

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**XVI CICLO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**

**REDUCCIÓN DE MERMAS, EN LA LÍNEA DE PINTADO DE  
ENVASES PLÁSTICOS, UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA  
COSMÉTICA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO DE ING. MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JONATHAN BRAVO RISSO**

**PROMOCION 2008 – I**

**LIMA - PERU**

**2011**

*Dedicatoria:*

*A mi querida hija Mara Soptia, que es mi fuerza y mi templanza, que con su llegada ha colmado de amor y alegría mi hogar.*

## INDICE

PROLOGO .....	6
CAPITULO I .....	8
INTRODUCCION .....	8
1.1.    Antecedentes .....	9
1.2.    Objetivos .....	10
1.2.1.    Objetivos Generales .....	10
1.2.2.    Objetivos Específicos .....	10
1.3.    Alcances .....	10
1.4.    Justificación .....	12
CAPITULO II .....	13
GENERALIDADES .....	13
2.1.    Equipos.....	13
2.1.1.    Cadena Transportadora .....	13
2.1.2.    Equipo de Flameado .....	14
2.1.3.    Pistolas Aerográficas .....	15
2.1.4.    Bombas.....	16
2.1.5.    Compresor.....	17
2.1.6.    Túnel de Secado UV.....	18
2.1.7.    Ventilador y Extractor de Aire .....	18
2.2.    Etapas del Proceso .....	19
2.2.1.    Enganche .....	19
2.2.2.    Flameado.....	20
2.2.3.    Pintado .....	20
2.2.4.    Secado .....	21

2.2.5.	Desenganche .....	21
2.3.	Producto y Materia Prima .....	22
2.3.1.	Piezas Plásticas .....	22
2.3.2.	Pinturas .....	23
2.3.3.	Producto Terminado.....	23
CAPITULO III .....		25
DESCRIPCION DEL PROCESO DE PINTADO DE ENVASES PLASTICOS .....		25
3.1.	Proceso de Pintado.....	26
3.2.	Planteamiento de la Baja Calidad en el Pintado.....	27
3.2.1.	Reproceso.....	28
3.2.2.	Reducción de Mermas durante el Proceso .....	29
CAPITULO IV.....		30
OPTIMIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO .....		30
4.1.	Planteamiento de la Solución al Problema .....	30
4.1.1.	Generación de Energía Estática .....	31
4.1.2.	Retención de la Pintura Pulverizada Remanente en la Cabina .....	32
4.2.	Selección de Equipos .....	33
4.2.1.	Pistola de Aire Ionizado .....	33
4.2.2.	Cortina de Agua .....	34
4.3.	Resultados.....	34
CAPITULO V.....		36
COSTOS .....		36
5.1.	Costos de Equipos e Instalación .....	36
5.2.	Resumen de Costos .....	38
Grafico del Retorno de la Inversión.....		41
CONCLUSIONES.....		42

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>49</b>

## **PROLOGO**

En una creciente demanda de productos cosméticos envasados, se ve la oportunidad de aumentar nuestra participación en el mercado local, ofreciendo una mayor cantidad de envases pintados, sin aumentar nuestros tiempos de entrega. Esto solo sería posible aumentando nuestros lotes de producción, lo cual nos lleva a plantearnos el objetivo de reducir las mermas en la línea de pintado de envases plásticos.

El presente tema se desarrolla en cinco capítulos, que son:

- **Capítulo I:** Se menciona la importancia de los productos plásticos en las diferentes industrias, se desarrolla los antecedentes, se describe a detallé los objetivos a alcanzar y también se definen los alcances.
- **Capítulo II:** Se describe brevemente los principales equipos que conforman la línea de pintado de envases plásticos y los diferentes procesos que se desarrollan para obtener un producto terminado.

- **Capítulo III:** En este capítulo se describe a detalle, tanto los pasos previos al proceso de pintado de los envases plásticos, como el proceso en sí. También se plantea los principales problemas observados en dicho proceso.
- **Capítulo IV:** Basándonos en los efectos físicos originados en algunas etapas del proceso de pintado de envases plásticos, se plantean las soluciones a los problemas ya identificados, desarrollándose de esta manera la optimización del proceso productivo y la elección de los equipos necesarios para esta.
- **Capítulo V:** Se muestra en cifras reales la situación actual de la línea de pintado de envases plásticos y el panorama que se espera obtener después de la optimización de la misma. También se evalúan los costos en los que se incurrirían para alcanzar dicha optimización y el tiempo de retorno de dicha inversión.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

El plástico es ampliamente utilizado en todos los sectores de la industria, automotriz, envase, embalaje, farmacéutica, electrónica, juguetería, etc. Las resinas más utilizadas son el polietileno, polipropileno, poliestireno, PVC (policloruro de vinil), PET (politereftalato de etileno) y policarbonatos, mismas que son sometidas a diversos tratamientos para hacer más eficiente su comportamiento en función del uso al que están destinadas.

Uno de los tratamientos que se realiza en las superficies plásticas tiene el objetivo de permitir una mayor tensión superficial que, a su vez, permita el uso de adhesivos o tintas más comunes y económicas, sin detrimento de la calidad final del producto, importante factor, por ejemplo, en la industria del envase.

## 1.1. Antecedentes

Debido a la creciente demanda de productos cosméticos envasados, se vio la necesidad de aumentar la producción y luego de evaluar diferentes opciones como: aumentar la velocidad de la línea, la adquisición de una nueva línea de pintado, solicitar a los clientes que disminuyeran sus estándares de calidad, entre otras opciones; se llegó a la conclusión de que la alternativa más viable para la empresa era el de aumentar su índice de eficiencia a través de la mejora de la calidad de sus lotes de producción.

En esta evaluación saltaron a relucir dos aspectos muy importantes, pero que a la vez eran bastante obvios, pero que por temas como *“siempre se ha trabajado así”* o *“es normal esa cantidad de merma”* nunca se evaluó la forma de cómo mejorarlos.

Los dos aspectos que saltaron fueron:

- El alto porcentaje de reproceso, que como consecuencia traía una reducción en la eficiencia de la línea de producción.
- Y el alto porcentaje en mermas por lote de producción, que traía también como consecuencia la disminución de la eficiencia de la línea.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivos Generales**

Implementar sistemas que reduzcan la cantidad de partículas sólidas en el proceso de pintado de envases plásticos, reteniéndolas y/o removiéndolas, con el fin de mejorar el acabado superficial y así reducir los porcentajes de mermas en dicho proceso.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

En el proceso de pintado de envases plásticos implementar un sistema de pistolas de aire ionizado, con la finalidad de remover partículas sólidas de la superficie de los productos antes de ser pintados.

Implementar una cortina de agua en la cabina de pintado, con la finalidad de retener los residuos de pintura pulverizada que se quedan en el ambiente y evitar que se depositen sobre las superficies ya pintadas.

## **1.3. Alcances**

El personal involucrado en la mejora de la producción de la línea de pintado de envases plástico, pertenece al área de Pintura y Metalizado, que se sub-divide en:

- Dos líneas de Pintado y
- Dos líneas de Metalizado

**Cantidad de operarios por línea: 10**

**Puestos:**

- Jefe de Área
- Supervisores de Producción
- Líderes de Línea
- Operarios
- Seleccionadores



Figura N.1.1: Organigrama del Área de Pintura y Metalizado

La propuesta de mejora está dirigida a las dos líneas de Pintado, pero los cálculos, costos, conclusiones y las recomendaciones están realizados para una sola línea, pudiéndose replicar en ambas líneas de pintado.

- El presente trabajo contempla la modificación del proceso.
- La inversión necesaria para llevarlo a cabo.
- EL presente trabajo no contempla el diseño de los equipos a utilizar.
- Tampoco el tipo de mantenimiento a posteriori.

#### **1.4. Justificación**

Debido a la necesidad de aumentar la productividad de las líneas de pintado y al observar los altos porcentajes de mermas por lotes de producción, es que se llega a la conclusión de mejorar la calidad de la producción, para disminuir los porcentajes de merma y así tener una mayor productividad.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **PROCESO DE PINTADO DE ENVASES PLASTICOS**

##### **2.1. Equipos**

Los principales equipos presentes en la línea de pintado son:

###### **2.1.1. Cadena Transportadora**

Medio mecánico por el cual se traslada las piezas de plástico a pintar, durante todo el proceso. Esta constituido básicamente por una cadena provista de pines donde son enganchados los productos a pintar y un motorreductor que es la que proporciona el movimiento a dicha cadena.



Figura 2.1: Cadenas trasportadoras

### 2.1.2. Equipo de Flameado

Se utiliza un gas combustible (propano) y un comburente (aire presurizado proveniente de la compresora) y muy similar a las piezas utilizadas en los equipos de oxicorte se tiene válvulas anti retroceso, mangueras, manorreductores y la boquilla (o soplete)

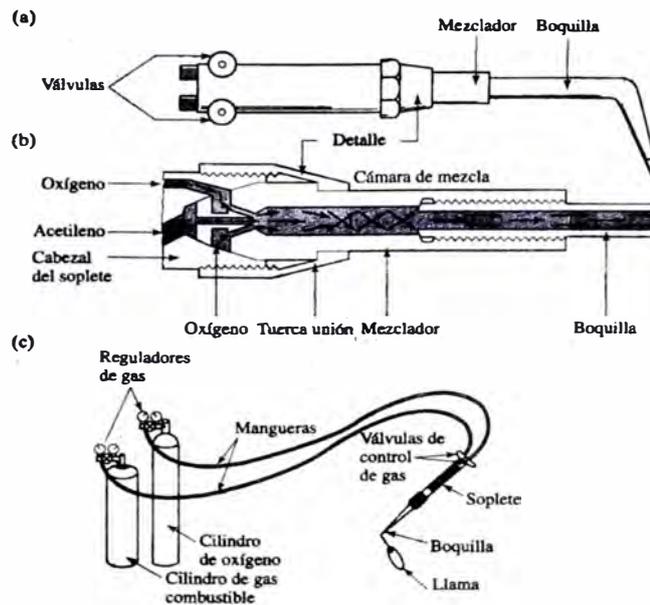


Figura N 2.2: Equipo de flameado

### **2.1.3. Pistolas Aerográficas**

El fundamento de las pistolas aerográficas está basado en la atomización o rotura en finísimas partículas de un caudal de pintura producido por la presión del aire comprimido proveniente del compresor.

Las pistolas aerográficas están integradas por tres sistemas: la alimentación de aire, la alimentación de pintura y el sistema pulverizador.

Las pistolas utilizadas en este proceso en particular son de la marca IWATA y según su especificación técnica deben ser utilizadas entre 30 y 60 Psi.



Figura N 2.3: Pistola Aerografica semi-automatica

#### 2.1.4. Bombas

Máquina que absorbe energía mecánica y la transfiere a un fluido como energía hidráulica, la cual permite que la pintura pueda ser transportada de su lugar de almacenamiento a las pistolas aerográficas a la presión deseada.



Figura N 2.4: Bomba de diafragma

### 2.1.5. Compresor

Se emplea para aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. En nuestro caso el compresor de aire, suministra aire a elevada presión para el transporte de pintura a las pistolas, suministro de aire a los flameadores, limpieza, entre otras aplicaciones.



Figura N 2.5: Compresor de Aire

### 2.1.6. Túnel de Secado UV

Consta principalmente de lámparas que emiten radiación UV con el propósito de acelerar el secado de la pintura utilizada sobre las piezas plásticas. Cabe resaltar que este túnel ha sido diseñado para no emitir radiación al exterior del túnel y cuenta con un sistema de apagado automático en caso de fugas.

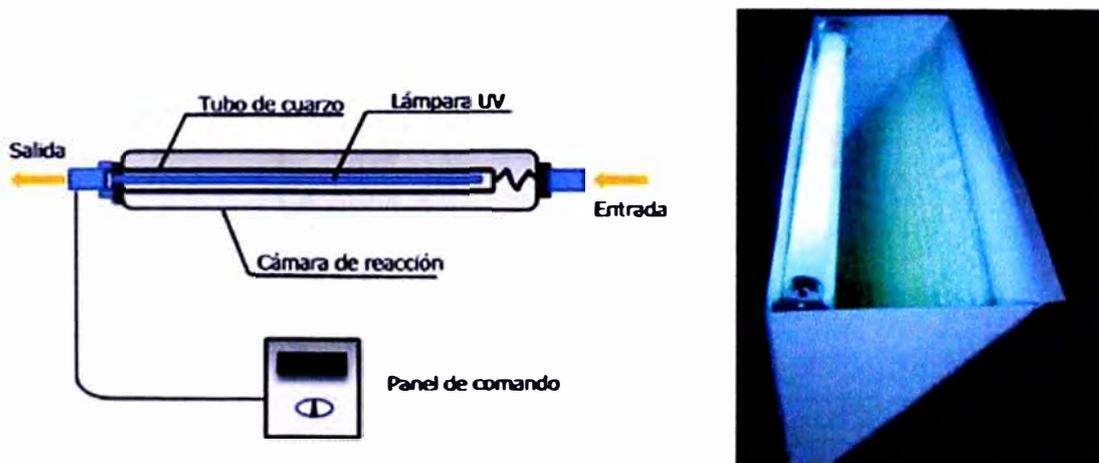


Figura N 2.7: Lámparas de luz ultravioleta

### 2.1.7. Ventilador y Extractor de Aire

La cabina de pintado, es una instalación en la que se produce un ambiente idóneo para el pintado. Varios factores son los que hacen indispensable la instalación de un sistema de inyección y extracción de aire que permiten la presurización y ventilación necesaria para efectuar las operaciones de pintado, y por otro, garantizan las condiciones más óptimas de protección física del operador y de seguridad, al evitar la producción de una atmósfera peligrosa.

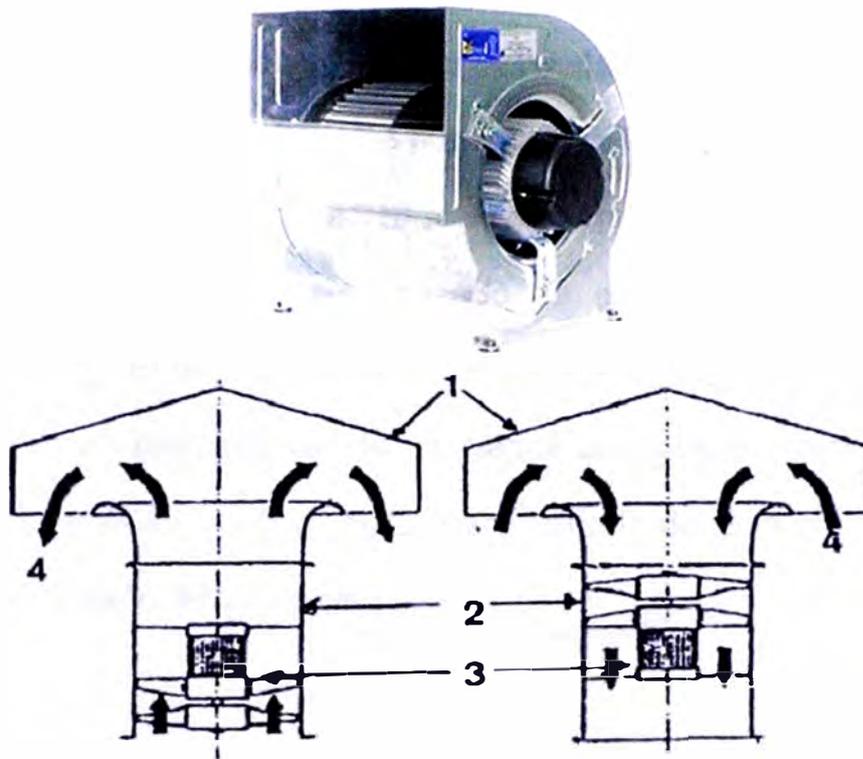


Figura N 2.8: Extractor e inyector de aire

## 2.2. Etapas del Proceso

### 2.2.1. Enganche

Etapa inicial del proceso productivo, que básicamente es incorporar manualmente los productos plásticos en la línea, mediante procedimiento establecido, ya que debido a las diferentes ráfagas de aire presurizado, cabe la posibilidad de que estas piezas se caigan de la línea y la eficiencia disminuya.

### **2.2.2. Flameado**

Aplicación de calor sobre la superficie del producto, de manera uniforme para romper la tensión superficial del material, ionizando así las moléculas de la misma. Una vez sometido el plástico a este tratamiento, este puede ser utilizado en procesos posteriores de recubrimiento. El tiempo de flameado depende de la velocidad de la línea, pero en promedio es de 90 piezas por minuto y alcanza una temperatura de entre 60 y 100°C, dependiendo de la velocidad de la línea y el tamaño del producto.

### **2.2.3. Pintado**

Proceso por el cual se aplica homogéneamente dos capas de recubrimiento, la primera consta de una base o cubriente que tiene dos finalidades, acercarse al color del acabado y propiciar una buena adherencia entre pintura y pieza plástica y la segunda capa de recubrimiento consta de una pintura de secado UV con características de acabado, estipuladas en la especificación técnica del producto.

Las pinturas utilizadas son lacas del tipo acrílicas y poliuretano y según su especificación tienen una viscosidad de 12 segundos en Copa Ford y su presión de aplicación debe ser entre 30 y 40 Psi.

#### 2.2.4. Secado

Existen barnices y pinturas cuyo endurecimiento se produce por fotopolimerización, al exponer los objetos tratados a una fuente de luz ultravioleta (UV). Me refiero al caso de pinturas y barnices formulados mediante fotoiniciadores y monómeros macromoleculares, tales como los acrilatos y los epoxiacrilatos, los cuales en presencia de fuentes de radiación ultravioleta polimerizan formando recubrimientos protectores. El tratamiento mediante luz ultravioleta es muy ventajoso, no solo por el endurecimiento en sí, sino también por la aceleración de secado y por la reducción de emisiones de vapores orgánicos a la atmósfera.

#### 2.2.5. Desenganche

Eta final del proceso productivo en el que personal adiestrado y en cantidad suficiente, retiran los productos de la cadena transportadora y los embalan mediante procedimiento establecido, previo muestreo en línea.

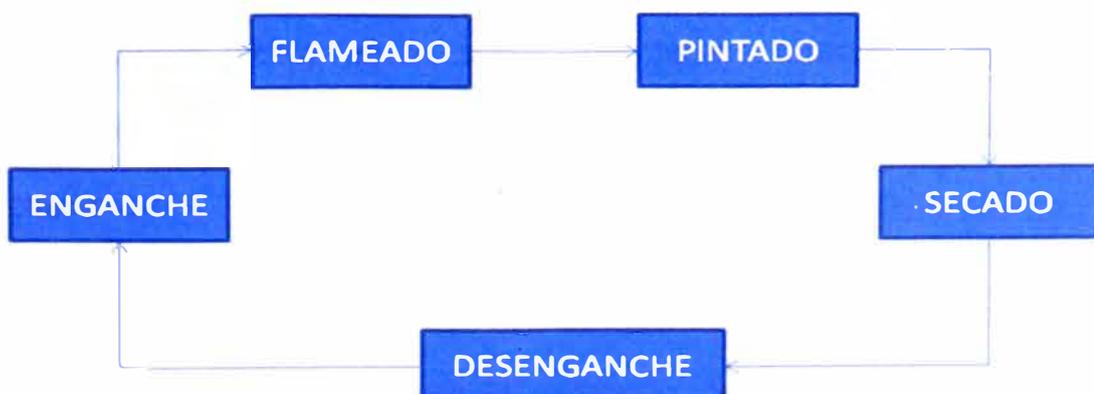


Figura N 2.9: Diagrama de flujo del proceso de pintado

## **2.3. Producto y Materia Prima**

A continuación una breve descripción de los diferentes productos utilizados así como de las pinturas utilizadas en el proceso de pintado.

### **2.3.1. Piezas Plásticas**

Los materiales plásticos son un conjunto de materiales de origen orgánico. Han sido obtenidos artificialmente a partir de productos del petróleo, carbón, gas natural, materias vegetales (celulosa) o proteínas, y en alguna fase de su fabricación han adquirido la suficiente plasticidad para darles forma y obtener productos industriales. Los plásticos son materiales sintéticos denominados polímeros, formados por moléculas, cuyo principal componente es el carbono. En la actualidad, la cantidad de plásticos existente es enorme. Cada uno de ellos tiene unas propiedades y aplicaciones específicas. En general, se puede decir que los plásticos son más ligeros que los metales y es mucho más fácil darles forma, manteniendo una resistencia a las deformaciones aceptable. Por ello, la tendencia actual es la sustitución de los materiales naturales utilizados hasta ahora, tales como madera, metales, vidrios etc., por plásticos.

En nuestro caso el tipo de plástico utilizado es el termoplástico, el cual es utilizado mayormente en la inyección de piezas plásticas, que también es realizado por la empresa en mención.

### **2.3.2. Pinturas**

Existen pinturas y barnices cuyo endurecimiento se produce por fotopolimerización, al exponer los objetos tratados a una fuente de luz ultravioleta (UV). Nos referimos al caso de pinturas y barnices formulados mediante fotoiniciadores y monómeros macrocelulares, tales como los acrilatos y los epoxiacrilatos, los cuales en presencia de fuentes de radiación ultravioleta polimerizan formando recubrimientos protectores.

El tratamiento mediante luz ultravioleta es muy ventajoso, no solo por el endurecimiento en sí, sino también por la aceleración del secado y por la reducción de emisiones de vapores orgánicos a la atmosfera.

### **2.3.3. Producto Terminado**

Luego de que las piezas plásticas han sido inyectadas y muestreadas llegan al área de pintado, identificadas con determinada codificación.

El lote de piezas plásticas recibida es sometido al proceso de pintado (según se describirá en el CAPITULO III), bajo los parámetros especificados por el cliente que se ven reflejados en su ficha técnica, patrones de color y sus tolerancias de calidad.

Una vez pintadas y seleccionadas al 100%, se toma una muestra del lote para realizarle pruebas mecánicas, llámese de funcionalidad, bulk<sup>1</sup> y de adherencia, las cuales son pruebas destructivas.

<sup>1</sup> Prueba realizada para determinar la resistencia del pintado al bulk del producto, en componentes plásticos

Finalmente al superar todos estos requisitos se procede a ensamblar y/o embalar los productos donde podemos decir que se tiene un producto terminado listo a ser despachado al cliente.

## **CAPITULO III**

### **DESCRIPCION DEL PROCESO DE PINTADO DE ENVASES PLASTICOS**

Previo al inicio del proceso de pintado de cualquier lote, se sigue el siguiente procedimiento ya establecido, que es:

- Muestreo de piezas a pintar.
- Colocación de dispositivos de acople en la cadena transportadora.
- Purgado de las bombas y pistolas aerograficas.
- Regulación de la velocidad de la cadena transportadora.
- Regulación de la intensidad y disposición de los flameadores en la cabina de flameado.
- Regulación de la presión de las bombas de base y pintura.
- Regulación de la disposición y caudal de pintura de las pistolas aerograficas.
- Regulación de la potencia de las lámparas de secado Ultra Violeta.

- Prueba de pintado, que consta del pintado de una cantidad reducida de piezas por lote de producción, para comparar con las muestras patrón.

Cabe resaltar que estos pasos previos al inicio de la producción se pueden realizar casi todos en paralelo y los pasos referidos a la regulación se encuentran definidos en las especificaciones técnicas de cada producto. También debemos mencionar que solo se puede pintar un tipo de producto a la vez, ya que cada producto cuenta con distintas regulaciones de los equipos y sobre todo cada producto cuenta con un color diferente.

Como se describe en el punto 3.1, el proceso de pintado consta de cinco (05) etapas, las cuales se muestran en la figura N°2.9

### **3.1. Proceso de Pintado**

El proceso de pintado propiamente dicho inicia con el enganche de las piezas plásticas, llámense tapas, collarines, bases, potes, entre otros, donde cada uno cuenta con su respectivo dispositivo para acoplarse correctamente a la cadena transportadora. A continuación las piezas plásticas ingresan a la primera cabina llamada “Cabina de Flameado”, donde las piezas plásticas son sometidas a una fuente de calor controlado. Casi inmediatamente después del flameado, las piezas ingresan a la segunda cabina llamada “Cabina de Pintura” donde las

piezas son sometidas a la etapa de recubrimiento, un primer recubrimiento se realiza con un tipo de pintura llamado base, que por su composición seca casi al contacto con las piezas y luego son sometidas a un segundo recubrimiento con una pintura que es llamada pintura de acabado. Luego las piezas pasan por la zona de secado que consta de lámparas de luz Ultra Violeta que aceleran el secado del segundo recubrimiento. Finalmente las piezas llegan al final de la línea donde personal debidamente instruido realiza el desenganche, muestreo y embalaje de las piezas plásticas ya pintadas.

### **3.2. Planteamiento de la Baja Calidad en el Pintado**

Debido a la necesidad de aumentar la productividad de la línea de pintado, se ha identificado el mayor problema, el cual se resume en altas mermas por una deficiencia en la calidad del acabado superficial del producto terminado.

Ya que la fuente de publicidad más grande que tiene la industria cosmética nacional es la apariencia (paneles publicitarios, catálogos, revistas de moda, etc.), los envases que las contienen deben de estar a la altura de la misma, por lo que la exigencia en cuanto al acabado superficial, llámese color, textura, brillo y adherencia de la pintura en estos envases, debe ser el mejor.

Al realizarse un pareto con las piezas plásticas rechazadas (merma) de diferentes lotes de producción, se obtuvo que la mayor cantidad de defectos, es por irregularidades en la superficie de los productos terminados. Una vez identificado el problema principal surgen las preguntas ¿que las ocasionan? y ¿cómo las resolvemos?

Una primera respuesta a la segunda pregunta es, *reproceso*; el cual no es la solución a la necesidad principal de la empresa que es aumentar la productividad, ya que esto involucra una mayor cantidad de inversión del tiempo del personal y una mayor cantidad de insumos en la producción.

Otra respuesta que se obtuvo fue la de *reducir las mermas en pleno proceso*, sin que estas afectaran los parámetros ya establecidos para la producción de las mismas, como lo son principalmente la regulación de la línea y el uso de una mayor cantidad de insumos

**3.2.1. Reproceso:** Si bien es cierto el reproceso reduce la cantidad de mermas acumuladas, este involucra o acarrea otros problemas como: mayor cantidad de mano de obra, una etapa adicional al proceso productivo (lijado de los productos rechazados), mayor cantidad de insumos (doble cantidad de pintura) y sobre todo que a un lote de piezas reprocesadas les afecta el mismo factor o incluso mayor del porcentaje de merma que a un lote de piezas nuevas; es decir, que las mermas no serán eliminadas por completo y aun peor no satisface la

necesidad principal de la empresa que es la de aumentar la productividad.

**3.2.2. Reducción de Mermas durante el Proceso:** La respuesta inmediata fue una mayor limpieza durante el proceso, sin que la seguridad de los operarios se viera afectada ya que dentro de las cabinas tanto de flameado como de pintura se generan ambientes no aptos para la permanencia continua del personal.

*Por lo descrito anteriormente se llega a la conclusión que el problema a resolver es la calidad de los productos terminados, optimizando el proceso productivo.*

## **CAPITULO IV**

### **OPTIMIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO**

#### **4.1. Planteamiento de la Solución al Problema**

Una vez identificado el problema se pasa a elaborar el planteamiento de la solución, que consiste en ubicar en el mercado la tecnología adecuada, teniendo en cuenta que este tipo de industria no es nueva a nivel mundial y que por consiguiente el problema detectado tampoco debería serlo.

Basándonos en los efectos físicos que aparecen debido al flameado de las piezas y las impurezas o grumos que se forman debido a las nubes generadas por la aplicación del primer recubrimiento se definirá lo siguiente:  
**Generación de Energía Estática y Retención de la Pintura Pulverizada Remanente en la Cabina**

#### **4.1.1. Generación de Energía Estática**

Al frotar dos objetos no conductores se genera una gran cantidad de electricidad estática. En realidad, este efecto no se debe a la fricción, pues dos superficies no conductoras pueden cargarse con sólo apoyar una sobre la otra. Sin embargo, al frotar dos objetos aumenta el contacto entre las dos superficies, lo que aumentará la cantidad de electricidad generada. Habitualmente los aislantes son buenos para generar y para conservar cargas superficiales.

De esta definición y algunas pruebas realizadas se deduce que las piezas plásticas luego de ser flameadas adquieren energía estática, la cual trae como consecuencia la atracción de las pelusas y polvillo existente en la cabina de flameado que se adhiere a estas y quedan atrapadas entre la superficie del plástico y la primera capa de cubriente, que se manifiestan como irregularidades en el acabado final de la pieza. Debido a que la presencia de pelusa y polvillo en la cabina de flameado es reducida no todas las piezas quedan cubiertas con estas, pero las que sí, contribuyen con el aumento de la merma. La solución más obvia es la de eliminar la energía estática de las piezas mediante un bombardeo de electrones negativos.

#### **4.1.2. Retención de la Pintura Pulverizada Remanente en la Cabina**

Durante la etapa de recubrimiento se tiene que, las pistolas aerográficas apuntando en una dirección a determinada presión y delante de estas se trasladan de lado a lado y girando sobre su propio eje, una seguidilla de piezas plásticas las cuales solo retienen un porcentaje de la pintura dirigida hacia ellas, el resto pasa de largo hasta unas cortinas de material plástico impactando contra ella. Una parte de esta pintura es lanzada hacia el exterior mediante unos extractores de aire, otra parte se deposita sobre estas cortinas plásticas desechables y un porcentaje menor de esta pintura remanente se queda flotando en pequeños remolinos generados por el impacto del flujo de pintura en la cortina plástica. Estas pequeñas cantidades de pintura que quedan flotando a medida que se van solidificando (pintura ceca) se deposita sobre las piezas plásticas, manifestándose como irregularidades o grumos en las piezas terminadas, contribuyendo así al incremento de las mermas.

De la primera definición Generación de Energía Estática, deducimos que la solución es la de eliminar dicha energía. Luego de un mapeo encontramos un producto bastante utilizado en industrias similares que se denomina Aire Ionizado y es emitido por unas pistolas que emiten ráfagas de iones que disminuyen y hasta eliminan la polaridad de las piezas. La capacidad o potencia de este equipo se determinara por la medición de la energía

estática presente en las diferentes piezas plásticas, tomando como referencia la de mayor valor.

De la segunda definición Retención de la Pintura Pulverizada Remanente en la Cabina, deducimos que la solución sería eliminar o reducir la cantidad de pintura que queda flotando en los remolinos generados en la cabina debido al impacto de la pintura pulverizada en las cortinas de plástico. La manera más económica de retener pintura pulverizada es con agua y para que no se acumule rápidamente esta debe fluir constantemente y de igual manera que en la definición anterior se realizó un mapeo y encontramos que es altamente utilizado la llamada cortina de agua en conjunto con una tina de acero inoxidable con un desagüe elevado para desfogar solo agua y la pintura retenida se deposita en el fondo de la tina que es limpiado periódicamente. El caudal de agua necesario para la implementación de este sistema se determinara por la longitud de la cabina, ya que lo recomendable es colocar una cortina lo más larga posible con un flujo de agua constante.

## **4.2. Selección de Equipos**

### **4.2.1. Pistola de Aire Ionizado**

Esta consta de un sistema de inyección de aire comprimido en flujos organizados y calculados ionizados, los cuales entregan trillones de Iones negativos por segundo a las piezas que se desean pintar con el fin de eliminar la carga estática que éstas poseen, de igual manera neutraliza y

precipita al piso el polvo y otras partículas que se encuentren presentes en el aire o en la superficie de las piezas con el fin de controlar y garantizar la pureza del ambiente.

#### **4.2.2. Cortina de Agua**

El funcionamiento de este tipo de cabinas es muy sencillo. Mediante un ventilador o empleando la presión de las pistolas se dirige al flujo de aire cargado de partículas a atravesar un lavador con turbulencia, constituido por una cortina de agua y un lavador fabricados en acero inoxidable. Este lavado húmedo asegura una retención de los pigmentos gracias a la mezcla de aire y agua. En este tipo de cabinas se instalan, opcionalmente, sistemas de separadores de lodos, a modo de mantener constantes la calidad del agua para su completa recirculación.

#### **4.3. Resultados**

A continuación se muestra una tabla resumida, pero real de la situación de la línea de pintura, la cual muestra las cantidades y porcentajes de productos aprobados, tolerados y descartados de material trabajado en determinado periodo de tiempo. Como podemos ver, las cantidades de material rechazado y reprocesado son bastante altas, sobre todo si tenemos en cuenta que se pueden obtener lotes de hasta 50000 unidades por turno de

producción, dependiendo del producto que se trabaje y teniendo las condiciones adecuadas.

Como se mencionó anteriormente, por temas como “siempre se ha trabajado así” o “es normal esa cantidad de merma” se permitió un reproceso promedio de 7,1%, una efectividad productiva promedio de 85,2% y la cifra más alarmante es la de una merma promedio de 13,7%.

Lo que se espera obtener con las mejoras mencionadas anteriormente que son un sistema conformado por pistolas de aire ionizado y un sistema de bombeo de agua que permitirá formar una cortina de agua en la cabina de pintura, es la de reducir el reproceso en su totalidad, es decir un reproceso del 0%, una efectividad productiva promedio de entre el 95 y 97% y una merma máxima del 1% por lote de producción. Lo cual nos permitiría aumentar la productividad de la línea de pintado de envases plásticos hasta en 30,6%.

## **CAPITULO V**

### **COSTOS**

#### **5.1. Costos de Equipos e Instalación**

La mayoría de equipos, insumos y accesorios necesarios para la implementación de los sistemas antes descritos, son de compra directa a proveedores locales, como lo son: tuberías de agua y desagüe, tuberías de fierro galvanizado, bomba de agua, cableado para la alimentación eléctrica y algunas herramientas e insumos, otros necesariamente se tienen que mandar a fabricar a terceros, como lo son: la tina, el lavador y las canaletas de acero inoxidable y finalmente hay productos que tendrán que ser importados como lo son las pistolas de aire ionizado en conjunto con todos sus aditamentos para su correcto funcionamiento.

Debido a que la línea de pintado de envases plásticos se encuentra muy cerca de puntos de energía (alimentación trifásica), aire presurizado (tuberías de alto caudal y presión) y líneas de agua y

desagüe, las distancias a recorrer para el suministro de todas estas no serán mayores a los diez metros, lo cual beneficiara al tiempo de ejecución de los trabajos.

Uno de los puntos que reducirá los costos por instalación, es el hecho de que los trabajos de implementación de los sistemas tanto de aire ionizado como de cortina de agua son relativamente sencillos y dado que la empresa en mención cuenta con un área de mantenimiento muy bien implementada, el 90% de los trabajos necesarios los puede realizar la misma empresa, como son la modificación de las cabinas de pintado y flameado, la instalación de los equipos de aire ionizado, la instalación de la tina y lavadores de acero inoxidable y la respectiva alimentación eléctrica y de aire presurizado, así como la instalación de una pequeña bomba de agua.

Adicional a los costos de equipos, insumos, accesorios e instalación, en los que se incurrirán para la implementación de los sistemas antes mencionados, está el costo por la paralización de la línea de pintado de envases plásticos durante siete (07) días, los cuales son necesarios para realizar los trabajos de implementación de los nuevos sistemas y la prueba del correcto funcionamiento tanto de los nuevos sistemas, como de la línea de pintado de envases plásticos en general. No consideraremos como costo la paralización del personal por este periodo de tiempo ya que se les puede distribuir en otras aéreas.

Teniendo en consideración que la ganancia promedio por pieza plástica pintada terminada es de 0,3 dólares, que la línea trabaja 6 días durante turnos de 8 horas y si bien es cierto, la producción máxima por turno es de 50000 unidades, nosotros consideraremos una producción promedio de 30000 unidades, entonces estamos agregándole a los costos por implementación de los nuevos sistemas un valor de 54000 dólares.

## **5.2. Resumen de Costos**

A continuación se muestra una tabla en la que se resumen los costos de materiales, mano de obra y duración de los trabajos:

## Resumen de Costo

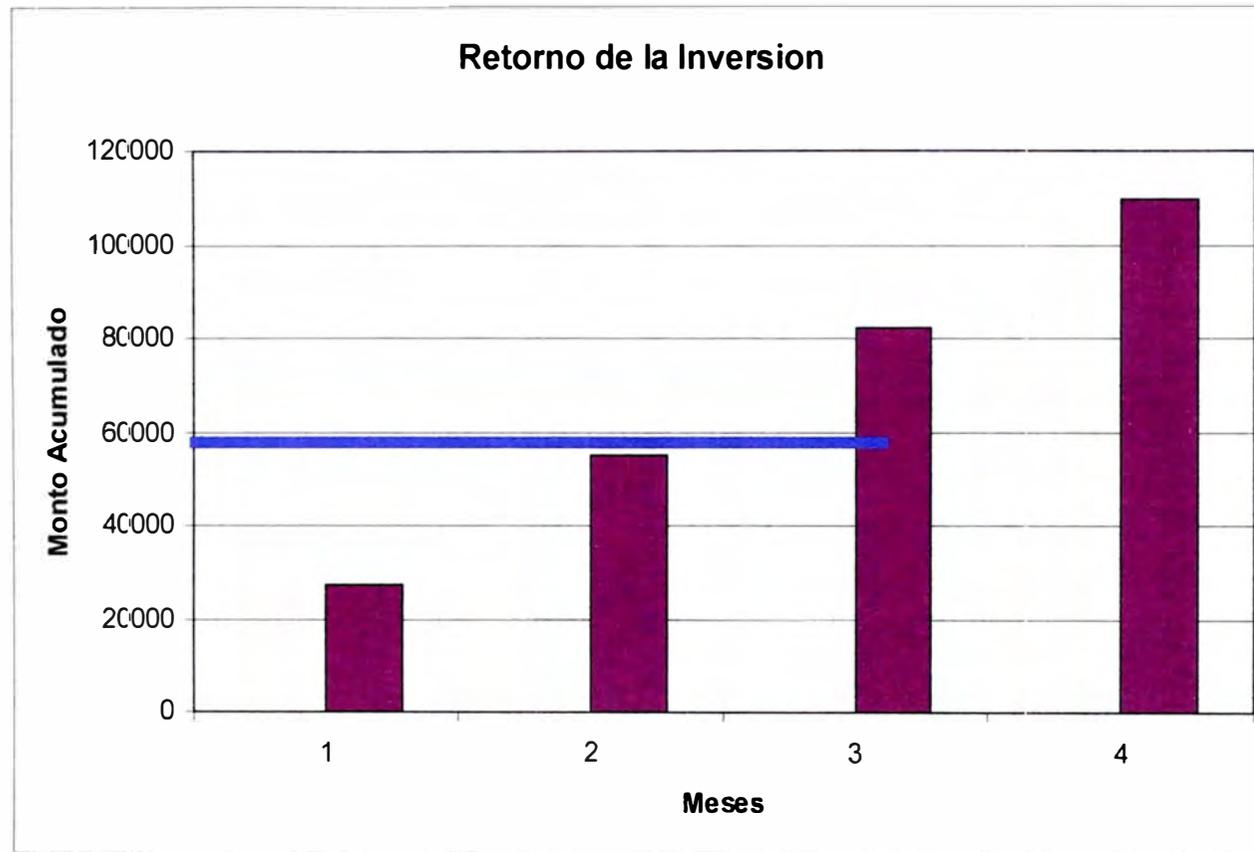
Sistema	Descripción	Costo de Materiales		Costo de Instalación			Costo Total
		Cantidad	Precio Unitario	Recursos Propios	Terceros	Días de Trabajo	
<b>Cortina de Agua</b>	Tina de acero inoxidable	1	400	74		1	474
	Bandeja acero inoxidable	1	400	74		1	474
	Canales de acero inoxidable	1	100	37		1	137
	Tuberías de agua y desagüe	1	100		50	3	250
	Modificación de Cabina de Pintado	1	800	74		3	1022
	Bomba de agua	1	100	37		1	137
<b>Pistolas de Aire Ionizado</b>	Sistema de pistolas de aire ionizado	3	600	37		2	1874
	Tuberías de aire presurizado	1	250	74		1	324
	Cableado para la alimentación eléctrica	1	50	37		1	87
	Modificación de cabina de flameado	1	800	74		2	948
Sub - Total							<b>5727</b>
Costos por paralización de la línea (\$)							<b>54000</b>
Adicionales (\$)							<b>273</b>
Costo Total (\$)							<b>60000</b>

Los valores que se muestran en la tabla están expresados en dólares y se está considerando un monto arbitrario de adicionales, el cual sumado a los costos de mano de obra, materiales, servicio de terceros y las pérdidas en que se incurrirían por la paralización de la línea nos da un monto total de 60000 dólares.

Teniendo como datos el aumento de la producción en promedio y la ganancia por pieza plástica, determinamos que el retorno de la inversión se daría en menos de tres meses:

Producción Promedio Semanal (und.)	180000
Ganancia Promedio Semanal (\$)	54000
Aumento % de la Producción	12,7
Aumento Promedio Semanal de la Producción (und.)	22860
Ganancia Adicional Promedio Semanal (\$)	6858
Ganancia Adicional Promedio Mensual (\$)	27432

## Grafico del Retorno de la Inversión



## **CONCLUSIONES**

La implementación de un sistema que remueva las partículas sólidas de las superficies de las piezas plásticas a pintar, compuesto básicamente de pistolas que emiten aire ionizado y de un sistema para retener las partículas de pintura pulverizada en la cabina de pintado, que consta de una cortina de agua que precipita la pintura al fondo de una tina de acero inoxidable, permitirá:

- Reducir las mermas, en el proceso de pintado de envases de plástico, en más del doce por ciento (12.7% promedio).
- Y aumentar la productividad de la línea de pintado de piezas plásticas en 30,6%

## **RECOMENDACIONES**

- En el transcurso de un año, con el adecuado mantenimiento de las línea de pintado de piezas plásticas, la debida capacitación del personal, manteniendo unos valores de merma del 1% como máximo y cero (0%) de reproceso, se deberá eliminar paulatinamente la sección dedicada a la inspección del 100% de las piezas al final de la línea, que comprende al área de inspección y selección y cambiarlo por una inspección aleatoria cada cierto tiempo.
- Realizar una investigación sobre los residuos de pintura que se acumularan en el fondo de la tina de acero inoxidable con la posibilidad de ser utilizados en otros procesos de pintado menos exigentes o como componentes de algún tipo de sustancia útil para la industria del plástico.

## BIBLIOGRAFIA

- M Díaz Gómez, CA Saboyá Callejas - 2003
- HORVÁTH, T. y BERTA, I. Static Elimination Chichester, Inglaterra, John Wiley & Sons Inc. 1982
- <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/4222-El-pintado-de-los-elementos-plasticos.html>
- [http://www.idasa.com/newportal/sub\\_menu/productos/celulas/flameado.htm](http://www.idasa.com/newportal/sub_menu/productos/celulas/flameado.htm)
- <http://cci-calidad.blogspot.com/2010/03/secado-ultravioleta-de-pinturas-y.html>
- <http://www.istas.net/fitema/att/di4.htm>
- <http://www.proyectosfindecarrera.com/tipos-compresores.htm>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo\\_por\\_inyecci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n)
- [http://html.rincondelvago.com/plasticos\\_6.html](http://html.rincondelvago.com/plasticos_6.html)
- [http://www.todoenplastico.com/noticias/noticia.asp?id\\_noticia=43](http://www.todoenplastico.com/noticias/noticia.asp?id_noticia=43)
- <http://www.airelimpioilimitado.net/page/aireionizado.html>

## ANEXO 1

### Especificación Técnica de las Pistolas de Aire Ionizado

Ficha Técnica

# Pistola Ionizadora TopGun

Pistola ergonómica, disipativa electrostática, que incorpora: electroválvula, filtro, regulación manual de caudal, indicador funcional luminoso, diseño apto para salas limpias y control del balance iónico para conseguir tensiones en los objetos a neutralizar inferiores a 100 Voltios.

#### INDICE

1. Introducción
2. Seguridad
3. Uso y funcionamiento
4. Especificaciones técnicas
5. Instalación
6. Puesta en funcionamiento
7. Comprobación funcional
8. Instalación del control remoto
9. Mantenimiento
10. Anomalías
11. Reparación / Calibración
12. Piezas de repuesto

#### 1. Introducción

Lea este manual íntegramente antes de comenzar a utilizar el producto. Es imprescindible seguir todas las instrucciones para asegurar el buen funcionamiento del aparato y para conservar los derechos de la garantía. Las disposiciones de la garantía figuran en las Condiciones generales de venta y suministro de productos y/o en el Resultado de actividades de Electrostatica.

#### 2. Seguridad

La instalación eléctrica o cualquier reparación deberá confiarse a un técnico electricista profesional.

Antes de realizar cualquier operación en el aparato: desconecte el equipo de la alimentación eléctrica.

Si se realizan cambios, ajustes, etc. sin el consentimiento previo por escrito o se utilizan piezas no originales en las reparaciones, el certificado de aprobación CE del equipo quedará anulado y el aparato estará fuera de garantía.

Procure que el aparato tenga una buena conexión a tierra. La toma de tierra es necesaria para un buen funcionamiento del aparato y para evitar el riesgo de descargas eléctricas accidentales.

#### 3. Uso y funcionamiento

La pistola de aire ionizado Topgun permite limpiar y neutralizar de forma simultánea piezas cargadas con electricidad estática y evitar que vuelvan a atraerse las partículas expulsadas. La pistola Topgun genera un caudal de aire que es rico en iones positivos y negativos. Cuando este caudal de aire se dirige hacia una zona cargada electrostáticamente, se produce un intercambio de electrones y la zona queda neutralizada y limpiada.

#### 4. Especificaciones técnicas

Tensión de red	230 V CA
Corriente (nominal)	5 mA (en espera), 50 mA (en fun- cionamiento)
Frecuencia	50 / 60 Hz
Conector	IEC 320
Medio de presión	Aire (o nitrógeno)
Presión máxima	7 bar (100 PSI)
Conexión de aire	1/8 NPT hembra
Consumo de aire	66 l/min a 2 bar, 30 l/min a 4 bar.
Filtro	0,01 micras
Nivel de ruido medio a una distancia de 60 cm de la tobera	76 dB a 2 bar, 69 dB a 4 bar, 97 dB a 7 bar
Producción de ozono	< 0,001 ppm, a 45 cm de la tobera a una presión de 1 bar
Equilibrio iónico	0 +/- 15 voltios
Temperatura de servicio	0 -40°C
Condiciones de uso	Industria Igera



**electrostatica**  
productos para salas limpias

Tel. +34 932 080 954  
Fax +34 934 585 316  
info@electrostatica.net  
www.electrostatica.net

## 5. Instalación

### 5.1 Comprobación

Compruebe que el Topgun haya llegado en perfecto estado y que la versión sea la correcta. Compruebe que los datos del albarán correspondan al producto recibido.  
Si tiene problemas o dudas: póngase en contacto con [electrostatica.net](http://electrostatica.net)

### 5.2 Montaje

#### 5.2.1 Montaje del alimentador

Monte el alimentador en la posición que desee, contra una pared o sobre/bajo una mesa de trabajo.

#### 5.2.2 Montaje del soporte de la pistola

Monte el soporte de la pistola en la posición que desee, contra una pared, encima o al lado de una mesa de trabajo o sobre el alimentador. Use los agujeros de la parte superior de la tapa para montar el soporte sobre el alimentador.

### 5.3 Conexión del aire comprimido



#### Advertencia:

El aire comprimido debe estar limpio, seco y sin aceite.  
La presión máxima permitida del aire comprimido es 7 bar (100 PSI).  
Use un filtro externo y un regulador de presión para este propósito.

El aire comprimido se conecta al alimentador a través de una boquilla hembra NPT de 1/8". En el envío se incluye una boquilla adaptadora (1/8" BSP). Conecte el aire comprimido a través de una tubería rígida o flexible. El diámetro de la tubería dependerá del consumo de aire. El diámetro interno mínimo debe ser 4 mm.

### 5.4 Conexión a la tensión de red



#### Advertencia:

Procure que el aparato tenga una buena conexión a tierra.  
La toma de red debe ser fácilmente accesible.

Compruebe que la tensión de red coincida con el valor que se indica en la placa de datos.  
Enchufe el cable de conexión en el conector del alimentador.  
Introduzca el enchufe en una toma de red con conexión a tierra.

## 6. Puesta en funcionamiento



#### Advertencia:

Si la pistola se utiliza con frecuencia o durante un periodo de tiempo amplio, se recomienda utilizar protectores auditivos.

Dirija la pistola al objeto que desea limpiar (distancia de 5 a 30 cm).

Apriete el gatillo (el indicador LED luce de forma más intensa).

Atención: Si el Topgun no se va a usar durante un periodo amplio: desconecte el enchufe de la toma de red.

#### Ajuste de la potencia de expulsión

El suministro de aire se puede ajustar con el tornillo del mango.

Giro del tornillo en el sentido inverso a las agujas del reloj: la potencia de expulsión aumenta.

Giro del tornillo en el sentido de las agujas del reloj:

la potencia de expulsión disminuye.

## 7. Comprobación del funcionamiento

La pistola tiene un indicador LED integrado con 2 niveles de intensidad luminosa. Cuando se activa la tensión de red, el LED se iluminará con poca intensidad. Una vez que la pistola se ha puesto en funcionamiento, se iluminará con mayor intensidad.

Hay que usar un medidor de campo electrostático como el 990 10292 para medir la eficacia de la pistola de aire ionizante Topgun. Mida la carga en el objeto antes y después de utilizar la pistola Topgun para el trabajo de soplado.

La carga medida deberá haber desaparecido.

**electrostatica**  
PROTECCIÓN ANTICARGA ESTÁTICA

Tel +34 932 080 954  
Fax +34 934 585 316  
info@electrostatica.net  
www.electrostatica.net

### 8. Instalación del control remoto



**Advertencia:**

Antes de realizar cualquier operación en el aparato: **desenchufe el equipo de la alimentación eléctrica.**

La instalación eléctrica o cualquier reparación deberá confiarse a un técnico electricista profesional.

**Resumen**

El alimentador puede equiparse con el interruptor (reté) de control remoto (no inalámbrico). La tensión de este circuito es 100 V CC. El alimentador se activa mediante los contactos.

**Instalación**

Extraiga los dos tornillos del lateral y abra la caja.

Retire la placa circular que tiene 1 mm de hendidura junto al conector IEC.

Acople un racor e introduzca la manguera a través suyo.

Conecte las clavijas de patillas planas al cableado.

Conecte las clavijas de patillas planas en las lengüetas J4 y J5.

Cierre la caja y apriete los dos tornillos del lateral.

Atención: Si se utiliza el control remoto, el LED de la pistola indica "espera activa" (tucirá debilmente).

### 9. Mantenimiento



**Advertencia:**

Antes de realizar cualquier operación en el aparato: **desconecte la alimentación eléctrica.**

#### 9.1 Punta de ionización

La punta de ionización debe estar limpia y afilada.

Limpieza regularmente con un trozo de algodón o un paño suave impregnados en alcohol.

Asegúrese de que:

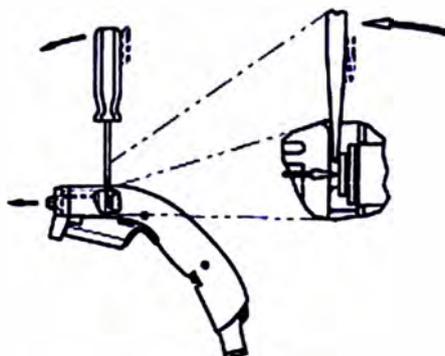
no quedan pelusas en la barra de ionización.

la punta esté totalmente seca antes de volver a encender la pistola.

#### 9.2 Sustitución del filtro

- El filtro se vuelve de color rojo cuando está sucio. Cámbielo cuando esté descolorido.
- Desconecte la alimentación eléctrica.
- Desconecte el suministro de aire comprimido.
- Retire el filtro.

Para ello, introduzca un destornillador entre el filtro y el anillo de retención. Empuje el filtro hacia fuera tal como ilustra la imagen.



- Monte un nuevo filtro y presiónelo hasta acopiarlo en su lugar.

## Ficha Técnica

### 10. Anomalías

Problema	Causa	Solución
Ausencia de aire en la pistola (no sopla)	No hay tensión de red	Restablezca la tensión de red
	No hay aire comprimido	Restablezca el suministro de aire comprimido
	Tobera del filtro obstruida	Cambie la tobera del filtro
Ausencia de ionización (el indicador LED de la pistola no se enciende)	No hay tensión de red	Restablezca la tensión de red
	Defecto del alimentador	Repáre el alimentador

### 11. Reparación / Calibración



**Advertencia:** Las reparaciones deberán confiarse a un técnico electricista profesional. Cuando abra el alimentador, estará expuesto a zonas con tensiones peligrosas. SIMCO recomienda que envíe la instalación completa (pistola + alimentador) cuando necesite repararse y/o calibrarse. Empaquetelos adecuadamente e indique claramente la razón del envío.

### 12. Piezas de repuesto

	Juego de filtros (2 U )
	Soporse cogante de la pistola
131.5D103	Pistola con 3 m de cable/manguera
131.5D106	Pistola con 6 m de cable/manguera
	Transformador de alta tensión - 230 V
	Tarjeta de circuito impreso del alimentador - 230 V
	Electrovalvula de aire - 230 V

**electrostatica**  
proyectos, productos, soluciones, calidad

Tel +34 932 080 954

Fax +34 934 585 316

info@electrostatica.net

www.electrostatica.net

## ANEXO 2

### Procedimiento de la Prueba de Bulk

#### 1. OBJETIVO

Determinar la resistencia del pintado al bulk del producto, en componentes plásticos.

#### 2. ALCANCE

Se aplica para evaluar la resistencia del pintado de componentes plásticos.

#### 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No aplica.

#### 4. TERMINOLOGIA

**Bulk.**- producto semielaborado, compuesto de materias primas y/o concentrados. Producto listo para ser envasado.

#### 5. BREVE DESCRIPCION

Este método consiste en aplicar bulk a las muestras pintadas y dejarlas en una estufa a temperatura ( $40 \pm 5^\circ\text{C}$ ), humedad ( $70 \pm 25\%$ ), con observaciones periódicas.

#### 6. EQUIPOS Y MATERIALES

Estufa  
Bandeja.  
Procedimiento de prueba  
Formatos para el reporte o informe  
Bulk  
Algodón  
Muestras pintadas. (Se consideraran como mínimo 10 unidades)

#### 7. PREPARACION DE LA MUESTRA

Las muestras deben estar limpias y secas, libre de deterioro o imperfecciones.  
Las muestras deben tener por lo menos 92 horas de pintadas para asegurar una buena adherencia del recubrimiento (pintura UV)  
Se debe examinar el brillo de las muestras y la homogeneidad de la impresión.

#### 8. DESARROLLO

Cubrir el envase con el bulk seleccionado.  
Colocarlo en una bandeja.  
Dejarlo dentro de una estufa a  $40 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Registrar hora de inicio y condiciones del ensayo.

Realizar la primera observación luego de transcurrida 1 hora, limpiar la superficie impresa con un algodón remojado en bulk y verificar que no presenten decoloración, ampolladuras, y / o desprendimiento de la impresión. Cubrir nuevamente la pieza con bulk y dejar en reposo dentro de la estufa.

Repetir los dos pasos anteriores cada hora hasta cumplir la sexta hora.

En ninguna de las observaciones horarias deberá presentarse, ampolladuras y/o desprendimiento del pintado. De presentarse estos detener el ensayo y anotar la hora de ocurrido el defecto.

Luego de la sexta observación, cubrir nuevamente el envase y dejarlo en la estufa a  $40 \pm 5^\circ\text{C}$

Transcurridas las 24 horas de iniciado el ensayo, tomar un poco de algodón mojarlo con bulk y limpiar suavemente las piezas sometidas al ensayo; no deben presentar ampolladuras y/o desprendimiento de la pintura, concluida la observación cubrirlos con el bulk y colocarlos en la estufa, repetir estos pasos a las 48, 72 y 120 horas, de iniciado el ensayo.

La muestra es conforme si no presenta desprendimiento y/o ampolladuras del pintado al final del test. (168 horas)

#### 9. CALCULOS

No Aplica

#### 10. REPORTE

El reporte deberá incluir:

Nombre, código y proveedor del artículo.  
Cantidad de muestras ensayadas.  
Condiciones de temperatura.  
Resultado de la evaluación. El resultado de la evaluación debe considerar integridad del pintado y del material de la muestra.