Procedimiento para la operación de las máquinas envasadoras	1.14 %	94.20 %
31	PROCESOS	Revisión de certificados de análisis del proveedor y análisis de materiales (especialmente Perborato, carbonato de sodio y sulfato de sodio)	0.87 %	95.06 %
32	PROCESOS	Procedimiento de Arranque de la torre de secado	0.76 %	95.82 %
33	EQUIPOS	Instalación de sensores para control de humedad del slurry en línea	0.57 %	96.39 %
34	EQUIPOS	Instalación de sensores para control de densidad del slurry	0.57 %	96.96 %
35	EQUIPOS	Instalación de Sensores de nivel de polvo en los silos de alimentación	0.57 %	97.53 %
36	PROCESOS	Balance de aguas que convergen en el slurry (pasta neutralizada, silicato, agua, disolución de grumos)	0.57 %	98.10 %
37	PROCESOS	Procedimiento para la operación de perfumación	0.57 %	98.67 %
38	PROCESOS	Procedimiento de Revisión / limpieza de las boquillas de atomización	0.25 %	98.92 %
39	EQUIPOS	Limpieza mecánica del air lift	0.22 %	99.15 %
40	PROCESOS	Exactitud en la mezcla de Polvo base y sulfato de sodio	0.22 %	99.37 %
41	PROCESOS	Limpieza regular del air lift	0.22 %	99.59 %
42	EQUIPOS	Frecuente inspección y limpieza de cabezales de la Bomba de Alta presión	0.13 %	99.72 %
43	PROCESOS	Revisión de densidad de la mezcla (Polvo base + Sulfato de sodio) a la salida del air lift	0.07 %	99.79 %
44	EQUIPOS	Efectividad del cedazo vibrador-Limpieza frecuente	0.06 %	99.85 %
45	EQUIPOS	Calibración frecuente de sensores para control de densidad y humedad en bandas transportadoras de torre de secado	0.06 %	99.92 %
46	EQUIPOS	Filtros paralelos en la fabricación de slurry	0.04 %	99.96 %
47	PROCESOS	Procedimiento de Revisión / limpieza de los cabezales de bomba de alta presión	0.04 %	100.00 %

Esta tabla fue revisada al final por el taller de trabajo, en orden a realizar su implantación de la manera más fácil para las empresas.



El código de los colores que se presentan en la tabla y que les da prioridad a las mejores prácticas son detallados a continuación:

Rosado:	Impacto alto en los niveles de variación
Amarillo:	Impacto medio en los niveles de variación
Verde:	Impacto bajo en los niveles de variación
Azul:	Impacto menor en los niveles de variación.

La propuesta de poner las áreas de color rosado, amarillo, verde y azul en cada una de las mejores prácticas nos representan (basado en el acumulado), respectivamente el 50.8%, 80.9%, 95.1% y 100% de la variación analizada. Esto significa que el grupo rosado junto con el amarillo que son 21 mejores prácticas de 47 en total, impactará en un 80.9% de las variables que causan el problema y necesitan ser implementadas con prioridad.

Se ha resaltado los puntos siguientes sobre esta tabla 2:

- Esta tabla fue establecida usando el resultado global, donde la información obtenida debe ser observada como un promedio. Las diferencias locales para las fábricas específicas pueden aplicar.

- Las mejores prácticas que están marcadas con color verde y azul no son menos importante pero enfrentan a las otras, dando un menor beneficio con respecto a las prácticas que están marcadas de color rojo y amarillo. Esto no significa que las fábricas pueden ignorar las mejores prácticas en los equipos marcadas de color azul y verde; desde el punto de partida en la implantación es la disponibilidad de un recurso bueno.
- La tabla es un indicativo y planes locales deben ser basados en él. La propia tabla en si no es un plan de implementación, da la pauta para que las empresas realicen sus propios planes basados en las situaciones que se encuentren.
- Las variables aquí son analizadas bajo el enfoque de la variación de peso y de densidad de polvo detergente. Ningún otro parámetro ha sido considerado, por ejemplo la energía, los recursos, costo o fiabilidad.

Cada mejor práctica se evaluó en base a su contribución de reducir la variación de pesos y de densidad en cada uno de los niveles de variación. Donde en el apéndice I nos muestra el porcentaje de impacto de cada mejor práctica en las variables que afectan la variación.

# CAPITULO 4

## 4. IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 4.1. Desarrollo de Políticas para Implementar las Mejores Prácticas.

Una vez que hemos determinado el establecimiento de las mejores prácticas, es importante identificar las políticas requeridas para la implementación de estas mejoras.

Una de las conclusiones que se obtuvo del equipo del taller es que aunque hay un acuerdo general sobre cual de las mejores prácticas se deben aplicar; no hay ningún acuerdo general sobre el detalle de la propia mejor práctica, por ejemplo se conoce que una de las mejores prácticas es el modelo de sprays en el proceso de secado, pero no se sabe cual debe ser el modelo de sprays apropiado, debido que en la operación de spray drying cuyos pasos son la atomización del slurry en las toberas (presión, temperatura, y flujo adecuados); generación de aire caliente; evacuación de aire húmedo

y recuperación de partículas; recuperación de calor, posee una serie de límites de especificaciones tales como la composición química, cantidad de humedad, densidad de la masa, tamaño de la partícula, características de disolución, flujo y otras propiedades físicas relevantes a los requerimientos técnicos y de mercado; pero no se conoce totalmente esta operación y no es muy bien controlado. Dando un caso, tenemos que en el secado de detergente en un secador por aspersion, la presión en la boquilla determina en gran medida el diámetro de las gotas de detergente, por experiencia se sabe que si este es relativamente grande, entonces las gotas tardan en secarse, el tamaño del grano disminuye, la densidad de polvo aumenta y la cantidad producida es poca; si el diámetro es muy pequeño, se pierde producto que es arrastrado por el aire y la cantidad producida también es poca: lo ideal sería una presión intermedia. Altas temperaturas están relacionadas con tasas de secado elevadas pero contrarrestadas con formación de costras en las gotas y aire menos denso todo lo cual incide negativamente en la cantidad producida; bajas temperaturas implican mayor tiempo de residencia en el secador pero están contrarrestadas por pequeñas velocidades de secado. Por otro lado, Altas velocidades en el flujo de aire implican pérdida de producto por arrastre y mayor tiempo de residencia en el secador; adicionalmente, altos flujos parecen

favorecer la formación de "bolsillos" resultando en un menor tiempo de contacto entre el producto y el factor secante (aire); bajas velocidades implican menor pérdida de producto pero mayor tiempo de contacto. El óptimo es .... ..¡ quien sabe !.

Cabe recalcar que para el control del proceso de secado, post-adición y envasado se tiene variables críticas y se deben aplicarse ciertos planes de contingencia para tener una respuesta inmediata a variables fuera de parámetros, a continuación mencionaremos ciertos planes de contingencia que se deben seguir por cada proceso:

**A Control en el proceso de secado.** Las variables críticas son la densidad, humedad, y activo.

- Si la densidad esta fuera de parámetros, es decir si la densidad del polvo se encuentra bajo el limite inferior, se cierra una boquilla del total de boquillas con que se esta trabajando y se baja la presión (bajar aproximadamente 8 bar) con el potenciómetro de la Bomba de Alta Presión. Si la densidad esta por arriba del limite permitido, se abre una boquilla más del total con que se esta trabajando y se sube la



presión (aproximadamente 8 bar) con el potenciómetro de la Bomba de Alta Presión.

- Si la humedad esta fuera de parámetros, es decir si la humedad esta por debajo del limite de control inferior, bajamos la temperatura (bajar aproximadamente 15°C por cada 1% de humedad). Si la humedad de polvo se encuentra por arriba del limite de control superior, se sube la temperatura (aproximadamente 15°C por cada 1% de humedad). El aumento o disminución de la temperatura se logra maniobrando el control de abertura y cierre de la válvula de combustible del quemador.
- Si el activo esta fuera de parámetros, es decir si se encuentra debajo del limite inferior se sube la dosificación de la pasta en el slurry (subir aproximadamente 1% dosificación de pasta por cada 1% que esté bajo el limite permitido). Si se encuentra sobre el limite superior se baja la dosificación de pasta en el slurry (bajar aproximadamente 1% dosificación de pasta por cada 1% que esté sobre el limite permitido).

**B Control de proceso en Post – Adición.** Las variables criticas en este proceso son la densidad de polvo terminado y el perfume.



- En el caso de que la densidad de polvo base se encuentre bajo el límite inferior permitido, el operador de post – adición debe ponerse en contacto con el operador de secado, comunicar el problema para que realice los ajustes necesarios al proceso.
- Si el polvo base está dentro de los parámetros establecidos, pero el polvo final no cumple con los parámetros de densidad – máximo o mínimo, se debe parar la operación y calibrar la banda transportadora de carbonato de sodio, realizada dicha acción se arranca la post – adición y se comprueba la nueva densidad. Si al realizar esta calibración se recoge una determinada cantidad de polvo, este debe ser reprocesado.
- Si el perfume cuyas características organolépticas no son adecuadas, el operador de perfumación debe tomar las acciones correctivas, y retirar el producto de la tolva.

**C Control de proceso en envasado.** En este proceso las variables críticas son: El peso del producto, el sellado, centrado de imagen. Nos centraremos en el plan de contingencia del control de peso que se da en las máquinas envasadoras que tienen un control de peso manual; el control de pesos a través de los checkweighers, se lo detalla más adelante.

- Si el peso del producto esta fuera de los parámetros de control de pesos, se debe calibrar el vaso dosificador, subiéndole o bajándole el peso según sea el caso.
- Si el sellado no es estable, es decir si se abre o esta quemado el sellado, se debe subir o bajar la temperatura respectivamente.
- Si la imagen no esta centrada, se debe realizar una calibración de carrera (subir o bajar), aumentar la intensidad de la fotocélula, calibrar el fijador de imagen (subir o bajar).

La variación de densidad es la causa más significativa que produce variación en pesos como se mencionó anteriormente y se presenta por la falta de control en los parámetros que se deben cumplir dentro del proceso además se debe por problemas presentados en los sistemas de almacenamiento y distribución , por lo tanto se presentan dentro de las mejores prácticas alternativas que reduce el efecto que produce la variación de la densidad.

Los checkweighers de control automático de peso además de corregir la dosificación, permite obtener información real del give away, al pesar toda la población hacen un análisis estadístico de desviación estándar, promedio, cantidad de unidades útiles, cantidad de unidades reyectadas, etc; estos equipos van compensando las variaciones

progresivas de densidad dando señales a las envasadoras de variar el volumen de los vasos dosificadores para poder obtener el peso apropiado en el producto, pero si la variación es brusca, algunas unidades saldrán fuera de peso y serán expulsadas, mientras más "cerca" de la envasadora se produzca la variación de densidad más bruscamente impactará en el peso y más difícil será para el checkweigher el control (Pequeñas variaciones bruscas y cerca son peores que grandes variaciones lentas y lejanas). Hablando en números, con un control de peso manual se tendrá un give away del orden de 2-3%, con un control automático de pesos se podrá reducir el give away que se tiene entre 1-2%, llegando tener un give away que estará en 1-1.5%. En el apéndice J se detalla información relevante de los checkweighers.

Cuando se tiene un aglutinamiento de polvo, se tiene una transferencia de carga a las paredes de la tolva lo cual hace que el coeficiente cinético de fricción se incremente. El polvo ejerce sobre las paredes de la tolva un campo de presiones originando que el polvo detergente debido a su naturaleza y composición se apelmace en las paredes del silo y se separe; el efecto de la segregación produce que la densidad del polvo varíe (grumos de polvo) y reduzca la sección de descarga del silo. Un recubrimiento Epoxico (material deslizante), en

las paredes internas de los silos tiende a disminuir significativamente la rugosidad, logrando mejorar la caída del polvo en las máquinas y la limpieza de los silos.

Cuando no se remueve el polvo continuamente en los silos se produce aglomeraciones arqueadas y apelmazamiento de material en las paredes. El efecto que esto produce hace que el polvo no fluya normalmente y se formen puentes y vasos que reducen la sección de descarga de los silos. Los vasos se forman por la separación entre el polvo pesado (en la parte central) y el liviano (en los alrededores) trayendo como consecuencia segregación de polvo y por ende la variación de pesos en las fundas de detergente. Para eliminar los vasos y puentes que se producen en los silos, se utilizan fluidizadores (air sweep); donde el soplador por acción de un disparo de aire comprimido rompe los puentes y vasos formados para mejorar el flujo de polvo. Los vasos y puentes se eliminan mediante la inyección de un disparo de aire (100 psi) cada 7 segundos, en un ciclo de cuatro disparos; esta secuencia de disparo se vuelve a repetir cada 48 seg. En el apéndice K se detalla información sobre los fluidizadores, dada por Jabonería Nacional, a través de las lecciones de un punto que se les daban a sus operarios.



Otro punto importante a tratar es que los tubos que alimentan el polvo terminado desde los silos hacia los platos dosificadores de polvo de las máquinas envasadoras deben ser lo mas rectos posibles con respecto a la vertical (ángulo menor o igual a  $20^\circ$ ) para evitar problemas de fluidez del polvo y apelmazamiento de polvo en la sección de descarga del silo. Las perdidas de fluidez que se producen por no tener el ángulo optimo en los tubos con respecto a la vertical trae también como consecuencia la variación de pesos en las funditas de detergente. Debido a que la restricción para modificar el ángulo del tubo que alimenta el polvo está dado muchas veces por los silos ya que se encuentran ubicados en el segundo piso y están sujetos con las estructuras de la planta, entonces se deberán reubicar las máquinas envasadoras cuyos tubos de alimentación de polvo tengan ángulos superiores a los  $20^\circ$  con respecto a la vertical.

Por consiguiente un análisis extenso de la importancia, riesgos y beneficios de cada mejor práctica junto con las políticas requeridas para su implementación se realizó. El apéndice L muestra las políticas requeridas ordenadas en base a su prioridad de implementación. Donde con la definición de esas mejores prácticas y sus políticas requeridas será posible establecer planes de acción para las empresas.

#### **4.2. Análisis de resultados.**

Existe muchas medidas que se pueden aplicar en las plantas industriales y que nos trae como resultado la reducción del sobrepeso del producto terminado, algunas de ellas requieren poco o ninguna inversión y un tiempo relativamente corto para ponerlas en práctica.

Son fundamentalmente mejoras en el mantenimiento de los equipos y en el manejo apropiado de procesos junto a un control adecuado.

Las empresas analizadas se plantearon objetivos importantes y así obtener resultados significativos en la solución del problema. Considerando que el give away es el resultado del peso promedio menos el peso nominal del producto; sus metas era el de trabajar por debajo de los targets de sobrepesos fijados para el corriente año, siempre con el respaldo legal. Mientras se reducía la variación en el peso de las presentaciones de los productos, se reestablecía nuevos targets con la tendencia a disminuir el sobrepeso, tal como se realizó en dichas empresas, pero siempre cumpliendo con las Normas legales de pesos que rigen en cada país.

Para el caso de la Industria ecuatoriana el contenido neto del producto deberá cumplir los siguientes requisitos vigentes en la Norma INEN



Ecuatoriana, antes de que el producto este listo para la venta, y así evitar problemas legales:

**Condicion #1: Criterio para el promedio:**

El contenido neto promedio del producto o de cualquier lote de productos envasados listos para inspección deberá igualar o exceder el contenido mínimo que esta por debajo del contenido neto declarado en el envase o presentación , cumpliendo lo siguiente:

$$x \geq Q_n - (K * \sigma)$$

Donde:

x: Peso promedio del lote

$Q_n$ : Contenido nominal

K: Constante

$\sigma$ : Desviación estándar.

Se asume que un lote comprende un número suficiente de unidades para representar la práctica de envasar del fabricante; la constante K depende del tamaño del lote (ver tabla 3), por ejemplo: K= 0.485 para lotes entre 150 y 4000 unidades y cuyo tamaño de la muestra será de 32 unidades.

**Condicion #2: Criterio individual.**

Se debe tener un máximo de "C" unidades debajo de  $Q_n - T$ .

Donde:

C: Valor objetivo para la aceptación

T: Tolerancia Individual.

El valor C depende del tamaño de la muestra según la tabla 3, por ejemplo: para un tamaño de muestra de 32 unidades, el valor C será de 2. La tolerancia individual (T) depende del contenido nominal tal como se muestra en la tabla 4, por ejemplo: para un  $Q_n = 800$  g tendremos un  $T = 15$  g.

**TABLA 3**  
**CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

Tamaño del Lote	Tamaño de la muestra	k	Criterio de Aceptación Promedio	Criterio de Aceptación Individual (C)
50 a 149	20	0.640	$\bar{x} \geq Q_n - (K * \sigma)$	1
150 a 4000	32	0.485	$\bar{x} \geq Q_n - (K * \sigma)$	2
4001 a 10000	80	0.295	$\bar{x} \geq Q_n - (K * \sigma)$	5

TABLA 4

## DEFICIENCIAS INDIVIDUALES ACEPTABLES.

Contenido Nominal Neto ( $Q_n$ ) (Gramos o mililitros)	Deficiencia Tolerable (T)	
	Porcentaje de $Q_n$	Gramos o mililitros
5 a 50	9	---
50 a 100	---	4.5
100 a 200	4.5	---
200 a 300	---	9
300 a 500	3	---
500 a 1000	---	15
1000 a 10000	1.5	---
10000 a 15000	---	150
15000 a 25000	1	---

Ambas reglas o condiciones son mandatorias. La declaración del contenido neto revelará exactamente la cantidad del producto que se entiende debe estar en el envase. Se permitirán diferencias en la cantidad establecida, cuando estas son causadas por fluctuaciones en el proceso de envasado; sin embargo, los envases subllenados serán considerados como no conformes cuando sus diferencias excedan la deficiencia tolerable (T). Estos valores T deberán ser redondeados a la décima inmediata superior de g. o ml. para un  $Q_n$  menor o igual a 1000 ml; y al siguiente entero de g. o ml. para un  $Q_n$  mayor a 1000 g. o ml.

El control de pesos de producto en la línea de envasado se lo realizará mediante registro de datos proporcionados por los operadores de máquinas, luego se consolida la información, se obtiene datos de

costos, datos de producciones realizadas, y el peso promedio del empaque; obteniendo así el sobrepeso aproximado y dar un análisis completo del comportamiento del give away (ver apéndice M).

Para poder obtener un mejor análisis sobre los resultados obtenidos en la reducción del sobrepeso de producto, en la figura 4.2 se presenta la estadística del give away de cada una de las empresas consideradas desde el año 1998 hasta Noviembre del 2002 de cuatro empresas de América del Sur tales como Vespasiano de Brasil, Jabonería Nacional de Ecuador, Gualeyguachu de Argentina y Pacocha de Perú.

En la empresa Vespasiano se tenía desde el 98 hasta el 2000 un give away promedio de 2.49% y debido a las implantaciones de mejoras, con un total de 38 mejores prácticas implementadas (13 en los equipos, 14 en los procesos, 11 en el control) se tiene una notable reducción a partir del 2001 hasta Noviembre del 2002 con un give away promedio de 1.03%, reduciendo las pérdidas de polvo debido al sobrepeso en 1.46%.

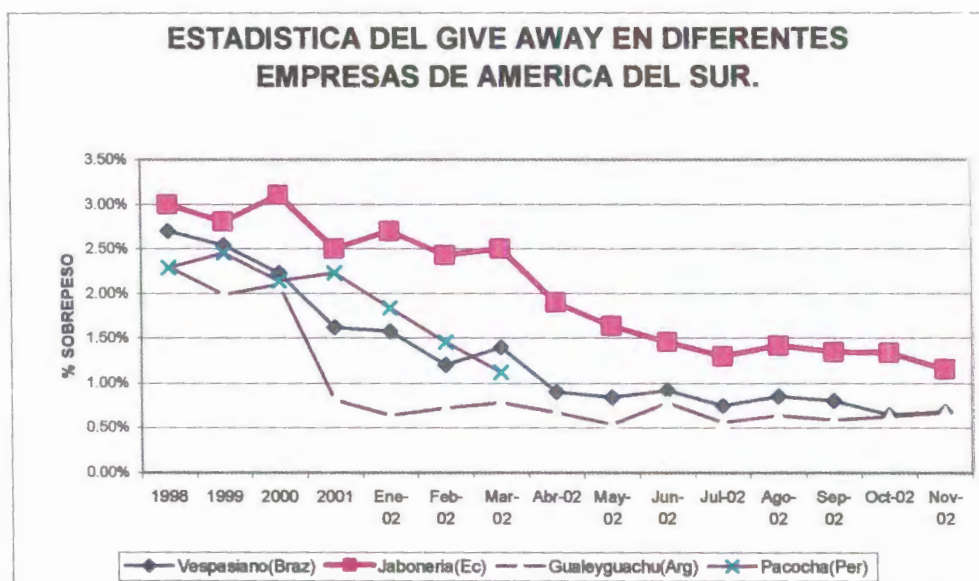
En la empresa Gualeyguachu se tenía desde el 98 hasta el 2000 un give away promedio de 2.13% y debido a las implantaciones de

mejoras, con un total de 41 mejores prácticas implementadas (16 en los equipos, 15 en los procesos, 10 en el control) se tiene una notable reducción a partir del 2001 hasta Noviembre del 2002 con un give away promedio de 0.67%, reduciendo las pérdidas de polvo debido al sobrepeso en 1.46%.

En la empresa Pacocha se tenía desde el 98 hasta el 2001 un give away promedio de 2.28% y debido a las implantaciones de mejoras, con un total de 29 mejores prácticas implementadas (13 en los equipos, 9 en los procesos, 7 en el control) se tiene una notable reducción a partir de Enero del 2002 hasta Marzo del 2002 con un give away promedio de 1.47%, reduciendo las pérdidas de polvo debido al sobrepeso en 0.81%.

En la empresa Jabonería Nacional se tenía desde el 98 hasta Marzo del 2002 un give away promedio de 2.72% y debido a las implantaciones de mejoras, con un total de 29 mejores prácticas implementadas (11 en los equipos, 10 en los procesos, 8 en el control) se tiene una notable reducción a partir de Abril del 2002 hasta Noviembre del 2002 con un give away promedio de 1.45%, reduciendo las pérdidas de polvo debido al sobrepeso en 1.27%.





**Figura 4.2. Gráfico de la Estadística del give away en diferentes empresas de América del Sur.**

### 4.3. Cronograma para la Implementación de Mejoras.

Una vez que se ha determinado el conjunto de mejoras a implantarse, y realizado un análisis de los resultados que se han obtenido en diferentes empresas, procedemos a determinar cual sería el orden cronológico bajo el cual se recomienda implantar dichas mejores prácticas, de manera que bajo este correcto orden de aplicación se alcancen los objetivos que se planteen en las empresas de polvo detergente.



La descripción cronológica de la implantación de los planes de acción en las mejoras, propuestas por algunas de las empresas será presentada en el apéndice N, allí se destaca la descripción de las actividades con sus respectivos tiempos de ejecución y que servirán de mucho para la implantación de un plan de acción en las diferentes empresas de la industria de polvo detergente.

Cabe recalcar que el tiempo de implementación de las actividades fueron tomadas en base al tiempo promedio aproximado que se tomaron algunas de las empresas analizadas en su implementación; considerando especialmente la experiencia tenida en la empresa jabonería, con esto se tendría una aproximación del tiempo que se tomaran las empresas de la industria de polvo detergente al implementar dichas mejoras.

# CAPITULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el análisis de los resultados obtenidos en la reducción de pesos de producto terminado a través de las implantaciones de mejoras efectuadas en las diferentes empresas, se puede concluir que el give away o regalo de producto al cliente es uno de los más grandes problemas que disminuyen considerablemente la rentabilidad en las empresas de la industria de polvo detergente, pero existen muchas oportunidades de mejoras para reducirlo.

En términos generales, los siguientes problemas son comunes para la industria de polvo detergente:

- No se lleva un control adecuado en los parámetros de calidad del producto especialmente en la densidad. La calidad y control del proceso en las fábricas no son ideales.

- La pobre consistencia de calidad física de la materia prima afecta la densidad de polvo, principalmente con el posdosado de materiales.
- El spray drying (proceso de secado) y otros procesos de transformación no se entienden totalmente y no son muy bien controlados.
- Los sistemas de dosificación y mezclado parecen estar lejos del ideal, debido a su deficiencia.
- La pobre gestión mantenimiento y limpieza adecuada de las máquinas y equipos son actores principales en las paradas y arranques frecuentes. La influencia de las paradas y arranque es un tanto compleja de explicar, esto es muy notable cuando desde un mismo silo se alimentan varias envasadoras; cuando una envasadora se detiene y las otras continúan, la “onda de variación” de densidad avanza debido a que el polvo seco se le ha añadido un 15% sulfato de sodio y 12% de Post-Dosing (perfumación) cambiando progresivamente la densidad del polvo en el silo. Esto también lo “ven” progresivamente las máquinas que están marchando, pero lo “verá” de golpe cuando arranque la máquina que estuvo detenida.
- Los tubos que alimentan el polvo terminado desde los silos hacia los platos dosificadores de polvo de las máquinas envasadoras no poseen el ángulo óptimo con respecto a la vertical (ángulo menor o igual a 20°), para evitar problemas de fluidez del polvo y apelmazamiento de

polvo en la sección de descarga del silo. Las pérdidas de fluidez que se producen por no tener el ángulo óptimo en los tubos con respecto a la vertical trae también como consecuencia la variación de pesos en las funditas de detergente.

- No se remueve el polvo continuamente en los silos produciendo aglomeraciones arqueadas y apelmazamiento de material en las paredes. El efecto que esto trae hace que el polvo no fluya normalmente y se formen puentes y vasos que reducen la sección de descarga de los silos. Los vasos se forman por la separación entre el polvo pesado (en la parte central) y el liviano (en los alrededores) trayendo como consecuencia la variación de pesos en las fundas de detergente.
- Existe rugosidad en las paredes de los silos. Cuando se tiene un aglutinamiento de polvo en las tolvas (silos), se da una transferencia de carga a las paredes de la tolva lo cual hace que el coeficiente cinético de fricción se incremente. El polvo ejerce sobre las paredes de la tolva un campo de presiones originando que el polvo detergente debido a su naturaleza y composición se apelmace en las paredes del silo y se separe, el efecto produce que la densidad del polvo varíe y reduzca la sección de descarga del silo.
- La falta de capacitación de los operadores en el control apropiado de procesos y equipos. Por ejemplo, en las máquinas envasadoras con

control de peso manual se realiza un pesado volumétrico, es decir se alimenta polvo de los silos hacia los vasos dosificadores que poseen un volumen constante y cuyo tamaño del vaso depende del peso de la presentación del detergente que se desee envasar; el operador tendrá que primero calibrar el peso verificando que está dentro del target con la ayuda de balanzas electrónicas. El problema se presenta en que la densidad del polvo varía y si el operador no tiene la habilidad para calibrar manualmente y con la rapidez necesaria para compensar esas variaciones de densidad de polvo entonces se obtendrá una variación de peso en las funditas de detergente debido a que nuestra restricción es el volumen constante de los vasos dosificadores y necesariamente el operador tiene que estar alerta a estas variaciones.

- Una vez que las envasadoras son alimentadas de polvo detergente, este polvo es enfundado luego sellado y por último el operario pesa aleatoriamente las funditas de detergente en unas balanzas electrónicas, para verificar que cumpla con el target; donde los detergentes que no cumplan con el rango especificado se rechazan y el operario calibrará manualmente el peso hasta que se cumpla con el rango de peso especificado. Es por eso necesario de que las balanzas que se utilicen para esta actividad tengan un margen de error pequeño y no estén descalibradas, ya que si no se cumpliera con esos criterios se perderá control en los pesos del detergente, teniendo productos



que no cumplan los requisitos de pesos trayendo además efectos de sobrepeso en el producto terminado.

Como podemos observar en el análisis de resultados, con las implantaciones de las mejoras que se efectuaron en las empresas, se pueden lograr ahorros o reducción de pérdidas bajando entre 1.5 - 2 % el give away que se tiene.

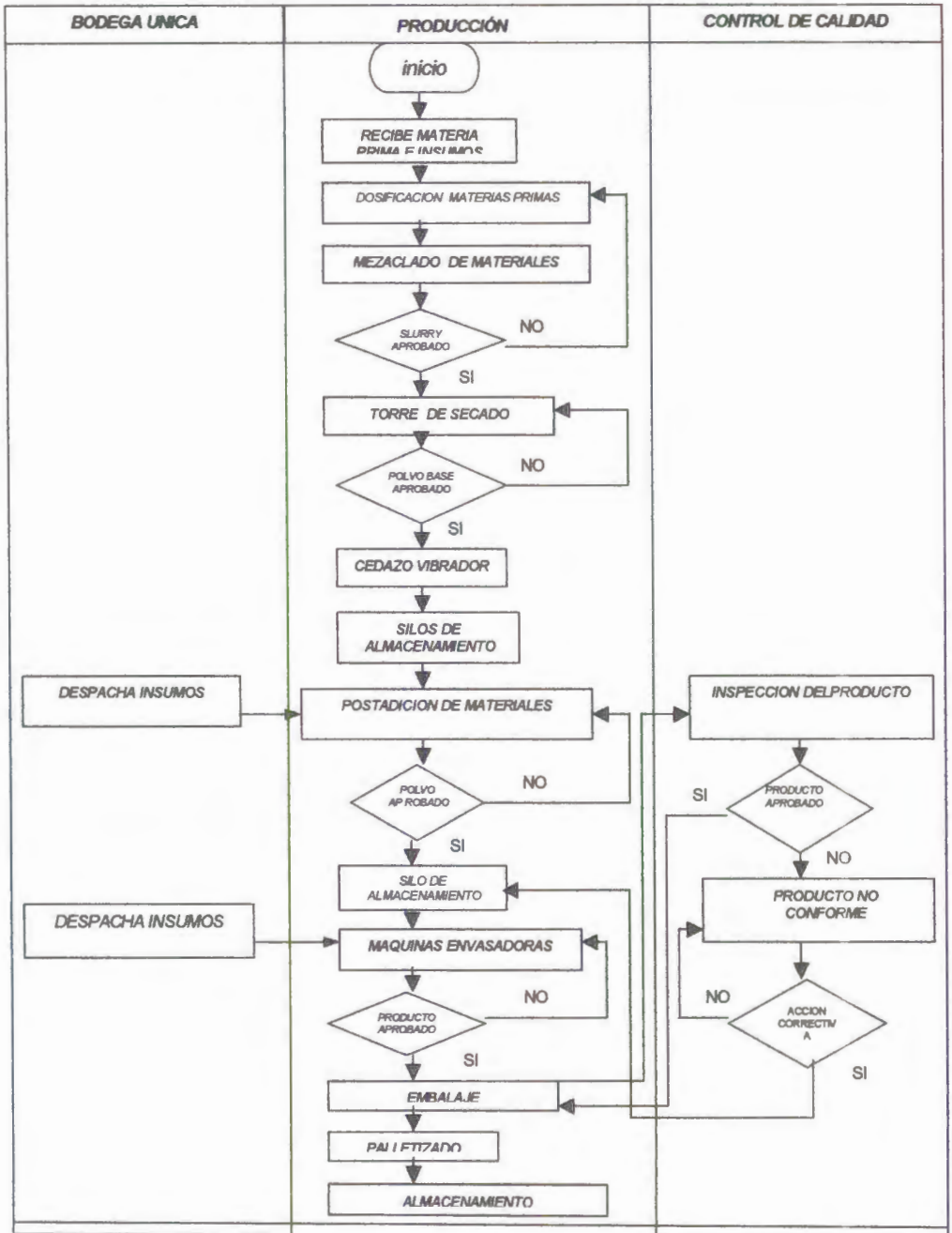
Por lo tanto se recomienda a las empresas de la industria de polvo detergente, que inicien con la ejecución del proyecto en la búsqueda de la reducción del sobrepeso de sus productos a través de las implantaciones de las mejoras que se proponen en esta tesis, y a las empresas analizadas que ya han implantado mejoras se sugiere que de ser factible sigan con la implantación de las otras mejoras que no las han considerado y así obtener una mayor reducción del sobrepeso.



# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### DIAGRAMA DEL FLUJO DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE POLVO DETERGENTE.



## **APÉNDICE B**

### **PARÁMETROS DE CONTROL PARA EL SLURRY.**

Temperatura	80°C – 85°C
Humedad	37% – 39%
Densidad	1300 g/lit – 1400 g/lit
Viscosidad	15000 ctps – 20000 ctps

### **PARÁMETROS DE CONTROL EN TORRE DE SECADO**

Presión de atomización	45 bar – 55 bar
Temperatura de entrada a torre	300°C – 350°C
Temperatura de salida de torre	100°C – 105°C
Densidad de polvo	390 g/lit – 420 g/lit

## APÉNDICE C

### DIAGRAMA DE AFINIDAD.

#### ¿Qué es?

Es una herramienta administrativa del QFD que sirve para organizar grandes listados de ideas en grupos naturales, de acuerdo con criterios establecidos por un equipo de trabajo.

#### ¿Para qué sirve?

- Complemento ideal de una Lluvia de Ideas. Permite estructurar mejor la naturaleza de un problema y sus causas relacionadas.
- Permite poner orden a listados complejos de ideas.
- Permite la identificación de relaciones no convencionales entre ideas.
- Permite la generación de soluciones innovadoras, a problemas recurrentes.
- Permite conocer la opinión y pensamiento de otros miembros del equipo, lo que lleva a generar consenso.

#### ¿Cómo hacerlo?

1. Establezca un tópico de discusión (en una frase) y genere un listado de ideas a través de una Lluvia de Ideas. Si se están buscando soluciones, estas ideas deberán responder a la pregunta ¿cómo resolverlo? y deberán tener un verbo y un sustantivo por lo menos. Ejemplo:

Tópico: "Aumentar el número de visitas a la página virtual"

Soluciones(¿cómo resolver?): "Incrementar (v.) número de casos de éxito (s.) publicados"

Si se están buscando causas, las ideas deberán responder a la pregunta ¿por qué ocurre? y deberán tener un sustantivo y un adjetivo por lo menos. Ejemplo:

Tópico: "Reducir el tiempo de descarga de la página"

Causas del problema (¿por qué ocurre?): "Imágenes (s.) con tamaño excesivo (adj.)"

Recomendación: Se recomienda altamente permitir la participación de todos los integrantes y durante la etapa de generación de ideas, no se permite la crítica, sólo la clarificación.

2. Registre cada idea en una hoja separada. Éstas hojas pueden ser Post-it, por ejemplo. Idealmente todos los miembros del equipo deberán poder leer las ideas anotadas. Es válido eliminar las ideas similares expresadas con palabras diferentes, siempre y cuando los participantes que las generaron estén de acuerdo con la igualdad de los significados.
3. Seleccione un moderador. Coordinado por el moderador, ordene las ideas en grupos similares. La afinidad se establece "como si se estuvieran acomodando animales en un parque zoológico". Es necesario lograr consenso y escuchar las opiniones del equipo de trabajo, si realmente se quiere llegar a soluciones innovadoras.
4. Si quedan ideas aisladas, valide con el equipo si no hacen falta más ideas. También es recomendable anotar y ordenar las nuevas ideas que vayan surgiendo en el proceso.
5. Seleccione un título adecuado para cada grupo de ideas una vez que el equipo llegue a un consenso final (¿qué nombre darían a cada sección en el parque zoológico). Este título deberá ser una idea con la misma estructura (un cómo o un porqué) que resuma el contenido de todas las ideas de su grupo. Esta actividad es crítica para obtener un verdadero beneficio del Diagrama de Actividad, por lo que requiere de cuidado y consenso.
6. Con las ideas ordenadas, genere un plan de acción considerando los recursos disponibles y las prioridades del equipo, ya sea para resolver los problemas o aprovechar las soluciones.



## APÉNDICE D

### MAPA DE FACTORES QUE AFECTAN EN LA VARIACIÓN DE PESOS DE PRODUCTO TERMINADO EN DIFERENTES EMPRESAS.

PROCESO	ITEM	VARIABLES	VESPASIANO	PACOCHA	GUALEYGUACHU	JABONERIA	FRECUENCIA	FREC. (%)	# VARIABLES EN AREA	% PARTICIPACIÓN DEL AREA
Materia Prima	A	Calidad del Trípoli fosfato de Sodio (STP)	*	*	*	*	4	6.56 %		
	B	Calidad del Sulfato de Sodio	*	*	*	*	4	6.56 %	2	10.00 %
Slurry Making	C	Sistema de proporción de flujo de aire				*	1	1.64 %		
	D	Humedad del Slurry	*	*	*	*	4	6.56 %		
	E	Temperatura del Slurry	*				1	1.64 %		
	F	Humedad del rework	*	*			2	3.28 %		
	G	Tiempo de residencia del slurry	*	*		*	3	4.92 %	5	25.00 %
Secado	H	Presión de Atomización del slurry	*	*	*	*	4	6.56 %		
	I	Frecuencia de limpieza boquillas de Atomización			*	*	2	3.28 %		
	J	Proporción de entrada del flujo de aire	*	*			2	3.28 %		
	K	Temperatura de entrada de la torre	*		*		2	3.28 %	4	20.00 %
Post-Adición	L	Densidad del Carbonato de sodio y nivel de proporción	*	*	*	*	4	6.56 %		
	M	Densidad del sulfato de sodio y nivel de proporción	*	*	*	*	4	6.56 %		
	N	Proporción de mezclado de las Materias Primas	*	*		*	3	4.92 %	3	15.00 %
Almacenamiento y distribución de Polvo	O	Tiempo de almacenamiento del polvo		*	*	*	3	4.92 %		
	P	Rugosidad de paredes internas-Silo de alimentación	*	*	*	*	4	6.56 %		
	Q	Angulo del tubo de alimentación de polvo del silo a la máquina	*	*		*	3	4.92 %	3	15.00 %
Envasado	R	Defectos de las tapas y vasos del sistema de dosificación de las máquinas envasadoras	*		*	*	3	4.92 %		
	S	Frecuencia de limpieza de las tapas y vasos del sistema de dosificación de las máquinas envasadoras	*	*	*	*	4	6.56 %		
	T	Calibración Manual del peso	*	*	*	*	4	6.56 %	3	15.00 %
			17	15	13	16	61	100.00 %	20	100.00 %



## APÉNDICE E

### MEJORES PRÁCTICAS IDENTIFICADAS POR FABRICAS EN LOS EQUIPOS.

DIMENSIÓN	ÍTEM	VARIABLES	ÁREA	VESPASIANO	PACCOCHA	GUALAYGUA CHU	JABONERÍA	FRECUENCIA	FREC. (%)
EQUIPOS	1	Mínimo número de Bandas transportadoras	Todas			*		1	1.89 %
	2	Filtros paralelos en la fabricación de slurry	Slurry Making	*	*			2	3.77 %
	3	Calibración y limpieza frecuente de bandas pesadoras-balanzas.	Slurry Making	*	*	*	*	4	7.55 %
	4	Limpieza mecánica del molino homogenizador de slurry	Slurry Making		*	*		2	3.77 %
	5	Instalación de sensores para control de humedad del slurry en línea	Slurry Making	*	*	*	*	4	7.55 %
	6	Instalación de sensores para control de densidad del slurry	Slurry Making	*	*	*	*	4	7.55 %
	7	Limpieza continua de boquillas de atomización de slurry	Secado	*	*	*		3	5.66 %
	8	Sistema desaereador-Efectividad de Vacío	Secado			*	*	2	3.77 %
	9	Efectividad del cedazo vibrador-Limpieza frecuente	Secado	*	*	*	*	4	7.55 %
	10	Instalación de amortiguador de presión a la salida de la bomba de Alta presión	Secado	*		*		2	3.77 %
	11	Calibración frecuente de sensores para control de densidad y humedad en bandas transportadoras de torre de secado	Secado	*	*	*	*	4	7.55 %
	12	Frecuente inspección y limpieza de cabezales de la Bomba de Alta presión	Secado		*	*	*	3	5.66 %
	13	Instalar fluidizadores de aire en silos de polvo terminado - Remover el polvo terminado en silos	Envasado	*	*	*	*	4	7.55 %
	14	Recubrimiento con material deslizante (epoxico) en las paredes internas de los silos de alimentación	Envasado	*	*	*	*	4	7.55 %
	15	Frecuente inspección y limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	Envasado	*		*	*	3	5.66 %
	16	Instalación de Sensores de nivel de polvo en los silos de alimentación	Envasado		*		*	2	3.77 %
	17	Instalación de checkweigher (verificador de pesos) de control automático de pesos en las máquinas	Envasado	*	*	*		3	5.66 %
	18	Diseño apropiado de los silos de alimentación de polvo a las máquinas. Angulo de tubo de alimentación menor o igual a 20°	Envasado	*		*		2	3.77 %
				13	13	16	11	53	100.00 %

## APÉNDICE F

### MEJORES PRACTICAS IDENTIFICADAS POR FABRICAS EN LOS PROCESOS.

DIMENSIÓN	TEM	VARIABLES	ÁREA	VESPASIANO	PACCOCHA	GUALEYGUA CHU	JABONERÍA	FRECUENCIA	FREC. (%)
PROCESOS	1	Revisión de certificados de análisis del proveedor y análisis de materiales (especialmente Perborato, carbonato de sodio y sulfato de sodio)	Materia Prima	*	*	*	*	4	8.33 %
	2	Exactitud en la temperatura de las materias primas al momento de ser mezcladas	Todas			*		1	2.08 %
	3	Exactitud en la dosificación del rework húmedo en el slurry. Estandarizar humedad	Slurry Making		*		*	2	4.17 %
	4	Balance de aguas que convergen en el slurry (pasta neutralizada, silicato, agua, disolución de grumos)	Slurry Making			*	*	2	4.17 %
	5	Regulación de Presión de vapor	Slurry Making	*		*		2	4.17 %
	6	Orden Apropiado de dosificación de materiales. Exactitud en la adición de ingredientes	Slurry Making	*		*		2	4.17 %
	7	Procedimiento de Revisión / limpieza de las boquillas de atomización	Secado	*	*	*	*	4	8.33 %
	8	Procedimiento de Revisión / limpieza de los cabezales de bomba de alta presión	Secado	*	*	*	*	4	8.33 %
	9	Exactitud en la mezcla de Polvo base y sulfato de sodio	Secado	*		*	*	3	6.25 %
	10	Limpieza regular del air lift	Secado	*		*		2	4.17 %
	11	Procedimiento de Arranque de la torre de secado	Secado	*	*	*	*	4	8.33 %
	12	Revisión de densidad de la mezcla (Polvo base + Sulfato de sodio) a la salida del air lift	Secado	*	*			2	4.17 %
	13	Procedimiento para la operación de perfumacion	Post-dosing	*	*	*	*	4	8.33 %
	14	Procedimiento de limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	Envasado	*		*		2	4.17 %
	15	Mantenimiento y limpieza de los checkweighers	Envasado	*		*		2	4.17 %
	16	Procedimiento para calibración de pesos en máquinas envasadoras	Envasado	*	*	*	*	4	8.33 %
	17	Procedimiento para la operación de las máquinas envasadoras	Envasado	*	*	*	*	4	8.33 %
				14	9	15	10	48	100.00 %

## APÉNDICE G

### MEJORES PRACTICAS IDENTIFICADAS POR FABRICAS EN LOS CONTROLES.

DIMENSIÓN	ÍTEM	VARIABLES	ÁREA	VESPASIANO	PACOCOCHA	GUALEYGUACHU	JABONERÍA	FRECUENCIA	FREC. (%)
CONTROL	1	Acuracidad de las pesadoras (bandas, balanzas)	Slurry Making, Secado, Post-dosing, Envasado	*		*	*	3	8.33 %
	2	Controladores de Proceso PLC	Slurry Making, Secado, Post-dosing	*	*	*	*	4	11.11 %
	3	Monitoreo y control de la densidad del slurry, polvo base y polvo terminado	Slurry Making, secado, Envasado	*	*	*	*	4	11.11 %
	4	Monitoreo y control de la humedad del slurry y polvo base	Slurry making, Secado	*	*	*	*	4	11.11 %
	5	Control exacto de la presión de atomización del Slurry	Slurry Making	*	*		*	3	8.33 %
	6	Control de pesos en las máquinas envasadoras	Envasado	*	*	*	*	4	11.11 %
	7	Verificación y control de los checkweighers	Envasado	*		*		2	5.56 %
	8	Control del flujo de aire de los fluidizadores en los silos de alimentación	Envasado	*		*	*	3	8.33 %
	9	Control del nivel de polvo en las toivas	Envasado		*			1	2.78 %
	10	Personal capacitado para control	Todas	*	*	*	*	4	11.11 %
	11	Auditoria Periódica / reportes y revisión	Todas	*		*		2	5.56 %
	12	Controlar la proporción exacta en la adición de materiales	Todas	*		*		2	5.56 %
				11	7	10	8	36	100.00 %



## APÉNDICE H

### MAPA DE NIVELES DE VARIACIÓN.

PROCESO	ITEM	RESULTADOS	VESPASIANO	PACOCHA	GUALEYGUACHU	JABONERÍA	IMPACTO	IMPACTO. (%)	
Materia Prima	A	Carbonato de Sodio después de ser dosificado		9		3	12	6.9 %	
	B	Perborato de Sodio después de ser dosificado				3	3	1.7 %	
	C	Sulfato de sodio después de ser dosificado		3		9	12	6.9 %	
	D	Trípoli fosfato de Sodio después de ser dosificado		1			1	0.6 %	16.0 %
Slurry Making	E	slurry después del tanque de goteo	3	9	3	3	18	10.3 %	
	F	Slurry después de la bomba de alta presión		1		3	4	2.3 %	12.6 %
Secado	G	Polvo seco en la parte baja de la torre	3	3	9	9	24	13.7 %	
	H	Polvo seco después de la parte baja de la torre y antes del air lift			3	3	6	3.4 %	
	I	Polvo seco después del air lift y antes del cedazo vibrador	3	1		3	7	4.0 %	
	J	Polvo seco después del cedazo vibrador			1	1	2	1.1 %	22.3 %
Post-Adición	K	Polvo después de la post-adición (perfumación)	3	3	3	9	18	10.3 %	10.3 %
Almacenamiento y distribución de Polvo	L	Polvo terminado almacenado en los silos	3	9	3	3	18	10.3 %	
	M	Polvo terminado después del silo y antes de la máquina de envasado	1	3	1	9	14	8.0 %	18.3 %
Envasado	N	Polvo terminado envasado	9	9	9	9	36	20.6 %	20.6 %

175

100.0 %

## APÉNDICE I

### MEJORES PRACTICAS VS NIVELES DE VARIACIÓN.

DIMENSIÓN	ITEM	MEJORES PRACTICAS	NIVELES DE VARIACIÓN											RESULTADO	NORMALIZADO (%)			
			Materia Prima				Slurry Making		Secado				Post-Adición			Almacenamiento y distribución de Polvo		Envasado
			18%				12.60%		22.30%				10.30%			18.30%		20.60%
Carbonato de sodio después de ser dosificado	Peróxido de sodio después de ser dosificado	Sulfato de sodio después de ser dosificado	Tripalmitato de sodio después de ser dosificado	Slurry después del tanque de goteo	Slurry después de la línea de bombas	Polvo seco en la parte baja de la torre	Polvo seco después de la parte baja y arriba del air lift	Polvo seco después del air lift y arriba del cedazo vibrador	Polvo base después del cedazo vibrador	Polvo después de la post-adición	Polvo terminado almacenado en silos	Polvo terminado después de los silos y arriba de la maquina	Polvo terminado envasado					
6.8%	1.7%	6.9%	0.8%	10.3%	2.3%	13.7%	3.4%	4.0%	1.1%	10.3%	10.3%	8.0%	20.6%					
EQUIPOS	1	Mínimo número de Bandas transportadoras						1	1	1					2.76	5.10 %		
	2	Filtros paralelos en la fabricación de slurry					1								0.02	0.04 %		
	3	Calibración y limpieza frecuente de bandas pesadoras-balanzas.					9	1	3		3				1.49	2.75 %		
	4	Limpieza mecánica del air lift							3						0.12	0.22 %		
	5	Instalación de sensores para control de humedad del slurry en línea					3								0.31	0.57 %		
	6	Instalación de sensores para control de densidad del slurry					3								0.31	0.57 %		
	7	Limpieza continua de boquillas de atomización de slurry						9							1.23	2.28 %		
	8	Sistema desaerador-Efectividad de Vacío					9	9							2.16	3.99 %		
	9	Efectividad del cedazo vibrador-Limpieza frecuente								3					0.03	0.06 %		
	10	Instalación de amortiguador de presión a la salida de la bomba de Alta presión						9							1.23	2.28 %		
	11	Calibración frecuente de sensores para control de densidad y humedad en bandas transportadoras de torre de secado								3					0.03	0.06 %		
	12	Frecuente inspección y limpieza de cabezales de la Bomba de Alta presión						3							0.07	0.13 %		
	13	Instalar fluidizadores de aire en silos de polvo terminado - Remover el polvo terminado en silos										9	3		1.17	2.15 %		
	14	Recubrimiento con material deslizante (epoxico) en las paredes internas de los silos de alimentación										9			0.93	1.71 %		
	15	Frecuente inspección y limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en maquinas envasadoras												9	1.85	3.42 %		
	16	Instalación de checkweigher (verificador de pesos) de control automático de pesos en las maquinas												9	1.85	3.42 %		
	17	Instalación de Sensores de nivel de polvo en los silos de alimentación										3			0.31	0.57 %		
	18	Diseño apropiado de los silos de alimentación de polvo a las maquinas. Angulo de tubo de alimentación menor o igual a 20°											9	3	1.34	2.47 %		

Sigue.....



<b>PROCESOS</b>	1	Revisión de certificados de análisis del proveedor y análisis de materiales (especialmente Perborato, carbonato de sodio y sulfato de sodio)	3	3	3	1													0.47	0.87 %
	2	Exactitud en la temperatura de las materias primas al momento de ser mezcladas					9												0.93	1.71 %
	3	Exactitud en la dosificación del rework húmedo en el slurry					3		3										0.72	1.33 %
	4	Balance de aguas que convergen en el slurry (pasta neutralizada, silicato, agua, disolución de grumos)					3												0.31	0.57 %
	5	Regulación de Presión de vapor					9												0.93	1.71 %
	6	Orden Apropiado de dosificación de materiales. Exactitud en la adición de ingredientes					9		1					1					1.17	2.15 %
	7	Procedimiento de Revisión / limpieza de las boquillas de atomización							1										0.14	0.25 %
	8	Procedimiento de Revisión/limpieza de los cabezales de bomba de alta presión						1											0.02	0.04 %
	9	Exactitud en la mezcla de Polvo base y sulfato de sodio									3								0.12	0.22 %
	10	Limpieza regular del air lift									3								0.12	0.22 %
	11	Procedimiento de Arranque de la torre de secado							3										0.41	0.76 %
	12	Revisión de densidad de la mezcla (Polvo base + Sulfato de sodio) a la salida del air lift									1								0.04	0.07 %
	13	Procedimiento para la operación de perfumación											3						0.31	0.57 %
	14	Procedimiento de limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras													3				0.62	1.14 %
	15	Mantenimiento y limpieza de los checkweighers													3				0.62	1.14 %
	16	Procedimiento para calibración de pesos en máquinas envasadoras													9				1.85	3.42 %
	17	Procedimiento para la operación de las máquinas envasadoras													3				0.62	1.14 %
<b>CONTROL</b>	1	Acuacidad de las pesadoras (bandas, balanzas)					9		9			3		9				4.32	7.98 %	
	2	Controladores de Proceso PLC					9		9			9						3.09	5.70 %	
	3	Monitoreo y control de la densidad del slurry, polvo base y polvo terminado					9				9			9				2.88	5.32 %	
	4	Monitoreo y control de la humedad del slurry y polvo base					9		9									2.16	3.99 %	
	5	Control exacto de la presión de atomización del Slurry							9									1.23	2.28 %	
	6	Control de pesos en las máquinas envasadoras												9				1.85	3.42 %	
	7	Control del flujo de aire de los fluidizadores en los silos de alimentación												9				0.93	1.71 %	
	8	Control del nivel de polvo en las tolvas												9				0.93	1.71 %	
	9	Personal capacitado para control					9		9									2.16	3.99 %	
	10	Auditoría Periódica / reportes y revisión					9	3	1	1	3		9		9			4.06	7.50 %	
	11	Controlar la proporción exacta en la adición de materiales					9		1		3		9					2.11	3.88 %	
	12	Verificación y control de los checkweighers												9				1.85	3.42 %	

54.16 100 %



## APÉNDICE J

### CONTROL AUTOMÁTICO DE PESOS CHECKWEIGHER

#### **Características.**

Los checkweighers de control automático de peso además de corregir la dosificación, permite obtener información real del give away, al pesar toda la población hacen un análisis estadístico de desviación estándar, promedio, cantidad de unidades útiles, cantidad de unidades reyectadas, etc.

Los sistemas de dosificación de las máquinas envasadoras son manejadas por un motor de velocidad fijo. La señal del checkweighers debido a variaciones de densidad, activa este motor. El ajuste está entre el chequeador de pesos y el motor y no a través de un PLC. También el operador puede ajustar los vasos dosificadores para aumentar ó disminuir los pesos del producto cuando la diferencia es demasiado alta y necesita acelerar la corrección.

Estos equipos van compensando las variaciones progresivas de densidad dando señales a las envasadoras de variar el volumen de los vasos dosificadores para poder obtener el peso apropiado en el producto, pero si la variación es brusca, algunas unidades saldrán fuera de peso y serán expulsadas, mientras más "cerca" de la envasadora se produzca la variación de densidad más bruscamente impactará en el peso y más difícil será el control para el checkweigher (Pequeñas variaciones bruscas y cerca son peores que grandes variaciones lentas y lejanas.

#### Tipos de checkweighers.

Los tipos de checkweighers que se tienen son:

Acma 799	Tecno Europa
Senzani	Tecno Europa
Bosch	KWE 3010
Bosch	KWE 3020

#### Tipo de Eyector.

En el checkweigher se expulsan los productos que están fuera de los targets establecidos por medio de un pistón neumático controlado por el chequeador de pesos. El pistón neumático es asistido por el aire comprimido para su eficaz desplazamiento, esto es importante cuando los productos consecutivos necesitan ser rechazados.

### Control de dosificación.

El chequeador - pesador pesa dos veces el número de productos envasados en los vasos dosificadores (considerando el número de vasos que tiene la máquina envasadora). El resultado se promedia y se compara con el peso del target establecido para el producto dado, luego se envía una señal al sistema de dosificación para variar el volumen de los vasos dosificadores (aumentar ó disminuir la altura del vaso). La señal es proporcional a la distancia fuera del target, y si está dentro de un margen de + / - 5 gramos del target, no se hace nada.

### Tipo de Transportador.

Los checkweighers Acma y senzani tienen cadenas como el método de transporte, y los Bosch KWE 3010/3020 usan los belt conveyors.

### **Las tareas rutinarias.**

#### Las comprobaciones & los chequeos

Se hacen en los Checkweigher una verificación cada hora que la máquina está corriendo. Si la exactitud del checkweigher está fuera de 5g, la línea debe detenerse y los checkweigher recalibrarse.

Se tiene dos chequeos diferentes para los vasos dosificadores:

- a) La rutina de inspección y limpieza de los vasos.
- b) La verificación y chequeo de los vasos dosificadores al principio de la semana. Si existen variaciones pequeñas de pesos en cada vaso, el operador solo limpia los vasos, pero si la variación es grande en algún vaso se para la máquina y se realizan las acciones correctivas por parte de personas de mantenimiento.

#### Los requisitos de mantenimiento y limpieza

Una limpieza y una lubricación especial al final con el rocío de una película seca se hace a las cadenas del checkweigher cada cambio, es notar que esta lubricación seca no sólo lubrica sino que también evita la cadena de polvo.

Las rutinas de mantenimiento preventivas para el checkweigher son:

Tarea	Frecuencia
Limpieza general	2 semanalmente
Lubricación de cadenas	2 semanalmente
Control del motor	3 mensualmente
Cambio de guía	1 anualmente



## APÉNDICE K



### LECCION DE UN SOLO PUNTO



Tema	<b>MANEJO DE SISTEMA DE FLUIDIZADORES (AIR SWEEP) EN TOLVAS DE POLVO TERMINADO</b>	Numero	<b>1/3</b>
		Fecha de preparación	Ab-11-02-2003

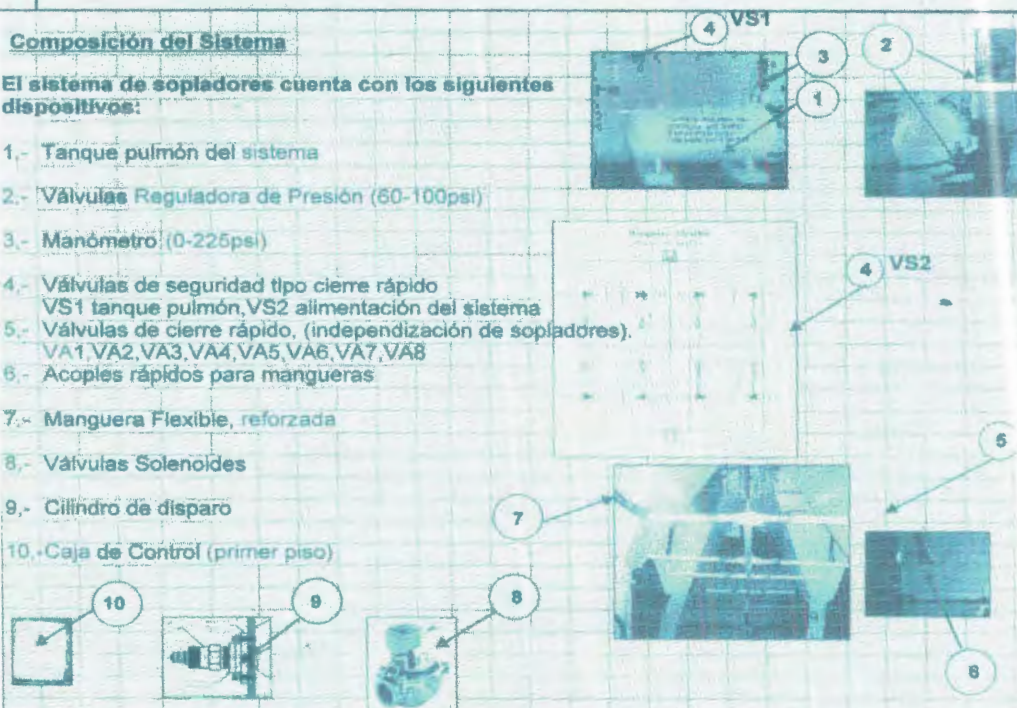
Preparado por : **Ener Parrales, PROYECTOS**

Clasificación	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Conocimiento Básico</b>	<input type="checkbox"/> <b>Casos de Mejora</b>	<input type="checkbox"/> <b>Casos de problema</b>	<input type="checkbox"/> <b>Seguridad</b>
---------------	--	---	---	---

#### Composición del Sistema

El sistema de sopladores cuenta con los siguientes dispositivos:

- 1.- Tanque pulmón del sistema
- 2.- Válvulas Reguladora de Presión (60-100psi)
- 3.- Manómetro (0-225psi)
- 4.- Válvulas de seguridad tipo cierre rápido  
VS1 tanque pulmón, VS2 alimentación del sistema
- 5.- Válvulas de cierre rápido, (independización de sopladres).  
VA1, VA2, VA3, VA4, VA5, VA6, VA7, VA8
- 6.- Acoples rápidos para mangueras
- 7.- Manguera Flexible, reforzada
- 8.- Válvulas Solenoides
- 9.- Cilindro de disparo
- 10.- Caja de Control (primer piso)



**NOTA:**  
La presión de trabajo del sistema es de 100psi

Revisado por  
Firma y Cargo

Aprobado por  
Firma y Cargo

Asistencia	Fecha			
	Instructor			
	Participantes			



# LECCION DE UN SOLO PUNTO



Tema	<b>MANEJO DE SISTEMA DE FLUIDIZADORES (AIR SWEEP) EN TOLVAS DE POLVO TERMINADO</b>	Numero	<b>2/3</b>
		Fecha de preparación	<b>Ab-R-02-2005</b>

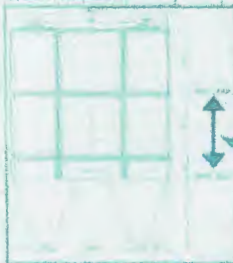
Preparado por : **Ener Parrales/ PROYECTOS**

Clasificación	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Conocimiento Básico</b>	<input type="checkbox"/> <b>Casos de Mejora</b>	<input type="checkbox"/> <b>Casos de problema</b>	<input type="checkbox"/> <b>Seguridad</b>

### Manual de Uso del airsweep

Antes de encender el sistema de deben realizar los siguientes pasos:

- 1.- Verificar la existencia de aire en el sistema, mediante lectura de manómetro del tanque pulmón del sistema
- 2.- Verificar que las válvulas de paso directo a los fluidizadores estén abiertas VA1, VA2, VA3, VA4, VA5, VA6, VA7 y VA8
- 3.- Verificar que las ventanillas de reproceso del silo A en el 1er piso se encuentren cerradas
- 4.- Verificar la existencia de nivel de polvo adecuado, según lo que se muestra en el gráfico a continuación



Este paso es muy importante porque de existir un nivel por debajo del indicado puede producir polución dentro del silo.

Nivel adecuado



Encendido  
Válvulas operativas

Apagado sistema off

Disparo continuo  
Válvula accionada directa



Selector de Caja de Control

### Encendido del Sistema

- 5.- El airsweep cuenta con una caja de control ubicada en el primer piso que permite accionar los sopladores, en la parte frontal de la caja, se tiene un selector de tres posiciones, la posición central es la de encendido como se muestra en la Figura

### Apagado del Sistema

- 6.- Una vez que el silo pierda nivel se debe apagar el sistema, según la posición que se muestra en el gráfico (apagado)
- 7.- Cerrar válvula principal del Sistema VS1, ubicado a la salida del tanque pulmón

### Datos adicionales de Operación

Tiempo entre disparo y disparo	7 segundos
Tiempo entre ciclo y ciclo	48 segundos
Rango de operación para presión del sistema	60-100 psi

### Condiciones de Seguridad

En caso de presentarse algún problema como, rotura de mangueras, bloqueo de solenoides, sobrepresión en el sistema mayor a 100 psi; se debe bloquear el suministro de aire, para lo que se tienen dos opciones, la válvula de seguridad VS1, la que cuenta a la salida del tanque pulmón y la otra cerca de la distribución de los fluidizadores VS2.

Revisado por  
Firma y Cargo

Aprobado por  
Firma y Cargo

Realizado por	Fecha			
	Instructor			
	Participante			





# LECCION DE UN SOLO PUNTO



Tema	MANEJO DE SISTEMA DE FLUIDIZADORES (AIR SWEEP) EN TOLVAS DE POLVO TERMINADO	Numero	3/3
		Fecha de preparación	Abril-02-2003

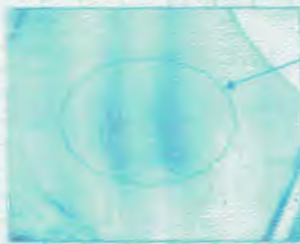
Preparado por : **ENER PARRALES/ PROYECTOS**

Clasificación

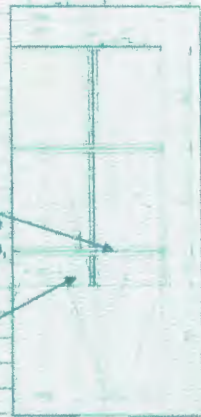
Conocimiento Básico    
  Casos de Mejora    
  Casos de problema    
  Seguridad

**Alcance del Proyecto**  
**Antecedentes**

La naturaleza de polvo detergente y su composición, hace que se produzcan los fenómenos de apelmazamiento al interior de los silos, el efecto que esto produce hace que el polvo no fluya normalmente y se formen puentes y vasos que reducen la sección de descarga



**Vaso**  
Este vaso, se forma por la separación entre polvo pesado (en la parte central) y liviano, (en los alrededores), lo que hace que se tenga variación de peso



**Puentes**

**Acción de Sopladores**

El soplador por acción de un disparo de aire comprimido rompe los puentes y vasos formados para mejorar el flujo de polvo  
**Como elimina el "vaso"**

Mediante la inyección de un disparos de aire (100psi), cada 7 segundos, en un ciclo de cuatro disparos esta secuencia de disparos se vuelve a repetir cada 48 segundos, en las siguientes figuras se muestra el efecto del sistema



antes de encender el air sweep



después de encender el air sweep

Revisado por  
Firma y Cargo

Aprobado por  
Firma y Cargo

Recursos	Fecha			
	Instructor			
	Participantes			

## APÉNDICE L

### POLÍTICAS PARA LA IMPLEMENTACION DE LAS MEJORES PRACTICAS.

	DIMENSIÓN	MEJORES PRACTICAS	VENTAJA	DESVENTAJA	POLÍTICA REQUERIDA
1	CONTROL	Acuracidad de las pesadoras (bandas, balanzas)	Exactitud en la dosificación de materiales.	Costo.	Definir frecuencias para control. Normas de especificaciones dadas por el fabricante.
2	CONTROL	Auditoria Periódica / reportes y revisión	Incrementa el conocimiento del proceso. Rapidez de respuesta.	Consumo de tiempo. Habilidad estadística requerida. Entendimiento operacional o entrenamiento.	Definir las variables apropiadas y el horario de tiempo.
3	CONTROL	Controladores de Proceso PLC	Da el mejor control	Recursos de alta tecnología, inversión alta. Tiempo para su implementación	Sistema de control de software y hardware apropiado. Descripción del Proveedor. Entrenamiento en su mantenimiento y operación.
4	CONTROL	Monitoreo y control de la densidad del slurry, polvo base y polvo terminado	Reduce costos. Da una mejor atomización. Podría incrementar la capacidad. Calidad del polvo.	Necesita el desarrollo de procesos y pruebas de ensayo.	Metodología. Rangos de medición de acuerdo a las capacidades de los equipos. Especificación de equipos de medición de densidad.
5	EQUIPOS	Mínimo número de Bandas transportadoras	Disminuye la segregación y la polvorización	Inversión alta. Restricción de layout.	Sugerencias en el diseño. Silos de alimentación de polvo en la línea de empaque.
6	EQUIPOS	Sistema desaereador-Efectividad de Vacío	Asegura la consistencia del slurry y el apropiado contacto con la superficie	Podría necesitar de inversión, de nuevos equipos y de un layout.	Especificación de equipos y procedimientos operacionales.
7	CONTROL	Monitoreo y control de la humedad del slurry y polvo base	Reduce costos. Da una mejor atomización. Podría incrementar la capacidad. Calidad en el slurry y polvo. Incorporación de sólidos.	Necesita el desarrollo de procesos y pruebas de ensayo, necesita las características del slurry	Metodología, rangos de acuerdo a las capacidades de los equipos.
8	CONTROL	Personal capacitado para control	Da un control predictivo, libera tiempo en el operador, rapidez de respuesta a los cambios en los procesos	Habilidad local. Habilidad ingenieril. Costo de capacitación y tiempo.	capacitación de los operadores. Especificaciones de los equipos y procesos, metodología para el control exacto en los procesos.
9	CONTROL	Controlar la proporción exacta en la adición de materiales	Reduce la variación en la viscosidad y humedad del slurry. Mejora las propiedades del polvo. Calidad en el polvo.	Ninguna.	Equipos ( bandas pesadoras) calibradas. Procedimiento de operación del equipo y procesos.
10	EQUIPOS	Frecuente inspección y limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	Reduce problemas ocasionados por el apelmazamiento de polvo en las paredes. Disminuye la variación en el peso.	Incrementa el tiempo fuera de servicio	Frecuencia mínima y procedimientos para la limpieza. Normas de especificación dada por fabricante. Entrenar al personal.
11	EQUIPOS	Instalación de checkweigher (verificador de pesos) de control automático de pesos en las máquinas	Verifica y controla que el peso del producto terminado este dentro del target. Reduce el efecto de la variación de densidad. Da un análisis estadístico (dsv.std. Promedio, cantidad de unidades útiles y expulsadas, etc).	Inversión. Mantenimiento y limpieza frecuente. Layout.	Definir variación de densidad y targets de producto, frecuencia de mantenimiento y limpieza. Layout.



12	PROCESOS	Procedimiento para calibración de pesos en máquinas envasadoras	Consistencia en el peso del producto.	Ninguna.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenamiento del personal. Targets de pesos definidos.
13	CONTROL	Control de pesos en las máquinas envasadoras	Peso del producto cumpla con el target.	Ninguna.	Procedimiento para el control de pesos. Targets definidos. Entrenar al personal.
14	CONTROL	Verificación y control de los checkweighers	Permite la recalibración de pesos.	Ninguna.	Procedimiento de operación de equipos y procesos para control. Entrenar al personal.
15	EQUIPOS	Calibración y limpieza frecuente de bandas pesadoras-balanzas.	Consistencia en la calidad del slurry y polvo.	Costo en el mantenimiento y calibración.	Procedimientos. Definir frecuencias de calibración y limpieza. Especificaciones de equipos. Personal capacitado para la calibración.
16	EQUIPOS	Diseño apropiado de los silos de alimentación de polvo a las máquinas. Angulo de tubo de alimentación menor o igual a 20°	Disminuye el riesgo de no fluir el polvo normalmente del silo a la envasadora. Reduce la segregación. FIFO.	Layout, Diseño, costo.	Definir el diseño, tamaño, material a usar, capacidad de producción y de almacenamiento, y el ángulo óptimo con respecto a la vertical de los tubos de alimentación de polvo de la tolva a las maq.
17	EQUIPOS	Limpieza continua de boquillas de atomización de slurry	Asegurar la atomización apropiada del slurry	Incrementa el tiempo fuera de servicio. Separar piezas (lanzas) para limpieza.	Frecuencia mínima y procedimientos para la limpieza. Especificaciones de equipos dada por fabricante. Entrenar al personal.
18	EQUIPOS	Instalación de amortiguador de presión a la salida de la bomba de Alta presión	Ayudara a evitar oscilaciones en el spray de slurry a la torre. Mejor control en la presión de atomización.	Costo	Características del equipo.
19	CONTROL	Control exacto de la presión de atomización del Slurry	Consistencia en el tamaño de la partícula de polvo. Disminuye grumos.	Ninguna	Procedimiento de operación y control de equipos y procesos.
20	EQUIPOS	Instalar fluidizadores de aire en silos de polvo terminado - Remover el polvo terminado en silos	Eliminación de puentes y vasos que se forman por el apelmazamiento y segregación de polvo en silos. Mejora el flujo.	Costo de inversión, mantenimiento. Podría producir polución al no tener nivel adecuado de polvo en silo.	Layout. Procedimiento de operación y control de equipo. Definir nivel adecuado de polvo en silo.
21	PROCESOS	Orden Apropiado de dosificación de materiales. Exactitud en la adición de ingredientes.	Reduce la variabilidad en los parámetros de calidad del slurry, mejora la viscosidad y humedad. Da una mejor propiedad en el polvo.	Tiempo de desarrollo, prueba de ensayos. Podría reducir la capacidad. Necesita las características del slurry.	Metodología a seguir y definir el orden apropiado en la adición de materiales. Tiempo de ciclos.
22	EQUIPOS	Recubrimiento con material deslizante (epoxico) en las paredes internas de los silos de alimentación de polvo	Disminuye la rugosidad de las paredes internas de los silos. Mejora la caída de polvo hacia las máquinas. Facilita la limpieza de silos. FIFO.	Costo.	Definir material deslizante.
23	PROCESOS	Exactitud en la temperatura de las materias primas al momento de ser mezcladas	Mejora la consistencia del slurry y del polvo. Mejor calidad.	Monitoreo extra.	Definir temperatura exacta y su aceptable variación.
24	PROCESOS	Regulación de Presión de vapor	Consistencia en la humedad del slurry. Da una mejor atomización. Calidad en el slurry y polvo Incorporación de sólidos.	Necesita el desarrollo de procesos y pruebas de ensayo. Necesita las características del slurry	Metodología. Rangos de control en la presión de vapor.
25	CONTROL	Control del flujo de aire de los fluidizadores en los silos de alimentación	Consistencia en la fluidización. Evita el apelmazamiento de polvo en silos.	Al no tener un nivel adecuado de polvo en silos produce polucion	Determinación de Velocidades. Especificación en los controles. Determinar nivel de polvo adecuado. Entrenar al personal.

26	CONTROL	Control del nivel de polvo en las tolvas	Evita la segregación. Compresión constante en el polvo almacenado.	Dificultad en batch (lotes) de operación	Equipo (sensor). Definir el nivel apropiado.
27	PROCESOS	Exactitud en la dosificación del rework húmedo en el slurry	Consistencia en el contenido de humedad del slurry	Inversión y tiempo.	Alta exactitud de los equipos. Definir % de rework en slurry.
28	PROCESOS	Procedimiento de limpieza de tapas y vasos del sistema de dosificación de polvo en máquinas envasadoras	Consistencia del llenado de polvo en los vasos. Reduce la variación de pesos.	Ninguna.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenar al personal.
29	PROCESOS	Mantenimiento y limpieza de los checkweighers	Reduce la variación de pesos. Reduce las paradas imprevistas. Da una menor labor intensiva.	Requiere de un programa de mantenimiento e inversión. Consumo de tiempo.	Diseño de un programa de mantenimiento. Procedimientos de mantenimiento. Normas de especificaciones del equipo dada por el fabricante. Entrenar al personal para limpieza.
30	PROCESOS	Procedimiento para la operación de las máquinas envasadoras	Rapidez de arranque. Disminuye pérdidas. Mejora la calidad del polvo envasado.	Ninguna.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenamiento del personal.
31	PROCESOS	Revisión de certificados de análisis del proveedor y análisis de materiales (especialmente Perborato, carbonato de sodio y sulfato de sodio)	Permite la verificación de la linealidad en la calidad de los materiales recibidos. análisis de densidad, granulometría requerida.	Consumo de tiempo. Habilidad en el análisis requerido. Entendimiento operacional o entrenamiento.	Solicitar a proveedores los certificados de análisis de calidad. Entrenamiento de personal para análisis. parámetros de calidad requeridos.
32	PROCESOS	Procedimiento de Arranque de la torre de secado	Rapidez de arranque. Ahorro de materiales e insumos. Consistencia del polvo. Reduce la generación del rework. Mejora la calidad del polvo.	Ninguna.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenamiento del personal.
33	EQUIPOS	Instalación de sensores para control de humedad del slurry en línea	Rapidez de respuesta en la variaciones de humedad del slurry. Mejor control.	Costo. Mantenimiento.	Especificaciones del equipo. Mantenimiento y especificación para calibración. Frecuencia de calibración. Rango de humedad del slurry.
34	EQUIPOS	Instalación de sensores para control de densidad del slurry	Rapidez de respuesta en la variaciones de densidad del slurry. Mejor control.	Costo. Mantenimiento.	Especificaciones del equipo. Mantenimiento y especificación para calibración. Frecuencia de calibración. Rango de densidad del slurry.
35	EQUIPOS	Instalación de Sensores de nivel de polvo en los silos de alimentación	Mantener un nivel de polvo óptimo. Evita la segregación y polución. Compresión constante en el polvo almacenado.	Dificultad en batch (lotes) de operación	Características del Equipo . Definir el nivel apropiado.
36	PROCESOS	Balance de aguas que convergen en el slurry (pasta neutralizada, silicato, agua, disolución de grumos)	Permite obtener una mezcla uniforme y reducir las variaciones de humedad del slurry.	Ninguno.	El % de las materias líquidas a mezclar. Establecer controles neumáticos en las válvulas de cierre-apertura de las materias líquidas. Frecuencias de calibración de Balanzas de dosificación.
37	PROCESOS	Procedimiento para la operación de perfumación	Consistencia del polvo perfumado. Rapidez de arranque. Ahorro de materiales. Mejora la calidad.	Ninguna.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenamiento del personal.
38	PROCESOS	Procedimiento de Revisión / limpieza de las boquillas de atomización	Asegurar la atomización apropiada del slurry. Mantener la homogeneidad en la circunferencia de los orificios de las boquillas.	Consumo de tiempo.	Procedimientos para la revisión de orificio de boquillas y limpieza. Frecuencia de limpieza. Entrenar al personal.
39	EQUIPOS	Limpieza mecánica del air lift	Mantiene constante la velocidad reduciendo la fricción y la deformación de las partículas. Reduce las paradas imprevistas. Da una menor labor intensiva.	Requiere de un programa de mantenimiento e inversión. Consumo de tiempo.	Diseño de un programa de mantenimiento. Especificaciones del equipo dada por el fabricante. Procedimientos de mantenimiento.



40	PROCESOS	Exactitud en la mezcla de Polvo base y sulfato de sodio	Homogenización, mejora la propiedad y fuerza del polvo, calidad, reduce la compresión en los silos.	Ninguno	Equipo apropiado para la operación. Formulación y % de post-adición. Sulfato con tamaño de partícula constante.
41	PROCESOS	Limpieza regular del air lift	Reduce problemas ocasionados por la fricción y deformación de las partículas.	Incrementa el tiempo fuera de servicio	Frecuencia mínima y procedimientos para la limpieza. Especificaciones dada por fabricante.
42	EQUIPOS	Frecuente inspección y limpieza de cabezales de la Bomba de Alta presión	Mantiene constante la presión de atomización. Reduce las paradas imprevistas. Da una menor labor intensiva.	Costo. Consumo de tiempo.	Características del equipo. Frecuencia de revisión y limpieza. Especificaciones del equipo.
43	PROCESOS	Revisión de densidad de la mezcla (Polvo base + Sulfato de sodio) a la salida del air lift	Permite la medición de la densidad del polvo	Equipo adicional y control.	Especificaciones de equipo y proceso. Control con el PLC.
44	EQUIPOS	Efectividad del cedazo vibrador- Limpieza frecuente	Reduce los sobretamaños de polvo. Separa los polvos finos, grumos.	ruido.	Frecuencia de limpieza. Definir tamaño de los orificios. Tamaño de la partícula de polvo requerida. Ajuste de la vibración.
45	EQUIPOS	Calibración frecuente de sensores para control de densidad y humedad en bandas transportadoras de torre de secado	Rapidez de respuesta para controlar las variaciones de humedad y densidad fuera de parámetros.	Costo de calibración. Consumo de tiempo.	Especificaciones del equipo. Especificación para calibración. Frecuencia de calibración. Habilidad para calibrar.
46	EQUIPOS	Filtros paralelos en la fabricación de slurry	Reduce la escasez de slurry y mejora el control de presión.	Mantenimiento y costo. Layout.	Diseño del layout y especificaciones. Tamaño.
47	PROCESOS	Procedimiento de Revisión/limpieza de los cabezales de bomba de alta presión	Consistencia en la presión de atomización del slurry. Reduce las paradas imprevistas. Da una menor labor intensiva.	Ninguno.	Establecimiento de procedimientos apropiados. Entrenamiento del personal.

**APÉNDICE M**  
**REPORTE CONTROL DE PESOS - GIVE AWAY**



**INGENIERIA INDUSTRIAL KM 25 VIA DAULE**  
**AGOSTO/02**  
**PLANTA DE DETERGENTES**

COD	DESCRIPCION	INF.	OPTIMO	SUP.	# DATOS	MINIMO	PROM.	MAXIMO	DESV. STD.	P.neto	P. empaq.	Sobrepeso	Fundones	P. estándar	P. real	Sobrepeso	% sobrep.	C. Kg	C. Sobrep.	
										gr	gr	gr	und	kg	kg	kg	%	\$/kg	Dolares	
	<b>POLVOS DETERGENTES LOCALES</b>																			
12977	Deja Floral Ramses 100 Fu x 100 g.	100.0	102.0	104.0	15127	97.8	102.7	107.7	1.64	100.0	1.3	1.4	20007	200,070	202,871	2,801	1.4%	0.65	1820.64	
12978	Deja Floral Ramses 50 Fu x 200 g.	200.0	206.0	212.0	15600	197.3	206.3	215.3	3.00	200.0	2.1	4.2	28989	289,890	295,978	6,088	2.1%	0.63	3835.24	
12979	Deja Floral Ramses 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0	60	998.6	1014.8	1031.0	5.39	1000.0	8.8	6.0	2335	28,020	28,188	168	0.6%	0.64	107.60	
12980	Deja Floral Ramses 6 Fu x 2000 g.	1,980.0	2,020.0	2,060.0						2000.0	14	0.0			0		0.0%		0.00	
13101	Deja Floral NAVIDAD 50 Fu x 200 g.	200.0	206.0	212.0						200.0	2.1	0.0			0		0.0%		0.00	
13102	Deja Floral NAVIDAD 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0			1014.8			1000.0	8.8	6.0	3595	43,140	43,399	259	0.6%	0.64	165.66	
	Deja Ramses Limón B.S Acción Continua 100 Fu x 100 g.	100.0	102.0	104.0						100.0	1.3	0.0			0		0.0%		0.00	
12703	Deja Limón Ramses 50 Fu x 200 g.	200.0	206.0	212.0						200.0	2.1	0.0			0		0.0%		0.00	
12982	Deja Limón Ramses 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0			1014.8			1000.0	8.8	6.0	1112	13,344	13,424	80	0.6%	0.64	51.24	
	Deja Limón Ramses 6 Fu x 2000 g.	1,980.0	2,020.0	2,060.0						2000.0	14	0.0			0		0.0%		0.00	
13103	Deja Limón NAVIDAD 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0			1014.8			1000.0	8.8	6.0	1264	15,168	15,259	91	0.6%	0.64	58.25	
	Deja Fresh Ramses 100 Fu x 100 g	100.0	102.0	104.0						100.0	1.3	0.0			0		0.0%		0.00	
12983	Deja Fresh Ramses 50 Fu x 200 g.	200.0	206.0	212.0			206.3			200.0	2.1	4.2	2556	25,560	26,097	537	2.1%	0.62	332.79	
12984	Deja Fresh Ramses 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0						1000.0	8.8	0.0			0		0.0%		0.00	
13105	Deja Fresh NAVIDAD 12 Fu x 1000 g.	991.0	1,011.0	1,031.0						1000.0	8.8	0.0			0		0.0%		0.00	
12935	Omo BioAcc Floral 100F x 100 g	100.0	102.0	104.0	1045	97.2	102.6	107.9	1.78	100.0	1.3	1.3	1747	17,470	17,697	227	1.3%	0.71	161.25	
12936	Omo BioAcc Floral 50F x 200 g	200.0	206.0	212.0	744	195.6	206.5	217.3	3.63	200.0	2.1	4.4	2702	27,020	27,614	594	2.2%	0.7	416.11	
12937	Omo BioAcc Floral 12F x 1000g	991.0	1,011.0	1,031.0	6	999.4	1014.2	1028.9	4.92	1000.0	8.8	5.4	4593	55,116	55,414	298	0.5%	0.71	211.31	
12938	Omo BioAcc Floral 6F x 2000g	1,980.0	2,020.0	2,060.0						2000.0	14	0.0			0		0.0%		0.00	
12939	Omo BioAcc. Limón 50Fu x 200 g	200.0	206.0	212.0						200.0	2.1	0.0			0		0.0%		0.00	
12940	Omo BioAcc. Limón 12Fu x1000 g	991.0	1,011.0	1,031.0			1014.8			1000.0	8.8	6.0	4105	49,260	49,556	296	0.6%	0.7	206.89	
12941	Omo BioAcc. Limón 6 Fu x 2000 g	1,980.0	2,020.0	2,060.0						2000.0	14	0.0			0		0.0%		0.00	
12851	Omo Máxima Limpieza Ac. Efer. Sello Prac. 12 Fu x 1000 g	991.0	1,011.0	1,031.0						1000.0	8.8	0.0			0		0.0%		0.00	
13001	Omo Progress 12Fu x 950 gr									950.0	8.7	0.0			0		0.0%		0.00	
13006	Omo Progress 100Fu x 100 gr	100.0	102.0	104.0						100.0	1.3	0.0			0		0.0%		0.00	
12991	Detergente Lagarto Limón 100 Fu x 50g									50.0	1.1	0.0			0		0.0%		0.00	
13000	Detergente Lagarto Limón 100 Fu x 200g	100.0	102.0	104.0						100.0	1.3	0.0			0		0.0%		0.00	
12993	Detergente Lagarto Limón 50 Fu x 200g	200.0	206.0	212.0	2643	196.2	206.2	216.1	3.31	200.0	2.1	4.1	5217	52,170	53,239	1,069	2.1%	0.53	566.83	
12994	Detergente Lagarto Limón 12 Fu x 1000g	991.0	1,011.0	1,031.0	132	998.7	1019.6	1040.5	6.97	1000.0	8.8	10.8	4851	58,212	58,841	629	1.1%	0.53	333.21	









## BIBLIOGRAFÍA

1. Joao Francisco Ribeiro, Bulk Density Workshop Report (Brazil, Vespasiano, Octubre 2000)
2. Nelson Apolo Mera, "Diseño y construcción de un colector de mangas" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996)
3. ELONKA S. M./ ROBINSON J. F. Operaciones de Plantas Industriales (Calipso, México, 1988).
4. Mizuno, Shigeru y Akao Yoji. Quality Function Deployment (JUSE, Tokio, 1978)