



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



**Propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en una  
línea de ensamble de filtros sellados**

**Caso: Empresa Affinia Venezuela C.A.**

Tutor: Florángel Ortiz.

Autores:

Juan Benavente C.I: 20.161.466

Andreina Hernández; C.I: 20.382.403

Valencia, 2014



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



## **Propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en una línea de ensamble de filtros sellados**

### **Caso: Empresa Affinia Venezuela C.A.**

Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre universidad de Carabobo como requisito final para optar al título de ingeniero industrial

Tutor: Florángel Ortiz.

Autores:

Juan Benavente C.I: 20.161.466

Andreina Hernández; C.I: 20.382.403

Valencia, 2014



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería



## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “Propuestas de mejora para la reducción de desperdicios en una línea de ensamble de filtros sellados. Caso: Empresa Affinia Venezuela C.A”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Ing. de productividad e innovación tecnológica” del Departamento de Métodos, presentado por los Bachilleres Andreina Hernández Avilez, C.I. 20.382.403 y Juan Benavente Sánchez C.I. 20.161.466 , a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día jueves 29 de mayo de 2014, a las 3:00 pm, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo, en el Salón SDC, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el precitado Reglamento.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 29 días de mayo de 2014, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Florángel Ortiz.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Florángel Ortiz  
Presidente del Jurado

Prof. Silvia Sira  
Miembro del Jurado

Prof. Sergio Noguera  
Miembro del Jurado



---

## Agradecimientos.

Desde lo más profundo de mi corazón agradezco en primer lugar a Dios todo poderoso, sin él, ninguna de mis metas se cumplirían y no sería quién soy en estos momentos, así que muchísimas gracias, padre celestial, por ésta enorme oportunidad de formación profesional y de haber culminado con éxito uno de los grandes retos y más anhelado sueño que he tenido.

A la Universidad de Carabobo por permitirme desarrollar mis conocimientos y convertirme un profesional de este país. A Todos y cada uno de los profesores de la facultad de ingeniería que impartieron sus conocimientos con la intención de formar verdaderos profesionales, por su tiempo, dedicación, paciencia y por su puesto su experiencia. Un especial agradecimiento a los profesores: Ruth Illada, Manuel Jiménez, Karelis Osta, Ilse y Enrique Pérez y demás profesores de la escuela de industrial. También extendo mi agradecimiento a Adriana por su gran labor, siempre estar pendiente de uno y prestarnos la mejor de las ayudas.

Por supuesto a nuestra tutora, la profesora Florángel Ortiz, por su tiempo y sus conocimientos a la hora de guiarnos en la realización de éste trabajo de grado. Así mismo a los miembros del jurado, los profesores Sergio Noguera y Silvia Sira, por sus consejos, recomendaciones e indicaciones para ser el día de mañana un excelente Ingeniero Industrial.

A mis padres, a mi hermano, a mis abuelos, a mis tíos, a mi madrina y demás familiares que siempre confiaron en mí y me apoyaron en todo momento, gracias por su incondicionalidad, así como aquellos amigos considerados hermanos que siempre están ahí para mí sin importar las circunstancias.

Al personal de la empresa Affinia Venezuela (Filtros Wix) por brindarme mi primera experiencia laboral en mi área, por las ayudas prestada en la realización de este trabajo de investigación y por el conocimiento, así como los consejos y recomendaciones que me dieron durante mi estadía.

**Juan P. Benavente S.**



## **Dedicatoria.**

Uno de mis grandes sueños es el de ser Ingeniero Industrial, y ha sido un arduo camino lleno de interesantes anécdotas, con la realización de éste trabajo, ese sueño se vuelve hoy una realidad, es por eso que va dedicado a:

Dios primeramente, por las fuerzas, la voluntad, la oportunidad y el día a día que me regalaste para llegar hasta este punto, este trabajo de investigación también es tuyo.

A mi mamá, Carolina Sánchez, por ser esa mujer incansable que me ha dado el amor incondicional más puro e irrefutable, gracias por siempre estar conmigo, por confiar en mí y darme la vida que tengo. Igualmente a mi papá, Pablo Benavente, por mantenerse a mi lado en cada momento, aconsejarme y brindarme su cariño. Este trabajo también es fruto de ambos.

A mis abuelos Gladys, César y Adela, no existe amor más respetable como el de ustedes, y es un honor para mí dedicarles esté logro. A mi hermanito Juan José, mi vida sin él no sería igual. A mi tía Mercedes, por ser esa segunda mamá que participó en mi crianza desde que era un bebé. A mis tíos César, Carlos, Diolena, Alba, Elia, Juan Carlos y Oscar, por su confianza y apoyo. A mi madrina Esperanza, por su amor y compañía todos estos años. A mi prima Anmarie por ser la hermana que nunca tuve, por impulsarme, aconsejarme y estar a mi lado sin importar el cuándo ni el por qué.

Por supuesto a mis amigos-hermanos cuya compañía siempre es grata y especial por ser quienes son: Oscar, Willy, Ender, Guillermo, Tete, Beatriz, Jhonathan, Milena, Karelis y Eliana.

Y por último pero no menos especial, a mis compañeros de clases y casi colegas que han recorrido este arduo camino conmigo, este trabajo también es de ustedes: Alicia, Meyli, Héctor, Daniel, Mary, Eduardo, Maru, Carla y por supuesto a mi súper compañera de trabajo Andreina Hernández.

**Juan P. Benavente S.**



## **Agradecimientos.**

En primer lugar agradezco infinitamente a Dios por darme fuerzas en todo momento, con su ayuda pude culminar con éxito este trabajo que hoy me convierte en Ingeniero Industrial.

A la ilustre Universidad de Carabobo de la que siempre he estado orgullosa de pertenecer, por haber sido la fuente de mis conocimientos, a sus mentores que semestre a semestre fueron formándome para convertirme en la profesional que hoy soy. Tanto los del básico de los cuales recuerdo con especial admiración a: Eliezer Montilla, Tatiana Rybak, Pedro Martínez y Alberto Martínez, como a los de la escuela de Industrial: Ilse Pérez, Manuel Jiménez, Karelys Osta y Ruth Illada.

A nuestra tutora la Prof. Florángel Ortiz quien estuvo siempre dispuesta a ayudarnos, guiándonos en ese largo camino con sus conocimientos, exigencias y valiosas recomendaciones logró que hiciéramos un magnífico trabajo.

A nuestros jurados la Prof. Silvia Sira de quien tuve la oportunidad de recibir clases y cuyo aprendizaje fue de gran relevancia en este trabajo y al Prof. Sergio Noguera a quien tuve la dicha de conocer en esta última etapa, él nos hizo importantes recomendaciones que agregaron valor a nuestro trabajo de grado.

A nuestra querida y colaboradora secretaria Adriana por la que todas las escuelas nos envidian, gracias por ayudaron siempre, la Universidad de Carabobo necesita más trabajadoras como tú.

A mis padres, mi hermano, mis tíos, mis primos, a mis abuelitos en el cielo, a mi madrina, a Roci, gracias son parte importante en este sueño, sin su apoyo incondicional y su confianza en mí esto no hubiese sido posible.

A todos mis compañeros en la empresa Pirelli Venezuela, siempre amables y colaboradores: Nelson, Oriana, Johenny, Lisette M., Liseth R. y la Sra. Ana, allí pude aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad y obtener una experiencia laboral que me ayudo en la ejecución de este trabajo.

Por último a mis compañeros al final de este camino Jorge, Diana y John, mis colegas pasantes que hoy son mis grandes amigos, gracias chicos se ganaron mi cariño muy rápido y me dieron ánimo siempre que lo necesité.

Hoy es el día perfecto para decir: “NO FUE FÁCIL PERO LO LOGRÉ”.

**Andreina A. Hernández A**



---

## Dedicatoria

Al final de esta batalla quiero dedicarle el logro más importante de mi vida a:

Dios en primer lugar, quien guía mi camino y me ayudó a mantenerme firme en todas las dificultades que se presentaron que no fueron pocas pero nunca permitió que siquiera pensara en rendirme.

A los seres que más quiero en el mundo, mis padres, a mi mamá, esa mujer fuerte y dispuesta hacer todo por mí, que fue mi apoyo más grande, ese polo a tierra que me mantuvo luchando día a día en esta carrera y que me dijo: “no importa si te gradúas en 5 años o más, lo importante es que sigas luchando al igual que hoy por cumplir todas tus metas y sé que un día diré con orgullo mi hija es Ingeniera Industrial”. Por otro lado mi papá comprensivo y cariñoso que no le importa cuanto haya crecido sigo siendo su niña, quien nunca dio un no por respuesta cuando de gastos de la universidad se trataba y sé que el hecho de que yo haya culminado una carrera profesional lo hace el hombre más feliz del mundo.

A mi hermanito Javier quien le pone un toque de locura a mi familia, el nunca dudo de mis capacidades y siempre me dijo “relájate tú puedes con eso y mucho más”.

A mi prima Julia mejor dicho mi hermana, mi compañera de aventuras de la infancia y quien estuvo pendiente en cada paso que daba en mi carrera sin importar la distancia que nos separa.

A mi familia en general que manifestaron su interés y su apoyo en mis estudios, a mis tíos y primos en Colombia en especial mi tía Gloria, y mis primas(os) María Julia, Cindy, Erika, Diana, Cristian y para las que están más cerquita mis primas Ivanita y Aldais.

A mis amigos que estuvieron desde los primeros semestres, Meyli, Alicia y Juan Pablo, más que amigos se convirtieron en mi familia de la Universidad para apoyarnos en las dificultades y celebrar los buenos momentos. En especial Juan Pablo mi mejor compañero en este largo camino que incluso en este trabajo estamos juntos. Y en la escuela la familia siguió creciendo y a los nuevos integrantes también quiero dedicarles este triunfo sin ustedes esto no hubiese sido igual: Mary, Eduardo, David, María Eugenia, Rosa, Carla, Héctor y Daniel, muchas experiencias vividas, mucho que recordar, los quiero.

Finalmente a mi parche Naty, Yami, Lau, Lui, Lala, Cata fueron parte muy importante en este camino siempre con una palabra de aliento cuando lo necesite no importa cuán lejos estemos este éxito también se lo dedico a ustedes.

**Andreina A. Hernández. A.**



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN  
UNA LÍNEA DE ENSAMBLE DE FILTROS SELLADOS**

**CASO: EMPRESA AFFINIA VENEZUELA C.A.**

**Tutor:** Florángel Ortiz

**Autores:**

Andreina Hernández

Juan Pablo Benavente

**RESUMEN**

El trabajo de grado presentado a continuación se elaboró en la empresa Affinia Venezuela (Wix) con el objetivo de plantear propuestas de mejoras para la disminución de desperdicios en la línea USA (Unidad Sellada Automotriz). Con ayuda de la metodología ESIDE, se logró identificar y clasificar los desperdicios presentes en el proceso productivo, luego se cuantificaron y analizaron con la utilización de herramientas de ingeniería industrial con el fin de hallar las causas raíces que afectan con mayor impacto a la generación de los mismos. Se evaluaron alternativas de mejora para elegir la solución más adecuada y reducir o eliminar el desperdicio encontrado. Se estimaron los costos de implementación de cada una de las propuestas seleccionadas, así como el ahorro monetario adquirido por las mismas. El tiempo de recuperación de la inversión sería de 3,2 meses, por lo que se considera económicamente factible. La implementación de las propuestas traería una reducción de 43,27% del producto defectuoso, 16,39% en las paradas no planificadas y 95% del desperdicio de material por partes sobrantes en la línea.

**Palabras Claves:** Desperdicio; paradas no planificadas; disminución de desperdicio; scrap; material; calidad.





## INDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| RESUMEN .....  | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                              | ix   |
| INDICE DE TABLAS .....                               | xi   |
| INDICE DE GRÁFICOS .....                             | xiii |
| LISTA DE ANEXOS .....                                | xiv  |
| INTRODUCCIÓN .....                                   | 1    |
| CAPITULO I GENERALIDADES.....                        | 3    |
| 1.1 La empresa.....                                  | 3    |
| 1.1.1 Descripción de la empresa .....                | 3    |
| 1.1.2 Reseña histórica.....                          | 3    |
| 1.1.3 Misión .....                                   | 4    |
| 1.1.4 Visión.....                                    | 4    |
| 1.1.5 Política de la calidad.....                    | 4    |
| 1.1.6 Políticas de seguridad, salud y ambiente ..... | 4    |
| 1.1.7 Productos .....                                | 5    |
| 1.1.8 Estructura organizacional .....                | 7    |
| 1.2 Planteamiento del problema .....                 | 10   |
| 1.2.1 Formulación del problema. ....                 | 14   |
| 1.2.2 Sistematización del problema.....              | 14   |
| 1.3 Objetivos de la investigación. ....              | 15   |
| 1.3.1 Objetivo general .....                         | 15   |
| 1.3.2 Objetivos específicos.....                     | 15   |
| 1.4 Justificación del problema.....                  | 15   |
| 1.5 Alcance y limitaciones. ....                     | 16   |
| CAPITULO II MARCO DE REFERENCIA.....                 | 17   |
| 2.1 Antecedentes.....                                | 17   |
| 2.2 Marco teórico .....                              | 18   |
| 2.2.1 Bases teóricas .....                           | 18   |



|   |     |
|---|-----|
| 2.2.2 Marco conceptual. ....  | 36  |
| CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO. ....   | 38  |
| 3.1 Nivel y diseño de la investigación. ....  | 38  |
| 3.2 Unidad de análisis.....   | 38  |
| 3.3 Fuentes y técnicas para la recolección de información.....                                    | 38  |
| 3.4 Técnicas de procesamiento y análisis de la información. ....                                  | 39  |
| 3.5 Fases de la investigación.....  | 40  |
| CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....   | 41  |
| 4.1 Descripción general del proceso de fabricación de filtros línea USA.....                      | 41  |
| 4.1.1 Producto. ....  | 41  |
| 4.1.2 Materiales e insumos.....   | 42  |
| 4.1.3 Equipos y herramientas.....   | 47  |
| 4.1.4 Área de trabajo. ....   | 53  |
| 4.1.5 Proceso. ....   | 55  |
| CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....  | 66  |
| 5.1 Identificación, descripción y análisis de desperdicios. ....                                  | 66  |
| 5.1.1 Desperdicio: Producto defectuoso.....   | 66  |
| 5.1.2 Desperdicio: Parte sobrante de Insumo.....  | 82  |
| 5.1.3 Desperdicio: Paradas no planificadas.....   | 84  |
| 5.1.4 Desperdicio: Condiciones ambientales inadecuadas.....                                       | 88  |
| CAPÍTULO VI PROPUESTAS DE MEJORA.....   | 90  |
| 6.1 Propuesta para la reducción de filtros engargolados abollados.....                            | 90  |
| 6.2 Propuesta para mejorar el probador de rosca .....   | 96  |
| 6.3 Propuesta para la reducción de elementos filtrantes golpeados.....                            | 101 |
| 6.4 Propuesta de plan de mantenimiento en la línea USA.....                                       | 108 |
| 6.5 Propuesta para la disminución de desperdicio de material.....                                 | 113 |
| 6.6 Propuesta para la reducción del tiempo improductivo debido a la preparación de la línea. .... | 118 |
| 6.7 Propuesta para mejorar la iluminación del galpón. ....  | 135 |
| 6.8 Análisis costo-beneficio .....  | 139 |



---

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| CONCLUSIONES .....              | 141 |
| RECOMENDACIONES .....           | 143 |
| ANEXOS .....                    | 139 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 184 |



## ÍNDICE DE FIGURAS.

|  |     |
|--|-----|
| Figura Nº 1 Filtro de aire .....   | 6   |
| Figura Nº 2 Filtros de aceite.....   | 6   |
| Figura Nº 3 Filtros de combustible .....   | 7   |
| Figura Nº 4 Organigrama general. ....  | 8   |
| Figura Nº 5 Organigrama del Departamento de Operaciones.....                     | 9   |
| Figura Nº 6 Aspectos principales del ESIDE.....                                  | 19  |
| Figura Nº 7 Eficiencia Global de los equipos (OEE) .....                         | 24  |
| Figura Nº 8 Círculo de Shewhart.....   | 33  |
| Figura Nº 9 Despiece de un filtro de aceite perteneciente a la familia 515. .... | 42  |
| Figura Nº 10 Lay-Out Área de Elementos I .....                                   | 57  |
| Figura Nº 11 Lay-Out Área de Engargolado USA .....                               | 59  |
| Figura Nº 12 Lay-Out Área de Pintura USA .....                                   | 63  |
| Figura Nº 13 Lay-Out Área de Empaque USA .....                                   | 64  |
| Figura Nº 14 Diagrama de operaciones del proceso de la línea USA.....            | 65  |
| Figura Nº 15 Topes desajustados .....  | 78  |
| Figura Nº 16 Mal posicionamiento .....   | 79  |
| Figura Nº 17 Mal posicionamiento .....   | 79  |
| Figura Nº 18 Desplazamiento de filtro.....                                       | 79  |
| Figura Nº 19 Probador de fuga automático.....                                    | 80  |
| Figura Nº 20 Exceso de pintura .....   | 81  |
| Figura Nº 21 Atasco en probador de rosca .....                                   | 81  |
| Figura Nº 22 Resina doble cara .....   | 83  |
| Figura Nº 23 Verter resina en tolva .....  | 83  |
| Figura Nº 24 Poka-Yoke para el probador de fuga automático .....                 | 95  |
| Figura Nº 25 Baranda de ligas .....  | 99  |
| Figura Nº 26 Probador de rosca con baranda de banda elástica.....                | 100 |
| Figura Nº 27 Detector de acumulación de elementos. ....                          | 105 |
| Figura Nº 28 Plancha metálica o soporte para cadena .....                        | 106 |
| Figura Nº 29 Sirena dinámica 120 db .....  | 107 |
| Figura Nº 30 Relé.....   | 107 |
| Figura Nº 31 Sensor foto-receptivo .....   | 107 |
| Figura Nº 32 Reflector para foto-celda.....                                      | 107 |
| Figura Nº 33 Dispositivo de rodillos para extracción de resina .....             | 116 |
| Figura Nº 34 Elevador de tambores eléctrico.....                                 | 117 |
| Figura Nº 35 Caja de herramientas.....   | 126 |
| Figura Nº 36 Ejemplo de organización de herramientas .....                       | 127 |
| Figura Nº 37 Bandejas móviles .....  | 129 |



---

|  |     |
|--|-----|
| Figura Nº 38 Cartelera de informativa puesta a punto .....   | 131 |
| Figura Nº 39 Alicata ajustable para filtros de aceite.....   | 132 |
| Figura Nº 40 Sierra eléctrica para la prueba de gancho ..... | 133 |
| Figura Nº 41 Tubo fluorescente .....                         | 136 |
| Figura Nº 42 Lámina traslúcida blanca.....                   | 136 |
| Figura Nº 43 Lay-Out láminas traslúcidas galpón 3 .....      | 137 |



## INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla Nº 1 Cantidad y costo promedio de Scrap .....                   | 12  |
| Tabla Nº 2 Paradas no programadas .....                               | 13  |
| Tabla Nº 3 Clasificación OEE.....                                     | 24  |
| Tabla Nº 4 Familia de filtros .....                                   | 41  |
| Tabla Nº 5 Tipos de familia filtros de aceite .....                   | 43  |
| Tabla Nº 6 Ancho de polietileno .....                                 | 46  |
| Tabla Nº 7 Equipos y herramientas usados en la Línea USA. ....        | 48  |
| Tabla Nº 8 Desperdicios presentes en la línea USA. ....               | 67  |
| Tabla Nº 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA .....    | 69  |
| Tabla Nº 10 Causas de defectos.....                                   | 74  |
| Tabla Nº 11 Scrap Resina D/C 2013.....                                | 83  |
| Tabla Nº 12 Equipos que presentan fallas comunes en la línea USA..... | 87  |
| Tabla Nº 13 Niveles de iluminancia Línea USA .....                    | 89  |
| Tabla Nº 14 Evaluación de alternativas para la propuesta Nº1 .....    | 92  |
| Tabla Nº 15 Evaluación de la propuesta Nº 1 .....                     | 94  |
| Tabla Nº 16 Evaluación de alternativas para la propuesta Nº2.....     | 97  |
| Tabla Nº 17 Evaluación de la propuesta Nº2 .....                      | 101 |
| Tabla Nº 18 Evaluación de alternativas para la propuesta Nº3.....     | 103 |
| Tabla Nº 19 Evaluación de la propuesta Nº3 .....                      | 108 |
| Tabla Nº 20 Plan de Acción. ....                                      | 110 |
| Tabla Nº 21 Evaluación de la propuesta Nº4 .....                      | 112 |
| Tabla Nº 22 Evaluación de alternativas para la propuesta Nº5.....     | 114 |
| Tabla Nº 23 Evaluación de la propuesta Nº5 .....                      | 117 |
| Tabla Nº 24 Evaluación de alternativas para la propuesta Nº6.....     | 119 |
| Tabla Nº 25 Puesta a punto Elementos .....                            | 121 |
| Tabla Nº 26 Puesta a punto Pintura.....                               | 123 |
| Tabla Nº 27 Evaluación de la propuesta Nº6 .....                      | 135 |
| Tabla Nº 28 Evaluación de soluciones de la propuesta Nº7 .....        | 138 |
| Tabla Nº 29 Tiempo de recuperación de la inversión.....               | 139 |
| Tabla Nº 30 Defectos considerados para el estudio .....               | 147 |
| Tabla Nº 31 Resultados filtros engargolados .....                     | 150 |
| Tabla Nº 32 Resultados filtros pintados .....                         | 150 |
| Tabla Nº 33 Resultados de papel filtrante .....                       | 151 |
| Tabla Nº 34 Resultados Elementos Filtrantes.....                      | 151 |
| Tabla Nº 35 Costos de propuesta Nº1 .....                             | 162 |
| Tabla Nº 36 costos de propuesta Nº2 .....                             | 163 |
| Tabla Nº 37 Lista de costos para Propuesta Nº3 .....                  | 164 |



---

|  |     |
|--|-----|
| Tabla N° 38 Costo propuesta N°4. ....                                      | 165 |
| Tabla N° 39 Costo propuesta N°5 .....                                      | 167 |
| Tabla N° 40 Costos de bandejas móviles.....                                | 168 |
| Tabla N° 41 Costos pintado del Lay-Out para la colocación de bandejas..... | 169 |
| Tabla N° 42 Costos cartelera informativa puesta a punto .....              | 170 |
| Tabla N° 43 Costo alicata ajustable para filtros (zuncho).....             | 170 |
| Tabla N° 44 Costos dotación de caja de herramientas .....                  | 171 |
| Tabla N° 45 Costo de sierra eléctrica.....                                 | 171 |
| Tabla N° 46 Costo propuesta N°6 .....                                      | 172 |
| Tabla N° 47 información del análisis de pareto .....                       | 173 |
| Tabla N° 48 Porcentaje de reducción de paradas por SMED .....              | 177 |
| Tabla N° 49 Ahorro del plan de acción por piezas defectuosas .....         | 179 |
| Tabla N° 50 Ahorro del plan de acción por fallas mecánicas .....           | 179 |
| Tabla N° 51 Ahorro por la aplicación de la metodología SMED .....          | 180 |



---

## INDICE DE GRÁFICOS

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico N° 1 Pareto de costos promedio mensual por scrap en la línea USA..... | 68  |
| Gráfico N° 2 Paradas no planificadas reportadas en 2012.....                  | 85  |
| Gráfico N° 3 Tiempo requerido para realizar las operaciones en el área.....   | 86  |
| Gráfico N° 4 Pareto defectos filtros engargolados.....                        | 152 |
| Gráfico N° 5 Pareto defectos filtros pintados.....                            | 153 |
| Gráfico N° 6 Pareto defectos papel filtrante.....                             | 154 |
| Gráfico N° 7 Pareto defectos elementos filtrantes.....                        | 154 |
| Gráfico N° 8 Diagrama de Gantt PAP Elementos.....                             | 156 |
| Gráfico N° 9 Diagrama de Gantt PAP Engargolado.....                           | 157 |
| Gráfico N° 10 Diagrama de Gantt PAP Pintura.....                              | 158 |
| Gráfico N° 11 Diagrama de Gantt nuevo PAP Elementos.....                      | 159 |
| Gráfico N° 12 Diagrama de Gantt nuevo PAP Engargolado.....                    | 160 |
| Gráfico N° 13 Diagrama de Gantt nuevo PAP Pintura.....                        | 161 |





---

## LISTA DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO I Estudio del scrap generado en la línea.....     | 146 |
| ANEXO II Diagramas de Gantt de los Puesta a punto ..... | 155 |
| ANEXO III Estimación de costos.....                     | 162 |
| ANEXO IV Estimación de ahorros.....                     | 173 |
| ANEXO V Estandarización de Puesta a Punto .....         | 181 |



---

## INTRODUCCIÓN

Affinia Venezuela C.A. se encarga de la fabricación de filtros de aire, combustible, aceite y agua orientados al sector automotriz e industrial. Esta empresa, con el fin de satisfacer las necesidades del mercado y cumplir con los cada vez más exigentes requerimientos de los clientes, se ve en la necesidad de realizar estudios que conlleven a la mejora continua de sus procesos, la reducción de desperdicios como tiempos improductivos, pérdidas de materiales, piezas defectuosas, entre otros.

La línea USA (Unidad Sellada Automotriz) produce la mayor cantidad de producto terminado en la planta, el cual tiene la mayor demanda del mercado. Debido al mal estado de los equipos, personal, materia prima usada, entre otros es la línea que ocasiona los costos más elevados a nivel de desperdicios generados. Con la finalidad de solventar esta problemática se realiza este Trabajo de Grado cuyo objetivo general es proponer mejoras para disminuir desperdicios en dicha línea, a través de herramientas de ingeniería industrial y mejora continua.

El presente trabajo está compuesto por 6 capítulos: El capítulo I Aspectos generales que contiene las características de la empresa, el Planteamiento del problema en donde se describe la problemática actual, el objetivo general y los específicos que permitieron lograr el cumplimiento del mismo, la justificación y los alcances y limitaciones.

El capítulo II Marco de referencia en el cual se habla de los antecedentes de la investigación y el marco teórico y conceptual con la intención de definir todas aquellas teorías y conceptos que se usaron para el desarrollo de este trabajo de investigación.

El capítulo III Marco metodológico donde se presentan el nivel y diseño de la investigación, unidad de análisis, fuentes y técnicas para la recolección y análisis de datos así como también las fases de la investigación.



En el capítulo IV se trata el análisis de la descripción actual en el cual se describe el producto, los proveedores y clientes, el proceso de producción de la línea, las máquinas y herramientas que se emplean y el medio ambiente de trabajo en la actualidad.

La identificación y cuantificación de los desperdicios detectados en la línea se muestran en el capítulo V análisis de la situación actual, para ello se utilizaron algunos pasos de la metodología ESIDE, los 5 ¿por qué?, diagrama de Pareto, entrevista directa, entre otras.

El capítulo VI Propuestas de mejora, se plantean oportunidades de mejoras con la finalidad de reducir desperdicios de producto defectuoso, tiempo improductivo y pérdida de materiales en la línea, además de detallar las ventajas y desventajas de dichas propuestas. Luego se especifican los costos necesarios y los ahorros que se obtendrían con la implementación de estas propuestas.

Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo y las recomendaciones ofrecidas a la empresa.



---

## CAPITULO I GENERALIDADES

En el presente capítulo se describe el problema planteado junto con el objetivo general y los específicos, así como los aspectos generales de la empresa en estudio.

### 1.1 LA EMPRESA

#### 1.1.1 Descripción de la empresa

Affinia Venezuela CA (Filtros Wix) es una empresa manufacturera encargada del ensamble y comercialización de diferentes tipos de filtros, como de aire panel y radial, filtros de aceite y combustible para el sector automotriz, vehículos livianos, camionetas, autobuses, y el sector industrial, vehículos de carga pesada, camiones, maquinaria, etc. La empresa fabrica filtros de aceite tanto marca Wix como Lee Martin.

Affinia (Filtros Wix) posee 8 plantas alrededor del mundo, 3 de ellas en USA, una en Polonia, una en Brasil, una en Ucrania, una en México y una en Venezuela.

#### 1.1.2 Reseña Histórica

Basándose en la idea de que el cambio de filtros no debería complicarse al momento de la fabricación de los mismos, John Doan “Jack” Wicks y Paul G. Crawshaw fundaron Filtros Wix en 1.939. Para ese entonces la empresa estaba enfocada en elaborar los primeros filtros de aceite para equipos agrícolas que fueran económicos, con una alta eficiencia y además populares.

Actualmente, la gran mayoría de vehículos en el mundo utilizan filtros de aceites basándose en el diseño enroscable, pero no fue sino en 1.954 que Wix inventó el primer y revolucionario filtro de aceite con este diseño, y fue adoptado como equipo original para el Lincoln Continental, Thunderbird de Ford y el Mercury Turnpike Cruiser en 1.956.

Desde 1.968, WIX es patrocinante oficial de las carreras NASCAR con varios de sus filtros demostrando su desempeño en estas competencias.



---

Para 1.982 WIX inicia la fabricación de sus productos en Venezuela.

### **1.1.3 Misión**

“Convertirse en una empresa de clase mundial, de manufactura y distribución global de productos de reposición y servicios, para aplicaciones automotrices e industriales”.

### **1.1.4 Visión**

“Ser la mejor compañía fabricante de filtros con el mejor personal a nivel mundial”

### **1.1.5 Política de la Calidad**

“El personal de WIX satisface las necesidades del cliente y alcanza la calidad total a través del mejoramiento continuo”.

Actualmente la empresa posee el certificado de calidad ISO/TS 16949.

### **1.1.6 Políticas de seguridad, salud y ambiente**

Affinia Venezuela C.A, (Filtros Wix), un fabricante y distribuidor global de partes automotrices nuevas y de repuesto, está comprometido con la protección del ambiente, así como la promoción de la salud y seguridad de los trabajadores, los clientes y las comunidades. Esto se logrará mediante el uso de tecnología, sistema e investigación que limiten los efectos adversos en el ambiente en el cual se opera y en las comunidades donde residen. Se les encomienda y se espera que todos los trabajadores protejan y mejoren el ambiente, incluyendo los recursos naturales que rodean el trabajo. Adicionalmente, se les encomienda y se espera que todos los trabajadores promuevan un ambiente de trabajo seguro.

El grupo Affinia garantiza el cumplimiento de las siguientes prácticas de prevención de contaminación, prevención de heridas y condiciones peligrosas, así como el mejoramiento continuo de todos los procesos gerenciales de ambiente/seguridad:

- Reconocer la relación entre riesgos ambientales, de seguridad y de salud en todos los aspectos del negocio y el uso de recursos disponibles para proteger la



salud de los trabajadores y del público mediante una sólida gerencia ambiental de aire, agua y suelo.

-Reconocer la importancia de la salud y seguridad en todos los aspectos del negocio y utilizar todos los recursos disponibles para garantizar la seguridad de la gente y de los productos.

-Revisar y cumplir la legislación y las normas ambientales, de salud y seguridad.

-Garantizar que esta política sea implementada y entendida por los trabajadores y que sea comunicada a todas las partes involucradas de relevancia.

-Mejorar el desempeño ambiental mediante esfuerzos en, reducción del desperdicio, conservación de recursos, monitoreo y manejo de operaciones en forma efectiva, suministro de los recursos el entrenamiento necesario para dar apoyo a esta política.

-Esforzarse continuamente por mejorar el desempeño de los programas de salud y seguridad mediante la eliminación y/o reducción efectiva de riesgos de salud y seguridad asociados en el negocio, monitoreo y manejo de operaciones en forma efectiva, suministro de los recursos y el entrenamiento necesarios para dar apoyo a esta política.

### **1.1.7 Productos**

#### **Filtros de aire**

Los filtros de aire son aquellos encargados de eliminar el hollín, carbono, abrasivos y otros contaminantes que se encuentran en el aire antes de que se mezclen con el combustible en el sistema de inducción del motor. Si se permite entrar al motor, partículas incluso de polvo microscópico pueden causar daño en los pistones o en las paredes de los cilindros.

Affinia Venezuela CA se encarga de producir filtros de aire tanto radiales como paneles orientados al sector automotriz e industrial. En la figura N°1 se presentan varios modelos de filtros de aire.



**Figura Nº 1 Filtro de aire**

### **Filtros de aceite**

El filtro de aceite se encarga de eliminar todas las impurezas que puede traer el fluido antes de llegar al motor, con la intención de alargar la vida del motor y evitar averías del mismo por partículas contaminantes. (Ver figura Nº2)

Desde 1954 cuando se patentó el primer filtro de aceite de rosca, filtros WIX ha estado a la vanguardia de tecnología de filtro de aceite y rendimiento de los automóviles, camiones ligeros y autobuses, camiones pesados y vehículos fuera-carretera. Pruebas como la J806 de SAE demuestran que los filtros de aceite WIX mantienen 45 % más de suciedad que la marca de la competencia.



**Figura Nº 2 Filtros de aceite.**

### **Filtros de combustible.**

Los Filtros de combustible son esenciales para ayudar a proteger los componentes del sistema de combustible de contaminantes que pueden estar en él. Estos contaminantes pueden obstruir Inyectoras de combustible o carburadores, causando deterioro en el funcionamiento del motor. Suciedad, cenizas, esquirlas y

agua son algunas de las principales impurezas presentes en combustible. Estas impurezas pueden provenir de tanques de almacenamiento con sucios y oxidado en estaciones de servicio, con la antigüedad del vehículo, y corrosión dentro de los componentes del sistema de combustible. (Ver figura N°3)

Affinia Venezuela realiza filtros de combustible para los automóviles, camiones ligeros, camiones pesados, autobuses y vehículos fuera-autopista, con una alta eficiencia y confiabilidad gracias a las innovaciones hechas a los diseños del producto a través el tiempo.

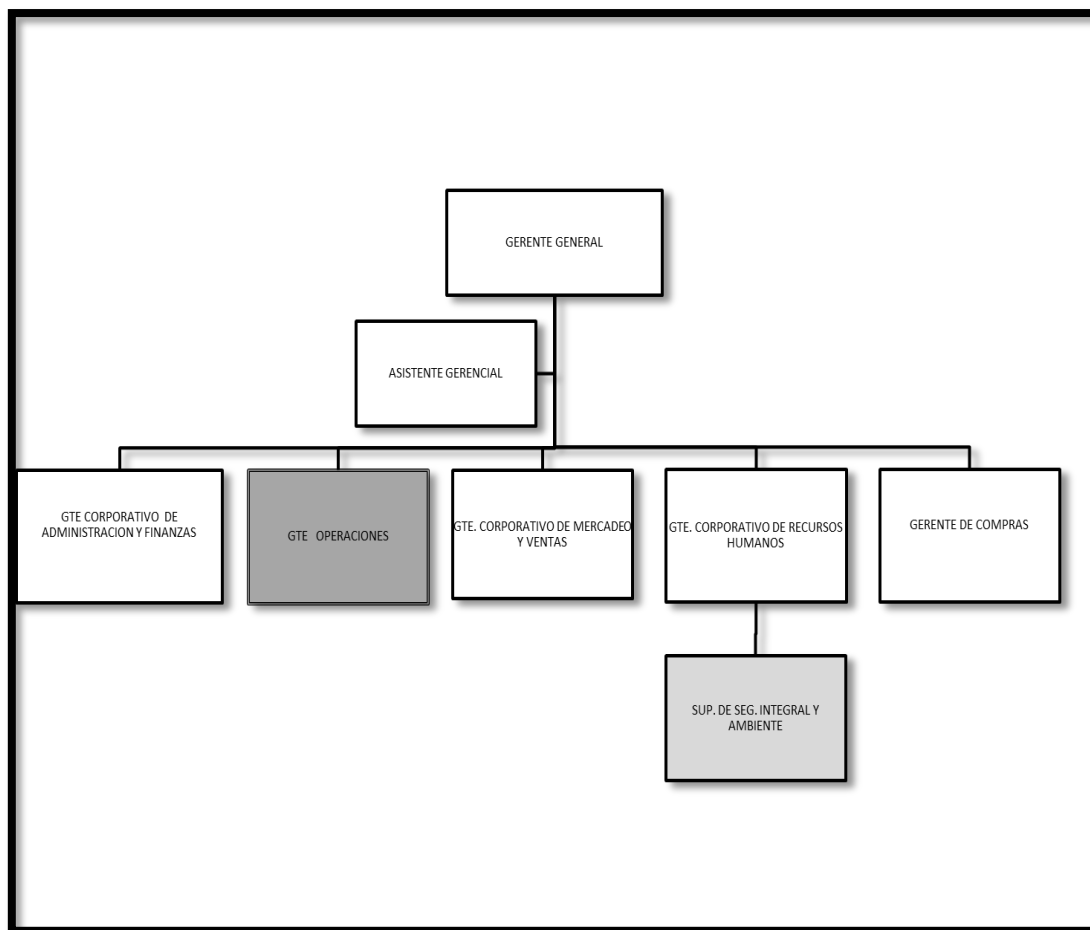


**Figura N° 3 Filtros de combustible**

### **1.1.8 Estructura Organizacional**

En la figura N°4 se presenta un organigrama general de la empresa y en la figura N°5 un detalle de la estructura organizativa del Departamento de Operaciones, en el cual se realiza la presente investigación.





**Figura Nº 4 Organigrama general.**

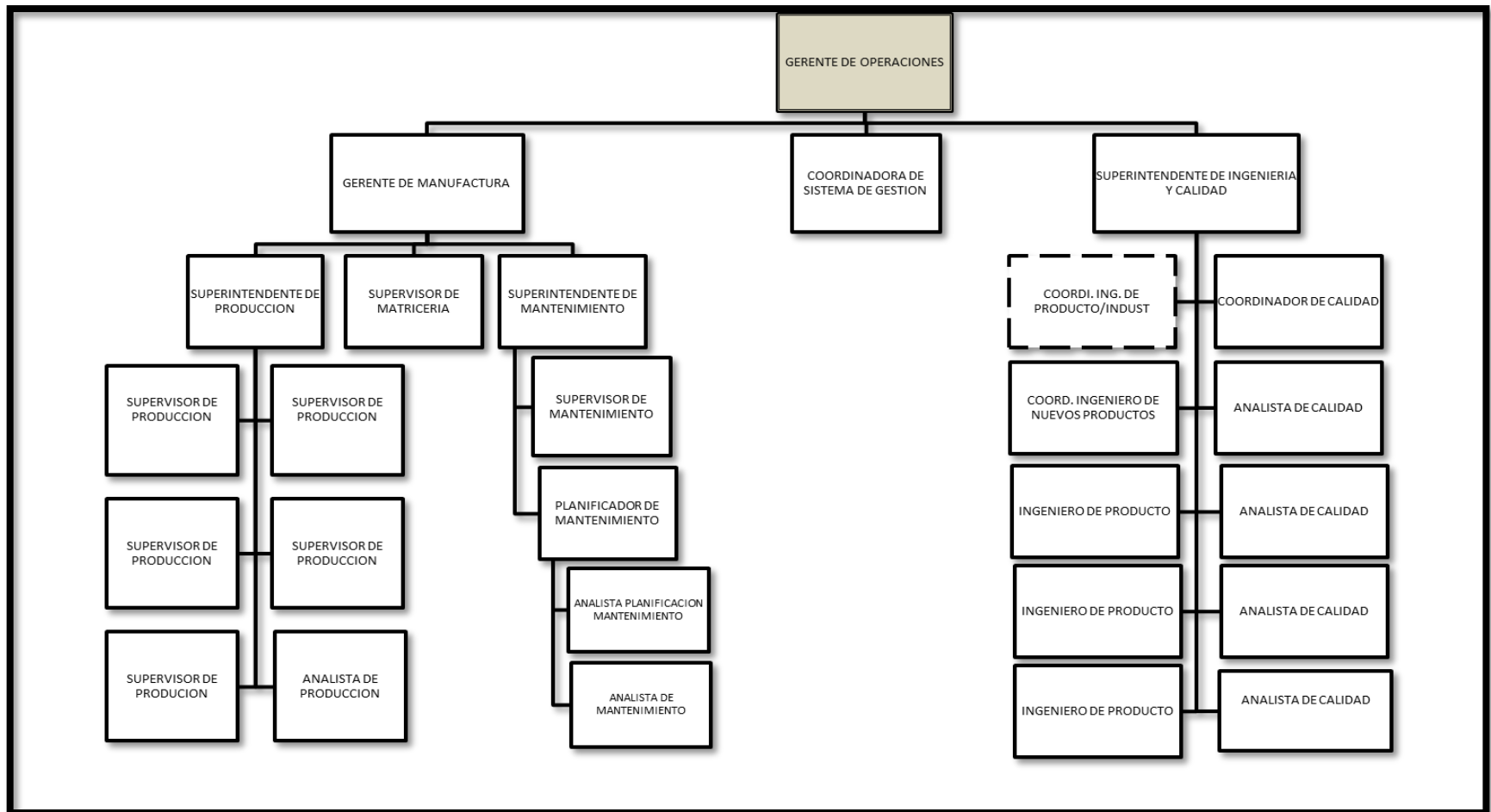


Figura Nº 5 Organigrama del Departamento de Operaciones



## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria automotriz de clase mundial requiere los más altos niveles de calidad, productividad, mejora continua y competitividad en el mercado. En Venezuela un país donde existe una fuerte crisis económica en la cual, la inflación, la escasez de materia prima, la casi inexistente inversión extranjera, la falta de divisas, entre otros factores, que azotan día a día la producción nacional, las empresas se ven en la necesidad apremiante de optimizar sus procesos y recursos con el fin de reducir sus costos sin afectar su calidad.

Aún con la problemática del país, Affinia Venezuela (Filtros Wix) busca seguir manteniéndose como líder en el mercado nacional y continuar exportando al mercado internacional, lo que implica un mejoramiento continuo en sus procesos, eliminando todo aquello que no agrega valor, con el fin de abaratar costos de producción.

La empresa posee 7 líneas de producción de las cuales USA (Unidad Sellada Automotriz) conformada por las áreas: Elementos USA, Engargolado USA y Pintura USA, es la línea que produce mayor volumen de producto terminado, representando el 63% de la producción total de la planta, pero debido al estado de los equipos, personal, materia prima usada, entre otros factores es la que origina los mayores costos en cuanto desperdicios se refiere entre las 3 áreas que la conforman. Los desperdicios más relevantes son los de tiempo, de materiales y por defectos; por tal motivo esta línea es sometida a estudio con la finalidad de reducir desperdicios, aumentar la eficiencia, disminuir los costos y elevar los niveles de producción ya que no se está logrando la producción deseada con un déficit de 18,33% en promedio mensualmente.

Entre los desperdicios de materiales presentes en la línea se encuentran: resina doble cara (D/C), resina sencilla y papel filtrante provenientes del área de elementos; mientras que en el área de pintura se pierde pintura en polvo. Estos



desperdicios se consideran de materiales ya que, para el momento en que se pierden, no forman parte del producto y por lo tanto no agregan valor al mismo.

El área de elementos USA también posee las siguientes piezas defectuosas, tapas mal dosificadas o mal soldadas, papel filtrante plisado, acero espiro-tubo y elementos filtrantes mal ensamblados.

En el área de engargolado se genera el mayor costo en cuanto a piezas con defectos se refiere, y por ser un producto en proceso que ya se le ha agregado valor se hace más costoso. En este proceso se producen defectos principalmente representado por filtros golpeados o abollados; otra razón es el mal ensamble de un resorte espiral necesario en varios modelos de filtros, al quedar mal posicionados dentro de este. En otras ocasiones las tapas y vasos vienen fisurados desde el área de mecanizado. Otro motivo es por los desajuste que puede tener la máquina engargoladora que produce mordeduras en el vaso del filtro, convirtiéndolo en defectuoso.

Los principales defectos generados en el área de pintura son los filtros golpeados o abollados por algunos equipos y transportadores del área. También al detectar aquellos defectos producidos en el área de engargolado una vez pintado el filtro y haberle agregado el valor al producto correspondiente a esta área.

En la tabla N<sup>o</sup>1 se presenta la cantidad y el costo promedio de piezas y materiales rechazados por el departamento de calidad en el proceso (scrap) de las tres áreas de la línea.

**Tabla N° 1 Cantidad y costo promedio de Scrap**

| Tabla Unidades Scrap |             |                             | Kg/mes o Pzas/mes | Bs/mes    |
|----------------------|-------------|-----------------------------|-------------------|-----------|
| USA                  | Elementos 1 | Resina D/C                  | 107,32            | 3.037,03  |
|                      |             | Elementos Filtrantes        | 1.490,92          | 5.116,24  |
|                      |             | Papel Filtrante             | 196,21            | 4.020,89  |
|                      |             | Tapas dosificadas           | 1.340,08          | 768,77    |
|                      |             | Tapas mal soldadas          | 1.281,08          | 1.273,74  |
|                      |             | Acero espirotubo            | 123,90            | 544,95    |
|                      | Engargolado | Filtros Engargolados usa    | 2.109,67          | 13.275,63 |
|                      |             | Vasos y Tapa cover mal eng. | 974,17            | 1.561,67  |
|                      | Pintura     | Filtros pintados usa        | 1.951,00          | 8.689,74  |
|                      |             | Etiquetas                   | 165,92            | 522,77    |
|                      |             | Pintura                     | 19.356,00         | 853,42    |
|                      |             | Otros                       | 1.998,18          | 662,34    |

**Fuente:** Dpto. de Ingeniería

Los desperdicios de tiempo se generan por distintos tipos de paradas no planificadas durante la jornada de trabajo que se traducen en pérdidas. Entre estas paradas tenemos por fallas en los equipos mecánicas y eléctricas, ausentismo, espera por material (proveedores y/o fabricados en la planta), calidad del proceso, cambio de modelo de filtros y ajuste de máquinas. En la tabla N°2 se presentan la cantidad de minutos al mes de paradas no planificadas entre las tres áreas (Elementos, engargolado y pintura).

**Tabla Nº 2 Paradas no programadas**

| Mes<br>(Año 2012) | Parada no<br>programadas<br>(min/mes) | % Parada no<br>programadas |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Enero             | 12.923                                | 27,87%                     |
| Febrero           | 12.066                                | 23,30%                     |
| Marzo             | 16.686                                | 30,10%                     |
| Abril             | 11.792                                | 26,13%                     |
| Mayo              | 14.977                                | 29,57%                     |
| Junio             | 14.114                                | 26,05%                     |
| Julio             | 13.276                                | 24,59%                     |
| Agosto            | 15.257                                | 25,5%                      |
| Septiembre        | 14.411                                | 26,19%                     |
| Octubre           | 15.761                                | 26,14%                     |
| Noviembre         | 15.800                                | 28,92%                     |
| Diciembre         | 3.065                                 | 25,35%                     |

**Fuente:** Elaboración propia.

Otra situación que genera desperdicios de tiempo son las paradas por la puesta a punto necesaria en cada una de las áreas de la línea, ya que se demoran más del tiempo estipulado a causa de que el proceso no está estandarizado y las herramientas no se encuentran en un lugar fijo.

La empresa utiliza el OEE (Overall Equipment Effectiveness) como un indicador para monitorear el aprovechamiento efectivo que se hace uso de los equipos, el OEE promedio mensual es de un 63,38%, representando esto que la empresa está en un punto que podría significar pérdidas económicas y una baja competitividad, por lo que se hace necesario aumentar dicha eficiencia para ser competitivos y alcanzar los estándares planteados.



De continuar la problemática antes planteada la eficiencia del proceso cada vez irá descendiendo, los costos de producción se acrecentarán de forma descontrolada aún más teniendo en cuenta los problemas inflacionarios por los que atraviesa el país, por todos estos factores a la empresa se le hará cada vez más cuesta arriba lograr la producción deseada, lo que implicaría atrasos en los pedidos generando descontento en los clientes, afectando su competitividad en el mercado de filtros, lo cual es uno de sus objetivos principales de la organización.

Luego de conocer las causas de la problemática que posee la línea USA en cuanto a tiempo improductivo, pérdidas de materiales, piezas defectuosas entre otras, y los costos que esta genera, surge la necesidad de estudiar a fondo su situación actual, con el fin de plantear propuestas de mejora que ayuden a disminuir dichos desperdicios, para aumentar la eficiencia y la producción, por ende reducir los costos de producción, con el fin de ser competitivos ofreciendo productos de calidad al mercado nacional e internacional.

### **1.2.1 Formulación del problema.**

¿Cómo disminuir los costos de producción aplicando herramientas de ingeniería industrial, con el fin de disminuir y controlar la generación de desperdicios en las áreas de la línea USA?

### **1.2.2 Sistematización del problema.**

¿Cuál es la situación actual del proceso de producción de la línea USA de la empresa Filtros Wix?

¿Qué desperdicios están presentes en la línea?

¿Cuáles son las causas que generan los diferentes desperdicios en la línea USA?

¿Cuánto desperdicio de tiempo y producto hay en la línea?

¿Qué alternativas se podrían plantear para conseguir una reducción en los desperdicios presentes en la línea USA?



¿Las soluciones planteadas son factibles técnica y económicamente?

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer mejoras en la línea USA (Unidad Sellada Automotriz) en la empresa Affinia Venezuela (Filtros Wix), con la finalidad de reducir los desperdicios de materiales, tiempo y piezas rechazadas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Describir la situación actual, desde el punto de vista de ingeniería industrial, de la línea USA de la empresa Affinia Venezuela (Filtros Wix).
- Analizar la situación actual de la línea USA para profundizar en las causas que originan los diferentes desperdicios, utilizando herramientas de ingeniería industrial.
- Plantear alternativas de solución con el fin de reducir desperdicios en la línea.
- Evaluar la relación costo-beneficio de las propuestas de mejora.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

Debido a lo importante que es para la empresa reducir el costo de producir sin alterar la calidad del producto final, este estudio se enfoca en minimizar aquellos costos incurridos por los desperdicios de material, producto terminado o en proceso defectuoso y tiempo improductivo, para consecuentemente mejorar la eficiencia del proceso y aumentar la producción.

De todas las líneas de producción que posee Affinia (Filtros Wix), se escogió someter a un estudio de reducción de desperdicios la línea de ensamblado de Unidades Selladas Automotriz (USA) por ser esta la que genera mayor costo por concepto de piezas rechazadas, 40% del costo total incurrido por esto en toda la planta; además de ser la línea que produce mayor volumen de producto terminado y uno de los más demandados por el consumidor.





Con la realización del presente estudio se logra describir la situación actual de la línea e identificar cada una de las causas que generan los diferentes desperdicios, el impacto que poseen sobre el proceso y el producto, permitiendo así generar alternativas orientadas a minimizarlos y de esta manera aumentar la eficiencia del proceso, cumplir con los requerimientos del mercado y mejorar las estrategias competitivas de la empresa, utilizando herramientas de ingeniería industrial y desarrollando habilidades ante los problemas reales que se presentan en una empresa.

Este estudio permitirá también cumplir con uno de los requisitos necesarios para optar por el título de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo además de aportar conocimiento para el desarrollo y evolución de la Facultad de Ingeniería y futuras investigaciones de próximos profesionales.

### **1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES.**

Este estudio de investigación se orienta a la realización de alternativas de mejoras con el fin de reducir los costos por concepto de desperdicios de producto terminado y en proceso, así como de las paradas no planificadas, identificando las causas y cuantificándolas mediante la evaluación y análisis de las áreas de Elementos, Engargolado y Pintura de la línea USA (Unidad Sellada Automotriz) de la empresa Affinia Venezuela, ubicada en la avenida Luis Ernesto Branger cruce con Borges en la zona industrial sur II del estado Carabobo. La implementación de las alternativas es responsabilidad de la empresa.



---

## CAPITULO II MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 ANTECEDENTES.

Núñez. (2.013), realizó una investigación con el objetivo general de proponer mejoras en los métodos de trabajo en el área de la Calandra Kitchenner de la empresa Pirelli de Venezuela C.A., para incrementar el indicador de eficiencia OEE, sugiriendo a la empresa llevar a cabo una planificación y posterior ejecución de una serie de metodologías y programas motivacionales para los trabajadores del área en estudio y de esta manera incentivarlos a mejorar su actitud hacia la actividad que realizan. Este trabajo de investigación se usó como apoyo con el uso del indicador OEE para hacer seguimiento de la eficiencia y plantear mejoras en los métodos usados para aumentarla y minimizar desperdicios.

Hernández y Nieto (2.009), realizaron el trabajo de grado en la empresa Coca-Cola Femsa – Planta Valencia, cuyo objetivo principal es disminuir los desperdicios de tiempo y materiales presentes en la línea de llenado cuatro. Se identificaron los desperdicios haciendo uso de la metodología de Eliminación Sistemática de Desperdicios (ESIDE) y se cuantificaron mediante análisis y herramientas de Ingeniería Industrial, luego se plantearon las causas de dichos desperdicios para ofrecer alternativas de mejora al proceso. Se calculó la TRI (Tasa Interna de Retorno) para realizar una evaluación económica y se obtuvo que la inversión se recuperaría en 0,05 meses por lo que se consideró rentable y verificó su factibilidad. Este trabajo se usará como referencia para la identificación y cuantificación de desperdicios.

Pérez y Reyes (2.009) llevaron a cabo una investigación que tiene como propósito elaborar una propuesta para mejorar la eficiencia del área de laminación de la empresa Tuboauto DANA, usando como base la metodología lean Manufacturing, con planteamientos centrados en la satisfacción del cliente en el marco primordial de la agregación de valor. Para la recolección de datos se realizaron entrevistas al personal y observación directa a los procesos involucrados en el área de



laminación. Luego de analizar la situación actual e identificar desperdicios se plantearon las siguientes propuestas dispositivos para reducción de tiempos de puesta a punto, estandarización de actividades, estrategias de soporte en la implementación de las 5 S's, diseño de un programa de control de fallas, diseño de un dispositivo ANDON y dispositivos que permiten eliminar las condiciones disergonómicas. Este trabajo se usará como referencia para la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en la eliminación de desperdicios.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Bases teóricas**

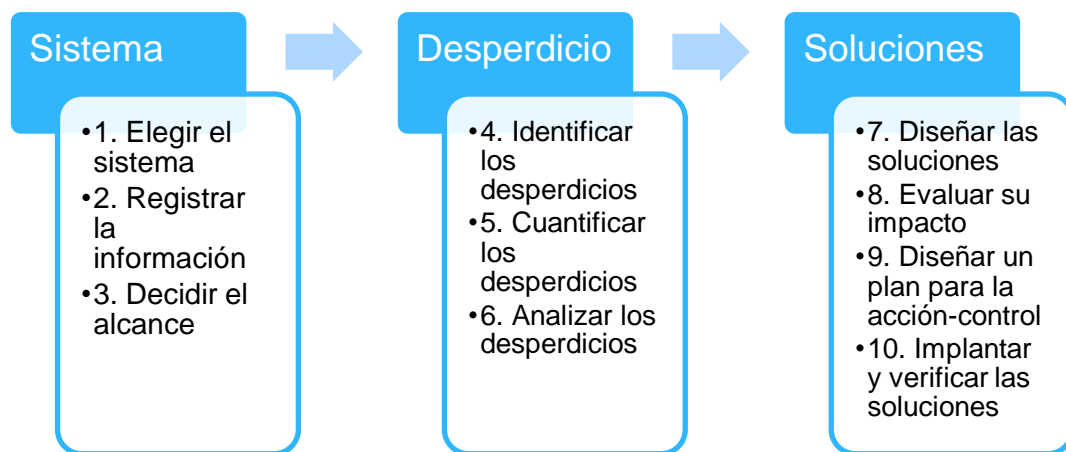
#### **a) ELIMINACIÓN SISTÉMICA DEL DESPERDICIO (ESIDE)**

Según Ortiz e Illada (2.008), ESIDE es una herramienta de aplicación sistémica que busca la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicio, el cual puede estar presente en cualquier actividad. Surge después de estudiar cuidadosamente las técnicas modernas para la mejora de los procesos y de aplicarla de manera experimental en diversos trabajos de la investigación a nivel empresarial. Esta técnica se convierte en un instrumento que administra las diferentes vías de acción para la mejora de los procesos, dando cabida tanto a las desarrolladas y aplicadas hasta ahora como a las que vendrían en un futuro. Por esta razón, se considera que es una herramienta abierta, susceptible a adaptaciones, que se aplica de forma sistemática con la finalidad de obtener como beneficio directo: LA ELIMINACIÓN SISTÉMICA DE LOS DESPERDICIOS. En la figura N°6 se muestran los aspectos principales del ESIDE.

ESIDE está conformado por 10 pasos:

1. Elegir el sistema a ser analizado.
2. Recolectar y organizar la información.
3. Decidir el alcance del estudio.
4. Identificar los desperdicios presentes.

5. Cuantificar los desperdicios.
6. Analizar los desperdicios.
7. Diseñar y seleccionar soluciones.
8. Evaluar el impacto de las soluciones en el sistema.
9. Planificar para acción-control.
10. Implementar y controlar las soluciones (mejora continua).



**Figura Nº 6 Aspectos principales del ESIDE**

## **Desperdicios**

Según Fuijo Cho, de Toyota, desperdicio es cualquier otra cosa que no sea la mínima cantidad de equipos, materiales, partes, espacio y tiempo del trabajador que son absolutamente esenciales para agregar valor al producto.

Después de muchos años de trabajo, enfocados a la mejora continua, Taiichi Ohno padre del Sistema Toyota de Producción hizo la siguiente clasificación de desperdicios, denominados los 7 grandes desperdicios:



## **1. Transporte**

Cada vez que un producto es movido, tiene el riesgo de ser dañado, perdido, tener retraso, etc. Además de ser un costo que no agrega valor. La transportación no hace ninguna transformación al producto que el cliente está dispuesto a pagar.

## **2. Inventario**

Inventario, ya sea en forma de materias primas, productos en proceso o también conocido como WIP, o productos terminados, representa un desembolso de capital que aún no ha producido un ingreso ya sea por el productor o para el consumidor. Cualquiera de estos tres elementos no están activamente procesados para añadir valor es desperdicio.

## **3. Movimiento**

Cualquier movimiento del cuerpo que no esté ligado directamente con la acción de agregar valor, es improductivo. Debemos eliminar la necesidad de que el operario se desplace sin agregar valor y todo esfuerzo físico innecesario, como levantar y transportar objetos pesados dentro de su lugar de trabajo y concentrarnos en sus manos y pies. Rápidamente saltarán a la vista los movimientos innecesarios. Para eliminar el muda de movimiento tenemos que cambiar la localización de los equipos, los materiales y las herramientas que utiliza el operador durante la ejecución de su trabajo.

## **4. Espera**

Siempre que en una línea alguien espera a que algo más suceda para poder realizar sus actividades de valor agregado, se produce el desperdicio de espera. Este puede ser enorme y lo podemos detectar observando el lugar de trabajo.



## **5. Sobre Procesamiento**

Este desperdicio ocurre durante las operaciones que agregan valor al producto. En muchas ocasiones una operación hace necesario que se realice otra que no existiría si la primera se hiciera de forma diferente.

También podemos encontrar que se utilizan muchos recursos (un cañón para matar una mosca) en operaciones que podrían ser ejecutadas con menos inversión.

El desperdicio de proceso de podría reducir combinando operaciones y diseñando líneas de producción flexibles.

## **6. Sobre Producción**

La sobreproducción se produce cuando se produce más producto de lo que se requiere en ese momento por sus clientes. Una práctica común que conduce a esta muda es la producción de grandes lotes. La sobreproducción es considerada la peor muda porque oculta y/o genera todos los demás. La sobreproducción conduce a exceso de inventario, el cual requiere el gasto de los recursos de espacio de almacenamiento y conservación, actividades que no benefician a los clientes.

## **7. Defectos**

La existencia de productos defectuosos, retrabajos y las consecuentes devoluciones o quejas de los clientes cuando no se detecta el error antes de llegar al mercado, es tal vez el desperdicio con el que estamos más familiarizados.

El desperdicio que se genera por el material defectuoso tiene varios componentes. Los costos de retrabajos, de materiales utilizados, de la mano de obra invertida y todo lo asociado con la fabricación. Además, en muchas ocasiones el material defectuoso provoca que se incurra en costos como los de manejo de materiales devoluciones e inspecciones. Finalmente, en muchas ocasiones los defectuosos



afectan las entregas, originan que se trabaje tiempo extra, dañan los equipos y absorben otro tipo de recursos. Esto no debe ser transmitido al consumidor y debe ser tomado como una pérdida.

## **b) La calidad**

Edward Deming, considerado como el “padre de la calidad total”, definió la calidad de los productos como un grado predecible de uniformidad que proporciona fiabilidad a bajo costo en el mercado, lo que resumió en la frase “hacer las cosas bien, a la primera vez y siempre”. Para Juran, la calidad tiene que ver con la función que cumple el producto, pues calidad representa la adecuación del producto al uso requerido.

Por otro lado la norma ISO 9000:2000 define la calidad como el grado en que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos.

Según Fernandez (1993), la calidad debe incluir el aumento de la satisfacción del cliente, hacer productos vendibles, ser competitiva, incrementar la participación en el mercado, proporcionar ingresos por ventas y obtener buenos precios. Se puede ver el efecto más inmediato de la calidad se produce en las ventas, en la cuota de mercado de la empresa. A su vez, la calidad ha de permitir: reducir los índices de error, el reproceso y desecho, disminuir los fallos posventa y gastos de garantía, la insatisfacción del cliente, aumentar los rendimientos y la capacidad de mejorar los plazos de entrega. En este caso se encuentra que la calidad pone énfasis especial en los costos. (p. 247).

## **C) OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos)**

Según BELOHLAVEK. (2006), el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.



La ventaja del OEE frente a otros ratios es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo.

### **Cálculo del OEE**

El OEE resulta de multiplicar otros tres ratios porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

**Disponibilidad:** Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.

**Rendimiento:** Durante el tiempo que ha estado funcionando, cuanto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.

**Calidad:** Es el indicador más conocido por todos. Cuanto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la producción realizada.

Las pérdidas obtenidas se clasifican en:

- ✓ Pérdidas de tiempo del Mantenimiento.
- ✓ Pérdidas de tiempo de la Disponibilidad.
- ✓ Pérdidas de tiempo ocioso.
- ✓ Pérdidas de reducción de la velocidad.
- ✓ Pérdidas de tiempo de la Calidad.
- ✓ Pérdidas de tiempo de Misceláneas (no planeado o imprevisto).



En la figura N°7 se representa los elementos para el cálculo del OEE



**Figura N° 7 Eficiencia Global de los equipos (OEE)**

### Clasificación OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. (Ver tabla N°3)

**Tabla N° 3 Clasificación OEE**

|   |
|---|
| <b>OEE &gt; 95% Excelente competitividad.</b>   |
| <b>85% &lt; OEE &lt; 95% Buena competitividad.</b>  |
| <b>75% &lt; OEE &lt; 85% Aceptable. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.</b>                           |
| <b>65% &lt; OEE &lt; 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.</b> |
| <b>OEE &lt; 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.</b>                          |

El OEE es el mejor indicador disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionado directamente con los costos de operación. El OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de



mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual.

Finalmente, la OEE es el indicador que complementa los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000.

#### **d) Metodología SMED**

EL SMED (Single Minute Exchange of Die), que en su traducción al español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”, es una herramienta Lean esencial en el marco actual de la productividad de una empresa. Precisamente SMED nace de la necesidad de ajustarse a la flexibilidad que actualmente las empresas precisan en función de la demanda. Estas necesidades pasan por reducir el tamaño de los lotes, fabricación ajustada, minimizar stocks y por tanto resulta crítico reducir al mínimo los tiempos tanto para los cambios de herramientas como para las preparaciones de máquinas.

Reducir al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales; esta es en esencia la filosofía SMED. Hoy se apuesta no sólo a reducir al mínimo los tiempos de preparación, sino también los tiempos de reparación y mantenimiento.

#### **Conceptos fundamentales del SMED.**

Cuando se produce un cambio de modelo en una máquina de producción se realizan unas operaciones que incluyen las tareas de preparación y ajuste que se realizan antes y después de procesar cada lote. Estas operaciones se pueden clasificar en dos tipos:

- ✓ **Internas:** Comprenden todas aquellas actividades para cuya realización es imprescindible detener la máquina o equipo.
- ✓ **Externas:** Comprenden todas aquellas actividades que pueden efectuarse mientras la máquina está en funcionamiento.



Esta misma técnica aplicada a la preparación de equipos, máquinas o líneas de producción durante las actividades de cambio de modelo o producto o, también durante la ejecución del mantenimiento, como por ejemplo el mantenimiento preventivo, puede conllevar a reducir hasta en un 60% los tiempos de parada programada de máquina. Para aplicar la técnica es necesario ejecutar las fases descritas a continuación:

- ✓ **Fase mixta (Separar la preparación interna de la externa):** El primer paso y quizás el más importante. Como primer paso para mejorar el tiempo de preparación es distinguir las actividades que se llevan a cabo: Preparaciones externas y preparaciones internas. El tiempo es reducido eliminando del tiempo de preparación interna todas las tareas que pueden ser desempeñadas mientras el equipo está en funcionamiento, este es el primer paso en las mejoras. Se pueden conseguir reducciones de tiempo de hasta 50%.
- ✓ **Fase división (Convertir preparaciones internas en externas):** Se enumeran a continuación los métodos que pueden ser usados para convertir las preparaciones o actividades internas a externas:
  - Preensamblar. Hacer esto durante la preparación externa, posicionar en la preparación interna.
  - Usar estándares o plantillas de rápido acomodo. Considerar el uso de plantillas de rápido posicionamiento.
  - Eliminar los ajustes. Establecer valores constantes que permitan intervenciones rápidas
  - Usar plantillas intermedias. Presentan pre-reglajes ya ajustados. Para eliminar pequeñas pérdidas de tiempo es necesario considerar las siguientes preguntas:
    - ¿Qué preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
    - ¿Qué herramientas se deben a mano?
    - ¿Están las herramientas y plantillas en buenas condiciones?
    - ¿Qué tipo de mesa de trabajo es necesaria?



- ¿Dónde deben ubicarse los datos y plantillas después de ser utilizados?

✓ **Fase transferida (Perfeccionar los aspectos de la operación de preparación):**

En esta etapa se busca perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales. Aunque se recomienda ser sistemático, esta etapa suele hacerse junto con la segunda. Se deja para una “tercera etapa” la mejora de las operaciones externas. Para reducir operaciones o mejorarlas es preciso preguntarse:

- ¿Es necesaria la tarea?, ¿Puede eliminarse?
  - ¿Son apropiados los procedimientos actuales?, ¿Son difíciles?
  - ¿Puede cambiarse el orden de las tareas?, ¿Pueden hacerse de forma simultánea?
  - ¿Es adecuado el número de personas?
  - ¿Cuál es la carga de trabajo de las personas que intervienen la máquina?
- ✓ **Fase mejorada (Suprimir la propia fase de preparación).** A los efectos de prescindir por completo de la preparación, pueden adoptarse dos criterios. El primero consiste en utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distintos productos; y el segundo enfoque consiste en producir las distintas piezas al mismo tiempo. Esto último puede lograrse por dos métodos. El primer método es el sistema del conjunto. Por ejemplo, en el mismo troquel, se tallan dos formas diferentes. El segundo método consiste en troquelar las distintas piezas en paralelo, mediante la utilización de varias máquinas de menor costo.



## e) Metodología de las 5S.

Para Delgado. (2006), “ Las 5S es una metodología japonesa que tiene como objetivo desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, el cual permite el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad del producto o servicio, precios y condiciones de entrega requeridos por el cliente por medio de propósitos claros”. (p. 101).

La calidad empieza por la propia persona y por el ambiente que a ésta rodea. Es la razón de la utilización de la metodología 5S.

Las 5S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

1. **Seiri-Organizar y Seleccionar:** Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, se aprovecha la organización para establecer normas que permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. La meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y ayuden a mejorar.

Se debe identificar las cosas por clases, tipos, tamaños, categorías o frecuencias de uso y eliminar los objetos innecesarios.

2. **Seiton-Ordenar:** Se establece normas de orden para cada cosa y a colocar estas normas a la vista para que sean conocidas por todos. Se debe:

- Definir nombre, código o color para cada cosa.
- Decidir donde se guarda cada cosa, tomando en cuenta la frecuencia de uso, función o peso.
- Acomodar las cosas para su mejor ubicación.
- Identificar todo.
- Mantener y respetar el orden de las cosas



Así pues situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el slogan de “un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”

**3. Seiso-Limpiar:** Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador se identifique con su puesto de trabajo y máquinas que tenga asignadas.

No se trata de hacer brillar las máquinas, sino de enseñar al operario como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, dónde están los focos de suciedad de su máquina/puesto.

Así pues, se debe lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos.

Posteriormente y en grupos de trabajo hay que investigar de dónde proviene la suciedad y sensibilizarse con el propósito de mantener el nivel de referencia alcanzado, eliminando la suciedad.

Finalmente integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

**4. Seiketsu-Estandarizar:** Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas «cantidades mínimas» e «identificación de zonas».
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.



**5. Shitsuke-Disciplina:** Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar) . Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia.

Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

### **Los beneficios de las 5s**

- ✓ Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
- ✓ Organizar el puesto de trabajo lo que sea inútil
- ✓ Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
- ✓ Prevenir la aparición de suciedad y el desorden
- ✓ Fomentar los esfuerzos en este sentido
- ✓ Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable en un sitio limpio y ordenado)
- ✓ Reducir los gastos de tiempo y energía
- ✓ Reducir los riesgos de accidentes
- ✓ Mejorar la calidad de la producción
- ✓ Aumentar la seguridad en el trabajo
- ✓ Aumentar la vida útil de los equipos
- ✓ Genera cultura organizacional
- ✓ Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.



## f) Diagrama de Pareto

Es una forma especial de gráfico de barras verticales en el cual se distribuyen los datos en orden de magnitud decreciente de izquierda a derecha.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

Un diagrama de Pareto se emplea para:

1. Como técnica de análisis de un problema desde una nueva perspectiva.
2. Para concentrar la atención sobre los problemas en orden de su prioridad.

Los diagramas de Pareto son una forma de lenguaje en un grupo de trabajo que utiliza una disposición de comprensión general. "Lo primero es lo primero" es el eslogan en el que se basa este diagrama.

Un diagrama de Pareto debidamente construido pone en evidencia los esfuerzos que debemos concentrar sobre las áreas más importantes del problema, sea este del tipo que sea.

Los diagramas de Pareto se utilizan cuando debemos dirigir la atención a los problemas de un modo sistemático y, en particular cuando dispongamos de medios limitados para resolver una gran cantidad de problemas.

En consecuencia cuando se selecciona un tema o tipo de problema con el que trabajar, el diagrama de Pareto sirve para dar prioridad a aquello con lo que se deba trabajar primeramente.





### **g) Mejoramiento Continuo.**

Deming, E. (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

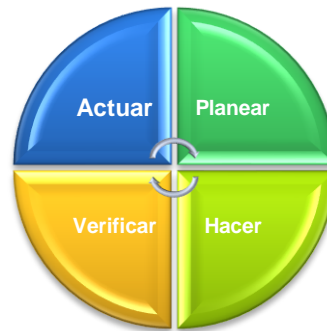
Según Deming, para obtener la calidad que satisfaga los clientes, debe darse una interacción de las actividades de investigación de mercado, de diseño del producto, de fabricación y de ventas, con el propósito de mejorar los niveles de calidad; y esta interacción debe repetirse en forma cíclica.

La interacción mencionada y la forma cíclica de proceder se suelen a expresar mediante un círculo, denominado círculo de Shewhart.

#### **El círculo de Shewhart**

También llamado círculo de mejora continua ó PHVA fue creado por Walter Shewhart y popularizado por Edward Deming, que resulta ser una de las herramientas vitales para asegurar el mejoramiento continuo.

Las siglas, PHVA son el acrónimo de Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, los cuatro pasos de la estrategia. (Ver figura N°8)



**Figura Nº 8 Círculo de Shewhart**

- ✓ **PLANIFICAR:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- ✓ **HACER:** Implementar los procesos.
- ✓ **VERIFICAR:** Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.
- ✓ **ACTUAR:** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Según Harrigton (1987), "En el mercado de los compradores de hoy el cliente es el rey", es decir, que los clientes son las personas más importantes en el negocio y por lo tanto los empleados deben trabajar en función de satisfacer las necesidades y deseos de éstos. Son parte fundamental del negocio, es decir, es la razón por la cual éste existe, por lo tanto merecen el mejor trato y toda la atención necesaria.

La razón por la cual los clientes prefieren productos del extranjero, es la actitud de los dirigentes empresariales ante los reclamos por errores que se comentan: ellos aceptan sus errores como algo muy normal y se disculpan ante el cliente, para ellos el cliente siempre tiene la razón.



---

## **El Proceso de Mejoramiento**

La búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles.

El proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero.

Así mismo este proceso implica la inversión en nuevas maquinaria y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

### **Actividades Básicas de Mejoramiento**

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1987), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

1. Obtener el compromiso de la alta dirección.
2. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
3. Conseguir la participación total de la administración.
4. Asegurar la participación en equipos de los empleados.
5. Conseguir la participación individual.
6. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
7. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
8. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.



9. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
10. Establecer un sistema de reconocimientos.

### **h) Los 5 por qué**

Es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la etapa de análisis de problemas para encontrar las causas posibles de un problema.

Su objetivo es Analizar sistemáticamente las posibles causas de un problema, a través de preguntarse al menos cinco veces: “por qué”. Se considera que al no encontrar una nueva respuesta, después de varias veces, es lo que permite identificar la verdadera causa - raíz del problema.

Es útil para definir el verdadero problema, permite analizarlo y tomar las decisiones más adecuadas al problema real.

Esta herramienta se utiliza para:

- 1.- Se enuncia el problema en forma clara y objetiva.
- 2.- Una vez que las causas probables han sido identificadas, iniciar el proceso preguntándose “¿por qué?”
3. Continuar preguntando “por qué” al menos cinco veces. Este ejercicio reta a los miembros del equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas ya probadas y ciertas. Una vez que sea difícil al equipo responder al “por qué”, la causa probable ha sido identificada.
- 4.- Existirán casos donde se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando “por qué” para encontrar las causas principales.
- 5.- Durante el proceso tener mucho cuidado de NO empezar a preguntar “quién”. Recordar que el equipo debe siempre estar interesado en el proceso y no en las personas involucradas.



6.- Se anotan las causas principales.

7.- Se establecen las acciones correctivas.

### 2.2.2 Marco Conceptual.

**Defectuoso:** Presencia de alguna inconformidad en el producto que genera su rechazo, debido a que limita su funcionalidad y desmejora su aspecto.

**Elemento filtrante:** Componente del filtro que consiste en el ensamble de dos tapas, una inferior y otra superior, un tubo central de acero en espiral y el papel filtrante previamente plisado. Este componente es el encargado de limpiar el fluido, que lo atraviese, de impurezas.

**Eficiencia:** Es la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo. O al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.

**Engargolado (cerrado de lata o tapa):** Se define como el resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa. El cierre se obtiene curvando el ala del fondo con la pestaña del cuerpo, enganchándolas entre sí, hasta producir una unión hermética. Esta unión emplea por tanto una técnica de engatillado o agrafado doble, es decir genera una pared de seguridad. Su objetivo es obtener una junta totalmente estanca.

**Falla eléctrica:** Detención de la máquina o generación de defectos en las piezas debido a algún problema en el circuito o componentes eléctricos del equipo.

**Falla Mecánica:** Detención de la máquina, o generación de defectos en las piezas debido a algún desajuste o mal funcionamiento del mecanismo del equipo.

**Filtro:** Dispositivo mecánico cuya función es separar varios elementos o impurezas presentes en un fluido, como arena, carbón, etc.



**Iluminancia:** Es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Se mide en Lux

**Plizado:** proceso que consiste en plegar papel con un ancho determinado, es decir, tomar un trozo de papel y crear en él pliegues a una distancia determinada.

**Producción:** Conjunto de actividades o procesos que transforman unos recursos en bienes o servicios destinados a la satisfacción de un mercado.

**Puesta a punto:** Conjunto de operaciones necesarias para poner en funcionamiento un equipo o un proceso, y garantizar también su correcto funcionamiento.

**Resina (plastisol):** es la mezcla de una resina (PVC), de un plastificante y otros aditivos que se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente con propiedades visco-elásticas, dependiendo de la resina se puede tener un comportamiento ligeramente dilatante ó pseudoplástico. Este compuesto, bajo la acción del calor cambia su comportamiento mecánico notándose un aumento en la viscosidad a temperaturas mayores a los 43 °C y deja su estado líquido inicial para pasar a un estado sólido al curarlo a una temperatura mínima de 160 °C (Gelación) y con los aditivos adecuados puede ser sometido a temperaturas mayores a 230 °C para disminuir el tiempo de gelación, esto sin pérdida de peso ni cambio de volumen en general pues es cierto que parte del plastificante se evapora y si se usa un agente espumante para optimizar el rendimiento en volumen éste puede cambiar muchísimo.

**Scrap:** Material o producto que no cumple con las especificaciones de calidad, por lo tanto es rechazado.

**Tiempo improductivo:** también conocidos como “tiempos muertos”, son aquellos lapsos de tiempo en el cual permanecen inactivos las personas, las máquinas o ambas generando una detención del proceso productivo. Puede asociarse al operario o al proceso.



---

## **CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO.**

Este capítulo presenta el conjunto de acciones necesarias para la realización del trabajo de investigación, dando a conocer aspectos importantes como el nivel y diseño de la misma, la unidad de análisis y las fuentes y técnicas para la recolección y procesamiento de datos, así como las fases de la investigación.

### **3.1 NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, ya que busca medir variables, así como evaluar diversos aspectos de un universo con la finalidad de identificar características y establecer propiedades importantes que permitan informar sobre un fenómeno estudiado, en este caso, la generación de desperdicios en la línea USA, basándose en hechos reales del pasado.

La información necesaria para el desarrollo del estudio y el alcance de los objetivos será recolectada de la realidad a través de la observación, datos históricos proporcionados por la empresa y la entrevista con los operarios y supervisores de la línea en cuestión, así como ingenieros, encargados de los departamentos y demás empleados que se haga necesario. Por este motivo el diseño de esta investigación es de campo.

### **3.2 UNIDAD DE ANÁLISIS.**

La unidad de análisis es la entidad u objeto general que será sometido a estudio, debido a que la línea de ensamble automotriz (USA) posee múltiples paradas no planificadas, es la línea con mayor desperdicio por concepto de scrap en la planta, y que el objetivo general de la investigación es la reducción de estos desperdicios, USA será considerada la unidad de análisis de la investigación.

### **3.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

La información necesaria para el desarrollo y descripción de la investigación, fue recolectada mediante las siguientes fuentes:



**Fuente primaria:** se obtiene información mediante el contacto directo con el sujeto de estudio, en este caso, con la línea de ensamble de filtros sellados automotriz, para así ser capaz de describir e identificar la situación actual de dicha línea, los métodos, herramientas, equipos que se utilizan y las causas que originan los desperdicios. Para esta fuente se utilizarán las siguientes técnicas para la recolección de información:

- ✓ **Observación:** con la finalidad de determinar el origen de los desperdicios, en que área se producen y por qué motivo. Esta observación se hará sin involucrarse en las actividades normales del objeto de estudio, por lo que se dice que el tipo de observación es no participante.
- ✓ **Entrevista:** se realizarán entrevistas no estructuradas a los operarios que laboran a diario en las áreas descritas de la línea, así como los supervisores de cada una, para conocer su punto de vista acerca del origen de cada desperdicio. También se entrevistarán a los mecánicos que trabajan con los equipos con el fin de recolectar información sobre el funcionamiento y ajustes de los mismos.

**Fuentes secundarias:** Para la elaboración de este estudio también se recolectará información indirectamente del sujeto de estudio, como los datos históricos proporcionados por la empresa sobre el scrap y el indicador OEE, así como de textos, trabajos de grado realizados anteriormente, documentos y páginas bajadas del internet, con la finalidad de describir los conceptos y métodos necesarios para el desarrollo de la investigación.

### **3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

La información recolectada, será clasificada de forma tal que permita conocer, el impacto a nivel de costos por motivo de desperdicio, el origen de las causas que los generan, y la evaluación de las propuestas a plantear para su solución, aplicando técnicas como el gráfico de Pareto, el análisis de los 5 ¿por qué? y la metodología ESIDE.





### **3.5 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **Fase I: Descripción de la situación actual.**

En esta fase, se explica detalladamente el proceso de fabricación de filtros de aceite sellado automotriz, así como la descripción de los suministros, componentes, maquinarias, herramientas, clientes, proveedores, medio ambiente de trabajo y actividades de las áreas que conforman la línea USA, sin contar el producto final y sus características.

#### **Fase II: Identificación de las causas de los diferentes desperdicios.**

Con el análisis de la información suministrada por la empresa y utilizando la metodología ESIDE se identifican los diferentes tipos de desperdicios presentes en la línea.

Mediante la observación, entrevistas a operarios y conocimientos de ingeniería industrial adquiridos, se cuantifican los desperdicios encontrados, se determinan y analizan las diferentes causas que los originan.

#### **Fase III: Generación de alternativas de solución.**

Se formulan alternativas de solución para disminuir o eliminar los desperdicios hallados, se evalúan las alternativas planteadas con el fin de seleccionar las propuestas que se adecuen mejor a los criterios de análisis considerados, describiendo detalladamente en que consiste la propuesta, las ventajas, desventajas y los desperdicios que reducen.

#### **Fase IV: Evaluación Costo-beneficio.**

En esta fase se describen los recursos necesarios para llevar a cabo las mejoras propuestas así como el ahorro que estas generan. Para luego realizar una relación de costo-beneficio con la intención de determinar el tiempo de recuperación de la inversión.



## CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe el proceso productivo de la línea en estudio, detallando el producto final, los materiales e insumos necesarios para su fabricación, los equipos y herramientas, y el área de trabajo.

### 4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE FILTROS LÍNEA USA.

La línea de ensamble USA (Unidad de Sellado Automotriz) se encarga de producir filtros de aceite y combustibles destinados al mercado automotriz, esta línea consta de tres áreas fundamentales que aportan un valor específico al producto final.

### 4.2 PRODUCTO.

Filtro de aceite engargolado, pintado, etiquetado, empaquetado y paletizado. La línea USA produce alrededor de 150 modelos diferentes de filtros, cuya función es la de separar el aceite de cualquier partícula contaminante que por él circule.

A pesar de la gran cantidad de modelo de filtros, se pueden agrupar en cuatro familias cuya característica diferenciadora es el diámetro del filtro. (Ver tabla N°4)

**Tabla N° 4 Familia de filtros**

| <b>Familia</b>       | <b>394</b> | <b>040</b> | <b>334</b> | <b>515</b> |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Diámetro (mm)</b> | 68         | 75         | 83         | 93         |

Si el filtro es de la marca Lee Martin viene envuelto en poliolefina termoencogible o en caja si es Wix.



Figura Nº 9 Despiece de un filtro de aceite perteneciente a la familia 515.

## CLIENTES

- **Cliente interno:** el cliente interno es el almacén de producto terminado, quién recibe el producto en paletas.
- **Cientes externos:** Affinia ofrece sus productos a más de 32 distribuidoras y ensambladoras a nivel nacional.

## 4.3 MATERIALES E INSUMOS.

Para la fabricación de un elemento filtrante se necesita de los siguientes insumos:

- **Papel Filtrante:** un papel proveniente de la pulpa de madera y celulosa, tratado químicamente con resina fenólica, este es el material más importante del filtro ya que es el que permite que la filtración ocurra, dependiendo de la cantidad de micrones en el papel, se retendrán aquellas partículas dañinas para el motor.

- **Tapa Elemento superior e inferior:** Tapas de acero con un espesor de 0,29 milímetros, fabricadas en la línea de maquinado de la empresa. La función de estas tapas es mantener los componentes del elemento en su lugar. Dependiendo de la familia del filtro que se esté fabricando el diámetro de la tapa varía. (Ver tabla N°5)

**Tabla N° 5 Tipos de familia filtros de aceite**

| Familia 394 | Familia 040 | Familia 334 | Familia 515 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 62,3 mm     | 69,5 mm     | 76,04 mm    | 88,5 mm     |

- **Tapa válvula:** Existen filtros que necesitan de una válvula de alivio o válvula de by-pass ya que la unidad de montaje del filtro en el automóvil no la posee, en estos casos el elemento filtrante se fabrica con una tapa elemento inferior especial con dicha válvula.
- **Tubo Espiral:** También fabricado en la empresa, su función es mantener el papel filtrante ya plisado en posición y evitar el colapso del mismo al momento de la filtración. Las características del tubo espiral varían según el elemento a fabricar, como su diámetro y su altura, que será la misma del tamaño del fuelle.
- **Resina sencilla y resina doble cara:** también conocidas como Plastisol adherible, son una mezcla de PVC y otros componentes como Óxido de calcio, Policloruro de Vinilo, Carbonato de Calcio, Bentonita y Caolín, se encuentra en estado líquido y a una temperatura determinada se solidifican. La resina sencilla se utiliza para adherir el tubo central y el papel filtrante con la tapa inferior o tapa válvula del elemento filtrante mientras que la doble cara para unir estos componentes con la tapa superior.



La diferencia entre las dos resina se presenta en su viscosidad, la resina sencilla presenta una viscosidad entre 6.000 y 8.000 (cPs) medida con agua No. 4 y 20 RPM y a una temperatura de 25 °C. Mientras que la doble cara presenta una viscosidad entre 18.000 y 30.000 (cPs) medida con agua No. 6 y 20 RPM.

Para el ensamble de un filtro en el área de engargolado se necesitan los siguientes insumos:

- **Vaso:** también conocido como el cuerpo del filtro, se fabrica en el área de maquinado específicamente en la línea de embutidos. Esta hecho de acero de 0,38 hasta 0,45 milímetros de espesor. Su diámetro varía según la familia a la que pertenece el filtro, y su altura varía según el modelo del mismo.
- **Resorte espiral:** resorte en forma de espiral, cuyo diámetro y altura varía según el tipo de filtro a fabricar, su función es garantizar una carga constante en el interior del elemento para mantener un sello entre la tapa elemento superior y el resto del filtro, el apoyo de elemento interior y la conjunto del vaso, incluso durante situaciones de aumento de presión.
- **Resorte lámina:** cumple la misa función que el resorte espiral, fabricado en la empresa en el área de maquinado con acero de 0,53 milímetros de espesor en su mayoría.
- **Válvula Anti drenaje:** fabricado de silicón, lo que permite que sea resistente a altas temperaturas, su función es mejorar el flujo del aceite y lo mantiene en el filtro para prevenir deterioros en el motor por arranques en seco.
- **Elemento filtrante:** componente producto del área de Elementos I. Es el componente más importante del filtro ya que es quien realiza la filtración del líquido. Dependiendo del modelo de filtro las características del elemento filtrante varían, tales como su diámetro, altura, número de pliegues y tipo de tapa inferior.

- **Tapa cover:** ensamble entre la tapa rosca y la sobre tapa, hecho en el área de maquinado, su función radica en realizar el enroscado entre el motor y el filtro y evitar la deflexión o movimiento de la empacadura en relación a la superficie de la base.
- **Espaciador o soporte interno del elemento:** proporciona estabilización al interior del elemento y un sello positivo entre el interior del elemento y la tapa de montaje para prevenir la derivación o desviación de aceite sin filtrar.

Dependiendo del modelo de filtro y las especificaciones de ingeniería, algunos filtros llevan válvula anti drenaje y otros no, así como algunos llevan resorte espiral y otros resortes lámina.

En el área de pintura se necesitan de las siguientes materiales para completar la fabricación del filtro:

- **Pintura en polvo:** Pintura de aplicación electrostática industrial en estado físico sólido (en polvo) de color negro, traídas en empaques de 25 Kg de peso neto. Compuesta por una mezcla de dióxido de titanio y sulfato de bario junto con resina epoxica, agente de curado, aditivos y pigmentos.
- **Etiquetas:** Adquiridas de un proveedor nacional en bobinas de aproximadamente 2.800 etiquetas, cada una lleva impresa la marca del filtro, indicaciones de uso, el modelo y el serial. Las etiquetas de filtros Wix son negras con amarillo, mientras que las de Lee Martin es morada con rojo y en ella está impreso los componentes del filtro entre otras indicaciones.
- **Empacadura:** goma hecha de nitrilo, con la propiedad de absorber y dilatarse en baja proporción al contacto con el aceite. Presenta el mismo diámetro de la sobre-tapa y su función es realizar el sello entre el filtro y la base del motor y así evitar fugas.
- **Polietileno:** polímero plástico donde se envuelven los paquetes de filtros listos para paletizar. Su espesor es de 80 micrones y su ancho varía según la familia. (Ver tabla N°6)

**Tabla Nº 6 Ancho de polietileno**

| Familia    | 515 | 334 y 040 | 394 |
|------------|-----|-----------|-----|
| Ancho (cm) | 64  | 55        | 45  |

- **Poliolefina:** polímero obtenido por la polimerización de olefinas o alquenos, termoencogible que se utiliza para envolver a los filtros de marca Lee Martin, su espesor es de 19 micrones aproximadamente con una ancho aproximado de 15 y 16 pulgadas para familias 394, 040 y 334, 515 respectivamente.
- **Estuches o cajas:** caja de cartón con las especificaciones, instrucciones, modelo y presentación de filtros Wix impreso por la superficie. Sus dimensiones varían según las especificaciones de ingeniería para el filtro en fabricación.
- **Bandeja de cartón:** bandeja pequeña de cartón que se utiliza para colocar los filtros de marca Lee Martin como base para ser envueltos y sellados con el polietileno.

#### 4.4PROVEEDORES

- **Proveedores internos:**
  - **Almacén de Materia Prima:** se encarga de proveer para Elementos I, el papel filtrante ya cortado, pesado y en las cantidades necesarias para la fabricación del modelo de elemento filtrante en cuestión. La resina sencilla en maxi-cubos de 1000 Kg de peso neto y la reina doble cara en tambores de 300 Kg de peso neto. A engargolado lo surte con resortes en espiral, goma o válvula anti drenajes y espaciadores. Y provee al área de pintura con la pintura en polvo, las etiquetas, empaaduras, polietileno, poliolefina y las bandejas de madera necesarias para satisfacer los requerimientos de producción.

- **Área de maquinado:** Suministra tapas válvulas, tapas superiores, tapas inferiores y tubos centrales o espirales necesarios para la fabricación del elemento. Para el área de ensamble de filtros engargolados proporciona vasos, tapas cover y resortes lámina. Para el área de pintura se encarga de surtir las tapas de las copas que utilizan como herramienta para el transporte de los filtros por el área.

➤ **Proveedores externos:**

- **Nacionales:** Los materiales como: etiquetas, válvulas antidrenaje, empaaduras, estuches o cajas, polietileno, resorte espiral y resinas son adquiridos de proveedores nacionales. La pintura y la poliolefina son materiales importados pero adquiridos a través de un representante local.
- **Internacionales:** el papel filtrante es adquiridos de proveedores en México y Estados Unidos.

#### **4.5 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.**

En la tabla N° 7 se describen todos los equipos y herramientas utilizados en la producción de filtros de la línea USA.



**Tabla Nº 7 Equipos y herramientas usados en la Línea USA.**

| Línea       | Nº | Nombre             | Descripción  | Figura |
|-------------|----|--------------------|--|--------|
| Elementos I | 1  | Plisadora          | <p>Conjunto de dos rodillos, uno liso en la parte inferior y uno con dientes en la parte superior, cuya función es plegar el papel filtrante.</p> <p><b>Velocidad:</b> 27 fuelles/min</p> <p><b>Rodillos:</b> desde 3/8" hasta 3/4" (separación entre dientes)</p> |        |
|             | 2  | Horno de Precurado | <p>Empieza el procedo de curado del papel filtrante con el fin de hacer mejor su manipulación.</p> <p><b>Temperatura:</b> 280+/-30 °C</p>  |        |
|             | 3  | Cuchilla           | <p>Cuchilla automática que corta el papel al accionar un pedal.</p>  |        |
|             | 4  | Duboy              | <p>Dos cintas transportadoras unidas y calentadas con resistencias, realizan el sellado del fuelle.</p> <p><b>Temperatura:</b>170+/-10 °C</p>  |        |

**Tabla N° 7 Equipos y herramientas usadas en la Línea USA (cont.)**









| Línea           | N° | Nombre   | Descripción   | Figura  |
|-----------------|----|--|---|---|
| Elementos I     | 5  | Dosificadora resina sencilla y resina doble cara | Embolo que permite el paso de resina sencilla y doble cara de una tolva y la dispensa sobre las tapas elementos.<br><b>Presión:</b> 40 +/- 20 Psi (resina sencilla)<br><b>Presión:</b> 20 +/- 5 Psi (resina doble cara) |    |
|                 | 6  | Dispensador de resina para sellado de fuelle     | Dispensador plástico lleno de resina, con el cual se sella el fuelle.   |   |
|                 | 7  | Horno de Curado                                  | Realiza el curado del papel filtrante y la gelación de las resinas en las tapas.<br><b>Temperatura:</b> 230+/-15 °C   |  |
| Engargolado USA | 8  | Moldes (portavasos)                              | Herramienta cilíndrica donde se ensambla el filtro a lo largo de todas las estaciones de trabajo hasta el volteador.<br><b>Cantidad:</b> 140  |  |

Tabla N° 7 Equipos y herramientas usadas en la Línea USA (cont.)

| Línea           | N° | Nombre               | Descripción   | Figura  |
|-----------------|----|----------------------|---|---|
| Engargolado USA | 9  | Engargoladora Agelus | Consta de un madril y cuatro rodillos de paso. Realiza el cierre hermético entre el vaso y la tapa cover.<br><b>Velocidad:</b> 45 filtros/min                     |    |
|                 | 10 | Volteador            | Mediante un rodillo magnético y una banda transportadora, voltea los filtros con la tapa hacia abajo para continuar el proceso.<br><b>Velocidad:</b> 60 +/- 5 RPM |   |
|                 | 11 | Sensor de rosca      | Sensor, que a través un haz de luz, verifica si la tapa cover del filtro ya engargolado posee rosca.  |  |
|                 | 12 | Probador de fuga     | 6 estaciones que inyectan aire al filtro ya engargolado a una presión determinada con la finalidad de detectar si existe fuga.                                    |  |

**Tabla N° 7 Equipos y herramientas usadas en la Línea USA (cont.)**

| Línea       | N° | Nombre                         | Descripción   | Figura |
|-------------|----|--------------------------------|---|--------|
| Pintura USA | 13 | Estrella de posicionamiento    | Estrella que posiciona los filtros en los pines en la cadena de la cabina de pintura.   |        |
|             | 14 | Cadenas transportadora (pines) | Cadena transportadora con pines que junto con unas copas sostenedoras y unas tapas, transportan el filtro por la cabina y el horno. |        |
|             | 15 | Pistolas                       | Disparadores electroestáticos de pintura en polvo   |        |
|             | 16 | Cabina de refrigeración        | Transfiere el aire caliente de los filtros al exterior. Posee un extractor de aire caliente y un ventilador.                        |        |
|             | 17 | Transportador Magnético        | Transportador inclinado con una serie de imanes, cuya finalidad es separar los filtros de los pines.                                |        |

Tabla N° 7 Equipos y herramientas usadas en la Línea USA (cont.)







| Línea       | N° | Nombre                  | Descripción  | Figura  |
|-------------|----|-------------------------|--|---|
| Pintura USA | 18 | Etiquetadora            | Suministra la etiqueta que identifica cada filtro.   |    |
|             | 19 | Print laser             | Imprime la fecha y el modelo del filtro en la parte superior del vaso, por medio de un laser.            |    |
|             | 20 | Probador de rosca       | Verifica la presencia de rosca en el filtro y si es la correcta.   |   |
|             | 10 | Selladora               | Serie de rodillos cuya configuración envuelve cada filtro en polietileno y lo sella.                     |  |
|             | 11 | Horno termoencogible 1. | Suministra la temperatura necesaria para termoencoger la poliolefina.<br><b>Temperatura:</b> 160+/-20 °C |  |

Tabla N° 7 Equipos y herramientas usadas en la Línea USA (cont.)

| Línea       | N° | Nombre                  | Descripción  | Figura  |
|-------------|----|-------------------------|--|---|
| Pintura USA | 12 | Horno termoencogible 2. | Suministra la temperatura necesaria para termoencoger el polietileno <b>Temperatura:</b> 180+/-10 °C |  |

#### 4.6 ÁREA DE TRABAJO.

##### Elementos I:

Elementos I es la primera área de la línea en estudio, consta de un área aproximada de 34,76x6,9 m<sup>2</sup>, que empieza desde la plisadora hasta la salida del horno de curado. Posee 9 puestos de trabajo a lo largo de la cadena transportadora. Los trabajadores laboran sentados al lado de las tolvas o bandejas con los materiales para el ensamble o el equipo.

**Temperatura:** Debido a que en esta área hay dos hornos, uno de precurado y otro de curado, las temperaturas se elevan superando por poco los niveles técnicos de referencia de acuerdo a la actividad y el tiempo de exposición según la Norma COVENIN 2254. Sin embargo existen sistemas de ventilación que mejoran un poco las condiciones ambientales en el área de trabajo.

**Ruido ocupacional:** Elementos I se encuentra adyacente al área de maquinado, donde varios equipos trabajan ocasionando exceso de ruido. Un operario en el área de Elementos está expuesto a 87,9 dBA aproximadamente, según la norma COVENIN 1565 un operario que labora durante 8 horas debe estar expuesto a un máximo de 85 dBA. Por lo tanto es de uso obligatorio para cada operario del área de protectores auriculares durante toda la jornada.



### **Engargolado USA:**

Esta área posee una superficie de aproximadamente  $15,3 \times 10,21 \text{ m}^2$ , desde la salida del horno de curado de elementos hasta el transportador que lleva a la cabina de pintura. Existen 6 puestos de trabajo, donde los operarios laboran de pie o sentados dependiendo del puesto y su preferencia.

**Temperatura:** El trabajo en esta área es considerado “moderado” con un régimen de 75% de trabajo y 25% de descanso. En engargolado los índices de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGHB) son inferiores a los límites considerados en la Norma COVENIN 2254, exceptuando el puesto de trabajo a la salida del horno de curado.

**Ruido Ocupacional:** Engargolado USA presenta cerca de 85,7 dBA de exposición al ruido, nivel considerado por encima del límite permisible para los operarios, por lo que el uso de equipo de protección auditivo son obligatorios en esta área.

### **Pintura USA.**

Esta es la última área de la línea USA, incluye empaquetado USA y se ubica a la entrada del galpón. Tiene un área de aproximadamente  $27,95 \times 10,76 \text{ m}^2$  cuadrados, desde la entrada a la cabina de pintura hasta el final del área de empaque. Posee 6 puestos de trabajo donde los operarios laboran de pie o sentados dependiendo del puesto.

**Temperatura:** Al igual que el área de engargolado, el trabajo es considerado “moderado” con un régimen de 75% de trabajo y 25% de descanso. Los índices de TGHB se encuentran por debajo del límite permisible en la Norma COVENIN 2254, exceptuando los puestos de trabajos con los hornos termoencogibles. El área se encuentra ubicada a la entrada del galpón, por lo que hay un ambiente aceptable además de poseer ventiladores de alta velocidad en los puestos de trabajo.



**Ruido Ocupacional:** Debido a los equipos y herramientas usadas, los operadores de esta área están expuestos a un nivel de ruido mayor a 85 dBA, por lo que al igual que en toda la planta, es obligatorio el uso de protectores auditivos durante toda la jornada.

**Iluminación:** En toda la línea USA, a pesar de la existencia de láminas traslucidas e iluminación artificial, estos se encuentran dañados u opacos por la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminación (Lux) son bajos comparados con los considerados en la Norma COVENIN 2249 para las actividades realizadas en el área.

Las figuras N° 10, 11, 12 y 13 representan el Lay-Out total de la línea de Unidad Sellado Automotriz.

#### **4.1.5 Proceso.**

El proceso comienza en el área llamada Elementos I, en la cual una bobina de Papel filtrante es colocada en un sostenedor frente de los rodillos de la plisadora, el operario coloca el extremo de la bobina de papel entre los rodillos y acciona la máquina, el papel es plisado y marcado, por un dispensador de tinta, según las especificaciones de ingeniería para el modelo de filtro a fabricar, inmediatamente el papel ya plisado entra el horno de precurado a una temperatura de 280 °C, luego de este, el papel es más resistente y por ende más fácil de manipular.

A la salida del horno un operario toma la tira de papel, lo coloca en la bandeja de la cuchilla y acciona el pedal cortando el papel en fuelles por la marca de tinta, y los coloca a un lado. Al reunir aproximadamente 5 o 6 fuelles de papel, otro operario les aplica una línea de resina uniformemente distribuida en uno de los bordes y se los entrega al operario de la selladora o Duboy. Este último realiza el sellado del fuelle que consiste en unir el borde del papel plisado lleno de resina con el otro extremo formando un cilindro hueco de papel justo antes de pasarlos por la máquina Duboy a una temperatura de 170+/-10 °C.

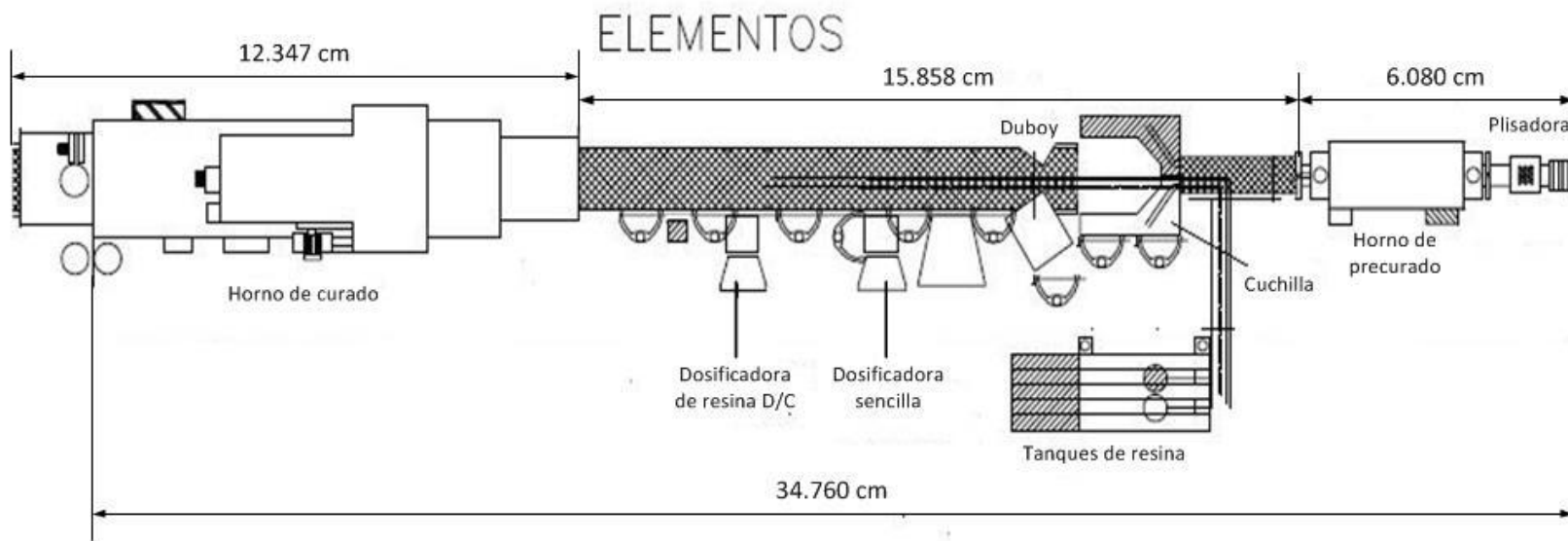




Cuando el papel sale de la Duboy, cae a una cadena transportadora de 33 metros de largo (velocidad entre 9,5 y 12 Hz) que traslada el producto a través de todas las estaciones de la línea Elementos I, donde en primer lugar un operario toma el papel, ya plisado y pegado, y lo acomoda verticalmente en la cadena transportadora, haciendo filas de seis cilindros de papeles o fuelles. En la siguiente estación un operario coloca dentro de cada fuelle un tubo central o tubo espiral. Posteriormente un operario dosifica con resina sencilla las tapas inferiores y las coloca en la cadena justo al lado de cada tramo de papel, otro operario, ubicado al lado de la dosificadora, ensambla la tapa inferior con el fuelle y el tubo, los coloca de nuevo ordenadamente en la cadena transportadora. Inmediatamente otro operario dosifica con resina doble cara las tapas superiores y las coloca al lado de cada ensamble ya realizado, un último operario toma la tapa superior y la ensambla al elemento. Luego el elemento ensamblado se transporta al horno de curado de 13,5 metros de largo, en donde, a una temperatura aproximada de 230 °C, se realiza el gelado de la resina, adhiriendo así las tapas con el papel y el tubo central o tubo espiral, y realizando el curado del papel por completo.

En ocasiones, cuando se está fabricando elementos filtrantes distintos al que se está ensamblando en Engargolado, o como medida para prevenir la acumulación de elementos en la cadena, a la salida del horno, un operario descarga los elementos a una paleta.

A continuación en el área de Engargolado, Por una banda transportadora se trasladan unos moldes de forma cilíndrica a una velocidad de 12 Hz a lo largo del área de ensamble de Engargolado USA. El primer operario toma un vaso de una paleta ubicada tras de él y lo coloca dentro de cada molde, un segundo operario toma de una bandeja ubicada en frente de él un resorte espiral o un resorte lámina dependiendo del filtro y lo coloca dentro del vaso.



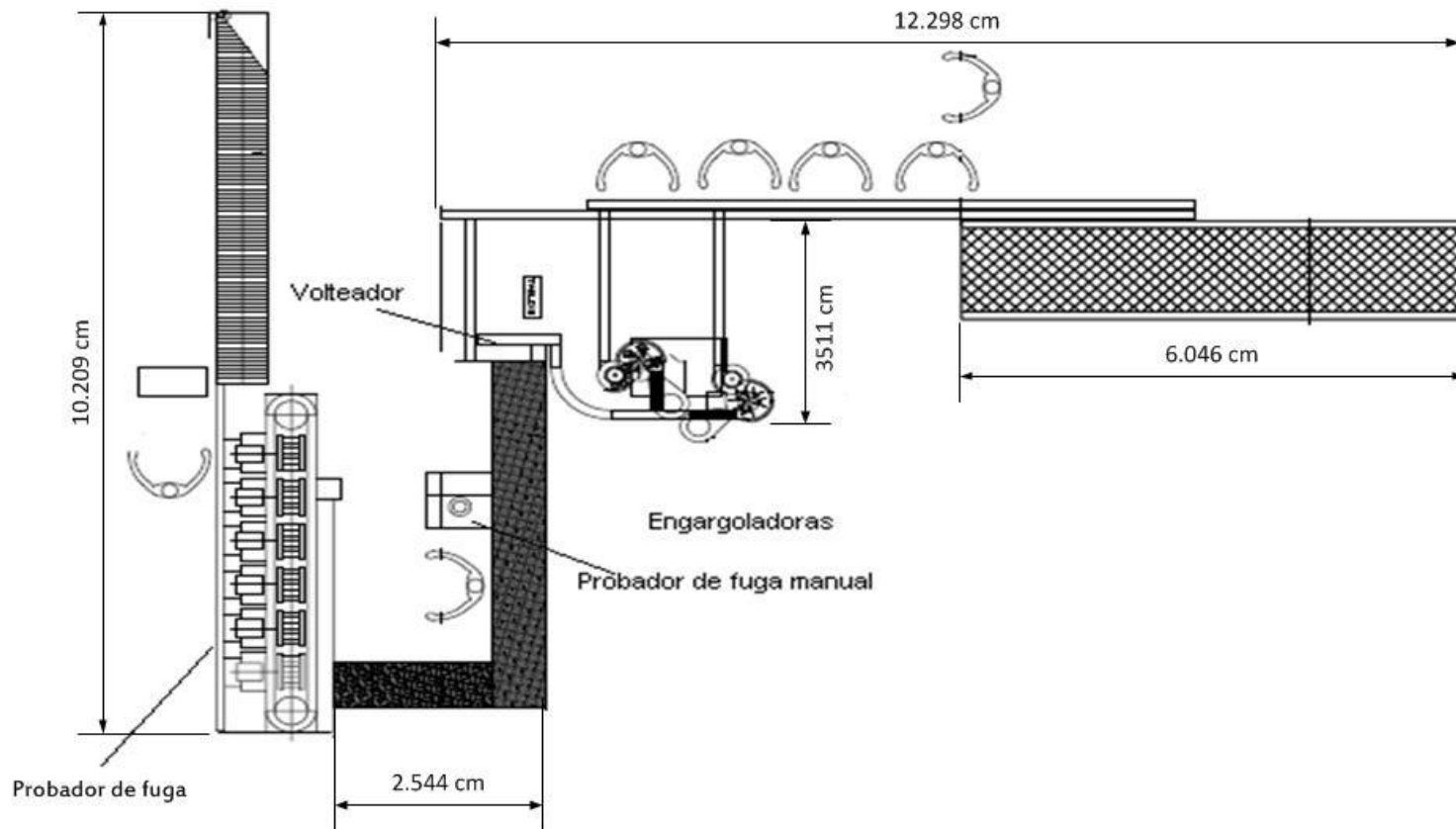
S/E

Figura Nº 10 Lay-Out Área de Elementos I



Otro operario toma un elemento filtrante de una paleta detrás él, o de la cadena transportadora que sale del horno de curado, lo coloca dentro del vaso y encima del resorte espiral o lámina, revisando que el resorte no se caiga, luego toma un espaciador de una bandeja enfrente y lo coloca encima del elemento filtrante. Otro operario ensambla la goma o válvula anti drenaje ubicado enfrente del puesto de trabajo en una bandeja. Para finalizar el ensamble un último operario, toma una tapa cover de la bandeja a su derecha y lo coloca encima. El molde en la banda transportadora traslada al filtro hasta la estrella en la entrada de la engargoladora. Este equipo se encarga de realizar el cierre hermético entre el cuerpo o vaso y la tapa del filtro, comprimiendo los componentes internos. Se realizan aproximadamente 45 engargolados por minuto. Una vez el filtro engargolado, pasa por un sensor cuya función es determinar si el filtro posee rosca, de no ser así, un pistón se acciona y expulsa al filtro de la banda a una bandeja. Luego el filtro llega hasta el volteador, este equipo, mediante unos imanes y un rodillo magnético, separa el filtro del molde que lo traslada y lo voltea, de forma que la tapa queda hacia abajo.

El filtro continúa por una banda transportadora que posee unas barandas ajustables de tal forma que solo quepa un filtro a la vez hasta la entrada del probador de fuga. Un pistón traslada el filtro de la banda a la cadena transportadora del probador de fuga, donde, en seis estaciones se le inyecta aire al filtro a una presión determinada según el modelo que se está fabricando, con la intención de comprobar si existe alguna abertura o daño que pueda ocasionar fuga. De presentar fuga, la estación donde se ubica el filtro que presentó la falla se detiene, suena una alarma, y un operario es encargado de rechazar el filtro y de accionar de nuevo la estación. Una vez aprobado el filtro, son trasladados por una banda transportadora hasta el área de pintura.



S/E

Figura N° 11 Lay-Out área de Engargolado USA



En dicha área el filtro entra a la cabina de pintura, donde un tornillo sin fin, ubicado al lado de la banda transportadora, separa los filtros una distancia aproximada de 9,5 centímetros, la misma distancia que existe entre los pines, inmediatamente después del tornillo se encuentra una estrella cuyo fin es posicionar los filtros en los pines que los trasladan por gran parte del área. Una vez colocado el filtro en el pin, el filtro pasa por las pistolas dispensadoras de pintura. Estas pistolas cargan negativamente la pintura en polvo mediante unos electrodos, y, ya que la cadena se encuentra aterrada, los filtros se cargan positivamente, por lo que la pintura que sale de las pistolas se adhiere al filtro por electromagnetismo permitiendo que se reparta de manera uniforme por toda la superficie del filtro.

Una vez pintado el filtro continúa su recorrido en los pines hasta entrar al horno de curado de pintura. En la entrada del horno se encuentran unos sensores cuyo haz de luz permite conocer si el filtro viene mal posicionado en el pin (inclinado). El filtro dura aproximadamente un minuto y medio en recorrer por completo el horno, que, mediante radiación de calor garantiza que la pintura se cure o solidifique. Una vez salido del horno el filtro entra a una cabina de enfriamiento que mediante un extractor y un ventilador, refrigeran los filtros y extraen el aire caliente con el fin de hacer al filtro manipulable para el resto del proceso.

Luego el filtro se traslada hasta llegar a un transportador magnético inclinado ubicado encima del transportador de pines. Por el magnetismo, los filtros se despegan de los pines y se adhieren al nuevo transportador. El resto de los pines se devuelven a la cabina de pintura en busca de montar nuevos filtros a pintar.

Al filtro salir del transportador magnético, se traslada mediante una banda hasta la etiquetadora, luego pasa por debajo del print Laser, que le imprime la fecha y el modelo en la parte superior del vaso.

El filtro continúa en la banda hasta llegar al probador de rosca, este equipo con la ayuda de una estrella que los separa, toma una fotografía de la tapa cover de cada filtro con el fin de verificar mediante un software si el filtro posee rosca y es la



debida para el modelo que se está produciendo. De ser aprobado el filtro continúa su recorrido donde dos operarios le ensamblan manualmente la empaadura antes de llevarlo a empaque.

El área de empaque es considerada dentro de la misma área de pintura USA, sin embargo el proceso varía dependiendo de si la marca del filtro que se está fabricando es Lee Martin o Wix.

### **Wix:**

Una vez que el filtro posee la empaadura ensamblada, dos operarios introducen el filtro en el estuche o caja específico para ese modelo de filtro y lo colocan de nuevo en la banda. Al final de la banda, las cajas se amontonan en dos filas donde un operario los reúne en lotes de un número de cajas según las especificaciones de ingeniería, los envuelve en polietilento, los sella y lo introduce al horno termoencogible a una temperatura de  $180 \pm 10$  °C.

Finalmente un último operario paletiza cada grupo de cajas según las especificaciones de ingeniería para el modelo de filtro en fabricación.

### **Lee Martin:**

El filtro, ya con su respectiva empaadura, se traslada a otra banda transportadora que gracias a las barandas, reducen el espacio hasta que solo quepa un filtro a la vez en la banda. Dos pistones, accionados por sensores, separan los filtros una distancia aproximada 10 centímetros, para que una herramienta en forma de “U”, ubicada sobre la banda, acueste el filtro.

Ya con el filtro en posición horizontal, otro pistón accionado por un sensor, traslada el filtro a la selladora, donde un operario se asegura que todos los filtros lleven empaadura y que todos entren al equipo acostados. La selladora los envuelve en poliolefina, los sella y los traslada al primer horno termoencogible. Al

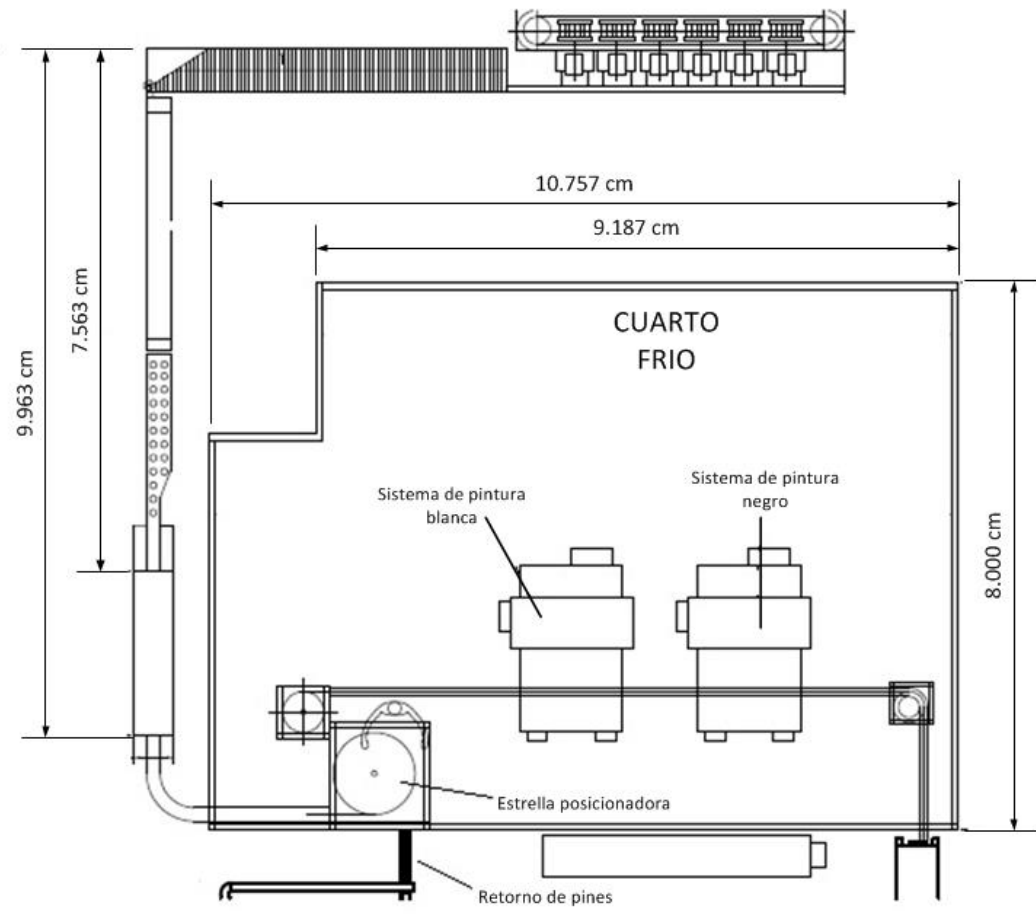


salir del horno, un operario los inspecciona y los coloca verticalmente sobre una banda transportadora que los traslada al segundo horno termoencogible.

Los filtros ya sellados son puestos sobre una bandeja de cartón cuyo tamaño varía según la familia del filtro que se está fabricando, los envuelve en polietileno, los sella y los introducen al horno a una temperatura de  $160 \pm 20$  °C.

Finalmente un último operario paletiza según las especificaciones de ingeniería para el modelo de filtro en fabricación.

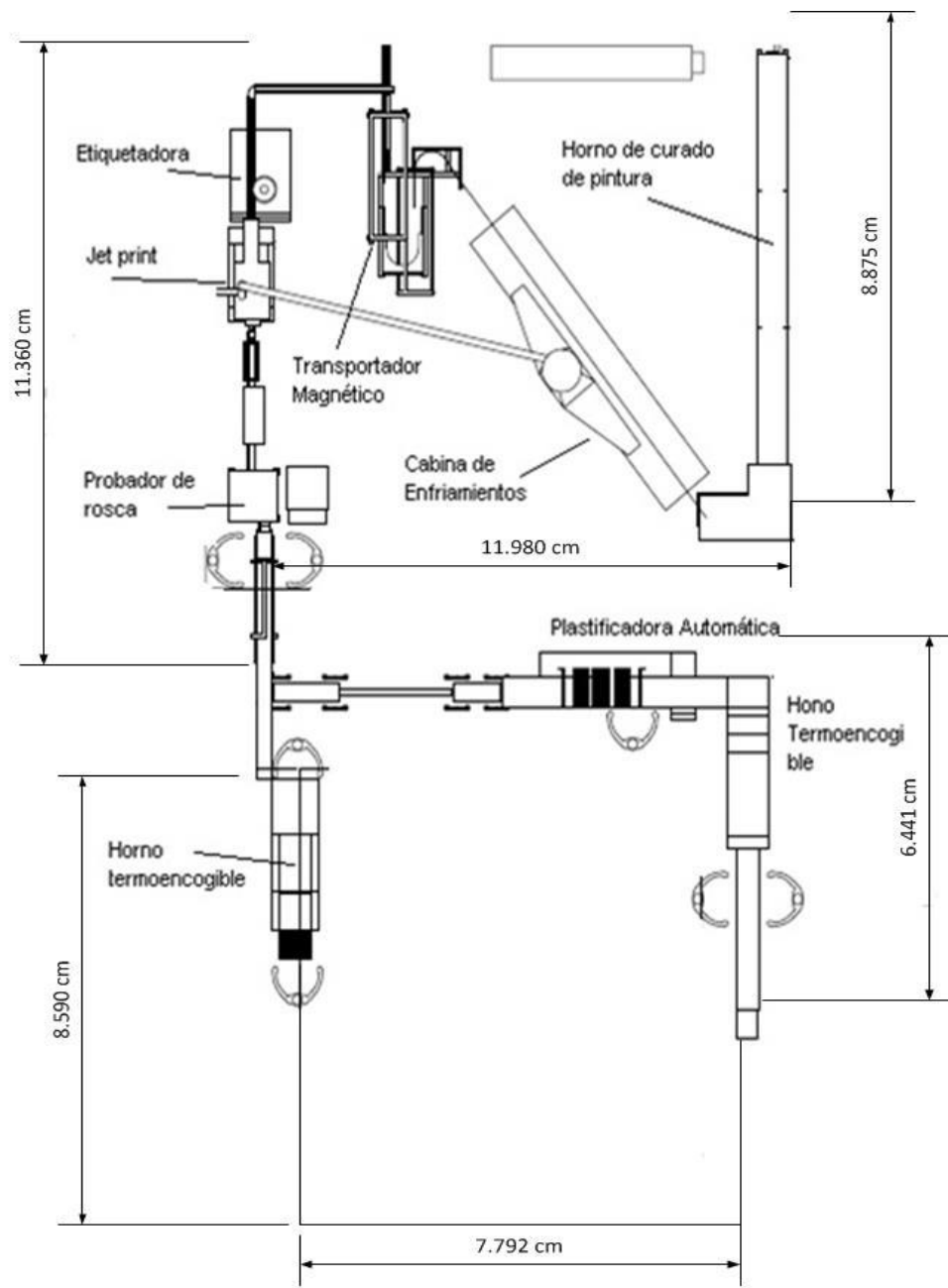
En la figura N°14 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de la línea.



S/E

Figura N° 12 Lay-Out Área de Pintura USA

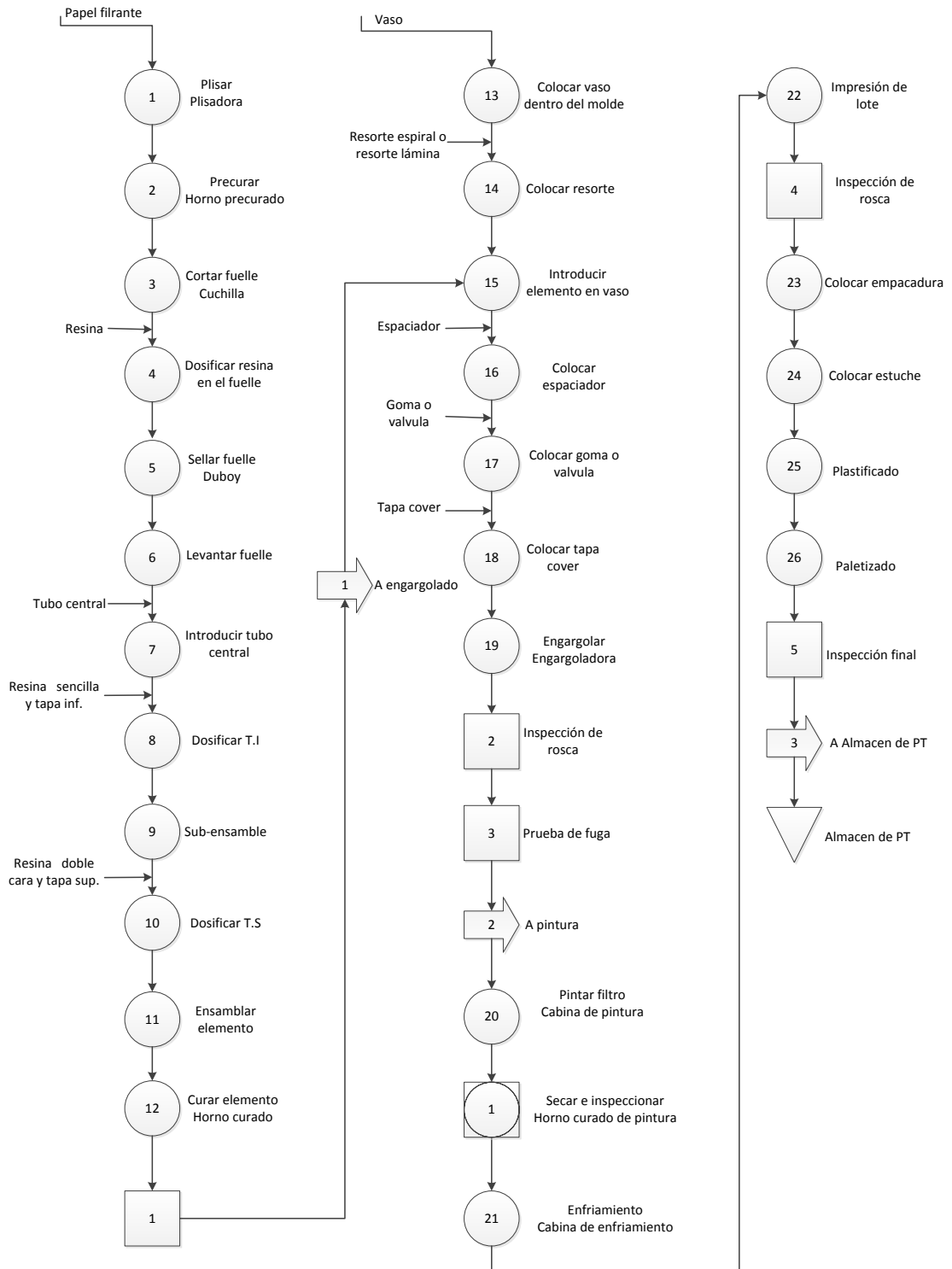




S/E

Figura N° 13 Lay-Out Área de Empaque USA

**Figura Nº 14 Diagrama de operaciones del proceso de la línea USA**





---

## **CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

En este capítulo se identificarán, analizarán y cuantificarán los desperdicios presentes en la línea USA, con la intención de determinar las causas raíces que los generan, utilizando herramientas de ingeniería industrial.

### **5.1 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE DESPERDICIOS.**

A través de la observación directa en el proceso productivo de la línea USA y de datos proporcionados por la empresa, se pudo captar que se generan distintos tipos de desperdicios en dicho proceso, por lo que se hace necesario hacer un estudio a fondo para la identificación y descripción de los desperdicios presentes, con la finalidad de reducirlos. A partir de la tabla de desperdicios comunes que emplea el método ESIDE en el paso 4 se identifican los de la línea (tabla N° 8).

Una vez identificados los desperdicios presentes en la línea, se procede a describir y analizar con detalle cada uno de ellos.

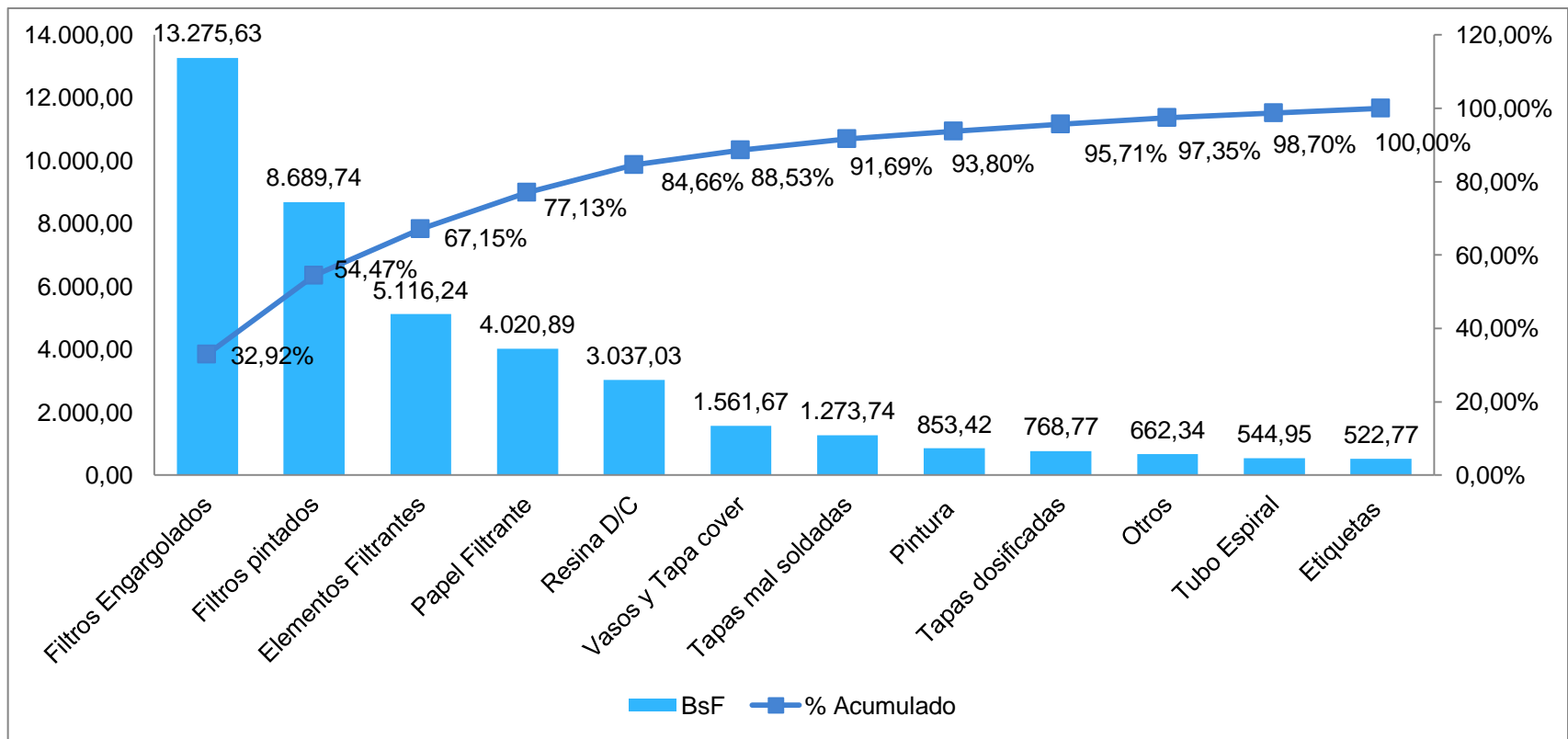
### **5.2 DESPERDICIO: PRODUCTO DEFECTUOSO.**

El departamento de calidad exige a cada área de la planta realizar un reporte de scrap al finalizar la jornada laboral, en el cual se registra la fecha, línea, turno, código del componente defectuoso, el defecto que presenta, entre otros datos.

Como se puede apreciar en el gráfico N° 1 las unidades vitales son: los filtros engargolados (ensamblado y sellado por la máquina engargoladora), filtros pintados, elementos filtrantes, papel filtrante y resina D/C.

**Tabla N° 8 Desperdicios presentes en la línea USA.**

| ELEMENTO               | DESCRIPCIÓN  |
|------------------------|--|
| Producto               | <b>Producto defectuoso:</b><br>En las 3 áreas que comprenden la línea USA existen desperdicios por productos defectuosos (scrap) originados por múltiples causas, ocasionando costos que se hace necesario reducir.  |
| Insumos                | <b>Partes sobrantes:</b><br>Por otro lado en las bolsas donde viene empacada la resina queda material que no es posible extraer y este es desechado. Además de que la actividad de vaciado de resina es ergonómicamente cuestionable.  |
| Equipos y herramientas | <b>Paradas no planificadas:</b><br>Durante la jornada de trabajo se generan paradas no planificadas que se traducen en pérdidas. Entre estas paradas tenemos por fallas en los equipos mecánicas (averías), ausentismo, espera por material (de proveedores y/o fabricados en la planta), calidad del proceso, cambio de modelo de filtros y ajuste de máquinas. |
| Espacio                | <b>Condiciones ambientales inadecuadas:</b><br>Malas condiciones de iluminación por falta de mantenimiento al área de trabajo que ocasiona estar fuera de los estándares dictados por la norma COVENIN y conlleva a riesgo para la empresa de sanciones.   |





**Gráfico N° 1 Pareto de costos promedio mensual por scrap en la línea USA**




Fuente: Departamento de Producción.

En la tabla N°9 se explican los defectos de las unidades vitales que se reportan en la empresa y que hacen que estas sean rechazadas por el departamento de calidad.





**Tabla N° 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA**

| Producto             | Defecto                                     | Código | Descripción   | Foto  |
|----------------------|---|--------|---|---|
| Filtros Engargolados | Ruptura del filtro por Puesta a punto       | A      | Abertura presente en el engargolado (sello entre la tapa y el vaso)                             |   |
|                      | Ruptura del filtro por Prueba de inspección | B      | como resultado de la prueba de gancho que se hace para el puesta a punto y prueba de inspección |   |
|                      | Golpeado                                    | P      | Abolladura o golpe en cualquier parte.  |  |

**Tabla N° 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA (cont.)**






| Producto                    | Defecto         | Cód. | Descripción  | Foto  |
|-----------------------------|-----------------|------|--|---|
| <b>Filtros Engargolados</b> | Fisurado        | Q    | Abertura en la superficie del vaso o la tapa cover.  |    |
|                             | Fuga            | R    | Rechazado por el probador de fuga y que a simple vista no se detecta alguna fisura en la tapa cover o el vaso. | <b>Defecto no visible en fotografía</b>   |
|                             | Inclinado       | S    | Tapa inclinada después de engargolar.  |   |
|                             | Maraca          | U    | Componente interno mal ensamblado  |   |
|                             | Filo            | T    | Filo en el borde del engargolado.  |   |
|                             | Mordido         | V    | Aberturas en la unión entre el vaso y la tapa cover  |  |
|                             | Mal engargolado | K2   |  |  |

**Tabla N° 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA (cont.)**



| Scrap                | Defecto          | Cód.           | Descripción   | Foto  |
|----------------------|------------------|----------------|---|---|
| Filtros engargolados | Resorte Volteado | V              | Mal ensamble del resorte espiral, se detecta en la parte superior del filtro. |    |
|                      | Oxidado          | H <sub>1</sub> | Oxido en la superficie del filtro.  | <b>Defecto no visible en fotografía</b>   |
|                      | Descentrado      | W <sub>1</sub> | El centro de la tapa cover no coincide con el centro del vaso.                |   |
| Filtros pintados     | Golpeados        | P              | Abolladura en la superficie.  |  |
|                      | Resorte Volteado | V              | Mal ensamble del resorte espiral detectado en el área de pintura.             |  |



**Tabla N° 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA (cont.)**

| Scrap                     | Defecto                 | Cód.           | Descripción   | Foto  |
|---------------------------|-------------------------|----------------|---|---|
| <b>Elemento Filtrante</b> | Roto por Puesta a punto | A              | Ruptura y despegue de las tapas como resultado de la prueba de adherencia realizada en el puesta a punto. |    |
|                           | Golpeado                | P              | Presenta alguna abolladura en la superficie.  |    |
|                           | Mal ensamblado          | N <sub>1</sub> | Posee algún componente errado, o existe mal ensamble de alguna de sus piezas.                             |  |
|                           | Chorreado               | O              | se presenta cuando hay exceso de resina   |  |
| <b>Papel Filtrante</b>    | Quemado                 | C              | Ocurre cuando el papel permanece mucho tiempo en el horno.  |  |

**Tabla N° 9 Defectos en los productos vitales de la línea USA (cont.)**

| Scrap           | Defecto     | Cód.           | Descripción  | Foto  |
|-----------------|-------------|----------------|--|---|
| Papel Filtrante | Roto        | K              | El papel se rompe y se desecha.                      |  |
|                 | Mal plisado | H <sub>2</sub> | Ocorre cuando el plisado del papel no es el deseado. |  |

### **Cuantificación de los productos defectuosos en la línea USA.**

Para cuantificar las unidades defectuosas se realizó un estudio desde el mes abril hasta junio a fin de estimar el impacto de cada defecto. (Ver anexo I).

### **Análisis de los productos defectuosos en la línea USA.**

Para determinar las causas raíces que generan las unidades defectuosas en la línea se recurrió a la herramienta de los 5 por qué, presentado en la tabla N° 10

Tabla Nº 10 Causas de defectos

| Scrap                 | ¿Por qué?        | ¿Por qué?                      | ¿Por qué?                | ¿Por qué?                   | ¿Por qué? |
|-----------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| Filtros engargolados. | Puesta a Punto   | Plan de control                |                          |                             |           |
|                       | Fisurado         | Área de Maquinado              |                          |                             |           |
|                       | Fuga             | Área de maquinado              |                          |                             |           |
|                       |                  | Desajustes en la Engargoladora | Falta de Mantenimiento   |                             |           |
|                       | Inclinado        | Desajustes en la Engargoladora |                          |                             |           |
|                       | Filo             |                                |                          |                             |           |
|                       | Mordido          |                                |                          |                             |           |
|                       | Mal engargolado  |                                |                          |                             |           |
|                       | Resorte Volteado | Mal ensamble                   | Dificultad en el proceso |                             |           |
|                       | Maraca           | Mal ensamble                   | Descuido del operario    |                             |           |
|                       | Descentrado      |                                |                          |                             |           |
|                       | Oxidado          | Probador de fuga Manual        |                          |                             |           |
|                       | Golpeado         | Probador de fuga automática    | Mal posicionamiento      | Topes de banda desajustados |           |
| Alimentador           |                  |                                |                          |                             |           |

**Tabla N° 10 Causas de defectos (Cont.)**

| Scrap                       | ¿Por qué? | ¿Por qué?                   | ¿Por qué?                              | ¿Por qué?  | ¿Por qué?                                 |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------|--|--|---|
| <b>Filtros engargolados</b> | Golpeado  | Probador de fuga automática | Mal posicionamiento                    | Freno de la banda averiado                                 |   |
|                             |           |                             | Alimentador                            | Desplazamiento del filtro mientras el probador está parado |   |
|                             |           |                             | Flujo de aire en Pistón                |  |   |
|                             |           |                             | Desprendimiento del punto de soldadura | Presión del probador de fuga.                              |   |
|                             |           | Caídas                      | Al paletizar                           | Descuido del operario                                      |   |
|                             |           |                             | Salida de engargolado                  | Desajuste del láser probador de rosca                      |   |
|                             |           |                             | Volteador Magnético                    | Atascos en retorno de moldes                               | Tamaño de banda transportadora inadecuado |
|                             |           |                             |  | Desplazamiento de Imanes                                   |   |

**Tabla N° 10 Causas de defecto (cont.)**

| Scrap                   | ¿Por qué? | ¿Por qué?                  | ¿Por qué?  | ¿Por qué?   | ¿Por qué?                  |
|-------------------------|-----------|----------------------------|--|---|----------------------------|
| <b>Filtros Pintados</b> | Golpeado  | Caída                      | Banda Magnética                                    | El filtro se voltea en un punto de la banda magnética.            | Imanes estropeados         |
|                         |           |                            |  | El filtro se voltea al salir de la banda magnética                | Mal estado de las barandas |
|                         |           |                            |  | Amontonamiento de filtros en el transportador de la etiquetadora. |                            |
|                         |           | Probador de rosca          | El filtro se atasca entre la estrella y la baranda |   |                            |
|                         |           | Selladora                  | Desajuste de la cadena de la selladora             |   |                            |
|                         |           | Pistón                     | Desajuste de las barandas                          | Descuido del operario en Puesta a punto                           |                            |
|                         |           | Contaminado                | Exceso de aceite                                   | Área de maquinado   |                            |
|                         |           | Proveniente de engargolado | Paletizado   | Descuido del operario   |                            |

**Tabla N° 10 Causas de defectos (Cont.)**

| Scrap                       | ¿Por qué?                      | ¿Por qué?   | ¿Por qué?  | ¿Por qué?              | ¿Por qué? |
|-----------------------------|--------------------------------|---|--|------------------------|-----------|
| <b>Elementos Filtrantes</b> | Mal ensamblado                 | Competencia del puesto de trabajo                           | Ausentismo   |                        |           |
|                             | Golpeado                       | Hundimiento de la cadena                                    | La platina debajo de la cadena no es lo suficientemente largo. |                        |           |
|                             |                                | Acumulación de elementos en la cadena a la salida del horno | Descuido del operario  |                        |           |
|                             | Chorreado                      | Exceso de resina en tapas                                   | Fallas en Dosificadoras  | Falta de mantenimiento |           |
| <b>Papel Filtrante</b>      | Roto                           | Natural del proceso   |  |                        |           |
|                             |                                | Papel Roto de almacén                                       | Manejo de materiales en almacén                                |                        |           |
|                             |                                | Atascos de la plisadora                                     | Desgaste de rodillos   | Falta de mantenimiento |           |
|                             | Quemado                        | Natural del proceso   |  |                        |           |
|                             | Corte fuera de especificación. | Descuido del operario                                       |  |                        |           |

Según el estudio realizado (Anexo I) los defectos más influyentes en engargolado resultaron ser golpeado y resorte volteado, cuyas causas raíces se explican a continuación:

- Topes de banda desajustados: El probador de fuga consta de una banda transportadora dividida en tramos por unos topes pegados a esta mediante tornillos. varios de estos topes separadores se encuentran desajustados y desatornillados, lo que produce que el filtro choque con ellos y quede mal posicionado para la prueba. (Figura N° 15).
- Pistón Alimentador: los filtros se transportan por la banda N°1 hasta el pistón alimentador, quién los traslada a la N°2. La banda N°1 siempre está accionada por lo que los filtros se mantienen pegados unos a otros cuando llegan hasta el alimentador. El pistón y la banda N°2 se accionan al mismo tiempo que el probador. Si el probador detecta una fuga, este detiene de inmediato el equipo. Cuando esto ocurre los filtros intentan seguir moviéndose y por roce pasan a la banda N°2, ocasionando que cuando se accione nuevamente el probador, y por ende el pistón alimentador, este último los golpee o los deje mal posicionados. Lo anterior se ilustra en las figuras N°16, 17, 18 y 19.
- Freno de la banda transportadora: El freno de la banda con topes separadores se encuentra averiado, lo que produce que la banda frene a destiempo y los filtros queden mal posicionados. El freno es muy antiguo y su reparación se hace complicada por ausencia de repuestos.



**Figura N° 15 Topes desajustados**



**Figura Nº 16 Mal posicionamiento de entrada al equipo**

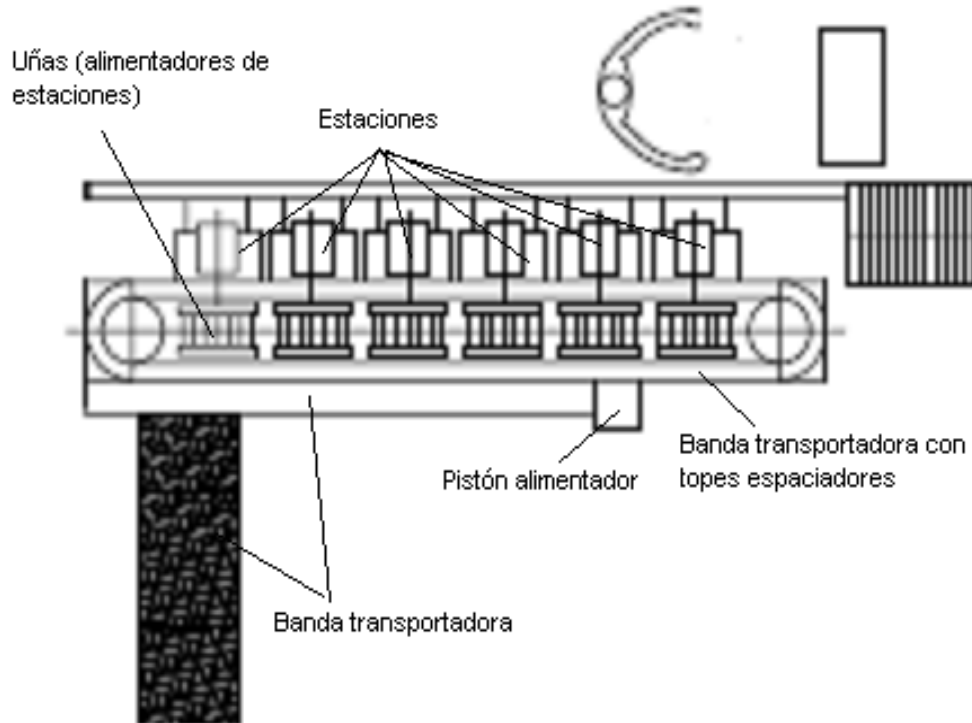


**Figura Nº 17 Mal posicionamiento por freno averiado**



**Figura Nº 18 Desplazamiento de filtro**





**Figura N° 19 Probador de Fuga automático**

- Dificultades en el proceso al colocar el resorte: Esta parte del ensamble consta de colocar dentro del vaso un resorte en posición vertical, para ello el operario introduce la mano dentro del vaso para asegurarse que el resorte quede bien. Dependiendo de la familia a la que pertenece el filtro, el diámetro del vaso varía, evitando que la mano del operario entre, en estas ocasiones el operario deja caer el resorte y este se voltea. Esta causa raíz atenta contra criterio del diseño de las partes del análisis de la operación, ya que en el proceso no se consideró la variabilidad del diámetro del vaso. Para ello la empresa está realizando un estudio para mejorar el diseño del resorte aumentando el diámetro del mismo para que este posea mayor estabilidad y no se voltee.

- Falta de mantenimiento a la máquina engargoladora

Los defectos más influyentes originados en el área de pintura son golpeados y resorte volteado, debido a las siguientes causas raíces:

- Exceso de pintura debido a un tiempo de exposición prolongado del filtro a las pistolas dispensadoras. (Figura N°20)
- Probador de rosca: Este equipo provoca la abolladura y pérdida de filtros debido a que se quedan atorados entre la baranda y la estrella, o al principio de la baranda. (Ver figura N° 21)
- El mal estado en las barandas que producen la caída de los filtros en la salida de la banda magnética y amontonamientos en el transportador de la etiquetadora.
- Los imanes en el transportador magnético se encuentran deteriorados y movidos de su lugar, esto ocasiona los golpes por caídas en el equipo.



**Figura N° 20 Exceso de pintura**



**Figura N° 21 Atasco en Probador de rosca**



Las causas raíces en Elementos se deben a:

- La cadena transportadora posee un área sin platina debajo, cuando hay varios elementos encima, la cadena se hunde y produce que los elementos se golpeen y se desechen.
- Descuido del operario que está paletizando los elemento filtrantes a la salida del horno
- Falta de mantenimiento a las dosificadoras de resina sencilla y doble cara.
- Falta de mantenimiento a los rodillos plisadores.

Además de las causas que generan el scrap más significativo, se puede apreciar del análisis otras causas como:

- Tamaño inapropiado de la banda de retorno de moldes en el volteador.
- Desajustes en el sensor de rosca
- Manejo de materiales en almacén
- Descuido del operario
- Ausentismo
- Defectos provenientes de otras líneas
- Naturales al proceso

### **5.3 DESPERDICIO: PARTE SOBRANTE DE INSUMO.**

En la fabricación del elemento filtrante, se necesita la dosificación con resina sencilla de la tapa inferior y de resina doble cara de la tapa superior, con la intención de adherir y crear un sello entre las tapas del elemento y el papel filtrante.

Esta resina doble cara es recibida del almacén de materia prima en tambores de aproximadamente 300 kg, se vierte con ayuda de una “catapulta” a una tolva ubicada en el área de elementos; debido a su viscosidad, el tambor se deja inclinado sobre la tolva durante un tiempo hasta que descienda la mayor cantidad posible de resina, finalmente el operario alimentador retira del tambor la bolsa, la

pesa y la desecha. Semanalmente se vierten cuatro tambores a la tolva que alimenta la dosificadora (Figura N° 22 y 23).



**Figura N° 22 Resina Doble cara**



**Figura N° 23 Verter resina en tolva**

En este proceso, a pesar de dejar escurrir por un tiempo el tambor, en la bolsa, quedan restos de resina que son desechados, aproximadamente 5 kg de resina por tambor.

Según los reportes de la empresa, en la tabla N°11, se muestra la cantidad en kilogramos de resina desperdiciada de Enero a Agosto de 2.013

**Tabla N° 11 Scrap Resina D/C 2.013**

| <b>Scrap Resina (kg)</b> | <b>Enero</b> | <b>Febrero</b> | <b>Marzo</b> | <b>Abril</b> | <b>Mayo</b> | <b>Junio</b> | <b>Julio</b> | <b>Agosto</b> |
|--------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|                          | 18,2         | 79             | 86,3         | 48,7         | 96,2        | 28,1         | 148,8        | 70,5          |



Este proceso es dificultoso para el operario ya que tiene que realizar mucho esfuerzo físico para poder mover y fijar el tambor en la catapulta, y al ser responsable de la alimentación de la línea debe cargar mucho peso durante la jornada.

#### **5.4 DESPERDICIO: PARADAS NO PLANIFICADAS.**

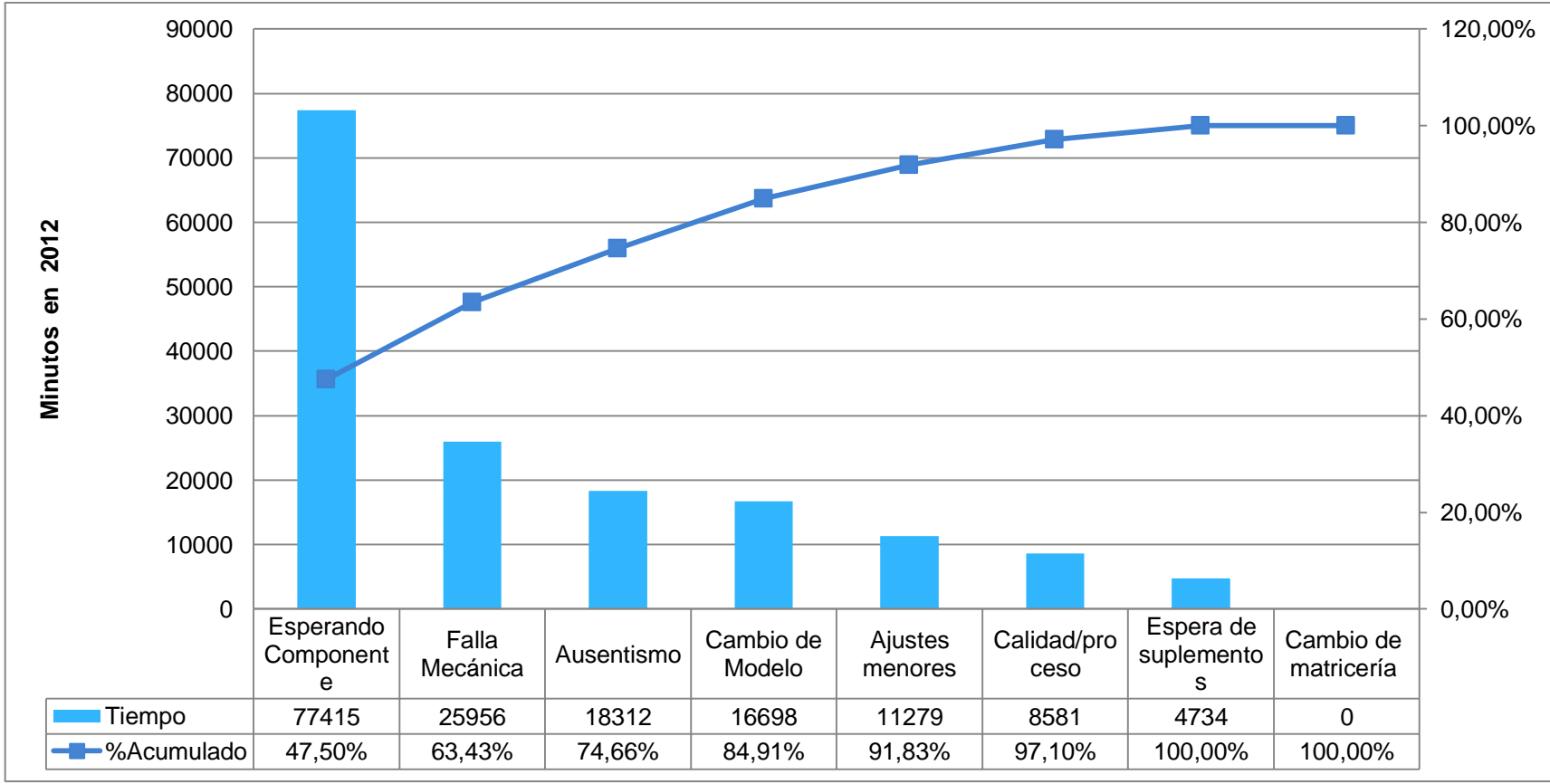
A lo largo de la jornada laboral se realizan paradas fuera de la planificación debido a percances presentes en la línea. En la actualidad la empresa lleva un indicador de eficiencia conocido como OEE en donde se reporta la cantidad de minutos perdidos en la línea y sus principales causas. A continuación se presentan un diagrama de Pareto de las paradas no planificadas, en minutos, reportadas durante 2.012 en la línea USA.

Al observar el gráfico N°2 se aprecia que las causas más relevantes de paradas no planificadas es por espera por componentes, fallas mecánicas, ausentismo y puesta a punto o cambio de modelo.

##### **✓ Espera por componente:**

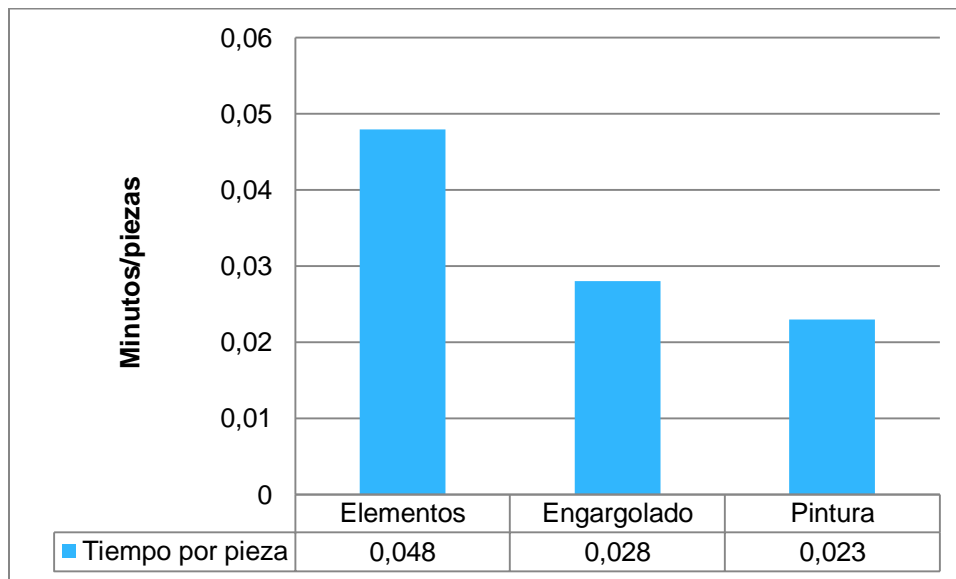
La espera por componentes en la línea USA es principalmente consecuencia del desbalance de línea presente entre las tres áreas.

Elementos I es la primera área en estudio y produce alrededor de 10.000 elementos por jornada, su ritmo es marcado por la cadena transportadora, cuya velocidad es la adecuada para que el elemento filtrante permanezca el tiempo necesario dentro del horno (entre 9,5 y 12 Hz).



**Gráfico Nº 2 Paradas no planificadas reportadas en 2.012**

El área de engargolado tiene una capacidad para producir 17.000 piezas durante la jornada, su ritmo está marcado por la máquina engargoladora. Mientras que el área de pintura tiene la capacidad de realizar hasta 22.000 filtros por jornada y su ritmo es marcado por la cadena transportadora de pines. La velocidad que posee esta cadena, es la adecuada para mantener expuesto el filtro a las pistolas dispensadoras de pintura lo suficiente para que este sea pintado completamente.



### Gráfico N° 3 Tiempo requerido para realizar las operaciones en el área

Como se aprecia en el gráfico N° 3, elementos es el cuello de botella de la línea, por lo que engargolado y consecuentemente pintura deben esperar por elementos para continuar la producción.

El área de elementos se encuentra diseñada para trabajar al doble de su capacidad, sin embargo para ello se necesita el doble de personal. Esto se vuelve un inconveniente debido al ausentismo que posee la planta. Para Affinia Venezuela no es una opción el contratar operarios nuevos debido al incremento que representaría en los costos, Otra manera de solventar esta problemática es automatizando Elementos, pero al igual que en la alternativa anterior la empresa no está dispuesto a invertir una fuerte suma de dinero en un proyecto de esa

magnitud. Por tales motivos este desperdicio no es considerado en la presente investigación.

✓ **Fallas mecánicas:**

La mayoría de los equipos en la línea son viejos y ameritan de un mantenimiento preventivo que permita alargar su vida útil y continuar en funcionamiento sin producir defectos en el producto. A pesar que la planificación de este mantenimiento existe, en muchas ocasiones no se realiza, esto genera fallas mecánicas en los equipos que se traducen en pérdidas de tiempo mientras se solventan.

Mediante la observación directa y entrevistas hechas a los operarios y mecánicos en la línea, se determinó cuáles son los equipos que producen paradas por fallas mecánicas (Tabla N° 12).

**Tabla N° 12 Equipos que presentan fallas comunes en la línea USA**

| Área        | Equipo                                | Falla   |
|-------------|---------------------------------------|---|
| Elementos   | Plisadora                             | Atascos en los rodillos plisadores y el papel filtrante |
|             | Dodificadora de resina sencilla y D/C | Dosifica a pesar de no estar accionada la máquina       |
|             |                                       | Atasco en la salida de resina                           |
| Engargolado | Engargoladora                         | Mordeduras al filtro                                    |
|             |                                       | Desajuste de las moletas                                |
| Pintura     | Etiquetadora                          | No etiqueta   |
|             | Selladora                             | No sella la poliolefina                                 |
|             |                                       | Desajuste de la cadena                                  |
| Horno       | Falla de temperatura                  |   |

**Puesta a punto/cambio de modelo**

Otras de las causas de las paradas no planificadas en la línea se deben al exceso de tiempo invertido en la preparación de la línea. Cada área tiene estipulado un





tiempo estándar para el cambio de modelo, cuando la puesta a punto tiene una duración mayor a la estandarizada se reporta como una parada no planificada en los indicadores.

Para el análisis de las puestas a punto o cambios de modelo en las tres áreas de la línea estudiada se utiliza la metodología SMED la cual se explica en el siguiente capítulo

### **5.5 DESPERDICIO: CONDICIONES AMBIENTALES INADECUADAS.**

La línea USA se encuentra ubicada en el tercer galpón de la planta, compartiendo el área con la línea USI (Unidad de sellado Industrial) y parte de maquinado. Este galpón cuenta con 26 láminas traslucidas distribuidas a lo largo del techo y un total de 33 lámparas de metal halide y 6 lámparas fluorescentes distribuidas según las necesidades del área.

Según estudios realizados en la empresa sobre la iluminación en la planta en 2.011 se determinó que los niveles de iluminancia presente en las áreas (Ver tabla N°13).

Según la norma COVENIN los valores de iluminancia por debajo del mínimo representarían un riesgo para el operario, el valor medio representa el recomendado y un valor por encima del máximo podría significar un derroche de energía, según la actividad que se realiza.

Los valores de Lux presentados en la tabla N° 13 anterior fueron determinados mediante las técnicas recomendadas por la norma COVENIN en un estudio realizado por la empresa en el 2.011. Este estudio arrojó como conclusión la mejora de los sistemas de iluminación en el galpón debido a que los valores de iluminancia obtenidos durante tomas nocturnas están muy por debajo de las recomendadas por la norma según el tipo de actividad que se realiza. Debido a que no se ha realizado ningún mantenimiento al sistema de alumbrado durante el día, se afirma que los valores actuales para las tomas diurnas se encuentran aún

por debajo de las determinadas en 2.011, ya que la láminas traslúcidas se han opacado y deteriorado con el pasar del tiempo.

Debido a lo anterior, el operario se encuentra expuesto a riesgos de accidentes laborales además de dificultar un poco las actividades normales que se deben realizar durante la jornada, sin contar que, por presentar valores por debajo del mínimo de lo recomendado por la norma COVENIN, la empresa presenta riesgo de sanciones.

En la tabla N°13 se muestran los niveles de iluminancia presentes en la línea

**Tabla N° 13 Niveles de iluminancia Línea USA**

| Área               | Actividad                         | Lux determinado (diurna) | Lux determinado (nocturna) | Lux min | Lux medio (recomendado) | Lux Max |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------|-------------------------|---------|
| <b>Elementos</b>   | Entrada de papel                  | 670                      | 90                         | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Corte de papel plegado            | 230                      |                            | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Ensamble de papel y tapas         | 211                      |                            | 500     | 750                     | 1000    |
| <b>Engargolado</b> | Ensamble de filtro                | 187                      | 64                         | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Probador de fuga                  | 199                      |                            | 200     | 300                     | 500     |
| <b>Pintura</b>     | Chequeo del sistema de etiquetado | 414                      | 47                         | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Probador de rosca                 | 473                      | 345                        | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Empaque de filtros                | 1106                     | 138                        | 200     | 300                     | 500     |
|                    | Empaque de filtros Lee            | 1214                     |                            | 200     | 300                     | 500     |



---

## CAPÍTULO VI PROPUESTAS DE MEJORA

En este capítulo se plantean y evalúan alternativas de mejora con el fin de elegir y desarrollar propuestas factibles orientadas a la reducción de desperdicios en la línea USA.

Para la evaluación de alternativas se recurre al paso N° 7 de la metodología ESIDE, donde se analizan estas mediante 3 indicadores de desempeño que se consideran influyentes para la elección y luego se califican estos en una escala del 1 al 3 en orden ascendente de importancia del indicador, para luego dar un puntaje en la misma escala, en orden ascendente de contribución de la alternativa de solución para el indicador de desempeño. Seguidamente se multiplican los puntajes y estos productos por alternativas se suman, la que obtenga la mayor puntuación será seleccionada como la mejor opción.

Haciendo uso del paso N°8 del ESIDE “evaluar el impacto de la solución en el sistema”, se realiza una descripción general de la solución ya seleccionada, se listan las ventajas y las desventajas, los desperdicios que se reducen o eliminan, y por último se muestra el costo y el ahorro aproximado de la implementación, cuyo cálculo se explica con detalle en los Anexos III y IV de este trabajo.

### **6.1 PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE FILTROS ENGARGOLADOS ABOLLADOS**

En el estudio realizado en el área de engargolado USA, se determinó que el 55,24% de los filtros engargolados desechados, es debido a abolladuras hechas por el probador de fuga automático.

Estas abolladuras eran realizadas por múltiples causas que ocasionaban el mal posicionamiento de los filtros al momento de realizar la prueba, con la intención de solventar la problemática se tomaron en consideración las siguientes alternativas



---

### **Alternativa N°1: Diseño e instalación de un nuevo equipo probador de fuga**

Debido a la antigüedad del equipo y los problemas que presenta actualmente, se propone el reemplazo del probador de fuga actual por uno nuevo, capaz de realizar la prueba sin abollar los filtros.

El nuevo equipo contará con un sistema de sensores estratégicos capaces de abrir o cerrar una compuerta para permitir el paso de los filtros al equipo al momento requerido, evitando el mal posicionamiento de los mismos. Para el diseño y la determinación de los parámetros para la prueba se necesitará de la colaboración de especialistas en la materia, así como del departamento de mantenimiento y producción para la programación y adaptación del equipo a la línea, las herramientas para su fabricación serán importadas.

### **Alternativa N°2 Mejoras el probador de fuga automático**

El probador de fuga actual presenta fallas debido a la falta de mantenimiento y descuido de los mecánicos al equipo, se propone realizar una serie de acciones orientadas a solventar las causas que generan el mal posicionamiento del filtro. Las acciones serán realizadas por los mecánicos del área bajo la supervisión del departamento de calidad.

Además se propone el diseño de un dispositivo Poka-Yoke capaz de detener el flujo de filtros al equipo mientras el probador se encuentre apagado, aprovechando el circuito de sensores que ya posee el probador de fuga.

**Tabla N° 14 Evaluación de alternativas para la propuesta N° 1**

| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela C.A.                                      |        |              |           |              |           |
|--|--------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA   |        |              |           |              |           |
| <b>Subsistema analizado:</b> Engargolado USA                                     |        |              |           |              |           |
| <b>Realizado por:</b> Andreina Hernández y Juan Benavente                        |        |              |           |              |           |
| CRITERIOS DE SELECCIÓN   | PUNTOS | ALTERNATIVAS |           |              |           |
|  |        | I            | TOTAL     | II           | TOTAL     |
| Menor Inversión  | 3      | 1            | 3         | 3            | 9         |
| Menor tiempo de implementación   | 3      | 2            | 6         | 3            | 9         |
| Menor uso de recursos  | 2      | 1            | 2         | 3            | 9         |
| <b>Se cumple con el criterio de manera:</b><br>(1) Baja<br>(2) Media<br>(3) Alta |        | <b>TOTAL</b> | <b>11</b> | <b>TOTAL</b> | <b>27</b> |

Se considera que la alternativa N°1 conlleva un aprovechamiento de los recursos baja, debido a que para la implementación de este dispositivo se necesitaría de la colaboración de personal ajeno a la empresa, lo que comprometería su tiempo de implementación a la disponibilidad de los mismos, y consecuentemente obtener una inversión elevada. Mientras que segunda alternativa consiste en mejorar el equipo existente con los mismos recursos de mano de obra de la empresa, su implementación no dependería de factores externos a la empresa y por ende su inversión sería menor.



Las mejoras al probador de fuga automático fue la alternativa seleccionada después de la evaluación. Esta alternativa permite con una menor inversión, tiempo de implementación y la utilización de una manera más eficiente los recursos, solventar el problema de filtros abollados en este equipo.

Para ello, se propone el ajuste de los topes de la baranda transportadora del probador de fuga, así como la regulación del flujo de aire de los topes de cada una de las estaciones del equipo, esta actividad estará bajo responsabilidad del mecánico de la línea.

Los repuestos para la reparación del freno de la banda transportadora del probador de fuga, son difíciles de conseguir debido a la antigüedad del equipo, por lo que se propone el reemplazo del mismo. La instalación del nuevo freno tendrá una duración aproximada de 6 horas y será realizada por el departamento de mantenimiento.

Para solucionar el paso de filtros al probador de fuga mientras está detenido, se propone el diseño de una compuerta ubicada en la entrada del probador de fuga, accionada por un cilindro neumático biestable.

Al momento que el probador de fuga se detenga por alguna causa, la señal también será enviada a la compuerta, logrando que el cilindro se active, cierre la compuerta y bloquee el paso de los filtros por completo. Cuando el equipo vuelva a accionarse, la señal se enviará al cilindro para que se contraiga y quede libre el camino para realizar la prueba. El diseño de este dispositivo Poka-Yoke se presenta en la figura N°24

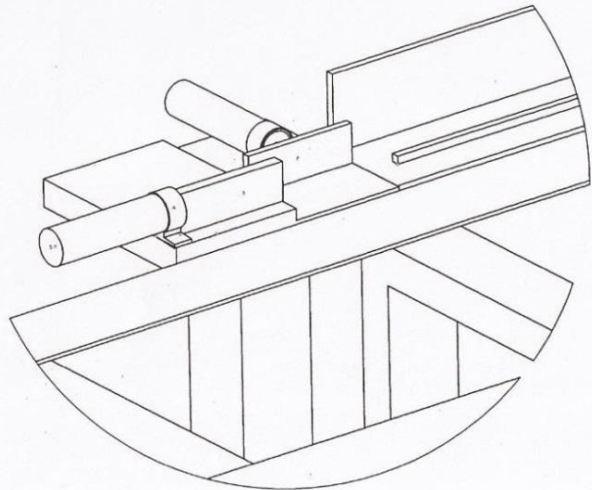
Con la implementación de ésta propuesta se estima reducir en un 90% la generación de filtros abollados por el mal posicionamiento en la entrada del probador de fuga.

**Tabla N° 15 Evaluación de la propuesta N°1**

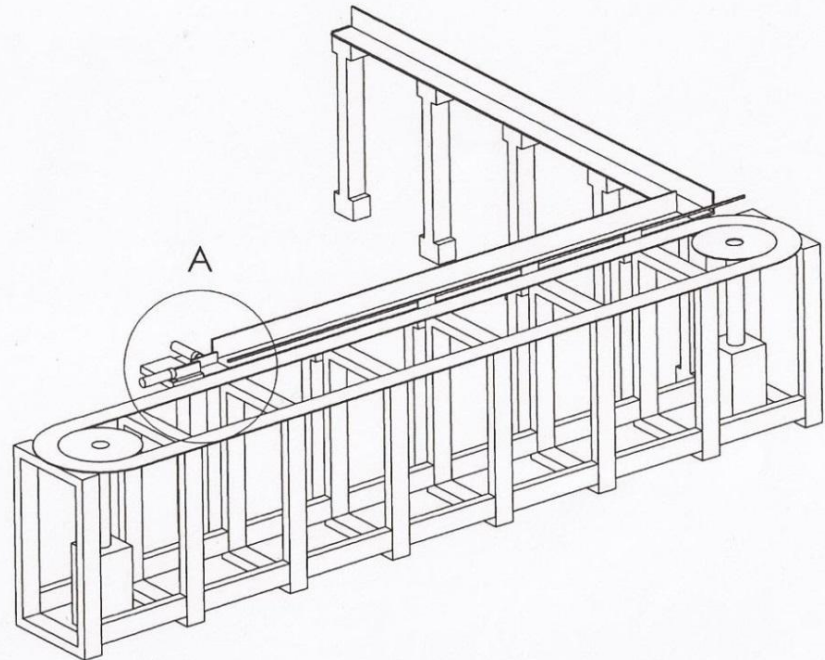
|   |   |
|---|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |   |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |   |
| <b>Subsistema analizado:</b>  |   |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |   |
| <b>Fecha:</b> Febrero 2014  |   |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |   |
| Diseño de dispositivo formado por una compuerta que se acciona a través de un pistón cuando el probador de fuga se detiene, de manera tal de que bloquee el paso de filtros, y que dicho pistón se contraiga cuando el probador de fuga comience a funcionar nuevamente y permitiendo el paso para la prueba. |   |
| <b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fácil instalación</li> <li>✓ No necesita supervisión por parte del operario</li> <li>✓ Aprovechamiento de la programación del probador de fuga</li> </ul>  | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 16,36% del producto defectuoso</li> </ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Depende de la implementación de los ítems 1, 2 y 3 del plan de acción para mejores resultados</li> </ul>  |   |
| <b>COSTO:</b> 18.439,9 Bs(*)  | <b>AHORRO:</b> 66.00,11 Bs/mes(**)  |

\*Ver anexo III

\*\*Ver anexo IV



A



A

S/E

Figura Nº 24 Poka-Yoke para el probador de fuga automático





## **6.2 PROPUESTA PARA MEJORAR EL PROBADOR DE ROSCA**

El probador de rosca en el área de pintura es el equipo encargado de asegurarse que el filtro, que por él pase, posea rosca en su tapa y que sea la correcta. Los filtros se golpean en esta área porque se quedan atascados entre la baranda plástica y la estrella, representado el porcentaje más alto de filtros golpeados en el área. Además, para que la prueba sea exitosa, el filtro debe quedar bien posicionado en la estrella, gracias a la fuerza centrífuga, el filtro generalmente no queda en la posición que debería, ocasionando un falso rechazo. Para solventar esta situación se plantean las siguientes alternativas:

### **Alternativa N°1 Instalación de imanes para posicionar filtros.**

El equipo probador de rosca posee imanes en su base cuyo propósito es de mantener el filtro bien posicionado para la prueba, sin embargo, existen falsos rechazos debido a que la fuerza del imán no es suficiente.

Debido a lo anterior se propone instalar dos imanes en cada uno de los tramos de la estrella, permitiendo que el filtro se mueva lo menos posible durante la prueba. Estos imanes se ubicarían en la separación entre los pisos de la estrella.

Existen 4 estrellas en total que son sustituidas dependiendo del modelo de filtro en fabricación, cada estrella posee 6 tramos. Por lo tanto, se necesitarían 48 imanes en total. Esto imanes solo pueden ser importados, ya que no están disponibles en el país.

### **Alternativa N°2 Baranda de bandas elásticas para Probador de Rosca**

Se plantea el diseño de una baranda realizada con bandas elásticas, ubicadas estratégicamente en el probador, con la intención de evitar el atasco del filtro y por ende sea desechado.

La fabricación de esta baranda sería realizada por los herreros de la empresa debido a la simplicidad del diseño.



**Tabla N° 16 Evaluación de alternativas para la propuesta N°2**

| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela C.A.   |        |              |           |              |           |
|---|--------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA  |        |              |           |              |           |
| <b>Subsistema analizado:</b> Pintura USA  |        |              |           |              |           |
| <b>Realizado por:</b> Andreina Hernández y Juan Benavente                           |        |              |           |              |           |
| CRITERIOS DE SELECCIÓN  | PUNTOS | ALTERNATIVAS |           |              |           |
|   |        | I            | TOTAL     | II           | TOTAL     |
| Menor Inversión   | 3      | 1            | 3         | 3            | 9         |
| Disponibilidad de materiales  | 3      | 1            | 3         | 3            | 9         |
| Eficiencia  | 3      | 2            | 6         | 3            | 9         |
| <b>Se cumple con el criterio de manera:<br/>(1) Baja<br/>(2) Media<br/>(3) Alta</b> |        | <b>TOTAL</b> | <b>12</b> | <b>TOTAL</b> | <b>27</b> |

Los imanes necesarios para la realización de la alternativa N°1 son difíciles de conseguir a nivel nacional, lo que implicaría la importación de los mismos, es por ello que fue evaluado como baja su disponibilidad de materiales, debido a esto los costos de importación aumentarían la inversión necesaria para la implementación, por lo que se consideró como baja el criterio de menor inversión. Por último, los imanes garantizarían que un 80% de los filtros se mantuvieran firmes en el equipo mientras éste está en normal funcionamiento, dejando un 20% de riesgo de presentarse atascos de filtros entre la estrella y la baranda del probador, considerándose entonces, su eficiencia como media.



La alternativa más adecuada para solventar la problemática resultó ser la número 2, diseño de una baranda de bandas elásticas para Probador de Rosca, ya que necesita una inversión baja debido a que los materiales para su fabricación se encuentran disponibles en la empresa, y permite eliminar por completo el desperdicio generado por el equipo, además de reducir el tiempo de puesta punto del área.

Esta alternativa consta de 3 bandas elásticas de 6 milímetros de diámetro, material de hule y caucho, tensados y posicionados por tres soportes de acero ubicados como se muestra en la figura N° 25 y 26

Gracias a las ligas, el filtro se mantendrá posicionado y pegado a la estrella, evitando rechazos falsos y atascos que provoquen golpes en el filtro, eliminando en su totalidad el desperdicio a causa de este defecto.

Con la implementación de esta propuesta también se reducirían los tiempos de puesta a punto, ya que se eliminaría la actividad 9 de la preparación del área de pintura (cambio de baranda en el probador de rosca), la cual tiene una duración aproximada de 6 minutos, debido a que la baranda elástica se adaptaría a cualquier diámetro de filtro haciendo innecesario el cambio de baranda cada vez que se produzca un cambio de modelo a otra familia. (Ver Propuesta N°6)

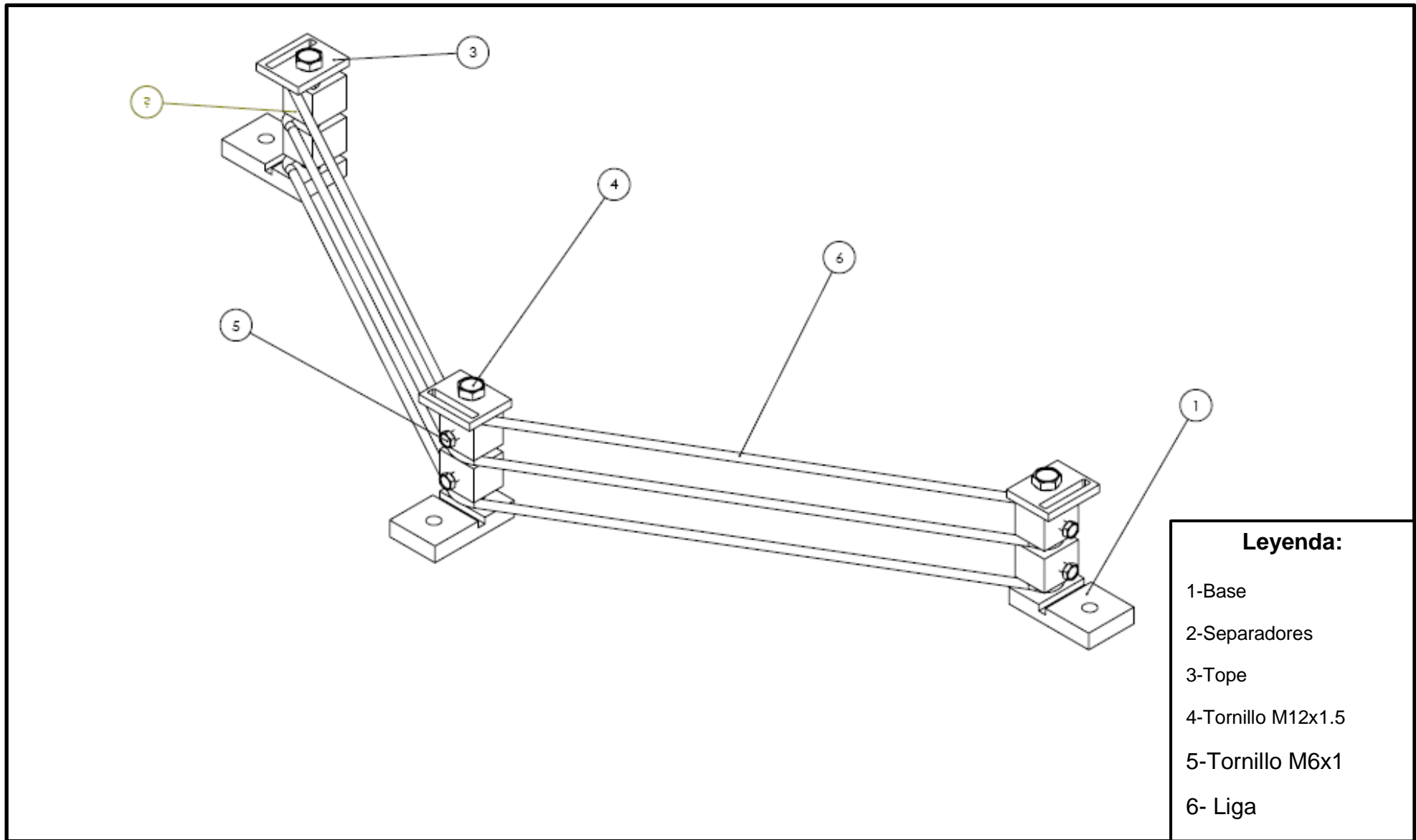
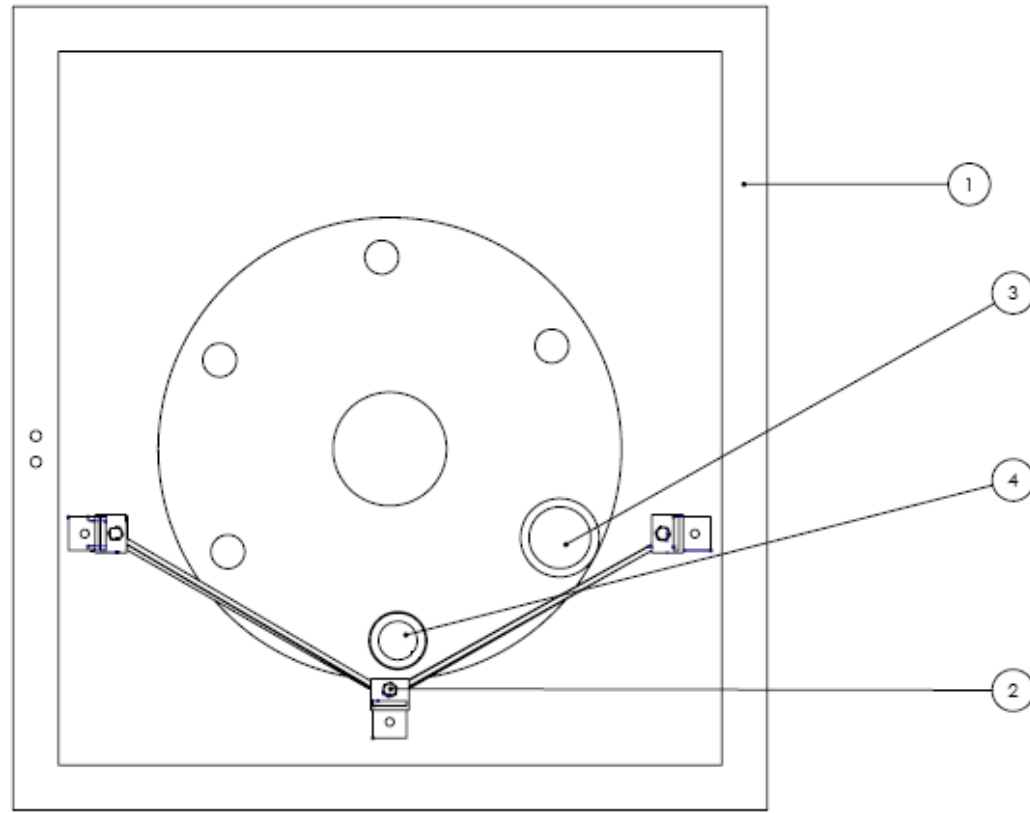


Figura Nº 25 Baranda de ligas



| <b>Leyenda</b> |                            |
|----------------|----------------------------|
| 1-             | Base del Probador de Rosca |
| 2-             | Barandas de ligas          |
| 3-             | Filtro familia 515         |
| 4-             | Filtro familia 394         |

**Figura N° 26 Probador de rosca con baranda de banda elástica**



**Tabla N° 17 Evaluación de la propuesta N°2**

|   |   |
|---|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |   |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |   |
| <b>Subsistema analizado:</b> Pintura USA  |   |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |   |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |   |
| Reemplazo de la baranda plástica del probador de rosca por una que consta de tres bandas elásticas tensadas por tres soportes.  |   |
| <b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Materiales disponibles en la empresa</li><li>✓ Fácil y rápida implementación</li><li>✓ Bajos costos</li><li>✓ Reducción de falsos rechazos</li><li>✓ Eliminación de una actividad en el puesta a punto del área</li></ul> | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 7,87% del Producto defectuoso</li><li>✓ Paradas no planificadas (17,64% del puesta a punto en pintura)</li></ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Su fabricación depende del tiempo disponible de los herreros.</li><li>✓ Desgaste de ligas con el tiempo</li></ul>  |   |
| <b>COSTO: 3.280,2 Bs (*)</b>  | <b>AHORRO: 3.175,23 Bs/mes(**)</b>  |

### **6.3 PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE ELEMENTOS FILTRANTES GOLPEADOS.**

Debido al amontonamiento de elementos filtrantes a la salida del horno de curado, estos se golpean unos con otros, o al final de la cadena debido a la ausencia de soporte (plancha de metal) debajo del transportador. El estudio presentado en el Anexo I arrojó que el 88,33% de los elementos filtrantes desechados eran por este defecto. El amontonamiento ocurre porque el operario encargado de paletizar los elementos filtrantes que salen del horno se encuentra ausente o realizando otra actividad. Las siguientes alternativas pretenden solventar dicha problemática:

\*Ver Anexo III

\*\*Ver anexo IV



### **Alternativa Nº 1 Detector de Elementos Filtrantes Acumulados**

Se propone un sistema que detecta la acumulación de elementos, capaz de enviar una señal a una alarma ubicada encima del horno de curado y advertir al operario y al supervisor del área, que si no se realiza la actividad de paletizado pronto, los elementos corren riesgo de ser golpeados y desechados.

### **Alternativa Nº2 Adaptación de un paletizador automático al área de engargolado.**

Con la finalidad de eliminar el desperdicio por producto defectuoso que se genera a la salida del horno, se plantea la adquisición y adaptación de un paletizador automático capaz de retirar los elementos de la cadena transportadora y colocarlos en una paleta.

La implementación de esta alternativa se llevaría a cabo a largo plazo debido a las dificultades a la hora de importar el equipo, así como el diseño y adaptación del mismo a la línea de producción.



**Tabla N° 18 Evaluación de alternativas para la propuesta N°3**

|   |
|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela C.A.               |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA                      |
| <b>Subsistema analizado:</b> Engargolado USA              |
| <b>Realizado por:</b> Andreina Hernández y Juan Benavente |

| CRITERIOS DE SELECCIÓN  | PUNTOS | ALTERNATIVAS |           |              |           |
|---|--------|--------------|-----------|--------------|-----------|
|   |        | I            | TOTAL     | II           | TOTAL     |
| Menor Inversión   | 3      | 3            | 9         | 1            | 3         |
| Disponibilidad de materiales  | 3      | 3            | 9         | 1            | 3         |
| Bajos Costo de mantenimiento  | 2      | 3            | 6         | 2            | 4         |
| <b>Se cumple con el criterio de manera:<br/>(4) Baja<br/>(5) Media<br/>(6) Alta</b> |        | <b>TOTAL</b> | <b>24</b> | <b>TOTAL</b> | <b>10</b> |

Los materiales necesarios para llevar a cabo la alternativa N°1 se encuentran disponibles en la empresa, mientras que en la alternativa N°2 se debe importar el paletizador, trayendo como consecuencia una mayor inversión. La alternativa N°2 requiere de un plan de mantenimiento costoso ya que se necesitarían repuestos traídos del extranjero, además de que se tendría que consumir un tiempo mayor comparado con el mantenimiento de la otra alternativa el cual es sencillo y sus repuestos forman parte del inventario de reposición de la empresa.





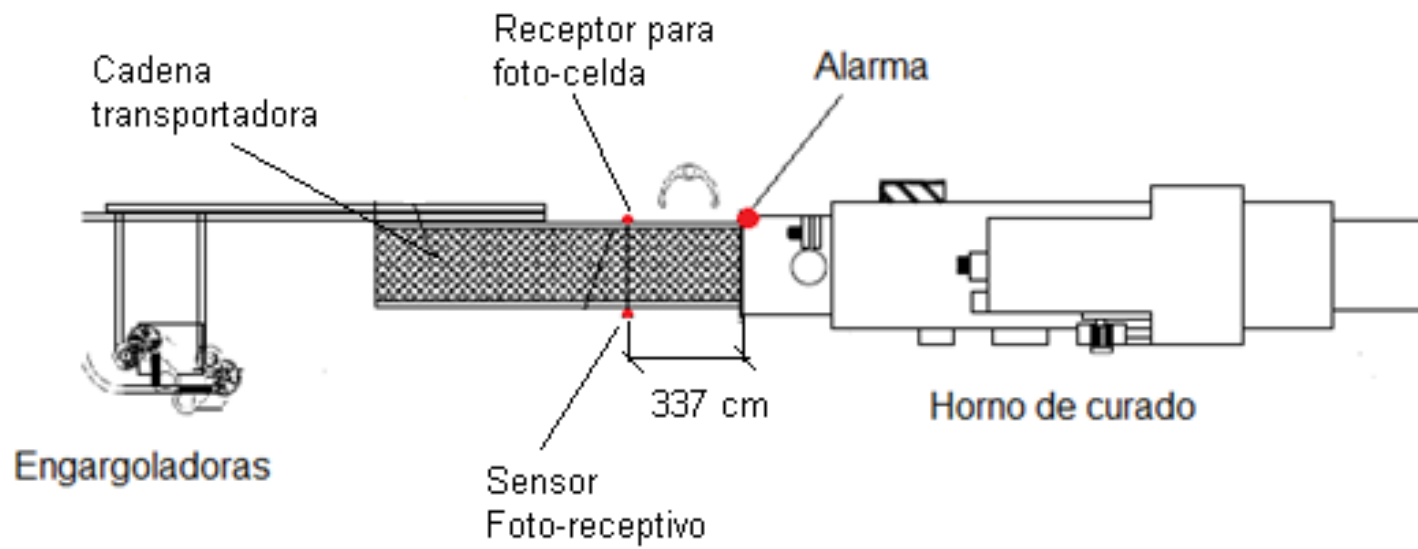
La mejor alternativa fue la N°1, detector de elementos filtrantes acumulados, debido a que posee una baja inversión, disponibilidad de materiales en la empresa y costos de mantenimiento despreciables mientras que los materiales necesarios para llevar a cabo la alternativa N°2 deben ser importados

Este sistema consta de un sensor foto-receptivo instalado a una distancia 337 centímetros de la salida del horno, junto con un receptor para foto-celda justo en la baranda del frente. Ambos conectados a un relé y este a su vez a una alarma ubicada encima del horno de curado. (Ver figura N° 27)

Adicionalmente, se propone la fabricación y soldadura de una plancha de metal con las dimensiones mostradas en la Figura N° 28, con la intención de crear un soporte y evitar el hundimiento de la cadena por el peso de los elementos.

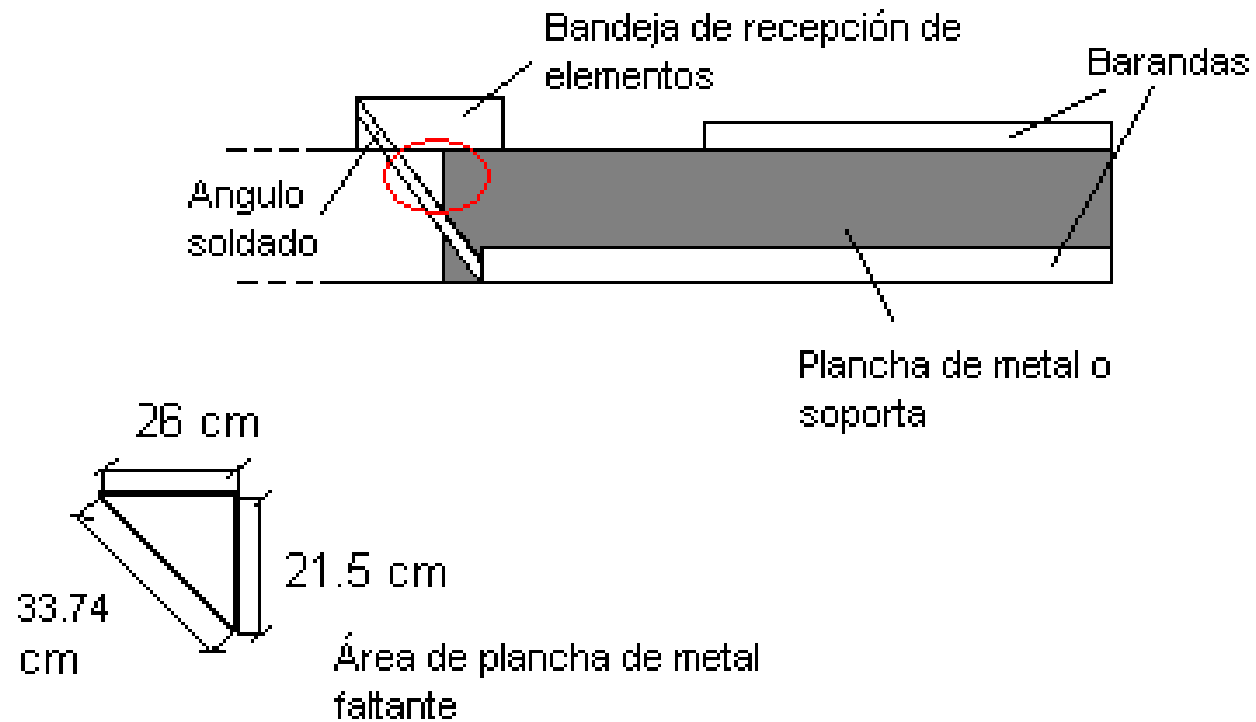
Se estima una reducción del 75% de los elementos filtrantes desechados a causa de esta problemática, con la implementación de la propuesta planteada. Esto se debe a que depende de la actuación del operario al momento que se detecte el acumulamiento.

En las figuras N° 29, 30, 31 y 32 se presentan los equipos necesarios para realizar el detector.



S/E

Figura Nº 27 Detector de acumulación de elementos.



S/E

Figura Nº 28 Plancha metálica o soporte para cadena



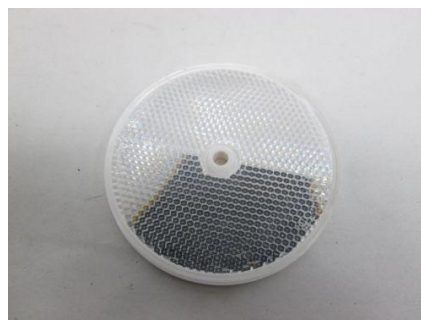
**Figura N° 29 Sirena dinámica 120 db**



**Figura N° 30 Relé**



**Figura N° 31 Sensor foto-receptivo**



**Figura N° 32 Reflector para foto-celda**



**Tabla N° 19 Evaluación de la propuesta N°3**

|   |  |
|---|--|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |  |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |  |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |  |
| <b>Fecha:</b> Febrero 2014  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |  |
| Instalación de un sistema que consta de un sensor foto-receptivo conectado a una alarma que advierte al operario sobre la acumulación de elementos filtrantes en la cadena. |  |
| <b>VENTAJAS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Bajos costos</li><li>✓ Fácil y rápida implementación</li><li>✓ No necesita de mantenimiento preventivo.</li></ul>  | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 8,07% del producto defectuoso</li></ul> |
| <b>DESVENTAJAS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Depende del operario para evitar que ocurra el defecto</li></ul>  |  |
| <b>COSTO:</b> 3.724 Bs (*)  | <b>AHORRO:</b> 3.389,38 Bs/mes(**)   |

#### **6.4 PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA LÍNEA USA**

En la línea existen desajustes y falta de mantenimiento en algunos equipos que, contribuyen en la generación de desperdicios, tanto por piezas defectuosas como paradas no planificadas durante la jornada. Por lo tanto se propone un mantenimiento general enmarcado en un plan de acción que consiste en la realización de 11 actividades a lo largo de la línea, especificando la actividad, el área, los pasos necesarios para su realización, el responsable de su cumplimiento y el tiempo de duración estimado para el desarrollo de la misma.

\*Ver Anexo III

\*Ver Anexo IV



La estimación del tiempo necesario para la solución de cada ítem se calculó basándose en la experiencia y criterio de los mecánicos de las áreas, el planificador de mantenimiento de la planta y los electricistas.

La mayoría de las actividades pueden realizarse de manera inmediata debido que hay disponibilidad de los materiales, repuestos y mano de obra; otras se llevarían a cabo en un largo plazo mientras se adquieren los recursos necesarios para su ejecución.

A continuación se presenta el Plan de Acción propuesto (Tabla N° 20).

**Tabla N° 20 Plan de Acción.**

| Ítem | Descripción  | Área        | Solución  | Responsable                                  | Tiempo    |
|------|--|-------------|---|--|-----------|
| 1    | Imanes desajustados en volteador magnético             | Engargolado | *Desmontaje del volteador magnético<br>*Posicionamiento de imanes<br>*Montaje del volteador magnético.  | *Planificador de Mantenimiento.<br>*Mecánico | 2 semanas |
| 2    | Dosificadoras de resina                                | Elementos I | *Desmontaje de las dosificadoras<br>*Limpieza de regadera o conducto<br>*Torneado o reemplazo de aguja<br>*Limpieza de mangueras<br>*Montaje de las dosificadoras | Mecánico                                     | 1 hora    |
| 3    | Imanes transportador magnético en pintura              | Pintura     | *Adquisición de imanes<br>*Desmontaje del transportador<br>*Posicionamiento e instalación de imanes<br>*Montaje de transportador magnético                        | *Planificador de Mantenimiento.<br>*Mecánico | 1 semana  |
| 4    | Baranda a la entrada de pintura                        | Pintura     | *Fabricación de la baranda ajustable<br>*Instalación de la baranda  | *Mecánico.                                   | 1 semana  |
| 5    | Reparación de sensores en el probador de rosca         | Pintura     | *Adquisición de sensor<br>*Revisión de la programación<br>*Configuración de la programación<br>*Reemplazo de sensores averiados                                   | *Analista de mantenimiento<br>*Electricista  | 1 semana  |
| 6    | Cambio de la banda transportadora de retorno de moldes | Engargolado | *Diseño de la banda transportadora<br>*Cotización de la banda<br>*Adquisición de la banda<br>*Instalación de la banda   | *Planificador de Mantenimiento.<br>*Mecánico | 2 semanas |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 20 Plan de Acción (cont.)**

| <b>Item</b> | <b>Descripción</b>                   | <b>Área</b> | <b>Solución</b>   | <b>Responsable</b>                    | <b>Tiempo</b> |
|-------------|--------------------------------------|-------------|---|---------------------------------------|---------------|
| 7           | Parámetros de sensor de rosca        | Engargolado | *Revisión y ajuste de los parámetros del sensor   | *Analista de calidad<br>*Electricista | 1 día         |
| 8           | Mantenimiento Plastificadora USA     | Pintura     | *Lubricación de piñones y cadenas del cargador, separador y transportador<br>*Ajustar tornillería   | Mecánico encargado del área           | 1 semana      |
| 9           | Mantenimiento de la Etiquetadora     | Pintura     | *Cambio de rodamientos<br>*Cambio de gomas de transmisión   | Mecánico                              | 2 días        |
| 10          | Mantenimiento de la Engargoladora    | Engargolado | *Desmontaje de engargoladora<br>*Desarme del equipo<br>*Cambio de bocinas<br>*Sustitución de rodamientos<br>*Mejora o cambio de rosca<br>*Ajustes de tornillería<br>*Cambio de correas de transmisión<br>*Lubricación<br>*Ajustes y chequeo general<br>*Ensamble y montaje del equipo | Mecánico                              | 3 meses       |
| 11          | Mantenimiento de rodillos plisadores | Elementos I | *Cambio de cuchillas<br>*Torneado de rodillos   | Mecánico                              | 2 días        |

**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla N° 21 Evaluación de la propuesta N°4**

|   |   |
|---|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |   |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |   |
| <b>Subsistema analizado:</b>  |   |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |   |
| <b>Fecha:</b> Febrero 2014  |   |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |   |
| Plan de acción de mantenimiento correctivo para la línea USA, dicho plan consta de 15 actividades que realizarían en conjunto el Dpto. de Mantenimiento y el de Producción. |   |
| <b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mayor eficiencia de los equipos</li><li>✓ Mejora las condiciones de la línea</li></ul>                              | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 12,74% de las paradas no planificadas</li><li>✓ 10,97% del producto defectuoso</li></ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Está sujeto a la disponibilidad de tiempo del Dpto. de Mantenimiento.</li></ul>                                  |   |
| <b>COSTO:</b> 18.329,055 Bs(*)  | <b>BENEFICIO:</b> 25.696,23 Bs/mes<br>Cualitativo(**)   |

\*Ver Anexo III

\*Ver Anexo IV

## **6.5 PROPUESTA PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO DE MATERIAL.**

El método de trabajo usado para el vaciado de resina doble cara en el área de elementos I genera pérdidas de material al quedarse restos de resina en el empaque, esto se traduce en un costo aproximado de 3.037 Bs/mes, además la catapulta usada para realizar el vaciado pertenece a otra área de la planta y representa un esfuerzo por parte del operario tanto para elevar el barril como para girarlo.

### **Alternativa N°1 Mejora en el método de vaciado de resina doble cara**

Debido a lo anterior se propone un dispositivo automático que consta de dos rodillos de acero instalados al borde del depósito, con la intención de presionar la bolsa para extraer los restos de material que quedan depositados en el empaque. Además de la adquisición de un elevador de barriles automático para disminuir los riesgos ergonómicos en la actividad.

### **Alternativa N°2: Método de trasegado para el vaciado de resina doble cara**

Se propone la sustitución del método actual, por uno a base de un sistema hidráulico capaz de extraer la resina directamente del barril y depositarla en la tolva contenedora de resina. El dispositivo constará de una bomba, dos manguera,

El dispositivo se ubicará al lado de la tolva y será accionada por el operario al momento de realizar la actividad. El departamento de mantenimiento se encargará de la limpieza de las mangueras antes de iniciar el turno, para evitar obstrucciones.

**Tabla N° 22 Evaluación de alternativas para la propuesta N°5**

| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela C.A.                               |        |              |       |       |       |
|---|--------|--------------|-------|-------|-------|
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA                                      |        |              |       |       |       |
| <b>Subsistema analizado:</b> Elementos USA                                |        |              |       |       |       |
| <b>Realizado por:</b> Andreina Hernández y Juan Benavente                 |        |              |       |       |       |
| CRITERIOS DE SELECCIÓN  | PUNTOS | ALTERNATIVAS |       |       |       |
|   |        | I            | TOTAL | II    | TOTAL |
| Menor Inversión   | 3      | 2            | 6     | 3     | 9     |
| Eficacia  | 3      | 3            | 9     | 2     | 6     |
| Menor tiempo de mantenimiento   | 2      | 3            | 6     | 1     | 2     |
| Se cumple con el criterio de manera:<br>(7) Baja<br>(8) Media<br>(9) Alta |        | TOTAL        | 21    | TOTAL | 17    |

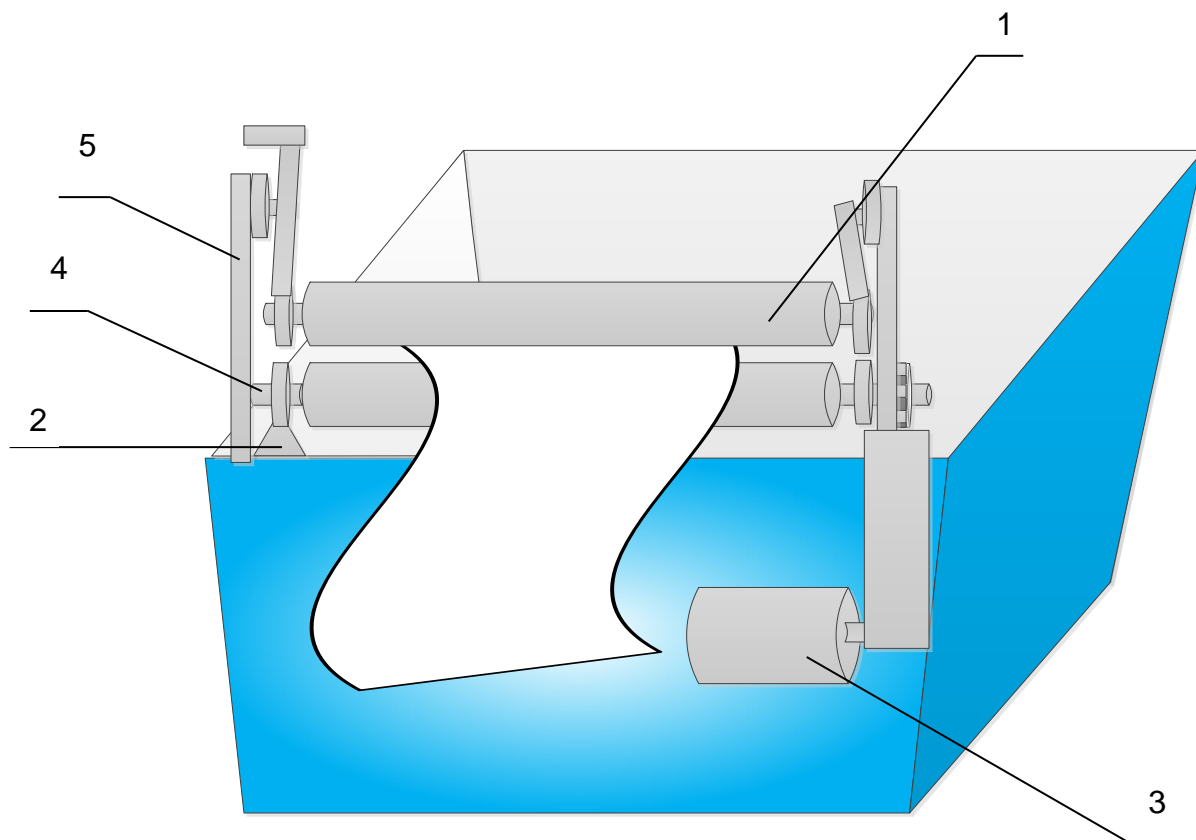
La alternativa seleccionada es la N°1, Mejora en el método de resina doble cara, ya que posee una mayor eficacia al disminuir en casi su totalidad el desperdicio de material, además de invertirse menor tiempo de mantenimiento. La inversión necesaria para ambas alternativas es elevada.

El dispositivo planteado consta de dos rodillos con un diámetro de 2 pulgadas y un largo de 80 centímetros. La separación entre los rodillos será variable para permitir la introducción y luego la presión de la bolsa. Una vez presionada se acciona el dispositivo deslizando el empaque entre los rodillos y dejando caer dentro del depósito los restos de resina (Figura N° 33).



---

Además se propone la compra y sustitución del elevador de tambores actual (hidráulico manual) por uno de acción eléctrica para el área de elementos, disminuyendo los riesgos de enfermedades a los que está expuesto el operario debido a esta tarea (Figura N° 34).



**Leyenda:**

- 1-Tubo 2", hierro negro, largo 80 cm
- 2- Chumacera ½" tipo puente
- 3-Motor ½ Hp, 1800 rpm, 110/220 V
- 4-Eje pasante ¾", largo 1 m
- 5-Ángulo, largo 2 m

**Figura N° 33 Dispositivo de rodillos para extracción de resina**



**Figura N° 34 Elevador de tambores eléctrico**

**Tabla N° 23 Evaluación de la propuesta N°5**

|  |  |
|--|--|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela   |  |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.  |  |
| <b>Subsistema analizado:</b> Elementos USA   |  |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>  |  |
| Mejora al método de vaciado de resina mediante la adquisición de un elevador de barriles automático, y un dispositivo que consta de dos rodillos capaces de extraer la resina restante en el empaque.    |  |
| <b>VENTAJAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Disminuir riesgos de enfermedades ocupacionales</li> <li>✓ Mejor aprovechamiento del insumo</li> <li>✓ Método de vaciado más rápido</li> </ul> | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 90% Parte sobrantes</li> </ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo de energía eléctrica</li> <li>✓ Altos costos de inversión</li> </ul>   |  |
| <b>COSTO:</b> 14.732,75 Bs (*)   | <b>AHORRO:</b> 2.885,18 Bs/mes Cualitativo (**)  |

\*Ver Anexo III

\*\*Ver Anexo IV

## **6.6 PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO DEBIDO A LA PREPARACIÓN DE LA LÍNEA.**

Los tiempos de puesta a punto de la línea USA representa una de las causas significativas de desperdicio por paradas no planificadas, 16.698 minutos, aproximadamente, fueron improductivos durante el 2.012 debido a esto.

Se evaluarán las siguientes alternativas de solución a la problemática

### **Alternativa N°1 Diseño de líneas en paralelo para cada familia de filtro**

Al igual que otras plantas en el mundo, se propone el diseño de líneas en paralelo con la intención de reducir casi por completo el cambio de modelo y por ende limitar la puesta a punto solo al inicio de la jornada.

El cambio de modelo se hace más complejo y largo en las tres áreas de la línea cuando el filtro a fabricar es de una familia diferente al que está en fabricación. Cómo existen 4 familias de filtros diferenciados por su diámetro, se propone el diseño de 4 líneas de producción similares especializadas en la fabricación de un grupo de filtros. Limitando así el cambio de modelo a solo ajustes a lo largo de la línea que consumen menor tiempo.

### **Alternativa N°2 Aplicación de SMED para reducir los tiempos de preparación en la línea USA**

Actualmente, la realización de la puesta a punto no se encuentra estandarizada, los encargados de realizar las actividades reciben poca colaboración por parte de los operarios, además de existir desorden entre las áreas. Por lo tanto se propone realizar la metodología SMED (Single Minute Exchanged of Die) con la intención de encontrar oportunidades de mejora a lo largo de línea que permitan reducir la puesta a punto y así disminuir el tiempo improductivo.

**Tabla N° 24 Evaluación de alternativas para la propuesta N°6**

|   |
|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela C.A.               |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA                      |
| <b>Subsistema analizado:</b>                              |
| <b>Realizado por:</b> Andreina Hernández y Juan Benavente |

| CRITERIOS DE SELECCIÓN  | PUNTOS | ALTERNATIVAS |          |              |           |
|---|--------|--------------|----------|--------------|-----------|
|   |        | I            | TOTAL    | II           | TOTAL     |
| <b>Menor Inversión</b>  | 3      | 1            | 3        | 3            | 9         |
| <b>Menor tiempo de implementación</b>   | 3      | 1            | 3        | 3            | 9         |
| <b>Factibilidad</b>   | 3      | 1            | 3        | 2            | 6         |
| <b>Se cumple con el criterio de manera:</b><br>(10) Baja<br>(11) Media<br>(12) Alta |        | <b>TOTAL</b> | <b>9</b> | <b>TOTAL</b> | <b>24</b> |

La aplicación de SMED para reducir los tiempos de preparación en la línea USA, fue la alternativa seleccionada, debido que representa una menor inversión con respecto a la otra alternativa, el tiempo de duración de la implementación es reducido y además es técnicamente factible.

A continuación se desarrollan las fases de la metodología SMED con la finalidad de analizar el proceso de puesta a punto o cambios de modelo en las tres áreas de la línea estudiada, para posteriormente disminuir los tiempos de preparación.





---

**1. Fase mixta:** separar la preparación interna de la externa.

En la tabla N° 25, 26 y 27 se presentan las actividades que se realizan en cada área para poner a punto la línea, su clasificación como interna o externa y el tiempo de duración.

En el área de Elementos laboran 11 operarios de los cuales solo 4 participan en el cambio de modelo. En engargolado participan 4 de 7 operarios y en pintura participan 6 de 8.

**Tabla N° 25 Puesta a punto Elementos**

| N° | Actividad  | Tipo    | Tiempo (min) |
|----|--|---------|--------------|
| 1  | Búsqueda en la pc de los componentes necesarios para la fabricación del elemento filtrante | Externa | 5            |
| 2  | Vaciado de tolva de tapas superiores   | Interna | 5            |
| 3  | Llenado de tolva de tapas superiores   | Interna | 2            |
| 4  | Vaciado de tolva de tapas inferiores   | Interna | 5            |
| 5  | Llenado de tolva de tapas inferiores   | Interna | 2            |
| 6  | Vaciado de tolva de tubos centrales o espirales  | Interna | 5            |
| 7  | Llenado de tolva de tubos centrales o espirales  | Interna | 2,5          |
| 8  | Montar bobina de papel filtrante   | Interna | 7            |
| 9  | Ajuste de plisadora  | Externa | 5            |
| 10 | Limpieza de Duboy  | Externa | 5,5          |
| 11 | Llenado de envases plásticos de resina   | Externa | 4            |
| 12 | Cambio de molde (regadera) en dispensador de resina sencilla                               | Interna | 6,3          |
| 13 | Cambio de molde en dispensador de resina doble cara  | Interna | 2,5          |
| 14 | Ajuste de parámetros plisadora y hornos de precurado y curado                              | Externa | 1            |
| 15 | Contar pliegues de un fuelle   | Externa | 1            |
| 16 | Pesar 5 tapas con resina sencilla  | Externa | 2            |
| 17 | pesar 5 tapas con resina doble cara  | Externa | 2            |
| 18 | Pesar elemento filtrante   | Externa | 0,5          |
| 19 | Realizar prueba de adherencia  | Externa | 3            |
| 20 | Llenar reporte de Puesta a Punto   | Externa | 5            |

**Tabla N°25 Puesta a punto Engargolado**

| Nº | Actividad                              | Tipo    | Tiempo (min) |
|----|--|---------|--------------|
| 1  | Buscar componentes en hoja de diseño   | Externa | 5            |
| 2  | Buscar herramientas                    | Interna | 10           |
| 2  | Vaciar bandeja de resortes             | Interna | 5            |
| 3  | Llenar bandeja de resortes             | Interna | 2            |
| 4  | Vaciar bandeja de gomas                | Interna | 5            |
| 5  | Llenar bandeja de gomas                | Interna | 2            |
| 6  | Vaciar bandeja de espaciadores         | Interna | 5            |
| 7  | Llenar bandeja de espaciadores         | Interna | 2,5          |
| 8  | Cambio de Tapas Cover                  | Interna | 5,5          |
| 9  | Consultar parámetros de engargolado    | Externa | 1            |
| 10 | Cambio de molde en la banda            | Interna | 10           |
| 11 | Ajuste de barandas                     | Externa | 5            |
| 12 | Cambio de mandril                      | Interna | 4,5          |
| 13 | Ajuste de moletas (abrir o cerrar)     | Interna | 2            |
| 14 | Ajustar altura de la máquina           | Interna | 5            |
| 15 | Posicionar sensor de rosca             | Externa | 1            |
| 16 | Ajustar altura del volteador magnético | Externa | 1            |
| 17 | Medir parámetros de engargolado        | Interna | 3            |
| 18 | Realizar prueba de fuga manual         | Interna | 6            |
| 19 | Realizar prueba de gancho              | Interna | 6            |
| 20 | Chequeo de rosca                       | Interna | 1            |
| 21 | Llenar reporte de Puesta a Punto       | Externa | 2            |

**Tabla N° 26 Puesta a punto Pintura**

| N° | Actividad  | Tipo    | Tiempo (min) |
|----|--|---------|--------------|
| 1  | Buscar en la pc los componentes necesarios para el filtro a pintar | Externa | 5            |
| 2  | Vaciar bandeja de empaaduras                                       | Interna | 6            |
| 3  | Llenar bandeja de empaaduras                                       | Interna | 3            |
| 4  | Ajuste de barandas en transportadores                              | Interna | 12           |
| 5  | Ajuste de selladora  | Interna | 15           |
| 6  | Posicionamiento de horno termoencogible                            | Interna | 3            |
| 7  | Posicionamiento de sensores en Probador de rosca                   | Interna | 3,5          |
| 8  | Cambio de estrella en Probador de rosca                            | Interna | 3,5          |
| 9  | Cambio de baranda en Probador de rosca                             | Interna | 6            |
| 10 | Cambio de bobina de etiquetas                                      | Interna | 6            |
| 11 | Ajuste en la altura del transportador magnético                    | Interna | 1            |
| 12 | Cambio de estrella posicionadora en pines                          | Interna | 5            |
| 13 | Cambio de copas en pines (324 unidades)                            | Interna | 24,5         |
| 14 | Posicionamiento de pistolas  | Interna | 1            |
| 15 | Ajuste de parámetros en cabina de pintura                          | Interna | 1            |
| 16 | Determinación de espesor de pintura                                | Externa | 1            |
| 17 | Llenado de reporte de Puesta a Punto                               | Externa | 3            |

## **2. Fase división:** convertir operaciones internas en externas

En esta fase se busca transformar aquellas operaciones internas (máquina parada) en externas (máquina en funcionamiento)

- ✓ La actividad 8 de la puesta a punto de elementos (montaje de bobina de papel) se realiza a máquina parada, tiene una duración de 7 minutos, mientras se prepara el polipasto y se monta la bobina en el devanador (cilindro en el cual se posiciona la bobina). Dicho devanador posee una longitud que le permite sostener 2 bobinas a la vez por lo cual se propone que esta actividad se realice con la máquina en funcionamiento, cuando la bobina de papel del modelo en fabricación aún está siendo plisada. De forma tal que cuando se vaya a realizar el cambio ya la nueva bobina se encuentre posicionada en el devanador para comenzar a plisar.

## **3. Fase Transferida: mejorar las actividades internas y externas**

En esta etapa se busca perfeccionar todas y cada una de las operaciones de la puesta a punto, tanto internas como externas, para ello se proponen una serie de mejoras, presentadas a continuación.

### **Mejora 1: Metodología 5S en las actividades de puesta a punto.**

Se propone la aplicación de la metodología 5S con el fin de hacer mejoras en general en el proceso de puesta a punto

En la empresa ya se ha aplicado la metodología de las “5S” en diferentes áreas, por lo que los trabajadores conocen dicha herramienta, la cual se basa en el orden y limpieza del área de trabajo.

Dicha metodología consta de 5 pasos los cuales se desarrollan a continuación:

**1S Clasificar:** esta etapa se basa en separar lo necesario de lo innecesario.

- ✓ La actividad 2 de la puesta a punto de engargolado (buscar herramientas) se realiza a máquina parada, en la cual el mecánico debe desplazarse hasta el taller de mantenimiento, buscar las herramientas las cuales se encuentran desordenadas y debe traerlas en las manos y bolsillos hasta el área. En ocasiones no trae todas las herramientas necesarias lo cual se traduce en pérdidas de tiempo al tener que volver al taller a buscar las faltantes.

En este caso se propone clasificar las herramientas usadas por el mecánico para la puesta a punto en la línea USA, cuales son usados con frecuencia para mantenimiento en general y cuales no se usan o no sirven, para que sean regaladas o desechadas.

Por el estado de las herramientas y la cantidad disponible se propone comprar herramientas nuevas para la puesta a punto en engargolado:

### Herramientas

- Martillo
- Botador
- Llave combinada  $\frac{3}{4}$
- Llave combinada  $\frac{15}{16}$
- Destornillador plano
- Llave Allen  $\frac{1}{2}$
- Llave Allen  $\frac{3}{8}$
- Llave Allen  $\frac{5}{16}$
- Llave combinada  $\frac{9}{16}$
- Llave combinada  $\frac{1}{2}$

### 2S Organizar:

- ✓ Se propone usar una caja de herramientas metálica (Figura N° 35) para organizar las herramientas clasificadas en el área de engargolado de

acuerdo a su uso, las más usadas se colocan en la parte superior y las que no en la parte de inferior, cuyos compartimientos poseen una capa de goma espuma la cual tiene la silueta de las herramientas y su respectiva identificación (Figura N° 36), de manera tal que sea muy poco probable que la herramienta se coloque en otro lugar que no sea el que les corresponde y además a la hora de usarlas no haya errores cuando se vaya a tomar la herramienta que se necesita. Dicha caja de herramientas se ubicará en el área de engargolado en un gabinete que se encuentra esta área.

Con la implementación de este caja de herramienta y ubicarla en el área de engargolado, se eliminaría por completo la actividad de “buscar herramientas” a la hora de realizar el puesta punto.

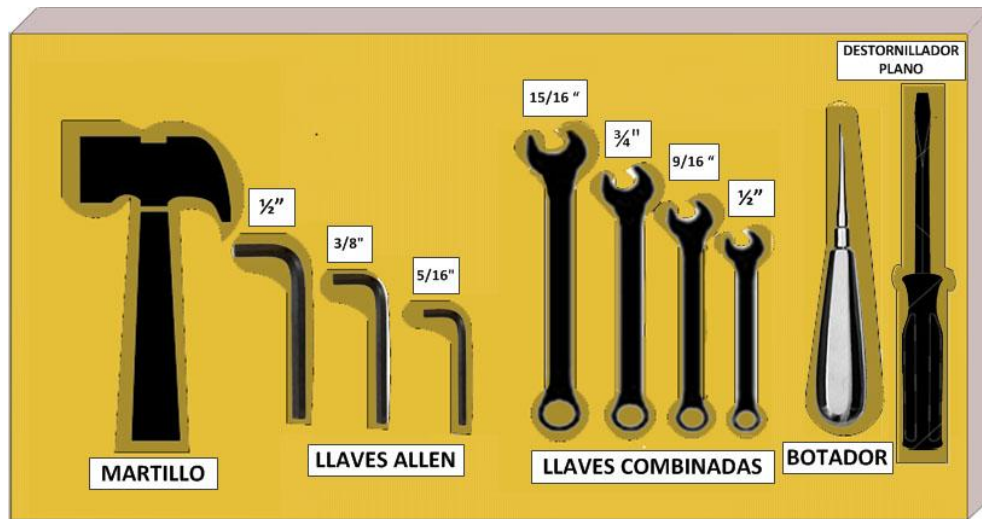


**Figura N° 35 Caja de herramientas**

- ✓ Por otra parte en las 3 áreas de la línea existen bandejas que contienen componentes (resortes, tapas, gomas, etc.) que se utilizan para ensamblar el filtro, éstas se encuentran en mal estado y no están identificadas. Dichas bandejas se deben vaciar y llenar de su respectivo componente a máquina parada cuando se haga cambio de modelo, traduciéndose en tiempo

improductivo. Este vaciado y llenado en elementos suma 21.5 min, en engargolado 21.5 min y en pintura 9 min.

Específicamente hay 3 bandejas tanto en elementos como en engargolado y 2 en pintura.



**Figura N° 36 Ejemplo de organización de herramientas**

Se propone sustituir las bandejas por unas móviles de diferentes colores de acuerdo al área a la que pertenecen e identificadas con el material que contienen y la descripción del mismo evitando errores a la hora del cambio (ver figura N° 37), estas poseen su respectivo Lay-Out que demarca el área donde se deben colocar. Estos depósitos solo tendrán que ser sustituidas, es decir, se cambia la bandeja que estaba siendo usada y se sustituye por la que posee el componente que se necesita para el modelo a fabricar en un tiempo de 1,5 min y eliminando las actividades de llenado y vaciado de bandejas.

Las bandejas medirán 105x40x60cm, las bases son tubos de 78 cm de largo y 2" de diámetro y las ruedas de 2" con horquillas unidas a los tubos.



El tiempo improductivo en elementos se reduce de 21,5 a 4,5 min, en engargolado igualmente y en pintura pasa de 9 min a 3 min.

El área demarcada será color amarillo tráfico y las medidas se muestran en la figura N° 36, la unidad de las medidas del diseño es cm.

- ✓ La dosificadora de resina sencilla en el área de Elementos I necesita de un molde cilíndrico enroscado a la boquilla de la misma con la finalidad de crear una regadera para que la resina se extienda uniformemente en la tapa elemento inferior. Dependiendo del modelo de elemento a fabricar, el diámetro de la tapa puede variar, por lo que se tienen varios moldes con diámetros diferentes que se adecuan a la tapa a fabricar. Estos moldes se encuentran sin identificación y regados entre las líneas USA y USI (Unidad Sellada Industrial), por lo que a la hora del cambio el operario debe probar entre moldes hasta conseguir el correcto, lo que se traduce en pérdida de tiempo. Por lo dicho anteriormente se propone ordenar e identificar dichos moldes con unas etiquetas que indiquen la línea a la que pertenece, la familia y el diámetro. Estos moldes se guindarán en la pared de la dosificadora y se prohibirá compartirlo con la línea USI.

Con esto se pretende eliminar la necesidad de la búsqueda en otras líneas del molde y el hecho de probar entre moldes hasta hallar el adecuado, reduciendo así esta actividad a solo 3 minutos. El operario solo tendrá que tomar el molde correspondiente al elemento a fabricar y enroscarlo en la máquina.

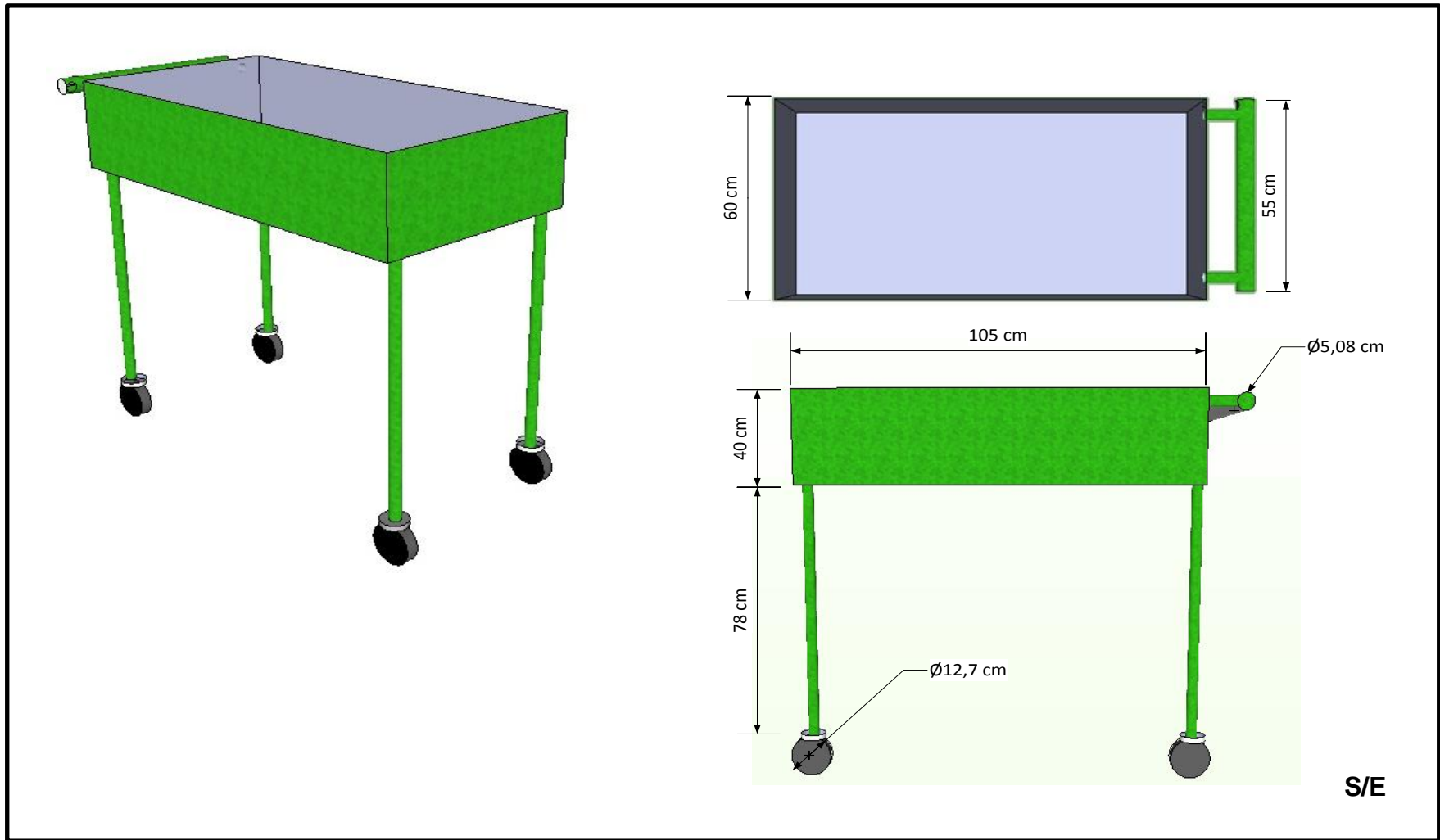


Figura Nº 37 Bandejas móviles



**3S Limpiar:** En esta etapa se procede a limpiar y hacer mantenimiento a las herramientas, así como establecer el compromiso de limpiar el área después de realizar la preparación de la línea. El personal posee un kit de limpieza, pero este no tiene una ubicación específica, por lo que se propone establecer un área demarcada con la intención de evitar el extravío de este, y luego de culminado su trabajo se deje el área libre de manchas, grasa, polvo etc. que se hayan generado durante el proceso de puesta a punto.

**4S Estandarizar:** se trata de no retroceder en las 3S anteriores, mantener área ordenada, ayudarse con el apoyo visual cuando las herramientas no estén en su lugar, las bandejas no se estén ubicando en el área demarcada o se encuentran en otra área, las identificaciones que se hayan extraviado entre otras anomalías.

**5s Disciplina:** es la última etapa y la más complicada mantener el orden y limpieza en el tiempo, para lograr esto las 5s se debe convertir en una habito, se propone, colocar fotos del antes y después, hacer auditorias trimestrales y entregar incentivos a los que obtengan buena calificación.

Se propone colocar una cartelera en cada una de las áreas que conforman la línea USA (elementos, engargolado y pintura), donde se exponga, el antes y después de la aplicación de 5S, el formato de estandarización del proceso de puesta a punto, los parámetros y los componentes necesarios para la elaboración del producto en esa área. Se presenta el diseño de la misma en la figura N°38:

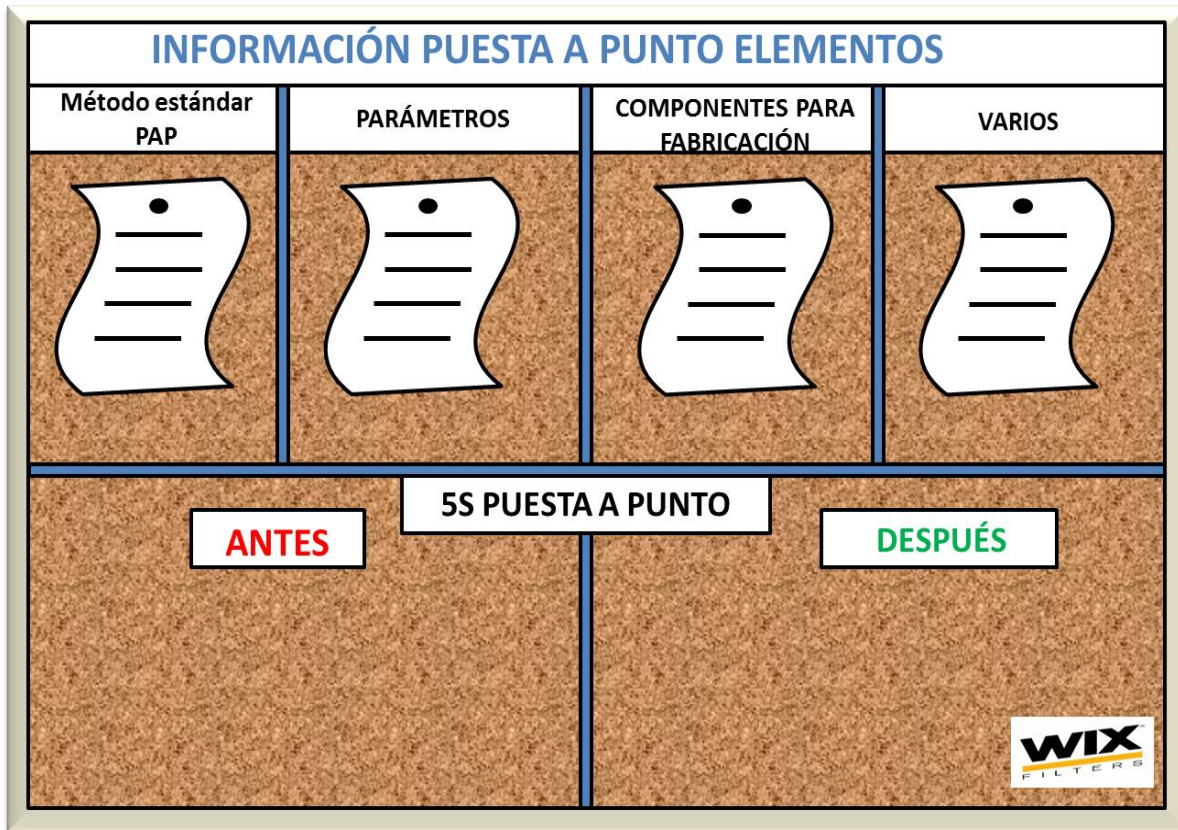


Figura N° 38 Cartelera de informativa puesta a punto

### Mejora 2

La actividad 10 de la puesta a punto de engargolado, en la cual se cambian los moldes en la banda transportadora cada vez que se va a comenzar a producir otra familia de filtro, la realiza una persona y tiene una duración de 10 min, se plantea que esta operación la realicen 3 operarios, esto es posible ya que varios operarios se encuentran en ocio mientras se realiza el cambio de modelo, haciendo esta actividad en simultáneo se reduciría el tiempo a 3,5 min.

### Mejora 3

La actividad 18 de puesta a punto de engargolado (prueba de fuga manual) consiste en enroscar el filtro a un dispositivo que le inyecta aire a una presión determinada y lo sumerge en agua con el fin de detectar la presencia de alguna fuga, por último se desenrosca el filtro y si pasa la prueba pasa al probador de fuga automático de no ser así el filtro es rechazado. Para que la prueba sea correcta se debe enroscar muy bien el filtro, esto lo realiza el operario manualmente, el enroscado y desenroscado del filtro es lo que consume más tiempo por lo que se propone la adquisición de una herramienta denominada alicate ajustable para filtros de aceite (zuncho), con la cual se pretende eliminar el esfuerzo necesario para dicha operación además de reducir el tiempo de ejecución a un estimado de 3 minutos. (Ver figura N° 39)

Con la utilización del zuncho se estima reducir a 3 minutos el tiempo de ejecución de la actividad 18



**Figura N° 39 Alicate ajustable para filtros de aceite**

#### Mejora 4

En la preparación de engargolado se realiza una actividad llamada prueba de gancho, esta consiste en abrir el filtro en el sello que se encuentra entre la tapa y el vaso usando una sierra manual para verificar que el gancho haya quedado de la forma correcta.

La prueba necesita un esfuerzo significativo por parte del trabajador además de presentar un riesgo durante la manipulación de la misma ya que puede causar lesiones en las manos de estos y también hace que esta operación sea lenta. Por tal motivo se propone la compra de una sierra eléctrica que posee un protector de seguridad que evita lesiones en el trabajador y que agiliza su trabajo reduciendo un 50% el tiempo de la prueba. (Figura N°40)



**Figura N° 40 Sierra eléctrica para la prueba de gancho**

#### Mejora 5

Al momento de poner a punto el área, el operador guía (capataz) y el alimentador son los encargados de realizar las actividades, hay operarios que colaboran con algunas de ellas, sin embargo hay varios que se quedan en ocio o no las completan. Se propone asignar actividades a varios de los operarios con la



intención de garantizar que se realicen estas en su totalidad, disminuir la carga de los operarios guía y alimentadores, y disminuir el tiempo total de la puesta a punto.

En el área de Elemento, de los 11 operarios que laboran, 6 de ellos participarán en la preparación del área, en engargolado participarán los 7 operarios y en pintura 7 de 8. La asignación de las actividades se encuentra en el Anexo II.

### **Mejora 6**

Se propone estandarizar el procedimiento de puesta a punto. Para ello se presenta un formato donde se explican las actividades necesarias para realizar la preparación de cada área de la línea, el tiempo de duración de las mismas luego de aplicar cada una de las mejoras mencionadas en esta propuesta. Además se incluye entre las actividades mantener el orden y limpieza del área donde se lleva a cabo. Este formato se presenta en el Anexo V.

**Tabla N° 27 Evaluación de la propuesta N°6**

|   |   |
|---|---|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |   |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |   |
| <b>Subsistema analizado:</b>  |   |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |   |
| <b>Fecha:</b> Febrero 2014  |   |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |   |
| Aplicación de la metodología SMED para la identificación y análisis de las oportunidades de mejora con la intención de reducir los tiempos de puesta punto en las 3 áreas que forman la línea USA   |   |
| <p><b>VENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reducción de los tiempos de puesta a punto</li> <li>✓ Bajo costo</li> <li>✓ Fácil aplicación</li> <li>✓ Mejor organización en el puesto de trabajo</li> <li>✓ Base para la realización de un estudio más profundo</li> <li>✓ Mejor aspecto físico del área</li> </ul> | <p><b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 35,57% de las paradas no planificadas por preparación de la línea</li> </ul> |
| <p><b>DESVENTAJAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia al cambio en la cultura laboral</li> <li>✓ Restricciones para atacar algunos de los principales problemas</li> </ul>   |   |
| <b>COSTO:</b> 49.627 Bs (*)   | <b>BENEFICIO:</b> 23.046,66 Bs/mes (**)   |

### 6.7 PROPUESTA PARA MEJORAR LA ILUMINACIÓN DEL GALPÓN.

Basados en el estudio más reciente (2.011) que se realizó para medir el estado de iluminación, el cual arrojó que el nivel está por debajo de lo establecido en la norma COVENIN 2249: Iluminancia en tareas y áreas de trabajo. Esto traería

\*Ver Anexo III

\*Ver Anexo IV



como consecuencia sanciones a la empresa y molestias en los operarios a la hora de laborar.

En julio del 2006 fue el último mantenimiento realizado al techo del galpón tres, lo que quiere decir que para la fecha, las láminas traslúcidas están vencidas, opacas y en muy mal estado. Debido a lo anterior se propone un mantenimiento al techo que consiste en el reemplazo de todas las láminas traslúcidas a lo largo del galpón, y el cambio de bobillas de acero halide y fluorescente dañadas en la línea.

Se reemplazará un total de 26 láminas en todo el galpón, las láminas serán de color “blanco leche” que permitan el paso de luz natural a través del techo, suficiente para mantener iluminado todas las áreas. Las láminas tendrán una medida aproximada de 3 metros de largo, 1 metro de ancho y 6 milímetros de profundidad. Este mantenimiento tendría una duración de dos días y un total de cuatro operarios.

Además se propone el remplazo de 14 tubos fluorescentes quemados. (Ver figuras 41, 42 y 43)



**Figura N° 41 Tubo fluorescente**



**Figura N° 42 Lámina traslúcida blanca**

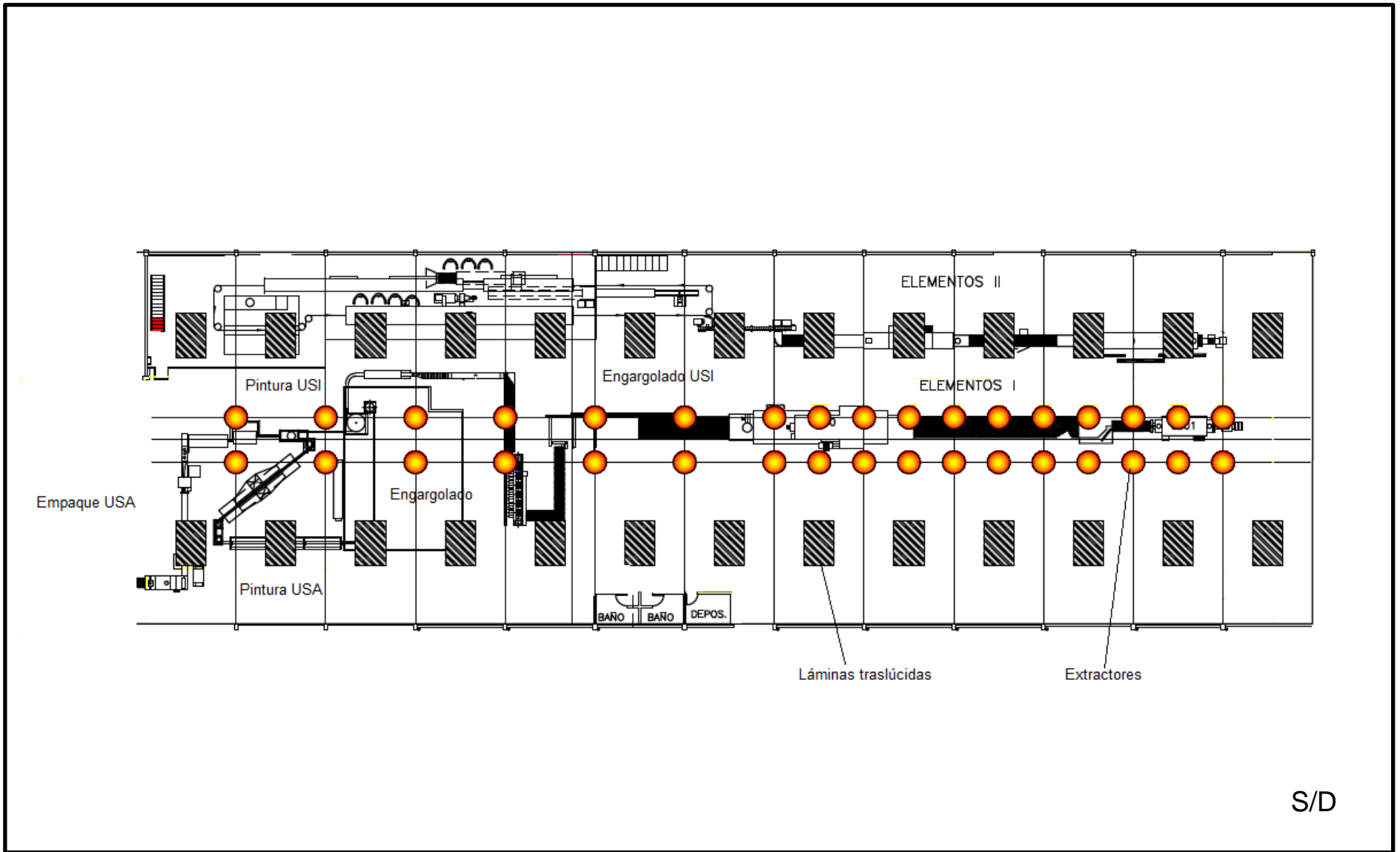


Figura Nº 43 Lay-Out láminas traslúcidas galpón 3

S/D



Con la implementación de esta propuesta se pretende alcanzar los niveles recomendados en la norma COVENIN de luminancia para las tareas realizadas en las líneas, conseguir un ahorro de energía al eliminarse la necesidad de mantener las luces del galpón encendidas durante varios intervalos de tiempo en la jornada y disminuir los riesgos de una mala iluminación, por ello los beneficios obtenidos son cualitativos.

**Tabla N° 28 Evaluación de soluciones de la propuesta N°7**

|   |  |
|---|--|
| <b>Organización:</b> Affinia Venezuela  |  |
| <b>Sistema en estudio:</b> Línea USA.   |  |
| <b>Subsistema analizado:</b>  |  |
| <b>Realizado por:</b> Juan Benavente y Andreina Hernández   |  |
| <b>Fecha:</b> Febrero 2014  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>   |  |
| Mantenimiento al iluminado en el galpón tres de la planta, basado en el reemplazo de las láminas traslucidas del techo y cambio de tubos fluorescentes quemados en toda el área.  |  |
| <b>VENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mayor confort para el operario</li><li>✓ Disminución de riesgos físicos por poca iluminación</li><li>✓ Mayor desempeño de los operarios</li><li>✓ Cumplimiento de la norma COVENIN de iluminación en el área de trabajo</li></ul> | <b>DESPERDICIOS QUE ELIMINAN/REDUCEN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Se elimina por completo el desperdicio de condiciones ambientales inadecuadas a causa de una mala iluminación</li></ul> |
| <b>DESVENTAJAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Elevados costos de implementación</li></ul>  |  |
| <b>COSTO:</b> 99.882 Bs (*)   | <b>AHORRO:</b> Cualitativo   |

## 6.8 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Para evaluar desde el punto de vista económico lo que representaría la inversión conjunta de todas las propuestas, se establece un análisis de los costos en comparación de los ahorros mínimos que se obtendrían con la implementación de las mismas, utilizando como referencia el tiempo de pago de la inversión. En la Tabla No. 29, se resume los datos obtenidos y el valor resultante aplicando la relación matemática:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{\text{Costo total de la inversión}}{\text{Ahorro total}}$$

**Tabla N° 29 Tiempo de recuperación de la inversión**

| Propuesta                     | Costo                | Ahorro                  |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1                             | 18.439,90            | 6.600,11                |
| 2                             | 3.280,20             | 3.175,33                |
| 3                             | 3.724,00             | 3.389,38                |
| 4                             | 18.329,06            | 25.696,23               |
| 5                             | 14.732,75            | 2.885,18                |
| 6                             | 49.627,00            | 23.046,66               |
| 7                             | 99.882,00            | Cualitativo             |
| <b>Total</b>                  | <b>208.014,91 Bs</b> | <b>64.792,89 Bs/mes</b> |
| <b>Tiempo de recuperación</b> | <b>3,21 meses</b>    |                         |

De la interpretación de la tabla N°29 se obtiene que el costo total necesario para la implementación de todas las propuestas planteadas es de 208.014,91 Bs; con lo cual se generaría un ahorro aproximado de 64.792,89 Bs por mes. En este caso el cálculo de los ahorros es subestimado o relativo, ya que no se considera que la empresa podría aumentar su producción como consecuencia de la disminución del tiempo improductivo; de ser así los beneficios serían mayores.



Por lo tanto, con respecto a la evaluación económica, se ha respetado el criterio que establece Affinia Venezuela “un proyecto de mejora continua se considera como factible cuando la inversión se recupera en un lapso menor a un año”. En este caso como la inversión de las propuestas se recuperaría en un poco más de 3 meses de su implementación, este proyecto resulta satisfactorio y beneficioso para la empresa ya que se reducen los tiempos improductivos y se disminuyen los desperdicios traduciéndose en ahorros.

Debido a la inflación del país, y otros factores distorsionantes de la economía (política de asignación y adquisición de divisas, manejo aduanal de las importaciones, entre otras) se debe tener en cuenta que el costo de implementación podría aumentar a futuro y de esta manera alterar tiempo de recuperación de la inversión.



---

## CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo de investigación se concluye que:

La descripción de la situación actual permitió conocer a profundidad las actividades, equipos y materiales involucrados en el proceso productivo de la línea USA de la empresa Affinia Venezuela C.A., evidenciando que el trabajo de investigación aborda varios aspectos relacionados con la ingeniería industrial, como son el lean manufacturing, la ingeniería de métodos, calidad, mantenimiento, producción, entre otras.

Se logró el propósito de identificar y analizar los desperdicios presentes en la línea estudiada, mediante herramientas de ingeniería Industrial como la técnica de los 5 ¿por qué?, diagramas de Pareto, ESIDE, entre otras, hallándose que las piezas defectuosas, las paradas no planificadas, las partes sobrantes de materia y las condiciones ambientales inadecuadas como los principales desperdicios que afectan el proceso. Además de encontrar las causas raíces responsables de la generación de los mismos y medir el impacto que estas representan.

El diseño de diferentes dispositivos mejoran algunos equipos y traen consigo la disminución o eliminación del desperdicio por piezas defectuosas en la línea sometida a estudio.

Con la realización de una serie de actividades orientadas al mantenimiento correctivo de algunos equipos se reduce considerablemente desperdicios de paradas no planificadas a causa de fallas mecánicas así como también piezas defectuosas.

La iluminación del galpón, aunque no se miden los beneficios económicos, conlleva a la eliminación del desperdicio de condiciones ambientales inadecuadas, trayendo un beneficio cualitativo representado por la disminución del riesgo al que están expuestos los operarios debido a esto.



La metodología SMED es una herramienta de fácil aplicación que permite analizar profundamente todo el proceso de puesta a punto orientado a la reducción del mismo. A pesar de que no se atacan las actividades que tienen mayor duración en la preparación de la línea, se pueden plantear mejoras sencillas capaces de reducir en un 35,57% el tiempo de puesta a punto, trayendo consigo ahorros económicos.

Con la implementación de todas las propuestas presentadas en el trabajo se obtendría un ahorro total de 64.792,89 Bs al mes y un tiempo de recuperación de la inversión total de 3,2 meses.



---

## RECOMENDACIONES

1. Implementar las propuestas planteadas anteriormente en el trabajo de investigación con el fin de reducir los desperdicios presentes en el proceso de producción de filtros de aceite automotriz.
2. Realizar un estudio que tenga por objetivo la automatización del área de elementos I, con el fin de aumentar su productividad y disminuir su tiempo de ciclo.
3. Llevar a cabo un proyecto orientado al balance de la línea USA, tomando en cuenta las líneas proveedoras con la finalidad de disminuir los tiempos de espera por componente.
4. Inculcar una cultura entre los operarios y supervisores de línea acerca del orden y limpieza del área de trabajo bajo la filosofía de las 5S, los beneficios de laborar en un área confortable y su influencia en la productividad de la línea.
5. Cumplimiento y supervisión de los planes de mantenimiento preventivo existente en la empresa, además de la concientización de los mecánicos acerca de la importancia de dichos planes para el correcto funcionamiento de los equipos.
6. Realizar auditorías de proceso con el fin de supervisar el correcto funcionamiento de las actividades que se llevan a cabo en el proceso productivo, además de plantear acciones enmarcadas en un plan orientado a la mejora continua.
7. Ofrecer charlas a los operadores y supervisores de la línea sobre el uso de los instrumentos de medición, la importancia de un correcto y verídico





llenado de los reportes de puesta a punto y scrap, así como la supervisión detallada de los indicadores de eficiencia de la planta.

8. Hacer un estudio acerca del manejo de materiales en almacén para reducir el desperdicio de materiales provenientes de esa área.
9. Realizar un análisis con personal especializado, sobre las actividades en la cabina de pintura, que generan altos tiempos de preparación con la intención de reducirlos.
10. Concientizar a los operarios, supervisores de la línea y mecánicos, mediante, charlas, imágenes, avisos, entre otros medios, sobre la importancia de controlar y reducir en lo posible el desperdicio, tanto de materiales como de piezas defectuosas, con la intención de disminuir en lo posible los descuidos que se traducen en pérdidas



---

# ANEXOS



---

## ANEXO I ESTUDIO DEL SCRAP GENERADO EN LA LÍNEA.

Actualmente, en la línea, se lleva un mal reporte de scrap ya que todo filtro pintado defectuoso es reportado como “golpeado”, todo elemento filtrante como “mal ensamblado” y todo papel filtrante como “mal plisado” a pesar de que la unidad no presente ese defecto. Además, Gracias al análisis de los “5 ¿por qué?” presentado en el capítulo V del trabajo de investigación, se puede observar la presencia de múltiples causas raíces que generan piezas defectuosas en cada una de las áreas de la línea USA.

Debido a esto, se procedió a realizar un estudio con la intención de cuantificar y priorizar estas causas para concentrar la atención en aquellos problemas que resultan en mayor cantidad de piezas defectuosas.

El estudio consiste en la observación directa al proceso en cada área, y el registro de cada unidad defectuosa, su código, la causa del defecto y la familia a la que pertenece el filtro.

Para tener un registro más específico que el realizado por el reporte diario de scrap de la línea, se segregaron algunos defectos, otros se agruparon y aquellos cuyo origen es en otras áreas de la planta se eliminaron, quedando como se muestra en la tabla N°30

**Tabla Nº 30 Defectos considerados para el estudio**

| Producto                    | Defecto                                     | Cambio                                     |   |
|-----------------------------|---|--|---|
| <b>Filtros Engargolados</b> | Ruptura del filtro por Puesta a punto       | Eliminado por ser parte del puesta a punto |   |
|                             | Ruptura del filtro por Prueba de inspección |  |   |
|                             | Golpeado                                    | Segregado en                               | Probador de fuga                              |
|                             |   |  | Caída a la salida de la máquina engargoladora |
|                             |   |  | Volteador magnético                           |
|                             |   |  | Caída por paletizado                          |
|                             | Fisurado                                    | Eliminado por origen en otra área          |   |
|                             | Fuga  |  |   |
|                             | Inclinado                                   | Se mantiene igual                          |   |
|                             | Maraca                                      |  |   |
|                             | Filo  |  |   |
|                             | Resorte Volteado                            |  |   |
|                             | Oxidado                                     |  |   |
|                             | Descentrado                                 |  |   |
| Mordido                     | Agrupados por tener la misma causa raíz     |  |   |
| Mal engargolado             |   |  |   |
| <b>Elemento Filtrante</b>   | Roto por Puesta a punto                     | Eliminado por ser parte del puesta a punto |   |
|                             | Golpeado                                    | Se mantiene igual                          |   |
|                             | Mal ensamblado                              |  |   |
|                             | Chorreado                                   |  |   |

**Tabla N° 30 Defectos considerados para el estudio (cont.)**

| Producto         | Defecto               | Cambio            |                                  |
|------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|
| Filtros pintados | Golpeados             | Segregado en      | Probador de rosca                |
|                  |                       |                   | Banda Magnética                  |
|                  |                       |                   | golpe proveniente de engargolado |
|                  |                       |                   | Selladora                        |
| Filtros pintados | Contaminado           | Agregado          |                                  |
|                  | Exceso de pintura     |                   |                                  |
|                  | Resorte Volteado      |                   |                                  |
| Papel filtrante  | Natural al proceso    | Agregado          |                                  |
|                  | No natural al proceso |                   |                                  |
|                  | Roto en almacén       |                   |                                  |
|                  | Atascos               |                   |                                  |
|                  | Otros                 |                   |                                  |
| Resorte Volteado |                       | Se mantiene igual |                                  |

La unidad defectuosa papel filtrante presenta el defecto “natural al proceso” cuando:

- La primera y última porción de papel de la bobina sale del horno mal plizado o quemado.
- Los restos de papel que se depositan en el envase debajo de la mesa, cuando se usa la cuchilla automática.

Cuando el defecto es “no natural al proceso” incluye:

- Descuido del operario al cortar el papel (corte de papel fuera de especificación).
- Al momento de separar las pestañas mal pegadas por la duboy, que ocasiona que el papel se rompa.



- Exceso de resina.
- Otras causas que generen el rechazo del papel que no esté asociado al proceso.

Para realizar este estudio se colocaron dos barriles identificados como “natural” y “no natural” en el área de elementos donde se depositaría el papel filtrante desechado con estos defectos, y dos cajas de cartón identificadas con “atascos” y “roto en almacén”. En cada barril y en cada caja se encontraba expuesto el peso de cada una al encontrarse vacío, de forma tal que, cada vez que hubiese un cambio de modelo o terminara la jornada, los depósitos debían ser pesados para registrar la cantidad de papel rechazado y su defecto.

De la misma forma se colocaron cajas de cartón identificadas en las áreas de engargolado y pintura para contabilizar los elementos filtrantes y filtros desechados junto con los defectos que presentaban.

El estudio tuvo una duración de dos meses en cada una de las áreas que conforman la línea USA, los resultados se presentan en las tablas N° 31, 32, 33 y 34 y en los gráficos N° 4, 5, 6 y 7

**Tabla N° 31 Resultados filtros engargolados**

| Defecto            | PPM               | %                       | % Acumulado           |
|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Probador de Fuga   | 1.011,98753       | 55,24%                  | 55,24%                |
| Resorte volteado   | 392,179448        | 21,41%                  | 76,65%                |
| Mordido            | 178,263386        | 9,73%                   | 86,38%                |
| Otros              | 139,868195        | 7,63%                   | 94,01%                |
| Caída salida enga. | 43,880218         | 2,40%                   | 96,41%                |
| Volteador          | 32,9101635        | 1,80%                   | 98,20%                |
| Oxidado            | 27,4251362        | 1,50%                   | 99,70%                |
| Paleta             | 5,48502725        | 0,30%                   | 100,00%               |
| Maraca             | 0                 | 0,00%                   | 100,00%               |
| Decentrado         | 0                 | 0,00%                   | 100,00%               |
| Inclinado          | 0                 | 0,00%                   | 100,00%               |
| Filo               | 0                 | 0,00%                   | 100,00%               |
| <b>Total</b>       | <b>1.831,9991</b> | <b>Total producidas</b> | <b>364.629 piezas</b> |

**Tabla N° 32 Resultados filtros pintados**

| Defecto           | PPM                | %                       | % Acumulado           |
|-------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| Probador de rosca | 877,700425         | 36,54%                  | 36,54%                |
| Exceso de pintura | 476,750913         | 19,85%                  | 56,40%                |
| Banda Magnética   | 446,829307         | 18,60%                  | 75,00%                |
| Resorte volteado  | 241,367617         | 10,05%                  | 85,05%                |
| Golpe Eng.        | 185,513953         | 7,72%                   | 92,77%                |
| Contaminado       | 107,717779         | 4,49%                   | 97,26%                |
| Selladora         | 65,8275319         | 2,74%                   | 100,00%               |
| <b>Total</b>      | <b>2.401,70753</b> | <b>Total Fabricados</b> | <b>501.310 piezas</b> |

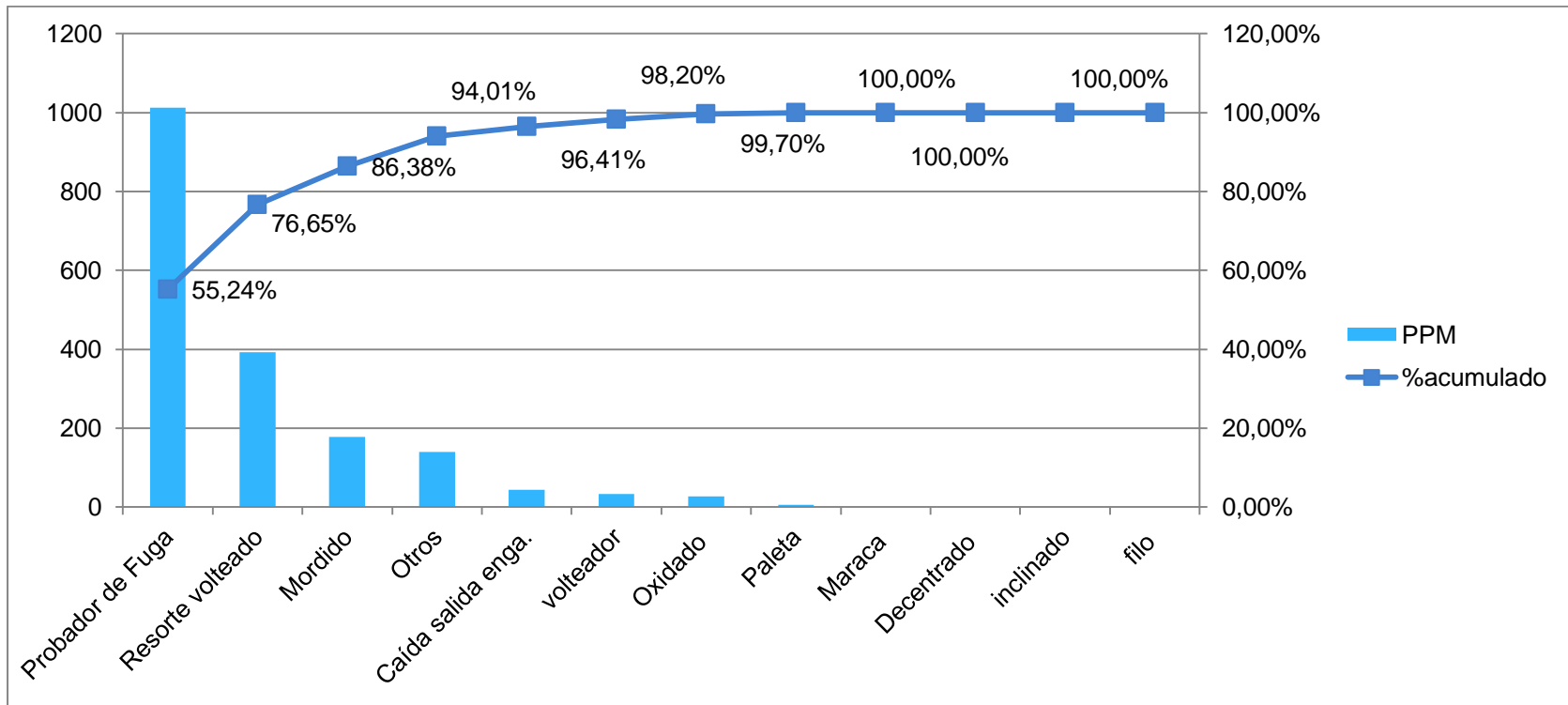
**Tabla Nº 33 Resultados de papel filtrante**

| Defecto         | Cantidad (kg)  | %              | % acumulado |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| Natural         | 76,7168        | 60,00%         | 60,00%      |
| Roto de almacén | 26,2292        | 20,70%         | 80,70%      |
| Otros           | 14,066         | 11,10%         | 91,79%      |
| No natural      | 7,062          | 5,57%          | 97,37%      |
| Atascos         | 3,328          | 2,63%          | 100,00%     |
| <b>Total</b>    | <b>127,402</b> | <b>100,00%</b> |             |

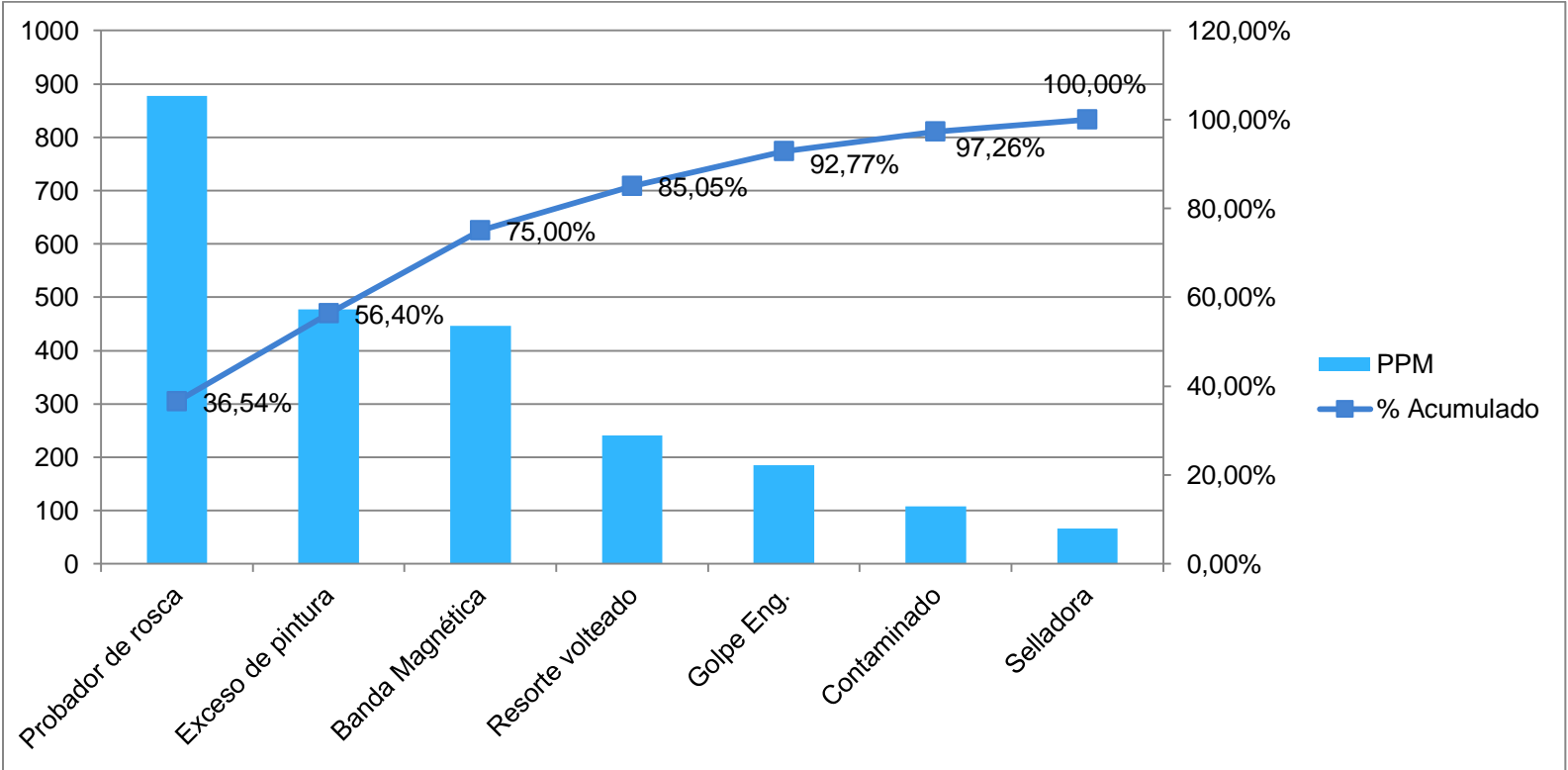
**Tabla Nº 34 Resultados Elementos Filtrantes**

| Defecto        | Cantidad (und) | %              | % acumulado |
|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Golpeado       | 227            | 88,33%         | 88,33%      |
| Mal ensamblado | 21             | 8,17%          | 96,50%      |
| Chorreados     | 9              | 3,50%          | 100,00%     |
| <b>Total</b>   | <b>257</b>     | <b>100,00%</b> |             |

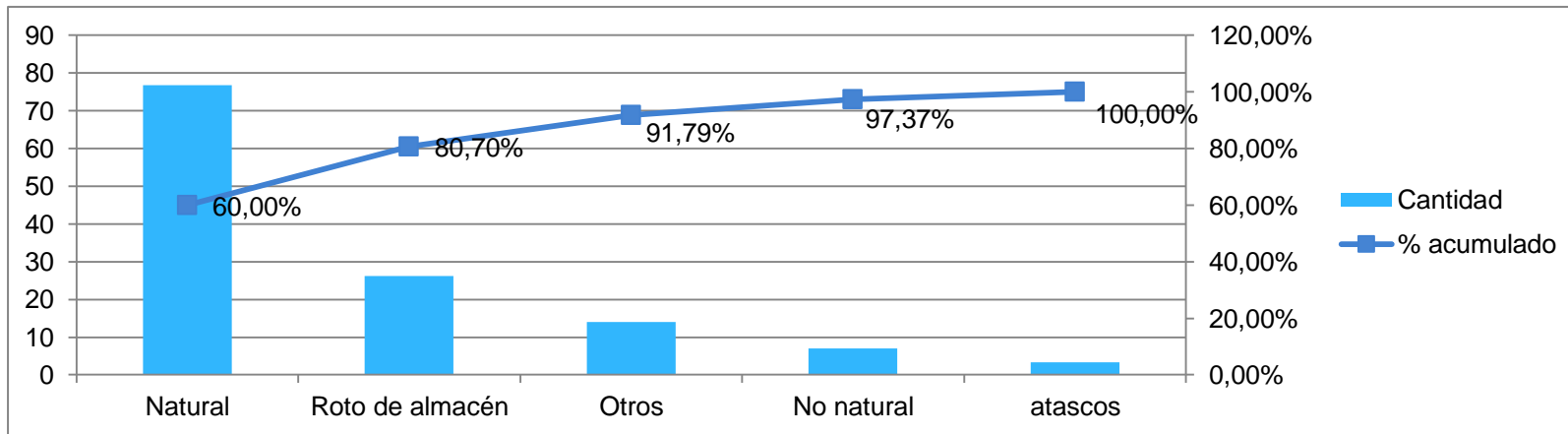




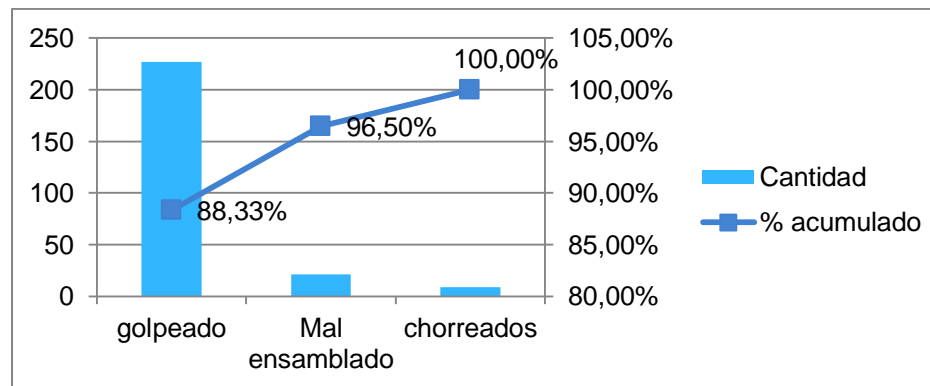
**Gráfico Nº 4 Pareto Defectos filtros engargolados**



**Gráfico Nº 5 Pareto Defectos filtros pintados**



**Gráfico Nº 6 Pareto defectos papel filtrante**



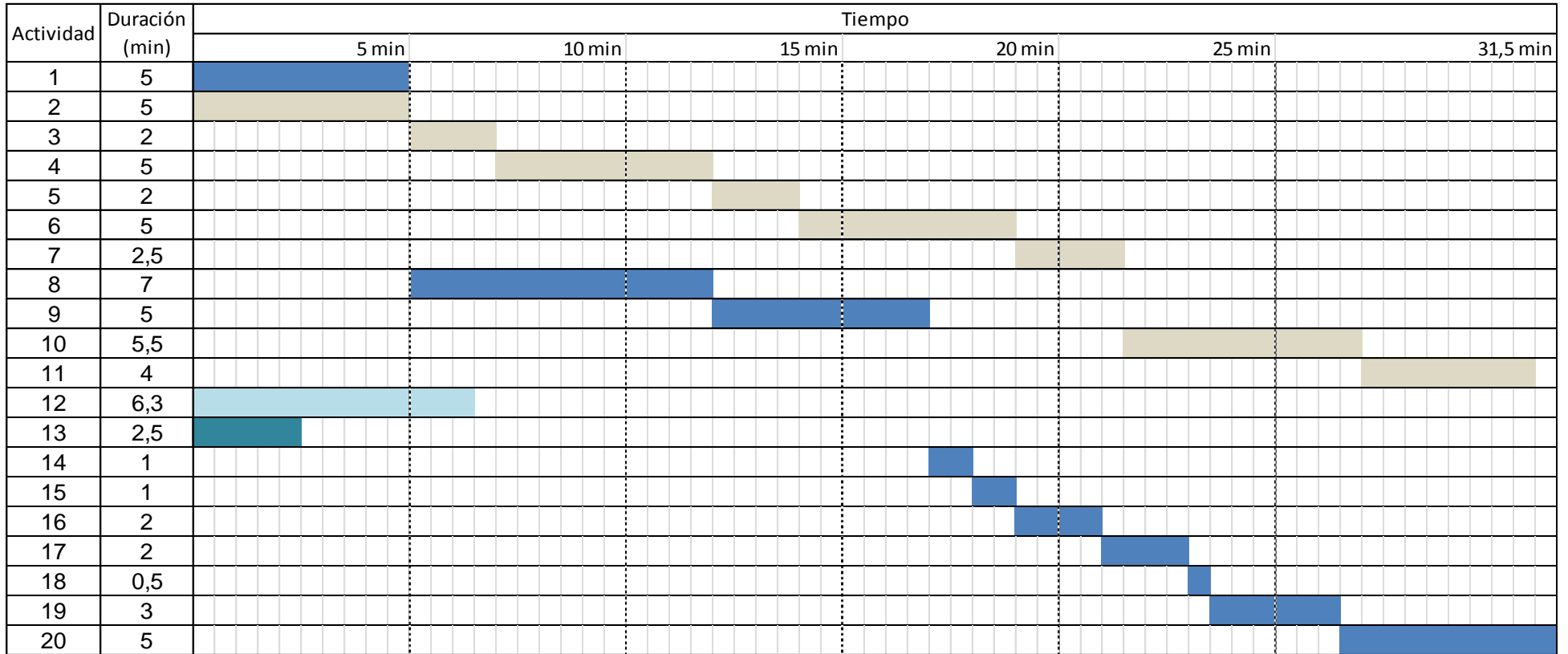
**Gráfico Nº 7 Pareto defectos elementos filtrantes**



## **ANEXO II DIAGRAMAS DE GANTT DE LOS PUESTA A PUNTO**

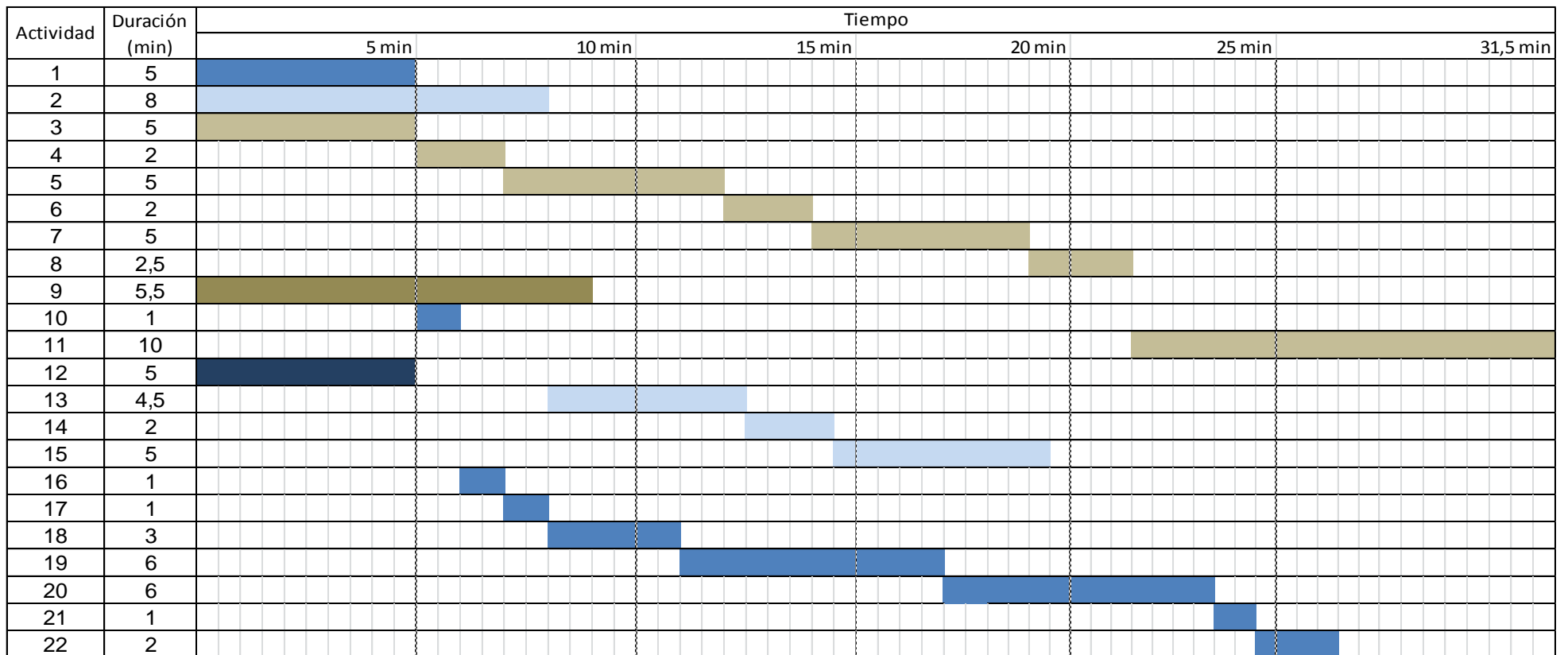
En el presente anexo se muestran los Diagramas de Gantt de los tiempos de preparación de las 3 áreas que conforman la línea en estudio, actuales (Gráfico 8, 9 y 10) y después de la propuesta de la metodología SMED (gráficos 11, 12 y 13).

En cada uno de los diagramas se expresa el tiempo total de duración de la puesta a punto en el área, los operarios que intervienen y las actividades que realizan con su respectiva duración, además del tiempo invertido en operaciones internas (máquina parada) y externas (máquina funcionando).



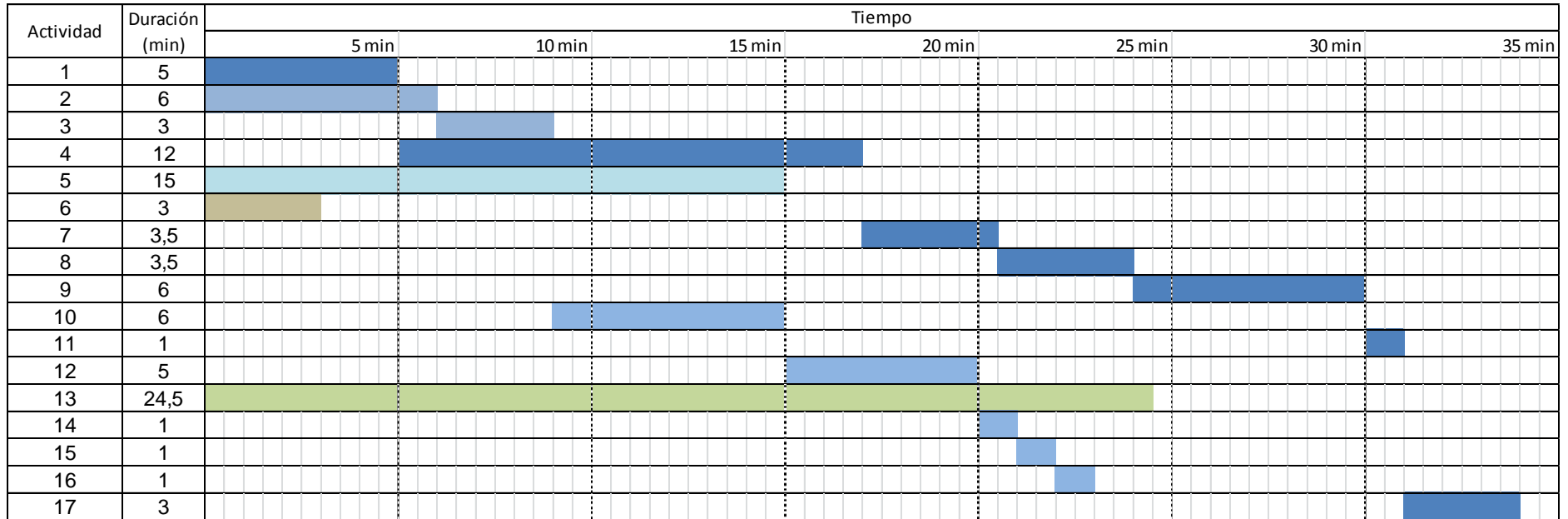
| Operario                    | Color                | Duración | Actividades           |   |   |    |    |    |      |    |    |    |  |  |  |  |
|-----------------------------|----------------------|----------|-----------------------|---|---|----|----|----|------|----|----|----|--|--|--|--|
| A                           | [Barra azul]         | 31,5     | 1                     | 8 | 9 | 14 | 15 | 16 | 17   | 18 | 19 | 20 |  |  |  |  |
| B                           | [Barra beige]        | 31       | 2                     | 3 | 4 | 5  | 6  | 7  | 10   | 11 |    |    |  |  |  |  |
| C                           | [Barra cian]         | 6,3      | 12                    |   |   |    |    |    |      |    |    |    |  |  |  |  |
| D                           | [Barra verde oscuro] | 2,5      | 13                    |   |   |    |    |    |      |    |    |    |  |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |                      | 37,3     | <b>Duración total</b> |   |   |    |    |    | 71,3 |    |    |    |  |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |                      | 34       | <b>Duración PAP</b>   |   |   |    |    |    | 31,5 |    |    |    |  |  |  |  |

**Gráfico Nº 8 Diagrama de Gantt PAP Elementos**



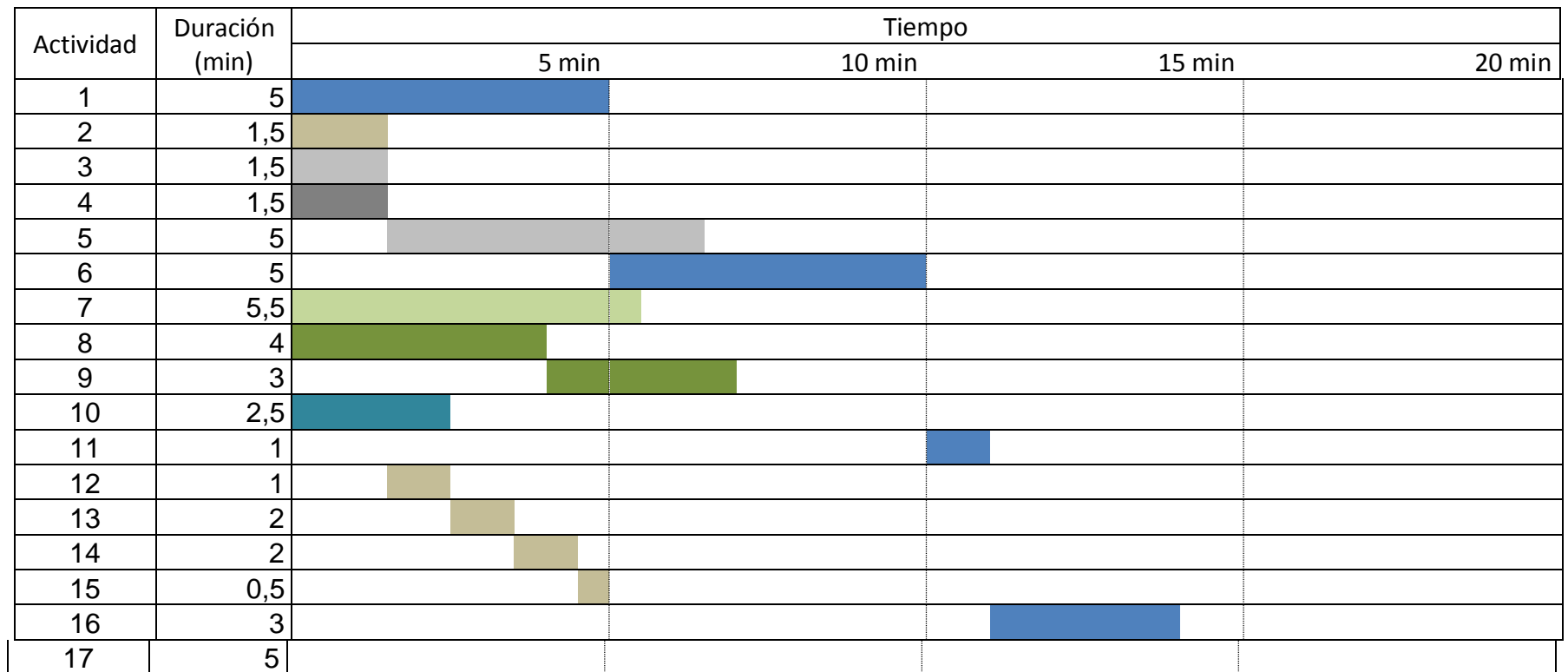
| Operario                    | Color               | Duración | Actividades           |    |    |    |    |    |      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|---------------------|----------|-----------------------|----|----|----|----|----|------|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| A                           | [Barra azul]        | 26       | 1                     | 10 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20   | 21 | 22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B                           | [Barra verde]       | 31,5     | 3                     | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mecánico                    | [Barra azul claro]  | 19,5     | 2                     | 13 | 14 | 15 |    |    |      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Montacargas                 | [Barra verde]       | 5,5      | 9                     |    |    |    |    |    |      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E                           | [Barra azul oscuro] | 5        | 12                    |    |    |    |    |    |      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |                     | 72,5     | <b>Duración total</b> |    |    |    |    |    | 87,5 |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |                     | 15       | <b>Duración PAP</b>   |    |    |    |    |    | 31,5 |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Gráfico Nº 9 Diagrama de Gantt PAP Engargolado



| Operario                    | Color | Duración | Actividades           |   |    |    |    |    |      |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|-------|----------|-----------------------|---|----|----|----|----|------|--|--|--|--|--|--|
| A                           | █     | 34       | 1                     | 4 | 7  | 8  | 9  | 11 | 17   |  |  |  |  |  |  |
| B                           | █     | 23       | 2                     | 3 | 10 | 12 | 14 | 15 | 16   |  |  |  |  |  |  |
| Montacargas                 | █     | 3        | 6                     |   |    |    |    |    |      |  |  |  |  |  |  |
| C                           | █     | 15       | 5                     |   |    |    |    |    |      |  |  |  |  |  |  |
| D,E,F                       | █     | 24,5     | 12                    |   |    |    |    |    |      |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |       | 90,5     | <b>Duración total</b> |   |    |    |    |    | 99,5 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |       | 9        | <b>Duración PAP</b>   |   |    |    |    |    | 34   |  |  |  |  |  |  |

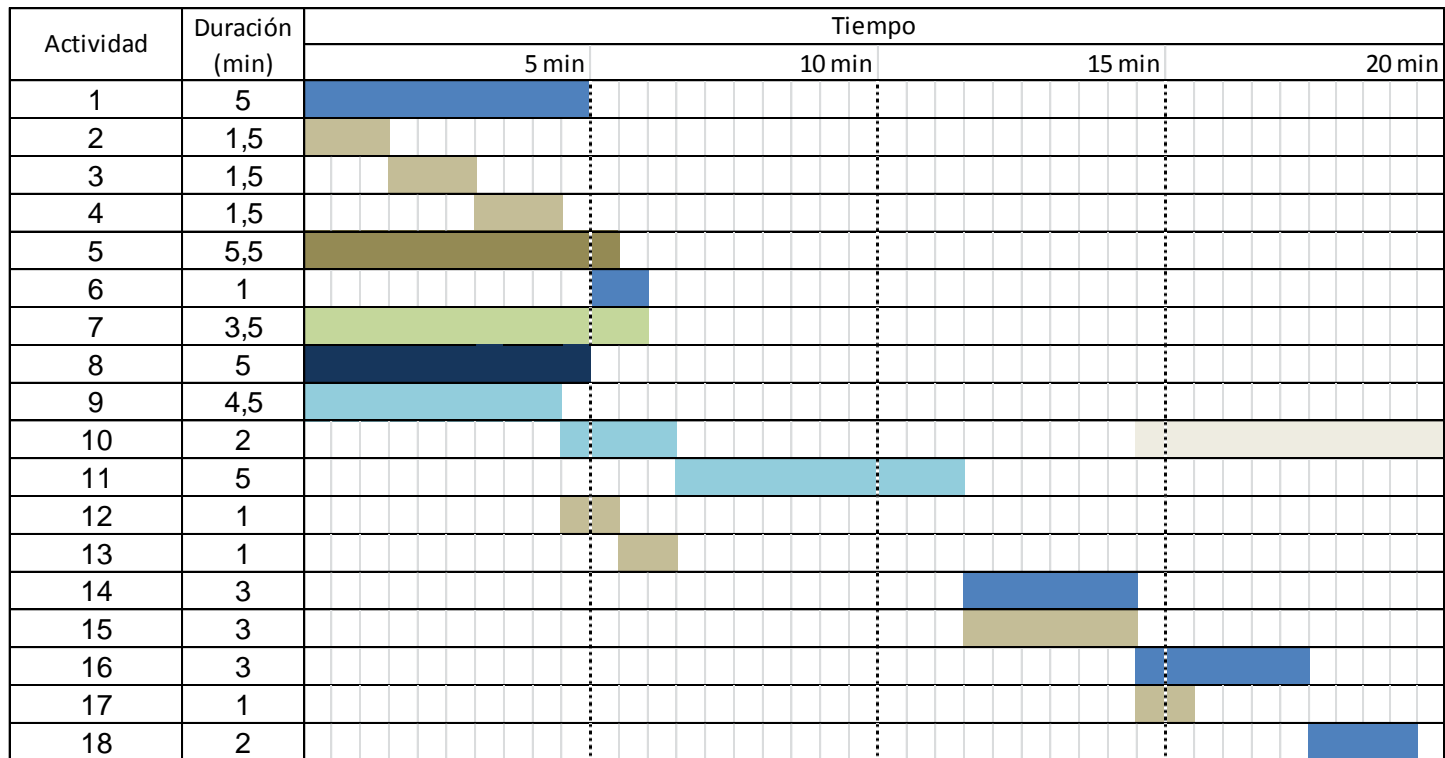
Gráfico Nº 10 Diagrama de Gantt PAP Pintura



| Operario                    | Color          | Duración | Actividades           |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|----------------|----------|-----------------------|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|
| A                           | [Azul]         | 19       | 1                     | 6  | 11 | 16 | 17 |  |  |  |  |  |  |  |
| B                           | [Marrón]       | 7        | 2                     | 12 | 13 | 14 | 15 |  |  |  |  |  |  |  |
| C                           | [Gris]         | 6,5      | 3                     | 5  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| D                           | [Gris oscuro]  | 1,5      | 4                     |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| E                           | [Verde claro]  | 5,5      | 7                     |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| F                           | [Verde oscuro] | 7        | 8                     | 9  |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| G                           | [Azul oscuro]  | 2,5      | 10                    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |                | 5,5      | <b>Duración total</b> |    | 49 |    |    |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |                | 43,5     | <b>Duración PAP</b>   |    | 19 |    |    |  |  |  |  |  |  |  |

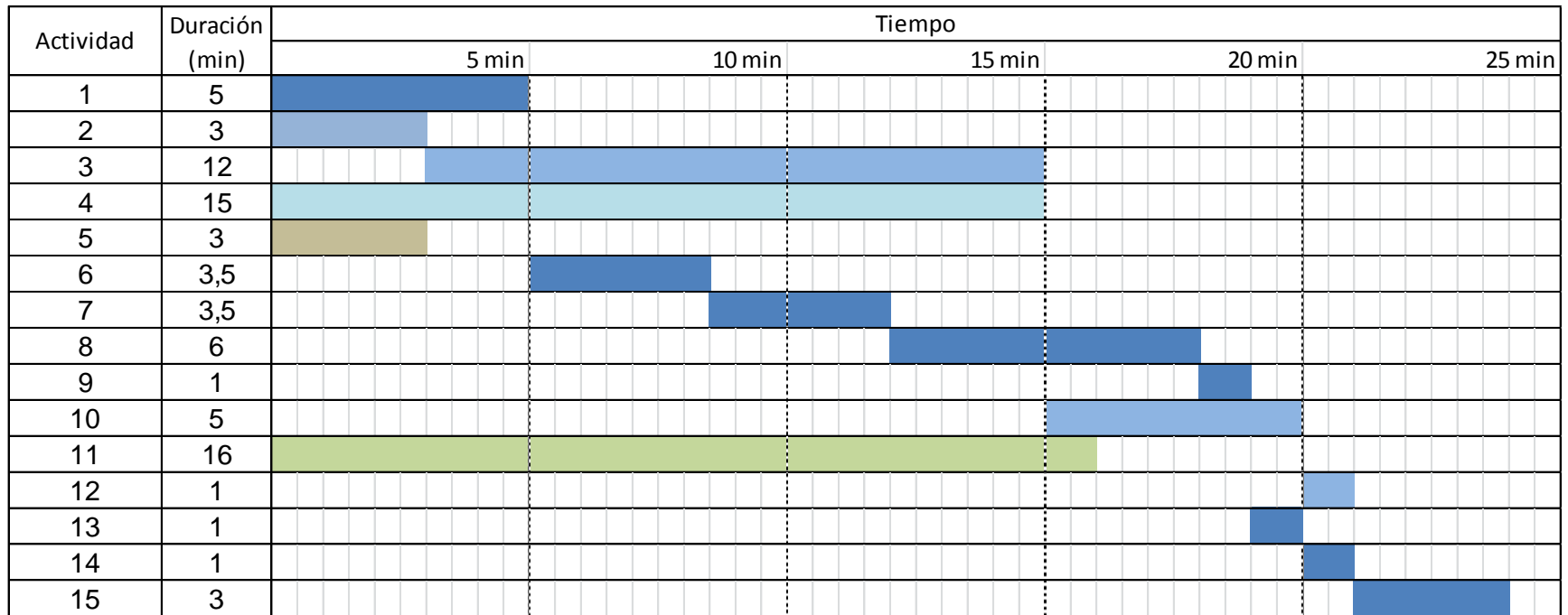
**Gráfico Nº 11 Diagrama de Gantt nuevo PAP Elementos**





| Operario                    | Color         | Duración | Actividades           |    |    |    |    |      |    |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------|---------------|----------|-----------------------|----|----|----|----|------|----|--|--|--|--|--|--|
| A                           | [Azul]        | 14       | 1                     | 6  | 14 | 16 | 18 |      |    |  |  |  |  |  |  |
| B                           | [Marrón]      | 10,5     | 2                     | 3  | 4  | 12 | 13 | 15   | 17 |  |  |  |  |  |  |
| Mecánico                    | [Azul claro]  | 11,5     | 9                     | 10 | 11 |    |    |      |    |  |  |  |  |  |  |
| Montacargas                 | [Marrón]      | 5,5      | 5                     |    |    |    |    |      |    |  |  |  |  |  |  |
| C, D, E y F                 | [Verde]       | 3,5      | 7                     |    |    |    |    |      |    |  |  |  |  |  |  |
| G                           | [Azul oscuro] | 5        | 8                     |    |    |    |    |      |    |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |               | 32       | <b>Duración total</b> |    |    |    |    | 50   |    |  |  |  |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |               | 18       | <b>Duración PAP</b>   |    |    |    |    | 19,5 |    |  |  |  |  |  |  |

**Gráfico Nº 12 Diagrama de Gantt nuevo PAP Engargolado**



| Operario                    | Color        | Duración | Actividades           |   |    |    |   |    |    |    |  |  |  |
|-----------------------------|--------------|----------|-----------------------|---|----|----|---|----|----|----|--|--|--|
| A                           | [Azul]       | 24       | 1                     | 6 | 7  | 8  | 9 | 13 | 14 | 15 |  |  |  |
| B                           | [Azul claro] | 21       | 2                     | 3 | 10 | 12 |   |    |    |    |  |  |  |
| Montacargas                 | [Marrón]     | 3        | 5                     |   |    |    |   |    |    |    |  |  |  |
| C                           | [Cian]       | 15       | 4                     |   |    |    |   |    |    |    |  |  |  |
| D,E,F,G                     | [Verde]      | 16       | 11                    |   |    |    |   |    |    |    |  |  |  |
| <b>Actividades Internas</b> |              | 67       | <b>Duración total</b> |   |    |    |   |    |    | 79 |  |  |  |
| <b>Actividades Externa</b>  |              | 12       | <b>Duración PAP</b>   |   |    |    |   |    |    | 24 |  |  |  |

**Gráfico Nº 13 Diagrama de Gantt nuevo PAP Pintura**



### ANEXO III ESTIMACIÓN DE COSTOS

A continuación se presenta la estimación de los costos necesarios para la implementación de cada propuesta seleccionada en el capítulo VI. El cálculo se realizó tomando en cuenta los materiales necesarios para la elaboración de la propuesta, así como las horas-hombre involucradas en las mismas.

El costo de los materiales de cada propuesta fue consultado en diferentes fuentes como lo son: Festo, ferretería EPA, Suministros y Servicios MONRET C.A., consulta con expertos, departamento de compras de Affinia, mercadolibre.com

Para el costo de mano de obra se consideró que un mecánico y un herrero tienen un costo cada uno de 338 Bs/jornada, un ayudante de 238 Bs/jornada, un electricista 318 Bs/jornada y un promedio por operario de 57,33 Bs/hora. Estos datos fueron suministrados por el departamento de Recursos Humanos de Affinia.

#### Nº 1 Propuesta para mejoras del probador de fuga automático

En la tabla N°35 se presentan los materiales y mano de obra necesarios para la fabricación del dispositivo planteado y los ajustes recomendados, así como el costo a incurrir.

**Tabla N° 35 Costos de propuesta N°1**

| Materiales                                       |                |          |            |
|--|----------------|----------|------------|
| Material   | Costo Unitario | Cantidad | Total (Bs) |
| Cilindro Doble Efecto DSNU-32-100-PPV-A          | 6.397,22       | 1 und.   | 6.397,22   |
| Electroválvula de importación JMFH-5, rosca 1/8" | 5.104,66       | 1 und.   | 5.104,66   |
| Racor Rápido QS, rosca 1/8"                      | 171,76         | 5 und    | 858,80     |
| Racor Rápido QSL, rosca 1/8"                     | 269,74         | 4 und    | 1.078,96   |
| Tubo flexible PUN 6X1                            | 107,65         | 10 m     | 1.076,5    |

**Tabla N° 35 Costos de propuesta N°1 (cont.)**

|   |              |                    |          |
|---|--------------|--------------------|----------|
| Bobina Magnética MSFG-24DC/24AC             | 868,13       | 2 und              | 1.736,26 |
| Freno: UM5 2030 24 VDC UM-50-203/ UNIMODULE | 1.129 Bs/und | 1 und              | 1129     |
| <b>Mano de Obra</b>                         |              |                    |          |
| Mecánico                                    | 338 Bs/jor   | 10 hr/hbr          | 422,5    |
| Eléctricista                                | 318 Bs/jor   | 16 hr/hbr          | 636      |
| <b>Total</b>                                |              | <b>18.439,9 Bs</b> |          |

**Propuesta N°2 Diseño de una baranda de bandas elásticas para Probador de Rosca.**

La implementación de la propuesta seleccionada será posible con los materiales y mano de obra presentados en la tabla N° 36

**Tabla N° 36 costos de propuesta N°2**

| <b>Materiales</b>            |                                |                   |                   |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Materiales</b>            | <b>Costo unitario (Bs/und)</b> | <b>Cantidad</b>   | <b>Total (Bs)</b> |
| Tornillo M12x1.5             | 121,42 Bs/und                  | 6 und             | 728,52            |
| Tornillo M6x1                | 67,78 Bs/und                   | 6und              | 406,68            |
| Ligas de hule, 6 mm diámetro | 400 Bs/und                     | 3 und             | 1.200             |
| Barra de acero 30x5x1        | 100 Bs/und                     | -                 | 100               |
| <b>Mano de obra</b>          |                                |                   |                   |
| Mecánico                     | 338 Bs/jor                     | 20 hr/hbr         | 845               |
| <b>Total</b>                 |                                | <b>3.280,2 Bs</b> |                   |

### Propuesta N°3 Detector de Elementos Filtrantes Acumulados.

A continuación se listan los recursos necesarios para la implementación de la propuesta y su costo (Tabla N° 37).

**Tabla N° 37 Lista de costos para Propuesta N°3**

| <b>Materiales</b>   |                                |                   |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Materiales</b>   | <b>Costo Unitario (Bs/und)</b> | <b>Cantidad</b>   | <b>Total (Bs)</b> |
| Sensor Fotoreceptivo Allen Bradley 42GRU-9002 con Reflector para fotocelda XUZC80 Telemecanique | 756                            | 1 und             | 756               |
| Relé Allen Bradley 700-HRM 12Ta17   | 1.500                          | 1 und             | 1.500             |
| Sirenas dinámicas magnéticas con 120 Db   | 800                            | 1 und             | 800               |
| Cable   | 7 Bs/metro                     | 50 metros         | 350               |
| <b>Mano de Obra</b>   |                                |                   |                   |
| Electricista  | 318 Bs/jor                     | 8 hr/hbr          | 318               |
| Mecánico  | 338 Bs/jor                     | 6 hr/hbr          | 253,3             |
| <b>Total</b>  |                                | <b>3.977,3 Bs</b> |                   |

### Propuesta N°4 Plan de Acción

Esta propuesta conlleva una serie de actividades destinadas a solventar problemas de mantenimiento en toda la línea, cada actividad incurre en un costo específico por materiales y mano de obra. En la tabla N° 38 se presenta un resumen detallado de los mismos.

**Tabla N° 38 Costo propuesta N°4.**

| Item | Descripción  | Concepto                    | Costo unitario | Cantidad | Total  |
|------|--|-----------------------------|----------------|----------|--------|
| 1    | Imanes desajustados en volteador magnético             | Mecánico                    | 338 Bs/jor     | 5 hr-hb  | 211,25 |
| 2    | Dosificadoras de resina                                | Mecánico                    | 338 Bs/jor     | 1 hr-hb  | 42,25  |
| 3    | Imanes transportador magnético en pintura              | Imán de neodimio 10x6x2 cm. | 720 Bs/und     | 6 unds   | 4320   |
|      |  | Mecánico                    | 338 Bs/jor     | 24 hr-hb | 1.014  |
| 4    | Baranda a la entrada de pintura                        | Fabricación de baranda      | 3000 Bs        | -        | 3.000  |
| 5    | Reparación de sensores en el probador de rosca         | Sensor inductivo            | 1000 Bs        | 1 und    | 1.000  |
|      |  | Electricista                | 318 Bs/jor     | 7 hr-hb  | 278,25 |
| 6    | Cambio de la banda transportadora de retorno de moldes | Banda                       | 2880 Bs/und    | 1 und    | 2.880  |
|      |  | Mecánico                    | 338 Bs/jor     | 1 hr-hb  | 42,25  |
| 7    | Parámetros de sensor de rosca                          | Electricista                | 318 Bs/jor     | 1 hr-hb  | 39,75  |
| 8    | Mantenimiento Plastificadora USA                       | Mecánico                    | 318 Bs/jor     | 24 hr-hb | 1.014  |

**Tabla N° 38 Costo propuesta N°4 (cont.)**

| Item         | Descripción                          | Concepto   | Costo unitario       | Cantidad | Total  |
|--------------|--------------------------------------|--|----------------------|----------|--------|
| 9            | Mantenimiento de la etiquetadora     | Mecánico   | 338 Bs/jor           | 8 hr-hb  | 338    |
|              |                                      | Rodamiento 6000ZZ  | 30 Bs/und            | 1 und    | 30     |
|              |                                      | Rodamiento 6001Z   | 95 Bs/Und            | 1 und    | 95     |
|              |                                      | Correa dentada sincrónica 66 dientes, paso 6mm, ancho 10.5 CMCBB0330             | 21 Bs/und            | 1 und    | 21     |
| 10           | Mantenimiento de la Engargoladora    | Mecánico   | 338 Bs/jor           | 40 hr-hb | 1.690  |
|              |                                      | Rodamiento de engranaje helicoidal 62142ZRC                                      | 427,78 Bs/und        | 1 Und    | 427,78 |
|              |                                      | Rodamiento eje central engranaje baquelita, para chumacera TR ER 207 23 1- 7/16" | 55 Bs/und            | 1 Und    | 55     |
|              |                                      | Rodamiento de leva CR24  | 110 Bs/und           | 1 und    | 110    |
| 11           | Mantenimiento de rodillos plisadores | Mecánico   | 338 Bs/jor           | 6 hr-hb  | 253,5  |
| <b>TOTAL</b> |                                      |  | <b>18.329,055 Bs</b> |          |        |

## Propuesta N°5 Mejora en el método de vaciado de resina doble cara

La propuesta seleccionada para resolver la problemática encontrada incurrirá en los siguientes costos (Tabla N° 39)

**Tabla N° 39 Costo propuesta N°5**

| Material   | Costo Unitario (Bs/u) | Cantidad | Total (Bs)          |
|--|-----------------------|----------|---------------------|
| Tubo de 2" de hierro negro y largo 1m                        | 600                   | 2 und.   | 1.200               |
| Chumacera ½" tipo puente                                     | 1.205                 | 4 und.   | 4.820               |
| Eje pasante ¾" , largo 1 m                                   | 600                   | 1 und    | 600                 |
| Motor 1/2 Hp 1800 RPM 110/220 V Baldor                       | 4.500                 | 1 und    | 4.500               |
| Correa   | 300                   | 1 und    | 300                 |
| Polea de aluminio, diámetro interno 1" y diámetro externo 3" | 280                   | 2 und    | 560                 |
| Base de motor  | 1.000                 | 1 und    | 1.000               |
| Ángulo 2m de largo   | 250                   | 4 und    | 1.000               |
| <b>Mano de obra</b>  |                       |          |                     |
| Mecánico   | 338 Bs/jor            | 11 horas | 464,75              |
| Herrero  | 338 Bs/jor            | 4 horas  | 169                 |
| Ayudante   | 228 bs/jor            | 4 horas  | 119                 |
| <b>TOTAL</b>   |                       |          | <b>14.732,75 Bs</b> |



## Propuesta N°6 Aplicación de SMED para reducir los tiempos de preparación en la línea USA.

Los recursos necesarios para la aplicación de las soluciones a las oportunidades de mejora obtenidas de la metodología SMED, se presentan detalladamente a continuación.

### Bandejas móviles

Se necesitan fabricar 16 bandejas móviles, serán usadas 4 en pintura, 6 en engargolado y 6 en elementos.

Los costos asociados a las bandejas se describen se presentan a continuación en la tabla N° 40.

**Tabla N° 40 Costos de bandejas móviles**

| Materiales   |           |                         |                  |
|--|-----------|-------------------------|------------------|
| Descripción  | Cantidad  | Costo unitario (Bs/und) | Costo total (Bs) |
| Láminas de hierro negro de 1,2x2,4 m y espesor de 2,55mm | 8 und     | 1.995                   | 15.960           |
| Ruedas de 5" con horquilla                               | 64 und    | 180                     | 11.520           |
| Tubo de 2", espesor 2,33 mm y largo 3 m                  | 22 und    | 380                     | 8.360            |
| Electrodos   | 5 kg      | 150                     | 750              |
| Mano de Obra   |           |                         |                  |
| Herrero  | 64 hr/hbr | 338 Bs/jor              | 2.704            |
| Ayudante   | 64 hr/hbr | 238 Bs/jor              | 1.904            |
| <b>Total</b>   |           | <b>41.198 Bs</b>        |                  |

## Lay-out para la colocación de bandejas móviles

En cuanto al demarcado del área la empresa posee un personal de mantenimiento general que será el encargado de pintar los 8 recuadros donde se deberán posicionar las bandejas móviles.

A continuación en la tabla N° 41 se presentan los costos necesarios:

**Tabla N° 41 Costos pintado del lay-out para la colocación de bandejas**

| Materiales                |          |                       |                  |
|---------------------------|----------|-----------------------|------------------|
| Descripción               | Cantidad | Costo unitario (Bs/u) | Costo total (Bs) |
| Pintura amarillo tráfico  | 1 galón  | 589                   | 589              |
| Rodillo 4"                | 1        | 130                   | 130              |
| Mano de Obra              |          |                       |                  |
| Servicio de mantenimiento | 3 hr/hbr | 318 Bs/jor            | 119,25           |
| <b>Total</b>              |          | <b>838.25 Bs</b>      |                  |

## Cartelera Informativa

Se usarán 3 carteleras de corcho, hojas de papel, teipe azul para marcar las divisiones en las que se colocarán los diferentes documentos y tinta, la tabla N° 42 muestran los costos asociados esta mejora

**Tabla N° 42 Costos cartelera informativa puesta a punto**

| <b>Materiales</b>                    |                 |                              |                         |
|--------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>Descripción</b>                   | <b>Cantidad</b> | <b>Costo unitario (Bs/u)</b> | <b>Costo total (Bs)</b> |
| Cartelera de corcho de 80x120 cm     | 3               | 800                          | 2.400                   |
| Teipe azul                           | 1               | 65                           | 65                      |
| Papelería para dotación de cartelera | 1               | 300                          | 300                     |
| <b>Total</b>                         |                 | <b>2.765 Bs</b>              |                         |

### **Alicate ajustable para filtros (zuncho)**

La propuesta de la adquisición del alicate (zuncho) acarrea el costo expresada en la tabla N°43

**Tabla N° 43 Costo alicate ajustable para filtros (zuncho)**

| <b>Materiales</b>                        |                 |                              |                         |
|--|-----------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>Descripción</b>                       | <b>Cantidad</b> | <b>Costo unitario (Bs/u)</b> | <b>Costo total (Bs)</b> |
| Alicate ajustable para filtros de aceite | 1               | 220                          | 220                     |
| <b>Total</b>                             |                 | <b>220 Bs</b>                |                         |

### **Caja de herramientas**

Para esta propuesta se comprara una caja de herramientas, las herramientas para dotarla y 1 lámina de goma espuma, estos tendrás los costos presentados en la tabla N° 44.

**Tabla N° 44 Costos dotación de caja de herramientas**

| Descripción   | Cantidad | Costo unitario (Bs/u) | Costo total (Bs) |
|---|----------|-----------------------|------------------|
| Caja de herramientas Craftsman con 3 cajones metálicos 20,5x8,5x12" | 1        | 400                   | 400              |
| Lámina de goma espuma de 100x100x2,5 cm                             | 1        | 300                   | 300              |
| Botador   | 1        | 116                   | 116              |
| Martillo  | 1        | 220                   | 220              |
| Juego de llaves allen de 25 llaves hexagonales Stanley              | 1        | 420                   | 420              |
| Juego de 8 llaves combinadas Stanley                                | 1        | 650                   | 650              |
| Destornillador plano Stanley  | 1        | 100                   | 100              |
| <b>Total</b>  |          | <b>2.206 Bs</b>       |                  |

**Tabla N° 45 Costo de sierra eléctrica**

| Descripción                                      | Cantidad | Costo unitario (Bs/u) | Costo total (Bs) |
|--|----------|-----------------------|------------------|
| Sierra Caladora Ingco JS5201.2 520w 500-3000 Rpm | 1        | 2400                  | 2400             |
| <b>Total</b>                                     |          | <b>2.400 Bs</b>       |                  |



## Propuesta N°7 Iluminación del galpón.

En la tabla N° 46 se presenta los costos asociados a la implementación de la propuesta.

**Tabla N° 46 Costo propuesta N°6**

| <b>Materiales</b>   |                                    |                 |                   |
|---|------------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Material</b>   | <b>Costo unitario<br/>(Bs/und)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Total (Bs)</b> |
| Suministro y cambio de láminas traslucidas, color blanco leche, con sus accesorios de fijación. | 3.840                              | 26 und          | 99.840            |
| Tubos fluorescente T-8, 40 W, 96"   | 3                                  | 14 und          | 42                |
| <b>Total</b>  |                                    |                 | <b>99.882</b>     |

El costo de materiales presentado anteriormente contiene los gastos de mano de obra especializado necesario para la instalación de las láminas traslúcidas (4 hombres) en un tiempo estimado de dos días de trabajo.

## ANEXO IV ESTIMACIÓN DE AHORROS F

En esta sección se muestra la estimación del ahorro monetario que se adquiere con la implementación de cada una de las propuestas, así como el cálculo del porcentaje de disminución del desperdicio a causa de las mejoras.

### Calculo del porcentaje de desperdicio disminuido

Para el cálculo de este porcentaje se recurrió a los análisis de paretos representados en los gráficos 1 y 2 del capítulo V, así como los gráficos 4, 5, 6 y 7 del Anexo I, otorgando la siguiente información. (Ver tabla N°47)

**Tabla N° 47 información del análisis de pareto**

| Ubicación    | Letra representativa | Descripción  |
|--------------|----------------------|--|
| Gráfico N° 1 | A                    | Porcentaje que representa un tipo de pieza defectuosa con respecto al total de piezas defectuosas de la línea                      |
| Gráfico N° 2 | B                    | Porcentaje que representa una causa de parada no planificada con respecto a las paradas no planificadas totales.                   |
| Gráfico N° 4 | C                    | Porcentaje que representa los filtros que poseen un defecto específico con respecto a todos los filtros engargolados defectuosos   |
| Gráfico N° 5 | D                    | Porcentaje que representa los filtros que poseen un defecto específico con respecto a todos los filtros pintados defectuosos       |
| Gráfico N° 6 | E                    | Porcentaje que representa la cantidad de papel con un defecto específico con respecto al total de papel filtrante defectuoso       |
| Gráfico N° 7 | F                    | Porcentaje que representa los elementos que poseen un defecto específico con respecto a todos los elementos filtrantes defectuosos |

**Fuente:** Hernández y Benavente



## **Producto defectuoso:**

### **Mejoras al probador de fuga**

Con la implementación de la propuesta se pretende reducir un 90% la aparición de los filtros abollados a causa del probador de fuga.

Por lo tanto el porcentaje de disminución de producto defectuoso en la línea debido a esta propuesta será igual:

$$\% \text{Propuesta 1} = (0,9) \cdot (C) \cdot (A)$$

$$\% \text{Propuesta 1} = (0,9) \cdot (0,5524) \cdot (0,3292) = 16,36\%$$

### **Diseño de una baranda de bandas elástica para el probador de rosca**

Este planteamiento procura eliminar por completo la aparición de filtros pintados golpeados por el probador de rosca. Por lo tanto se reduciría el desperdicio de producto defectuoso en la línea en un:

$$\% \text{Propuesta 2} = (D) \cdot (A)$$

$$\% \text{Propuesta 2} = (0,3654) \cdot (0,2155) = 7,87\%$$

### **Detector de Elementos Filtrantes Acumulados**

La implementación de esta propuesta estima una reducción del 75% de elementos filtrantes defectuosos, ya que la propuesta surtirá efecto solo si el operario actúa al momento que se activa el dispositivo.

$$\% \text{Propuesta 3} = (0,75) \cdot (F) \cdot (A)$$

$$\% \text{Propuesta 3} = (0,75) \cdot (0,8833) \cdot (0,1218) = 8,07\%$$

### **Plan de acción**

La propuesta del plan de acción se dirige a reducir tanto el desperdicio por piezas defectuosas como el de tiempo improductivo por fallas mecánicas. A continuación

se especifican los ítems del plan de acción que reducen la aparición de piezas defectuosas y el porcentaje que representa.

➤ **Ítems 1 y 6**

La realización de las acciones 1 y 6 del plan de acción procuran eliminar por completo la generación de filtros engargolados golpeados por el volteador (C)

$$\% = (1) \cdot (C) \cdot (A)$$

$$\% = (1) \cdot (0,024) \cdot (0,3292) = 0,8\%$$

➤ **Ítem 2**

Este ítem se oriente a disminuir en un 75% el producto defectuoso llamado tapas dosificadas (A)

$$\% = (0,75) \cdot (0,0263) = 1,97\%$$

➤ **Ítem 3**

Esta actividad disminuirá en un 70% la aparición de filtros pintados golpeados por caídas en el transportador magnético (D)

$$\% = (0,7) \cdot (D) \cdot (A)$$

$$\% = (0,7) \cdot (0,186) \cdot (0,2155) = 2,81\%$$

➤ **Ítem 7**

Al ejecutar este mantenimiento orientado al sensor de rosca, se eliminaría por completo los filtros engargolados golpeados debido a la caída a la salida de la máquina engargoladora (C)

$$\% = (1) \cdot (C) \cdot (A)$$

$$\% = (1) \cdot (0,0763) \cdot (0,3292) = 2,51\%$$



➤ **Ítem 10**

Aproximadamente el 90% de los filtros engargolados mordidos se deben a los desajustes presentes en el equipo debido a la falta de mantenimiento del mismo, con la realización de este ítem del plan de acción se pretende disminuir en ese porcentaje este defecto.

$$\% = (0,9)*(C)*(A)$$

$$\% = (0,9)*(0,0973)*(0,3292) = 2,88\%$$

La implementación del plan de acción disminuirá el desperdicio por piezas defectuosas en un porcentaje de:

$$\% \text{Propuesta 4} = 0,8+1,97+2,81+2,51+2,88 = 10,97\%$$

El porcentaje total de disminución del desperdicio por piezas defectuosas es igual a:

$$\% \text{total} = \sum_{i=4}^{i=1} \% \text{ propuesta } i$$

$$\% \text{total} = 16,36+7,87+8,07+10,97 = 43,27\%$$

**Paradas no planificadas**

➤ **Fallas mecánicas**

Se estima reducir 60% las paradas no planificadas por fallas mecánicas, con la realización del mantenimiento correctivo a los principales equipo que presentan mayor cantidad de problemas. Por lo tanto

$$\% \text{propuesta 4} = (0,8)*(B)$$

$$\% \text{propuesta 4} = (0,8)*(0,1593) = 12,74\%$$

➤ **Cambio de modelo**

El cálculo del porcentaje de reducción se presenta en la tabla N°48:

**Tabla N° 48 Porcentaje de reducción de paradas por SMED**

| Area         | Tiempo actual | Tiempo propuesto | %             |
|--------------|---------------|------------------|---------------|
| Elementos    | 31,5          | 19               | 39,68%        |
| Engargolado  | 31,5          | 19,5             | 38,10%        |
| Pintura      | 34            | 24               | 29,41%        |
| <b>Total</b> | <b>97</b>     | <b>62,5</b>      | <b>35,57%</b> |

**Fuente:** Hernández y Benavente

Por lo tanto, el tiempo improductivo se reduce en:

$$\%propuesta 5 = (0,3557)*(B)$$

$$\%propuesta 5 = (0,3557)*(0,1025) = 3,65\%$$

El porcentaje de reducción total de tiempo improductivo se presenta a continuación:

$$\%total = \%propuesta 4 + \%propuesta 5$$

$$\%total = 12,74\%+3,65\% = 16,39\%$$

#### **Partes sobrantes:**

Con la implementación de la propuesta N° 5 se pretende disminuir en un 95% el desperdicio de materiales por partes sobrantes.

$$\%propuesta 5 = 95\%$$

## Estimación de Ahorro

Para el cálculo del ahorro obtenido por cada propuesta también se recurrió a la información que se presentan en los gráficos referidos en la tabla N° 46 Las propuestas 1, 2, 3, 4 y 5 se calcularon aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro} = \text{Porcentaje estimado de reducción del defecto} * \text{B, C, D o F} * \text{Costo promedio mensual}$$

### Propuesta N°1 Mejoras el probador de fuga automático

$$\text{Ahorro} = (0,9) * (0,5524) * (13.275,63) = 6.600,11 \text{ Bs/mes}$$

### Propuesta N°2 Diseño de una baranda de bandas elásticas para Probador de Rosca.

$$\text{Ahorro} = (1) * (0,3654) * (8.689,74) = 3.175,23 \text{ Bs/mes}$$

### Propuesta N°3 Detector de Elementos Filtrantes Acumulados.

$$\text{Ahorro} = (0,75) * (0,8833) * (5.116,24) = 3.389,38 \text{ Bs/mes}$$

### Propuesta N°4 Plan de acción

#### Ahorro del plan de acción por disminución de piezas defectuosas

En la tabla N°49 se presenta el cálculo realizado para estimar el ahorro del plan de acción por la reducción del desperdicio de piezas defectuosas

**Tabla N° 49 Ahorro del plan de acción por piezas defectuosas**

| Item         | Fórmula a aplicar                        | Ahorro   |
|--------------|--|----------|
| 1 y 6        | $(1) \cdot (0,024) \cdot (13.275,63)$    | 318,62   |
| 2            | $(0,75) \cdot (768,77)$                  | 576,58   |
| 3            | $(0,7) \cdot (0,186) \cdot (8.689,74)$   | 1.131,40 |
| 7            | $(1) \cdot (0,0763) \cdot (13.275,63)$   | 1.012,93 |
| 10           | $(0,9) \cdot (0,0973) \cdot (13.275,63)$ | 1.162,55 |
| <b>Total</b> | <b>4.202,07 Bs/mes</b>                   |          |

**Fuente:** Hernández y Benavente

### Ahorro plan de acción por disminución de fallas mecánicas

En la tabla N°50 se presenta la estimación del ahorro realizada debido a la disminución de fallas mecánicas con la implementación del plan de acción

**Tabla N° 50 Ahorro del plan de acción por fallas mecánicas**

| Tiempo actual (min/mes) | Costo actual (Bs/mes) | Tiempo propuesto (min/mes) | Costo propuesto (Bs/mes) | Ahorro (Bs/mes) |
|-------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|
| 2.163,00                | 53.735,41             | 1.297,80                   | 32.241,25                | 21.494,16       |

**Fuente:** Hernández y Benavente

El ahorro total obtenido por el plan de acción es igual

$$At = 4.202,07 + 21.494,16 = 25.696,23 \text{ Bs/mes}$$

### Propuesta N°5 Mejora en el método de vaciado de resina doble cara

$$\text{Ahorro} = (0,90) \cdot (3.037,03) = 2.885,18 \text{ Bs/mes}$$

### Propuesta N°6 Aplicación de SMED para reducir los tiempos de preparación en la línea USA.

Para calcular el ahorro adquirido con la implementación de la propuesta se consideró el costo de mano de obra promedio igual a 57,33 Bs/hora, al



igual que un total de 11 operarios en el área de elementos, 7 en engargolado y 8 en pintura.







También se tomó en cuenta una cantidad de 4 Puesta a punto por día. (Ver tabla N° 51)

**Tabla N° 51 Ahorro por la aplicación de la metodología SMED**

| Area         | Tiempo actual | Costo actual | Tiempo propuesto        | Costo propuesto | Ahorro (Bs/mes) |
|--------------|---------------|--------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| Elementos    | 31,5          | 26.486,46    | 19                      | 15.975,96       | 10.510,5        |
| Engargolado  | 31,5          | 16.855,02    | 19,5                    | 10.434,06       | 6.420,96        |
| Pintura      | 34            | 20.791,68    | 24                      | 14.676,48       | 6.115,2         |
| <b>Total</b> |               |              | <b>23.046,66 Bs/mes</b> |                 |                 |

**Fuente:** Hernández y Benavente

## ANEXO V ESTANDARIZACIÓN DE PUESTA A PUNTO

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>Proceso de Puesta a punto</b>  | Pag: 1/3   |
| <b>Área :</b> Línea USA   |   |  |
| <b>Operación:</b> Puesta a punto Elementos  |   |  |
| <b>Máquina :</b> Plisadora, Dosificadora, horno, Duboy                            |   |  |
| <b>Utillaje:</b>  |   |  |
| <b>Tiempo total (min.) :</b>  | 19  |  |
| <b>Equipamento de seguridad de uso obligatorios</b>                               |   |  |
|  | Botas de seguridad<br>   | Guantes<br>             |
|   |   | Protector Auditivo<br> |
| <b>Etapas</b>   | <b>Actividades</b>  | <b>Tiempo(min)</b>   |
| <b>1</b>  | <b>1.0 - Inicio del puesta a punto</b>  | <b>05:00,0</b>   |
|   | 1.1. Chequear según el programa cual es el cambio a realizar<br>1.2. Buscar en la PC los componentes necesarios para la fabricación del elemento filtrante  |  |
| <b>2</b>  | <b>2.0 - Cambio de bandeja de tapas superiores e inferiores</b>   | <b>01:30,0</b>   |
|   | 2.0 - El operador deberá sustituir tanto las bandejas de tapas superiores como la de las tapas inferiores que estaban siendo usadas, por las que se necesitan para el elemento a producir                                 |  |
| <b>3</b>  | <b>3.0 - Cambio de bandeja de tubos centrales o espirales</b>   | <b>01:30,0</b>   |
|   | 3.0 - El operador deberá sustituir la bandeja que contienen los tubos centrales o espirales según sea el caso que estaban siendo usados por los necesarios para el elemento a fabricar                                    |  |
| <b>4</b>  | <b>4.0 - Montar bobina de papel filtrante</b>   | <b>07:00,0</b>   |
|   | 4.0 - el operador debe tomar la bobina de papel de elemento filtrante con ayuda del polipasto y posicionarla en el devanador  |  |
| <b>5</b>  | <b>5.0 - Ajuste de la plisadora</b>   | <b>05:00,0</b>   |
|   | 5.1 - Montar los rodillos de la plisadora   |  |
|   | 5.2 - Graduar altura de los rodillos  |  |
|   | 5.3 - Graduar velocidad de rodillos   |  |
|   | 5.4 - Ajustar temperatura del horno de precurado  |  |
| <b>6</b>  | <b>6.0 - Limpieza de la Duboy</b>   | <b>05:30,0</b>   |
|   | 6.1 - Tomar un paño y sumergirlo en aceite  |  |
|   | 6.2 - Activar la selladora duboy<br>6.3 - Sostener el paño en la cinta de la duboy mientras este va eliminando los restos de resina   |  |
| <b>7</b>  | <b>7.0 - Llenado de envases de resina</b>   | <b>04:00,0</b>   |
|   | 7.1 - Llenar los 3 envases de resina doble cara en el dispensador de resina<br>7.2 - Colocar los envases en el lugar correspondiente  |  |
| <b>8</b>  | <b>8.0 - Cambio de molde en dispensador de resina sencilla</b>  | <b>06:18,0</b>   |
|   | 8.1 - Desenroscar el molde (regadera) para el modelo de filtro anterior<br>8.2 - Enroscar el molde (regadera) para el modelo de filtro a fabricar   |  |
| <b>9</b>  | <b>9.0 - Cambio de molde en dispensador de resina doble cara</b>  | <b>02:30,0</b>   |
|   | 9.1 - Sustituir el molde donde se coloca el elemento filtrante a la hora de dispensar la resina   |  |
| <b>10</b>   | <b>10.0 - Verificar parámetros de calidad</b>   | <b>08:30,0</b>   |
|   | 10.1 - Contar pliegues de un fuelle   |  |
|   | 10.2 - Para verificar que se está usando la cantidad adecuada de resina se debe:<br>* Pesar 5 tapas dosificadas con resina sencilla<br>* Pesar 5 tapas dosificadas con resina doble cara<br>* Pesar un elemento filtrante |  |
|   | 10.3 - Realizar una prueba de calidad que consiste en colocar el elemento en la máquina X para verificar la adherencia de las tapas y del elemento  |  |
| <b>11</b>   | <b>11.0 - Final del puesta a punto</b>  | <b>05:00,0</b>   |
|   | 11.1 - Llenar el reporte de puesta a punto  |  |
|   | 11.2 - Dejar el área limpia y ordenada  |  |
| Elaborado por:  | Juan Benavente y Andreina Hernández   | Fecha: 18/02/2014  |

|  |   | <b>Proceso de Puesta a punto</b>   |  | Pag: 2/3          |
|---|---|--|--|-------------------|
| <b>Área :</b>   | Línea USA   |  |  |                   |
| <b>Operación:</b>   | Puesta a punto Engargolado  |  |  |                   |
| <b>Máquina :</b>  | Engargoladora, Probador de fuga   |  |  |                   |
| <b>Utillaje:</b>  | Martillo, botador, llaves allen, llaves combinadas, destornillador plano.   |  |  |                   |
| <b>Tiempo total (min.) :</b>  | 19,5  |  |  |                   |
| <b>Equipamento de seguridad de uso obligatorios</b>                               |   |  |  |                   |
|  | Botas de seguridad<br>   |   |  |                   |
| <b>Etapas</b>   | <b>Actividades</b>  | <b>Tiempo(min)</b>   |  |                   |
| <b>1</b>  | <b>1.0 - Inicio del puesta a punto</b><br>1.1. Chequear según el programa de producción cual es el cambio a realizar<br>1.2. Buscar en la PC los componentes necesarios para la fabricación del filtro engargolado  | <b>05:00,0</b>   |  |                   |
| <b>2</b>  | <b>2.0 - Cambio de bandejas</b><br>2.1 - El operador deberá sustituir las bandejas de gomas que estaban siendo usadas, por las que se necesitan para el filtro a engargolar<br>2.2 El operador deberá reemplazar las andejas de espaciadores que estaban siendo usadas, por las necesarias para el filtro a engargolar<br>2.3 - El operador deberá sustituir las bandejas de resortes que estaban siendo usadas, por los que se necesitan para el filtro a engargolar | <b>04:30,0</b>   |  |                   |
| <b>3</b>  | <b>3.0 - Cambio de tapa cover</b><br>3.0 - El montacargas transportará la bandeja que contiene las tapas cover necesarias para el nuevo filtro a engargolar desde el área de maquinado hasta la línea   | <b>05:30,0</b>   |  |                   |
| <b>4</b>  | <b>4.0 - Consultar parámetros de engargolado</b><br>4.0 Revisar la hoja de parámetros de engargolado que se encuentra en la cartelera, para conocer la altura, el espesor y la profundidad del engargolado  | <b>01:00,0</b>   |  |                   |
| <b>5</b>  | <b>5.0 - Cambio de moldes en la banda transportadora</b><br>5.1 - Tres operarios deben retirar los moldes que estaban siendo usados de la banda, por los que serán usados por el filtro a producir  | <b>03:20,0</b>   |  |                   |
| <b>6</b>  | <b>6.0 - Ajuste de barandas</b><br>6.1 - El operador del probador de fuga debe aumentar o disminuir el tamaño de la baranda dependiendo el filtro a producir  | <b>05:00,0</b>   |  |                   |
| <b>7</b>  | <b>7.0 - Ajustes de la engargoladora</b><br>7.1 - El mecánico debe:<br>7.1.1 - Realizar el cambio de mandril<br>7.1.2 - Abrir o cerrar moletas según sea el caso<br>7.1.3 - Ajustar la altura de la máquina   | <b>11:30,0</b>   |  |                   |
| <b>8</b>  | <b>8.0 - Posicionar el sensor de rosca</b><br>8.1 - Modificar la altura y el ángulo del sensor dependiendo del filtro a fabricar  | <b>01:00,0</b>   |  |                   |
| <b>9</b>  | <b>9.0 - Ajustar altura del volteador magnetico</b><br>9.1 - Girar manilla para modificar la altura según sea el caso del filtro a engargolar   | <b>01:00,0</b>   |  |                   |
| <b>10</b>   | <b>10.0 - Medir parámetros de engargolado</b><br>10.1 - Medir la altura, el espesor y la profundidad del engargolado  | <b>03:00,0</b>   |  |                   |
| <b>11</b>   | <b>11.0 - Realizar prueba de fuga manual</b><br>11.1 Enroscar el filtro el filtro con ayuda del zuncho en el dispositivo.<br>11.2 Realizar la prueba en la cual se le inyecta aire al filtro si se observan burbujas en el agua significa que el filtro tiene fuga<br>11.3 Con el zuncho desenroscar el filtro  | <b>03:00,0</b>   |  |                   |
| <b>12</b>   | <b>12.0 - Realizar prueba de gancho</b><br>12.1 - Abrir el filtro en el sello entre la tapa y el vaso usando una sierra eléctrica para verificar la presencia de gancho   | <b>03:00,0</b>   |  |                   |
| <b>13</b>   | <b>13.0 - Chequeo de rosca</b><br>13.1 - Tomar una tapa cover de la bandeja de tapas y enroscarla en un macho de rosca para verificar que posea la rosca correcta   | <b>01:00,0</b>   |  |                   |
| <b>14</b>   | <b>14.0 - Final de puesta a punto</b><br>14.1 Llenar el reporte de puesta a punto<br>14.2 Dejar el área limpia y ordenada   | <b>02:00,0</b>   |  |                   |
| Elaborado por:  |   | Juan Benavente y Andreina Hernández  |  | Fecha: 18/02/2014 |

|   |  | <b>Proceso de Puesta a punto</b>    |                        | Pag: 3/3 |
|---|--|-------------------------------------|------------------------|----------|
| <b>Área :</b>                                       | Línea USA  |                                     |                        |          |
| <b>Operación:</b>                                   | Puesta a punto Pintura   |                                     |                        |          |
| <b>Máquina :</b>                                    | Cabina de pintura, Probador de rosca, etiquetadora, selladora, horno termoencogible.   |                                     |                        |          |
| <b>Utillaje:</b>                                    |  |                                     |                        |          |
| <b>Tiempo total (min.) :</b>                        | 24   |                                     |                        |          |
| <b>Equipamento de seguridad de uso obligatorios</b> |  |                                     |                        |          |
|   | Botas de seguridad<br>   | Guantes<br>                         | Protector Auditivo<br> |          |
| <b>Etapas</b>                                       | <b>Actividades</b>   | <b>Tiempo(min)</b>                  |                        |          |
| <b>1</b>  | <b>1.0 - Inicio del puesta a punto</b>   | <b>05:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 1.1.Chequear según el programa de producción cual es el cambio a realizar<br>1.2.Buscar en la PC los componentes necesarios para la fabricación del filtro pintado                                   |                                     |                        |          |
| <b>2</b>  | <b>2.0 - Cambio de bandejas</b>  | <b>03:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 2.1 - El operador deberá sustituir las bandejas de empaaduras que estaban siendo usadas, por las que se necesitan para el filtro a empaquetar.   |                                     |                        |          |
| <b>3</b>  | <b>3.0 - Ajuste de Barandas</b>  | <b>12:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 3.1 - Baranda de entrada a la cabina de pintura  |                                     |                        |          |
|   | 3.2 - Baranda en el transportador magnético  |                                     |                        |          |
|   | 3.3 - Baranda del transportador inclinado  |                                     |                        |          |
|   | 3.4 - Baranda de entrada a la etiquetadora   |                                     |                        |          |
|   | 3.5 - Baranda de entrada al probador de rosca  |                                     |                        |          |
| <b>4</b>  | <b>4.0 - Ajuste de selladora</b>   | <b>15:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 4.1 - El operario buscará y sustituirá el tipo de polietileno por el necesario para el modelo de   |                                     |                        |          |
|   | 4.2 - Ajustar parámetros de la plastificadora y el horno termoencogible  |                                     |                        |          |
|   | 4.3 - El operario deberá revisar y ajustar, de ser necesario, la cadena con la intención de sincronizar la selladora con el transportador  |                                     |                        |          |
| <b>5</b>  | <b>5.0 - Posicionamiento del horno termoencogible</b>  | <b>03:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 5.1 - El montacargista trasladará el horno termoencogible dependiendo si el filtro a fabricación es marca Lee Martin o Wix.  |                                     |                        |          |
| <b>6</b>  | <b>6.0 - Posicionamiento de sensores del probador de rosca</b>   | <b>03:30,0</b>                      |                        |          |
|   | 6.1 - El operador con ayuda de una llave, ajustará la posición del los sensores según el modelo de filtro a fabricar, de tal forma que el sensor quede concéntrico con la parte superior del filtro. |                                     |                        |          |
| <b>7</b>  | <b>7.0 - Cambio de estrella del probador de rosca</b>  | <b>03:30,0</b>                      |                        |          |
|   | 7.1 - El operador cambiará la estrella dependiendo de la familia del filtro que se va a  |                                     |                        |          |
| <b>8</b>  | <b>8.0 - Cambio de bobina de etiquetas</b>   | <b>06:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 8.1 - Colocar bobina de etiquetas correspondiente al modelo de filtro a fabricar   |                                     |                        |          |
| <b>9</b>  | <b>9.0 - Ajuste de altura del transportador magnético</b>  | <b>01:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 9.1 - Accionar interruptor hasta alcanzar la altura adecuada para el filtro en circulación   |                                     |                        |          |
| <b>10</b>   | <b>10.0 - Cambio de estrella posicionadora de pines</b>  | <b>05:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 10.1 - Reemplazar, con ayuda de las herramientas necesarias, la estrella posicionadora por la necesaria para la familia de filtro a pintar.  |                                     |                        |          |
| <b>11</b>   | <b>11.0 - Cambio de copas en pines</b>   | <b>24:30,0</b>                      |                        |          |
|   | 11.1 Tomar las tapas a reemplazar de la cesta<br>11.2 Los operarios reemplazarán las copas en cada pin por la de la familia adecuada   |                                     |                        |          |
| <b>12</b>   | <b>12.0 - Posicionamiento de pistolas</b>  | <b>01:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 12.1 - El operador entrará a la cabina de pintura con el equipo adecuado y modificará la posición de las pistolas según los parámetros de proceso para el filtro a fabricar.                         |                                     |                        |          |
| <b>13</b>   | <b>13.0 - Ajuste de parámetros de la cabina de pintura.</b>  | <b>01:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 13.1 - Se modificarán los valores de los parámetros según los especificados por el departamento de calidad para la cabina de pintura, el horno de curado y la cadena transportadora de pines.        |                                     |                        |          |
| <b>14</b>   | <b>14.0 - Determinación del espesor de pintura</b>   | <b>01:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 14.1 Se determinará con ayuda del equipo especializado   |                                     |                        |          |
| <b>15</b>   | <b>15.0 - Llenado de reporte de Puesta a Punto</b>   | <b>03:00,0</b>                      |                        |          |
|   | 15.1 - Llenado de puesta a punto   |                                     |                        |          |
| Elaborado por:                                      |  | Juan Benavente y Andreina Hernández | Fecha: 18/02/2014      |          |





---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Augusto, C. (2006). *Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México: Pearson.
- Balohlavek, P. (2006). *OEE Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Cauatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad . Implantación, Control y Certificación*. Barcelona: Profit.
- Chacin, A. y Lira, H. (2005). *Propuestas de mejora para aumentar la eficiencia de la línea Hummer. Caso: Dana Structural Solutions*. Trabajo Especial de Grado. Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo.
- Council for Continuous improvement (1996) *Manual de herramientas básicas para la mejora continua*. Panorama.
- Cuatrecasas, L. (2010). *GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD Implantación Control y Certificación* . Barcelona: Profit.
- Espejo, L. (2011). *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura*. Proyecto final de carrera. Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Hernández y Nieto (2009) *Disminución de Desperdicios en la Línea Cuatro de Envasado de Bebidas Carbonatadas. Caso: Empresa COCA-COLA FEMSA-PLANTA VALENCIA*. Trabajo Especial de Grado. Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de Investigación*. Caracas: Alfa.
- Nava, V. (2005). *¿Qué es la Calidad? Conceptos, gurús y modelos fundamentales*. Mexico: Limusa.
- Núñez, O. (2013). *Propuesta de Mejora en los Métodos de trabajo en la Calandra Kitchenner (Tejido Radial) de la Empresa PIRELLI DE VENEZUELA C.A.* Trabajo Especial de Grado. Ingeniería Industrial. Universidad José Antonio Páez, Venezuela.
- Ortiz, F. e Illada, R. 2008. *ESIDE. Cuadernos de Ingeniería Industrial 3. Eside y diagramas múltiples*. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela



---

Perez y Reyes (2009). *Propuesta de Mejoras en la Eficiencia del Área de Laminación de la Empresa TUBOAUTO DANA C.A.* Trabajo Especial de Grado. Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo, Venezuela

Ruiz, J. A. (2010). *La Teoría de la Medición del Despilfarro*. Torrijos: Artef.

Sanchís, J. (1999). *Creación y Dirección de Pymes*. Madrid : Diaz De Santos.

Tamayo, M. (2004) *El proceso de la investigación científica* México: Limusa.