



TESIS DE GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

*Análisis de optimización de diseño, procesos y materiales para
satisfacer requerimientos de calidad. Aplicación Industria Automotriz*

Autor:
Rodrigo Miles

Tutor:
Ingeniero Marcelo Mujica

Año 2011

DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO

La industria automotriz ha sido, desde sus comienzos, un referente de toda la industria siendo pionera de grandes avances tecnológicos.

Los estándares de calidad manejados en esta industria requieren de constantes avances. La “mejora continua” y el “cero defecto” son un objetivo siempre presente sobre el los cuales se han invertido miles de millones de dólares en todo el mundo.

Nuestro país, como productor de automóviles de America Latina, recibe modelos ya fabricados en los países del primer mundo para su fabricación local. Este es el caso de la camioneta Ford Ranger, sobre la cual se centraliza el siguiente trabajo.

La camioneta Ford Ranger se fabrico durante muchos años en los Estados Unidos, siendo un éxito de ventas, la compañía Ford decide fabricarla en la Argentina para el mercado latinoamericano.

Los moldes, los materiales, los procesos, las especificaciones llego desde Estados Unidos.

En Argentina, solo se debía continuar con el mismo modelo, fabricado con los mismos materiales y con los mismos procesos.

Este trabajo intentará investigar en profundidad al producto actual, para luego ofrecer alternativas de mejoras.

El trabajo propone 3 análisis bien diferenciados:

Diseño
Materiales
Procesos

00 - Resumen

El pensamiento verticalista al que somos expuestos los seres humanos en los años de formación académica forja una modalidad de pensamiento que utilizaremos instintivamente durante la mayor parte de nuestra vida.

Pocas veces, en el mundo profesional, se cuenta con el tiempo, la disposición y la capacidad de analizar en detalle un producto actualmente en producción con la finalidad de redefinir, reinventar y reingeniar soluciones eficaces a los defectos actuales.

Este trabajo intenta salirse del pensamiento verticalista para sumergirse en el pensamiento lateral en busca de la perfección, ese objetivo que sabemos inalcanzable, pero que debemos perseguir hasta el último aliento.

200 - Summary

The vertical thought, to which human beings are exposed through academic period, builds up a kind of thought which we will use instinctively for our whole lives.

A few times, in the professional world we count on time, disposition and capacity of analyzing in detail, a current production product, with the purpose of redefine, remake and reinvent efficient solutions to the actual problems.

This work tries to come out of that vertical thought to absorb the lateral thought, looking for perfection. That aim, even though we know is unachievable, we will persecute until our last breath.

300 - Agradecimientos

*“A Dios, señor mío.
A mi patria, manchada por la sangre de sus héroes.
A mi familia, siempre presente brindándome su apoyo incondicional”*

400 - Índice general

DESCRIPTOR BIBLIOGRAFICO	3 -
00 - Resumen	4 -
200 - Summary.....	5 -
300 - Agradecimientos.....	6 -
400 - Índice general	7 -
500 - ETAPA I – PRODUCTO ACTUAL	9 -
510 - DISEÑO DE PRODUCTO.....	10 -
511 - Descripción general	10 -
512 - Falencias actuales del diseño del producto.....	17 -
520 - MATERIALES	23 -
521 - Descripción y análisis de los materiales utilizados.	23 -
522 - Características de los materiales.....	25 -
530 - PROCESO INDUSTRIAL ACTUAL	34 -
531 - El proceso de Inyección.....	34 -
532 - Termoformado.....	35 -
533 - Espumado	47 -
534 - Corte por agua	52 -
535 - Lay Out.....	54 -
600 - ETAPA II – POSIBLES MEJORAS	62 -
610 - DISEÑO DE PRODUCTO.....	63 -
611 - Ingeniería Inversa. Concepto y principales usos.	63 -
613 - Análisis dimensional vs. Nominal	69 -
Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # I.....	69 -
620 - MATERIALES	76 -
621 - Posibles materiales a utilizar. Costos vs. Beneficios.....	76 -
630 - PROCESOS INDUSTRIALES	81 -
631 - Mejoras de procesos	81 -
Lay Out propuesto	84 -
700 - ETAPA III– ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	88 -
710 - DISEÑO DE PRODUCTO.....	89 -
711 - Mejoras de producto	89 -
712 - Impacto total en el producto	94 -

720 - MATERIALES	- 96 -
721 - Implementación de nuevos materiales.....	- 96 -
730 - PROCESOS INDUSTRIALES	- 99 -
731 - Análisis económico de nuevos procesos	- 99 -
732 - Mejoras económicas debido a modificación de Lay Out	- 105 -
800 - CONCLUSIÓN GENERAL.....	- 109 -
900 - REFERENCIAS	- 110 -
1000 - BIBLIOGRAFÍA	- 111 -
1100 - ANEXOS.....	- 112 -

500 - ETAPA I – PRODUCTO ACTUAL

510 - DISEÑO DE PRODUCTO

511 - Descripción general

El producto a analizar consta de un substrato plástico y una piel termoformada unida al substrato mediante una espuma fabricada con la inyección de una mezcla de Polioli e Isocianato. La misma se monta sobre dos refuerzos, uno plástico y otro metálico, conformando una estructura rígida sobre la cual se montaran los componentes menores como ser guantera, tubos de refrigeración, aireadores, volante y demás.



Figura 511.01

Para un mejor análisis se dividirá dicho producto en los siguientes subproductos.

Subproducto I - Substrato plástico.

Subproducto II – Pad (Substrato plástico + Espumado + Piel).

Subproducto III – Panel de Instrumentos (Pad + Refuerzos metálicos + Componentes).

Subproducto I – Substrato plástico.

El substrato tiene un diseño que corresponde al esqueleto básico del Panel de Instrumentos propio de la Camioneta Ford Ranger, cuya forma irregular sigue el formato

de un tablero de vehiculo, pudiendo distinguir fácilmente algunas zonas específicas, como ser: la zona del Air-Bag, la guantera, el cluster, etc.

El diseño hace que posea zonas en las que el cuerpo es menos resistente y otras en las que es más resistente, por esta razón, entre otras, se hace firme el Substrato a los dos refuerzos, uno plástico y otro metálico. Las zonas de menor resistencia se correlacionan pura y exclusivamente con espesores y superficies irregulares del mismo.

En promedio los espesores oscilan entre 2 y 4 mm con una media de 3 mm.

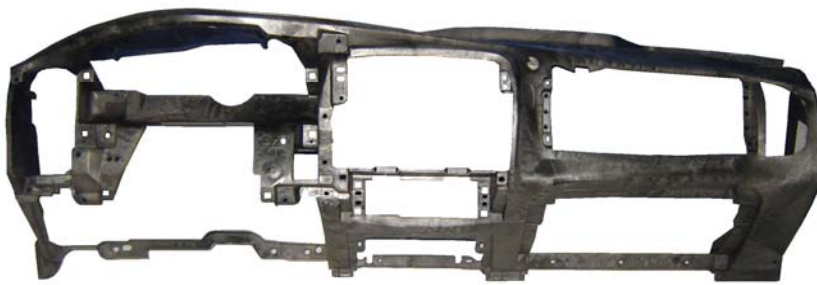


Figura 511.02

En el interior de la estructura el diseño prevee estrías de plástico cuya única finalidad es la de otorgar mayor rigidez a la pieza.



Figura 511.03

La estructura plástica es fabricada mediante la inyección de 3.5 kilogramos de Plástico ABS con 20% de Fibra de Vidrio conocido comercialmente como DYLARK 378P20, el cual posee características determinadas. El material es comprado a la firma NOVA Chemicals proveniente de los Estados Unidos.

El plástico presenta una coloración negra con manchas grises, no generando ningún inconveniente la coloración del mismo por encontrarse la superficie cubierta por la piel que se le adicionara posteriormente.

Subproducto II – Pad (Substrato plástico + Espumado + Piel).

La piel del panel de instrumentos se termoforma en un molde especial mediante el uso de vinilo de PVC + ABS.

El termoformado del vinilo se realiza en una maquina termoformadora TRF-001



Figura 511.04

La piel es cortada por un operario de forma de quitar las rebabas y preparar la misma para el proceso de espumado. Las pieles son estibadas en Racks de modo que las mismas quedan tendidas en el aire, sujetas desde dos orificios creados a tal fin. Es importante que las pieles no se estiben unas arriba de otras ni sobre superficies ya que las mismas perderían sus características



Figura 511.05

El vinilo debe poseer características críticas muy singulares por el proceso productivo al que se verá afectado.

Espumado con Polioliol & Isocianato.

El proceso de espumado comienza con la colocación de la piel en el molde verificando que la misma copie exactamente la forma del molde no quedando aire entre la piel y el molde.



Figura 511.06

Es muy importante la eliminación de toda burbuja de aire existente entre la piel y el molde, ya que la misma representará un defecto que será visible en el producto final produciendo un rechazo del mismo.

Una vez la piel colocada en su posición correcta se agrega el substrato plástico verificando que se encuentre bien acomodado a fin de evitar pads defectuosos.



Figura 511.07

La espumadora ejercerá presión sobre ambas cavidades del molde inyectando al mismo tiempo poliols e Isocianato a una temperatura controlada de $30^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

El producto de la espumadora será, como muestra la figura, el substrato junto con la piel espumada. Dicho producto deberá ser cortado, proceso que se realizará mediante el proceso siguiente de corte por agua.



Figura 511.08

Water Jet.

Las operaciones consisten en colocar el pad espumado en una de las dos estaciones de trabajo, la máquina automáticamente cortará el pad según un programa pre determinado.

El operario, al retirar el Pad de la estación de corte, quita del mismo los excedentes de espumado, monta en el mismo las grillas de aire superiores y verifica, con una falsa tapa fusilera y una falsa grilla superior que los orificios de las mismas hayan sido descubiertos.

Luego colocará el pad en un rack de uno interno como muestra la figura. Estos pads alimentarán la estación de sub-ensamble como se verá a continuación.



Figura 511.09

Las características del Polioli e Isocianato son requeridas para obtener una buena trabajabilidad en el molde y una vez espumado características de durabilidad, resistencia al calor, densidad y demás características críticas del producto.

Subproducto III – Panel de Instrumentos (Pad + Refuerzos metálicos + Componentes).

Ensamble de componentes

Estación de sub-ensamble.

En la estación de sub-ensamble se le agregan los siguientes componentes:

11 Tuercas rápidas.

10 felpas anti ruido.

Rodrigo Miles

1 Base del aireador izquierdo más 1 base del aireador derecho.

Estación de ensamble número 1

En la estación de ensamble número 1 se coloca el Cross Car Beam plástico y se lo hace firme al refuerzo metálico como se ve en la figura mediante 4 tornillos.

Otros componentes que se agregan son los ductos de aire, el Bracket de la radio y la traba de guantera.



Figura 511.10

Estación de ensamble número 2

En la estación de ensamble número 2 se relaciona la secuencia pedida por el cliente con el producto físico. A partir de esta estación es que los paneles se diferencian entre los diferentes catálogos.

Los catálogos que se manejan son 4 a saber:

- Sin módulo de Air Bag pasajero y sin refuerzo de llave selectora de 4 x 4
- Sin módulo de Air Bag pasajero y con refuerzo de llave selectora de 4 x 4
- Con módulo de Air Bag pasajero y sin refuerzo de llave selectora de 4 x 4
- Con módulo de Air Bag pasajero y con refuerzo de llave selectora de 4 x 4

Cada secuencia enviada por el cliente esta relacionada con un catalogo que especifica la condición de envío.

Los componentes que se le agregan en la estación de ensamble número 2 son los siguientes:

Refuerzo de Air Bag pasajero, si correspondiese, mediante 3 tornillos.

Se monta el pad sobre la estructura (Cross Car Beam más refuerzo metálico) mediante 18 tornillos.

Estación de ensamble número 3.

En la estación de ensamble número 3 se agregan los siguientes componentes:

Clipsado de las mangueras que conducirán el aire acondicionado

Tobera derecha de refrigeración

Guantera, mediante dos tornillos.

Bracket metálico para 4 x 4, si correspondiera por catalogo mediante 2 tornillos.

Estación de ensamble número 4.

La estación de ensamble número 4 es de control final del panel. Se clipsan 3 clips plásticos blancos en la zona derecha del IP a donde luego clipsará la tapa fusilera (operación que se realizará en la planta del cliente) y luego se le colocan las etiquetas requeridas por el cliente para guardar trazabilidad del producto. Se realiza un chequeo visual del Panel.

512 - Falencias actuales del diseño del producto.

El diseño Final – Objetivo principal del trabajo.

En esta etapa del trabajo se tratará de identificar, en el diseño final, todos los desperfectos del producto principalmente en el macheo del cuerpo principal del producto con los componentes periféricos que son ensamblados en la planta del cliente a fin de reducir, en la mayor medida posible, dichos gaps.

La idea de esta identificación es la de presentar, al cliente, alternativas de diseño a implementar que tiendan a mejorar el producto.

Para un mejor tratamiento se identificarán los defectos de diseño enumerándolos de la siguiente manera.

Defecto de diseño # I

Gap excesivo entre la bisagra del cluster y el panel de instrumentos.



Figura 512.01

Defecto de diseño # II

Desperfecto en el macheo entre la bisagra superior del register y el pad representado por un Gap excesivo.



Figura 512.02

Defecto de diseño # III

Gaps excesivos en la zona central del panel de instrumentos.

Los gaps en la zona de los puntos 40 y 41 son mínimos pudiendo inferir en problemas de ruidos producidos por el contacto entre el vinilo de la piel del Pad y el plástico del componente periférico.



Figura 512.03

Defecto de diseño # IV

Diferencias de gaps en el perímetro de contorno de la guantera con el Pad.

La diferencia de espesor mediada en todo el perímetro de la tapa de guantera junto con el pad debería ser la misma. Encontrándose la misma acotada por una especificación del cliente.



Figura 512.04

Defecto de diseño # V

Defecto de macheo en zona izquierda de la tapa ciega de Air Bag.

El macheo es defectuoso debido a gaps excesivos en la zona.

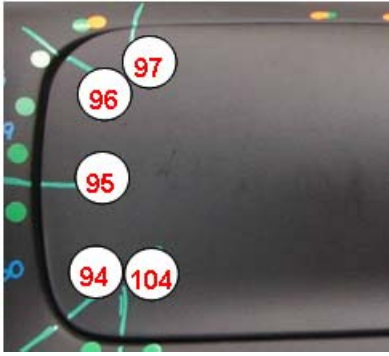


Figura 512.05

Defecto de diseño # VI

Grilla desempañadora descentrada con respecto al pad.



Figura 512.06

Los Gaps correspondientes a los puntos 01 y 07 son muy diferentes debiendo ser los mismos similares y dentro de tolerancias de especificaciones del cliente.

Defecto de diseño # VII

Excesivo gap entre la tapa fusilera y el pad.

Se observa que la tapa fusilera clipsa en el Pad dejando en su costado derecho gaps excesivos. Si bien el cliente no especifica una tolerancia ni valor medio de dichos gaps a simple vista se observa que el macheo entre ambas superficies es malo.



Figura 512.07

Defecto de diseño # VIII

Diferencia de gaps en el macheo entre el cenicero y el pad.



Figura 512.08

Estos puntos en particular son de gran importancia debido a que los mismos están muy expuestos a la visibilidad del conductor del vehículo.



Figura 512.09

Defecto de diseño # IX

Gaps excesivos en el macheo entre el control del aire acondicionado y la bisagra central.



Figura 512.10

520 - MATERIALES

521 - Descripción y análisis de los materiales utilizados.

Los materiales actualmente utilizados son los siguientes:

ABS con 20% de Fibra de Vidrio conocido comercialmente como DYLARK 378P20.

El Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Los bloques de acrilonitrilo proporcionan rigidez, resistencia a ataques químicos y estabilidad a alta temperatura así como dureza, propiedades muy apreciadas en ciertas aplicaciones como son equipos pesados o aparatos electrónicos.

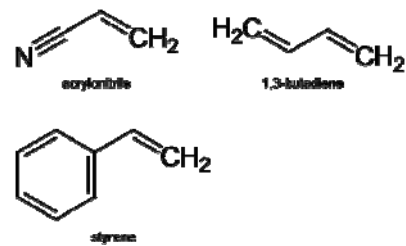


Figura 521.01

Los bloques de butadieno, que es un elastómero, proporcionan tenacidad a cualquier temperatura. Esto es especialmente interesante para ambientes fríos, en los cuales otros plásticos se vuelven quebradizos.

El bloque de estireno aporta resistencia mecánica y rigidez.

Esta mezcla de propiedades, llamada, por los ingenieros químicos, sinergia, indica que el producto final contiene mejores propiedades que la suma de ellos. El ABS es un ejemplo claro del diseño de materiales en ingeniería química, que busca lograr compuestos de materiales ya existentes en oposición a desarrollar materiales completamente nuevos.

El material que compone la estructura plástica como se menciono anteriormente es ABS con 20% de Fibra de Vidrio.

Poliuretano (Poliol + Isocianato).

El poliuretano es un polímero que se obtiene mediante condensación de polioles combinados con polisocianatos. Se subdivide en dos grandes grupos: termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico). Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas, muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes.

Se genera una reacción exotérmica que puede elevar la temperatura hasta más de 100 °C, que hace que el propelente en disolución en el polioliol se convierta en un gas. La reacción de isocianato con agua genera dióxido de carbono. Por el calor generado, parte del agua se convierte en vapor. Todo esto hace que expanda la mezcla, formándose

pequeñas celdas después del gelado o cremado. Aunque las celdas de CO₂ son parte del reticulado, se entremezclan con las que contienen fluorocarbonos para efectos de estabilidad dimensional.

La reactividad se puede observar en una simple inspección visual y, en el caso de las espumas, está dividida en los siguientes tiempos, medidos en segundos:

- Tiempo de crema: 5-15 s. Formación de monómeros y polímeros.
- Tiempo de hilo: 30-70 s. Estructuración, formación de redes cristalinas. Finalización de la expansión.
- Tacto libre: 10-50 s. Formación de piel, finalización de la reacción. La superficie del material deja de ser adhesiva.

La estabilidad dimensional es un aspecto muy importante en la calidad de la espuma formada: muchas veces ha sucedido que fórmulas de polioles mal balanceadas, exceso de agua, o mezclas polioliol/isocianato deficientes, producen una contracción del polímero, pandeándose y perdiendo su forma. La mezcla polioliol/isocianato debe ser estequiométricamente balanceada. En general la mezcla está en un 10% sobre lo estequiométrico para mayor seguridad; una mezcla mayor en polioliol y menor en isocianato lleva a espumas blandas e inestables, mientras que un exceso de isocianatos conduce a espumas ureicas (poliuretanos PIR).

Por sus características críticas, son materiales difícilmente reemplazables por otro compuesto. Estos materiales deben poseer, en estado líquido una fluidez que permita, en el proceso de inyección, el esparcimiento del mismo a todas las regiones buscadas. Una vez finalizada la reacción química y solidificado el material constituyente se busca una densidad y porosidad determinada a fin de alcanzar una sensación de suavidad deseada.

PVC + ABS utilizado para termoformar la piel.

El Cloruro de Polivinilo o PVC es un polímero termoplástico.

Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Cabe mencionar que es un polímero por adición y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetileno.

El átomo de cloro enlazado a cada átomo de carbono le confiere características amorfas principalmente e impiden su recristalización, la alta cohesión entre moléculas y cadenas poliméricas del PVC se deben principalmente a los momentos

dipolares fuertes originados por los átomos de cloro, los cuales a su vez dan cierto impedimento estérico es decir que repelen moléculas con igual carga, creando repulsiones electrostáticas que reducen la flexibilidad de las cadenas poliméricas, esta dificultad en la conformación estructural hace necesario la incorporación de aditivos para ser obtenido un producto final deseado.

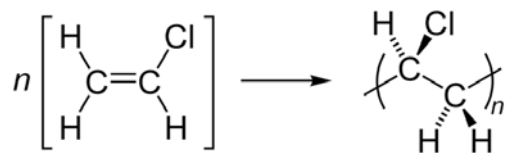


Figura 521.02

En el caso de la piel que con que se fabrica el tablero de instrumento en análisis se le adiciona ABS, material explicado al inicio del ítem 5.2.1.

522 - Características de los materiales

ABS

Las principales características que se deben analizar en un material plástico, que será utilizado con la finalidad de inyección de piezas para la industria automotriz, son las siguientes.

1) Contenido de Carga mineral

El ABS como material puede ser mejorado con el agregado de fibra de vidrio, lo cual incurre en un aumento del costo de la materia prima.

La fibra de vidrio es un mineral que se le adiciona para que el plástico adquiera propiedades determinadas.

Contenido de carga mineral: 20% Fibra de Vidrio

2) Peso específico

El peso específico es la relación peso/volumen. Los diferentes pesos específicos de los materiales están relacionados principalmente por el agregado de la carga mineral y, entre ABS's puros (sin carga mineral) depende principalmente de la morfología molecular de sus cadenas de carbonos.

Peso específico: 1.2 g/cm^3

3) Índice de Fluencia

El índice de fluencia es una característica fundamental de los materiales plásticos ya que mide la cantidad de polímero en gramos que emerge en un tiempo de 10 minutos a una temperatura dada.

El Índice de Fluencia depende inversamente del peso molecular, pero también depende del número, clase y distribución de las ramificaciones.

Índice de fluencia: 4 g/10 minutos

4) Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción es una característica deseada del producto. Esta característica está íntimamente relacionada con la cristalinidad del material, generada debido a la característica altamente lineal de las moléculas del ABS.

Resistencia a la tracción: 77 Mpa

5) Alargamiento a la tracción

El alargamiento a la tracción es una característica deseada en los requerimientos finales del producto. Esta característica le otorgará, al producto final, la capacidad de resistir impactos absorbiendo una cantidad de energía determinada mediante la deformación plástica sufrida. Cabe destacar que existe una cota superior en este aspecto, ya que el material debe sufrir rupturas (cortes) a partir de cierto valor de energía recibida. Por ejemplo, en la zona del Air bag.

Alargamiento a la tracción: 2.1%

6) Módulo de Tracción

El módulo elástico de tracción es una constante de cada material, que está relacionada con los cambios de longitud de una varilla normalizada del material al someterla a un esfuerzo de tracción. Un mayor módulo de tracción del material será una característica deseada en nuestro producto, debido a la mayor capacidad de absorción de energía sin llegar a la rotura.

Módulo de Tracción: 6100 Mpa

7) Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión de los materiales está relacionada a la flexión máxima que una probeta normalizada puede resistir sin llegar a la rotura. Esta resistencia es una característica deseada para el producto en análisis.

Resistencia a la flexión: 115 Mpa

8) Módulo de Flexión

El módulo de flexión es la relación del esfuerzo máximo en la fibra con la deformación máxima, dentro del límite elástico del diagrama esfuerzo-deformación obtenido en un ensayo de flexión. Un mayor módulo de flexión será una característica deseada del producto.

Módulo de Flexión: 5900 Mpa

9) Impacto IZOD con entalla – Impacto Charpy con y sin entalla

El producto final debe poseer una resistencia al impacto mínima, para resistir golpes menores sin sufrir deformaciones. Dichos impactos en un automóvil pueden ser

producidos debido a un sin fin de causas principalmente ligadas al factor humano. Al mismo tiempo debe poseer una resistencia al impacto lo suficientemente chica como para absorber, mediante la rotura, el posible golpe de una cabeza humana que impacte de frente. La tendencia de los tableros de instrumentos de los automóviles es que los mismos absorban la energía del impacto de una cabeza humana para evitar que dicha energía sea absorbida por la cabeza y minimizar los daños en la persona.

Esta característica queda determinada mediante el ensayo de Impacto IZOD con entalla y con el Impacto Charpy con y sin entalla.

Impacto IZOD con entalla a 23 °C: 9.1 kJ/m²

Impacto IZOD con entalla a -40 °C: 8.8 kJ/m²

Impacto Charpy con entalla a 23 °C: 9.7 kJ/m²

Impacto Charpy sin entalla a 23 °C: 26.9 kJ/m²

10) Contracción del molde

Las piezas inyectadas con ABS sufren contracciones debidas principalmente al gradiente térmico al que se ven afectadas desde el interior del molde hasta pasadas, aproximadamente, las 24 horas de producida la inyección.

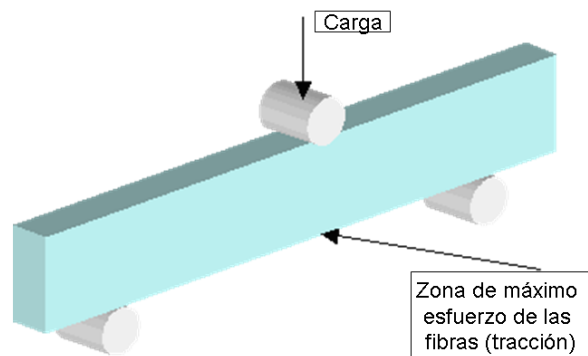
La contracción del molde es la relación de la longitud existente entre dos puntos del molde y la longitud de dichos dos puntos en la pieza pasadas las 24 horas de la inyección. Esta contracción depende de la carga mineral, del material, del gradiente térmico de la pieza, y de la morfología del molde.

Contracción del molde: 0.0002 – 0.004 in/in – cm/cm

11) DTUL (Desviación de temperatura bajo carga)

La desviación de temperatura bajo carga es un ensayo que se realiza para determinar la resistencia al calor a corto plazo de los materiales.

Determina, mediante un ensayo, la temperatura a la cual una muestra se deformará estando sometida a una carga predeterminada. La zona que deformara primero es la correspondiente a la del máximo esfuerzo de la pieza, es decir la cara contraria a la aplicación de la fuerza



DTUL a 1.82 Mpa: 123 °C

Figura 521.03

Poliuretano

Las principales características físicas de los materiales constituyentes de la mezcla, sobre las cuales se debe tener principal atención son:

1) Viscosidad de los componentes

La viscosidad de los materiales constituyentes es una característica fundamental, la cual incidirá directamente en los inyectores del molde, los cuales están graduados para dosificar una cantidad de producto determinada en un tiempo determinado (parámetro relacionado con la viscosidad)

Viscosidad Polioliol: 1430 mPa.s

Viscosidad Isocianato: 110 mPa.s

2) Densidad de los componentes

La densidad de los materiales constituyentes de la mezcla esta relacionada directamente con su composición molecular factor determinante para obtener una espuma deseada.

Densidad Polioliol: 1.03 g/cc

Densidad Isocianato: 1.23 g/cc

3) Temperatura de almacenamiento

Los materiales como el Polioliol y el Isocianato, especialmente el polioliol, fragilizan a bajas temperaturas volviéndose inestables a elevadas temperaturas. El almacenamiento de estos productos requiere de temperaturas superiores a los 20°C para mantener sus características físico-químicas inalteradas.

Temperatura de almacenamiento Polioliol & Isocianato: $\geq$ a 20 °C

4) Relación de mezcla

La característica más influyente en la calidad final de la mezcla es la relación existente entre ambos productos a dosificarse. Todas las características finales de la espuma generada dependerán de dicha relación.

Relación de mezcla (Polioliol/Isocianato): 100/46

5) Tiempo de crema – Ensayo en vaso

El tiempo de crema es el primer tiempo de la reacción, en el cual se consolida la formación de monómeros.

Tiempo de Crema – Ensayo en vaso: 13 segundos

6) Tiempo de subida

El tiempo de subida se produce inmediatamente después de finalizado el “tiempo de crema”. Visualmente se lo distingue por el enorme gradiente volumétrico sufrido por la mezcla.

Tiempo de subida: 63 segundos

7) Densidad libre – Ensayo en vaso

Es la densidad final de la espuma sin restricciones físicas, como las existentes en el proceso productivo (paredes del molde, piel de PVC y estructura plástica).

Densidad libre – Ensayo en vaso: 77 gr/l

8) Temperatura de proceso (en el molde)

La reacción química entre el polioliol y el isocianato es exotérmica como se mencionó anteriormente. La temperatura a la cual trabajará la reacción es determinante para la reacción propiamente dicha. La temperatura del proceso se controla mediante la temperatura interna del molde.

Temperatura de proceso (en el molde): 25 a 35 °C. Para alcanzar esta temperatura el molde debe estar a una temperatura de entre 35 a 50°C.

9) Densidad de la mezcla

Es la densidad de la espuma final obtenida en una placa de dimensiones normalizadas. Esta densidad será siempre superior a la densidad libre debido a la presión generada por las paredes del molde sobre la reacción.

Densidad de la mezcla: 133 Kg/m³

10) Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción de la mezcla es una característica que no influye en gran medida en el producto final. La resistencia a la tracción representa el grado de la fuerza que se debe aplicar a la espuma para lograr romperla. Esta característica será deseada en

nuestro producto final. La misma no es fundamental ni mandatoria, ya que la necesidad de esta característica surge por la tracción que sufrirá la espuma en el tiempo del proceso químico y la tracción que pueda llegar a sufrir durante la vida útil del producto.

Resistencia a la tracción: 295 kPa

11) Alargamiento

El alargamiento representa, en porcentaje, el incremento en longitud que puede sufrir el material sin alcanzar la rotura. El producto requiere de un alargamiento determinado para resistir los posibles estiramientos sin sufrir roturas. El material, además del estiramiento al que se verá sometido en condiciones normales, puede sufrir estiramientos puntuales debido a su manipulación.

Alargamiento: 36%

12) Compresión al 40%

La espuma de poliuretano se utiliza principalmente para otorgarle al tablero de instrumentos una sensación “soft” agradable a la percepción del cliente lo cual le otorga al producto un nivel superior de calidad. Esta medida representa la fuerza que se le debe ejercer a una muestra de material normalizada para comprimirla un 40%.

Compresión al 40%: 76 kPa

PVC + ABS

La piel de PVC + ABS con la que se termoformará la piel requiere de características físico-químicas especiales debido a los procesos industriales a los que será sometida. La piel de PVC + ABS se termoformará al vacío. Los requerimientos del cliente para este producto son:

1) Espesor

Parámetro acotado entre un máximo y un mínimo. El espesor de la piel no debe ser ni muy grande ni muy pequeño.

Espesor: 0.98 mm

2) Densidad

La densidad del material será fundamental para el proceso de termoformado por vacío. La densidad deberá ser un valor acotado ya que una densidad demasiado elevada será tan perjudicial como una densidad muy baja.

Densidad: 1.22g/cm^2

3) Dureza

La dureza de este material deberá ser la menor posible. Este material se lo utiliza por su baja dureza que le otorga al tablero de instrumentos la sensación soft buscada por el cliente.

Dureza: 42 D (Shore)

4) Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción es una característica fundamental en un material que será termoformado, por lo tanto, estirado en su superficie.

Resistencia a la tracción: 18.4 MPa

5) Elongación a la rotura

La elongación a la rotura, relacionada con la resistencia a la tracción, es una de las características críticas más significativas del producto debido al proceso que sufrirá de termoformado.

Elongación a la rotura: 267 minutos

6) Módulo de Tracción en un 50% de alargamiento

El módulo de tracción en un 50% del alargamiento será una característica, al igual que las dos anteriores (resistencia a la tracción y elongación a la rotura), ligadas al comportamiento del material sometido a esfuerzos de tracción.

Módulo de Tracción en un 50% de alargamiento: 12.0 Mpa

7) Resistencia al desgarro

Determina un método para determinar el tiempo necesario para propagar un desgarro a través de una distancia determinada y a partir de un corte pre establecido bajo condiciones específicas de carga.

Resistencia al desgarro: 81 minutos

8) Flexibilidad

La flexibilidad será una característica fundamental para un material que, en un proceso de termoformado, deberá poseer la suficiente flexibilidad como para adoptar la forma del molde de termoformado. El ensayo de flexibilidad se realiza a baja temperatura, condición en la cual se minimiza dicha condición del material.

Flexibilidad a -35 °C: sin grietas

9) Comportamiento después del envejecimiento por calor

El tablero de instrumentos estará expuesto a temperaturas elevadas sin protección de los rayos solares, por lo que el análisis del comportamiento después del envejecimiento por calor del vinilo será un factor fundamental para asegurar la calidad del producto en un intervalo de tiempo prudencial. La detección del envejecimiento por calor queda determinada por la variación del color del producto.

dL (delta luminosidad): -1.4

dC (delta Saturación): 0.55

dH (delta Tono o Matiz): -0.21

10) Flexibilidad en frío.

La flexibilidad en frío previene el no resquebrajamiento de la piel al manipularla a bajas temperaturas (-20°C) .

Flexibilidad en frío: Sin grietas.

11) Emisión de olor

Se analizará el comportamiento del material en cuanto a la emisión de olores en condiciones normales de temperatura y en condiciones extremas. La emisión de olor se buscará sea nula.

Emisión de Olor: 1 – No se detecta presencia de olor.

12) Resistencia a la Flamabilidad

La resistencia a la flamabilidad es una característica del material que determinará cuán inflamable es el producto. Se busca maximizar dicha resistencia para así evitar que una simple pasada con una pequeña llama, se funda la piel produciendo una reacción en

cadena dentro del vinilo del panel de instrumentos quemando la totalidad del mismo. Se buscará el mayor valor de resistencia a la flamabilidad posible.

Flamabilidad: 57.29 mm/min

13) Resistencia a la humedad

El tablero de instrumentos estará sometido a humedad durante su vida útil. La resistencia a la humedad mide, durante una cantidad determinada de minutos, la reacción de la piel a la humedad. La aparición de una película transparente y/o gotitas es causa de rechazo.

Resistencia a la humedad: 95%

530 - PROCESO INDUSTRIAL ACTUAL

531 - El proceso de Inyección.

La materia prima es abastecida en bins (Bolsones) de 1 Tn compuesta por pellets de 5 mm x 7 mm. El abastecimiento se produce mediante tolvas a una Inyectora de 2300 KN de fuerza de cierre en la cual ingresa en forma derretida al molde de inyección para ocupar todas las cavidades del mismo.



Figura 531.01

El molde, fabricado de aluminio, consta de un parte móvil y una parte fija (a la inyectora) conocidos popularmente como macho y hembra del molde respectivamente.

Ambas partes del molde son atemperadas en la inyectora, con agua, a una temperatura de 40 °C siendo la temperatura de la colada caliente de 260 °C.

El límite de presión de Inyección es de 120 atmósferas.

El tiempo de inyección entre pieza y pieza es aproximadamente de 1 minuto.

La pieza se retira de la inyectora mediante un brazo electrónico que la deposita en una cinta transportadora a donde un operario las estiva en Racks internos. Cada rack tiene una capacidad de 16 Substratos.

532 - Termoformado.

Durante muchos años la percepción del ser humano sobre productos grabados, con dibujos de diferente índole o logos en sus superficies, fueron tenidos en cuenta como signos de elevada performance otorgándole a los mismos un status superior, especialmente en componentes manufacturados en cueros cuyos grabados en sus superficies les otorgan una elevada calidad a los mismos desde la perspectiva humana.



Figura 532.01



Figura 532.02

Una muestra de esto es el hecho de que en la antigüedad los primeros autos, especialmente construidos para los reyes del momento, eran recubiertos en su totalidad por cueros grabados.

En el actual mercado automotriz este requerimiento es básico para autos de gama media/alta, por lo que la industria se vio obligada a desarrollar un método alternativo e industrial al método artesanal utilizado hasta el momento.

La industria automotriz desarrollo una solución mediante los métodos de termoformado por vacío o inyección de laminas pre graneadas.



Figura 532.03 - Inyección de laminas pre graneadas



Figura 532.04 - Termoformado por vacío

Conceptos Básicos – Termoformado.

Es el proceso mediante el cual se da forma a una lamina de material termoformable (PVC + ABS) sobre un molde con características morfológicas determinadas.

El proceso de termoformado se divide en 3 pasos.

- 1) Calentamiento de la piel hasta su temperatura de termormado.

Temp. Termoformado PVC + ABS 130 °C – 150 °C *

* La verdadera temperatura depende del espesor de la piel, graneado y del material.

- 2) Termoformado por vacío.

La lamina de PVC se encuentra entre las dos cavidades del molde. La cavidad conocida comúnmente como “macho del molde” empujará a la piel hacia la cavidad receptora conocida como “hembra del molde”. Luego, una vez presentada la piel, comenzará a actuar el vacío, mediante el cual la elongación de la piel producirá el termoformado propiamente dicho.

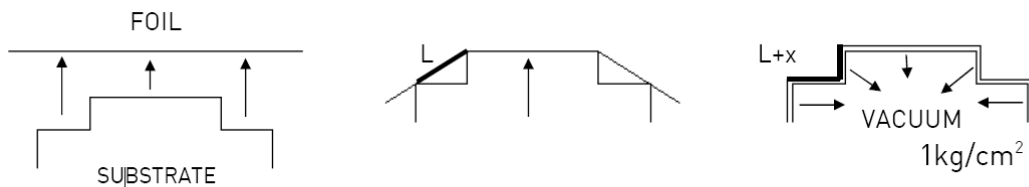


Figura 532.05

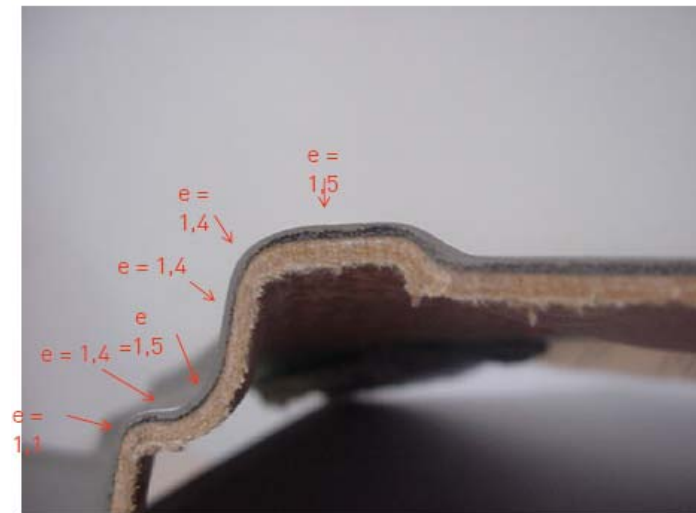
- 3) Enfriamiento y extracción.

La piel se enfría en forma controlada, a fin de evitar deformaciones indeseadas, producidas por cambios bruscos de temperatura, para luego ser extraída manualmente por el operario a cargo de dicha maquina.

Deformación por reducción de espesor.

La disminución producida en el espesor de la lámina de material termoformado, se produce en forma proporcional al estiramiento de la zona, si bien toda la piel se vera afectada por una reducción de espesor.

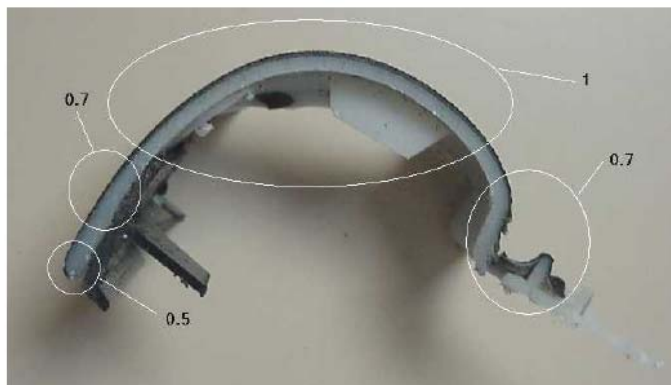
Fácilmente podemos visualizar las zonas curvadas, en las cuales el espesor final de la piel es menor al espesor en las zonas rectas.



Woodfiber Vacuum Laminated Section

It can be observed the thickness variation along the contour.
Original thickness 2,1 mm

Figura 532.06



ABS Vacuum Laminated Section

It can be observed the thickness variation along the contour.
Original thickness 1,2 mm

Figura 532.07

Deformación por elongación.

En el caso del termoformado por vacío, el plástico es estirado con módulos directamente proporcionales a la superficie final que deberá adoptar la piel en dicha zona.

Una forma sencilla de visualizar este echo es el de dibujar cuadrículas en la piel a termoformar de dimensiones conocidas, generalmente de 10 mm o 100 mm.

Luego del termoformado se pueden tomar medidas de los largos y anchos de dichas cuadrículas para analizar el estiramiento de las mismas.



Figura 532.08

La longitud de estiramiento será variable para cada zona lo que producirá diferentes tipos de deformaciones en la superficie total de la piel, echo fácilmente visualizable en el graneado del plástico.

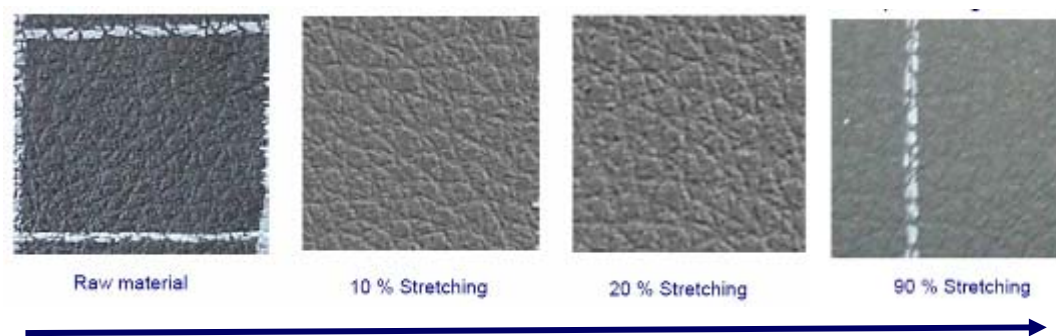


Figura 532.09

La ausencia de distorsión en el graneado implica un proceso de Termoformado eficiente, en el que la calidad final del producto se adapta a los requerimientos mínimos esperados por el cliente.



Figura 532.10

Por la constitución misma del graneado, como una superficie irregular, es muy difícil establecer parámetros que sirvan como cotas para medir la calidad del mismo.

Un graneado estándar oscila entre los -0.2 mm a los 0.2 mm de amplitud en sus casos extremos. Dicha rugosidad dependerá, en primer medida, del estiramiento del graneado.

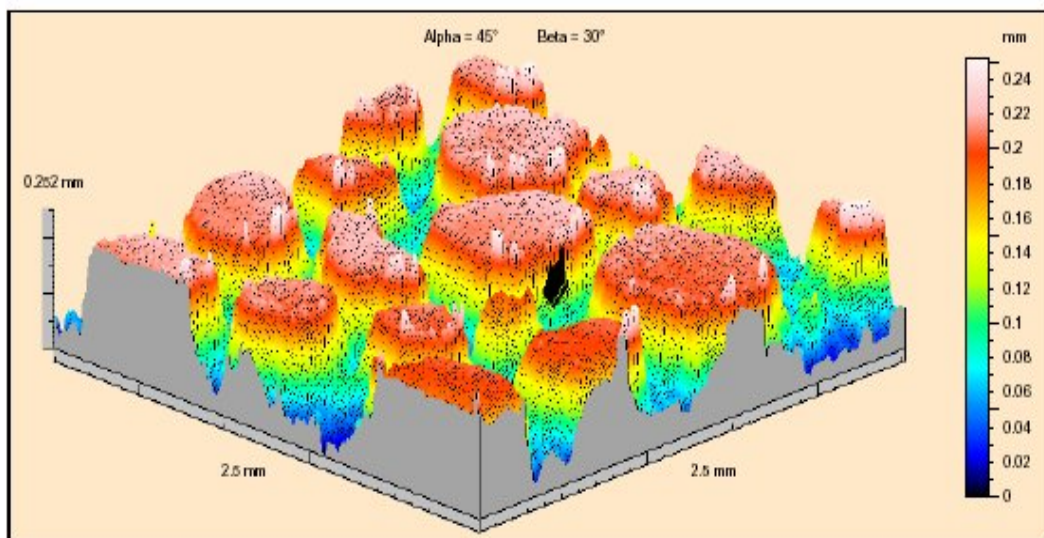
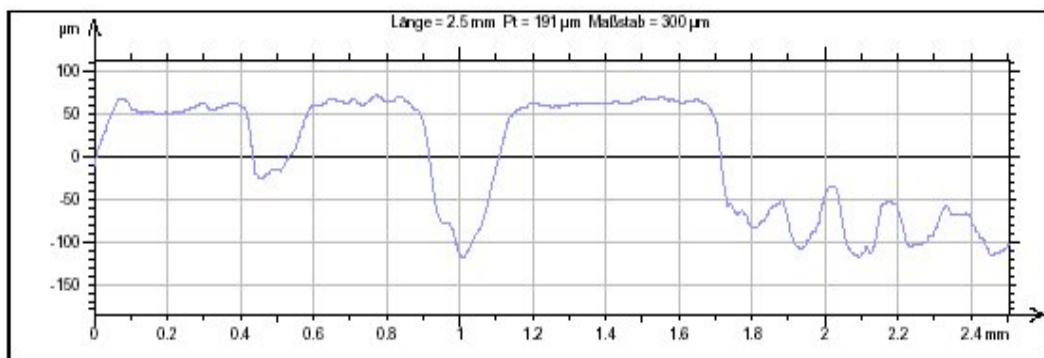


Figura 532.11

Los valores de color y de brillo dependen del proceso de estiramiento.

La amplitud se ve fuertemente afectada por la constitución de la pieza misma.

Gráfica del proceso de Termoformado.

El siguiente gráfico muestra el elongamiento producido en la lámina de piel durante el proceso de termoformado.

Como se puede observar una lámina de 9 (Unidades de medida) sufre una elongación determinada alcanzando un perímetro total de 17 (Unidades de medida).

Elongación: 89%

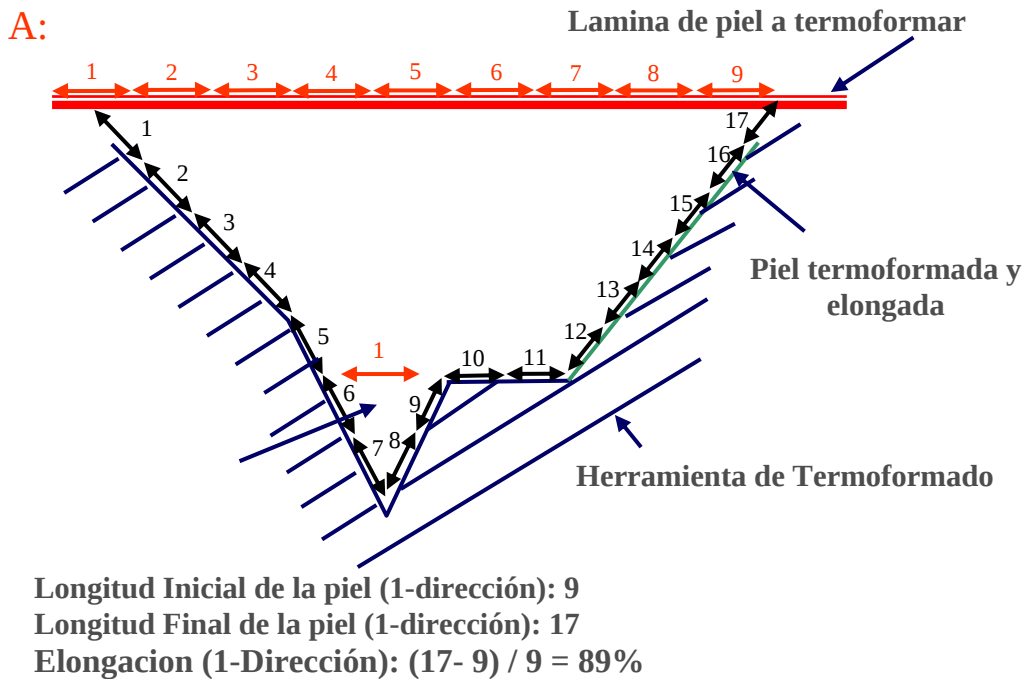


Figura 532.12

Radios

La viabilidad del proceso de termoformado de los radios depende de la localización de los mismos con respecto al estiramiento ya encontrado, del tipo de piel y del espesor de espuma en dicha zona.

Los radios de los bordes pueden ser más pequeños que los mismos en las esquinas a donde se produce un alargamiento en tres direcciones.

El espesor de la lámina de piel acotará el radio máximo permitido

Foil thickness (mm)	1	1,5	2	2,5
Minimum radius (mm)	2,5 ± 0,5	3 ± 0,75	3,75 ± 1	4,5 ± 1,25

Ángulos negativos

Un caso particular es el de los ángulos negativos en los que la piel deberá sufrir un estiramiento superior al sufrido en las superficies regulares.

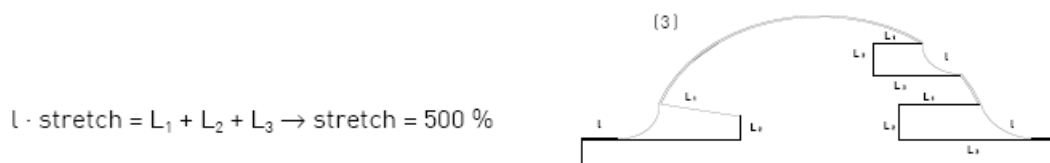


Figura 532.13

En estos casos se deberán tener algunos recaudos a saber:

- El graneado de dicha zona será totalmente diferente al graneado de las zonas contiguas.
- La resistencia a la rotura de la piel en dicha zona será crítica, el estiramiento excesivo producirá una piel muy fina y débil.
- La adherencia de la piel en dichas zonas puede no ser la esperada.
- Económicamente muy costosos en cuanto a la inversión inicial como así también a la producción en vida del producto.
- Probabilidad de defecto elevada.

Altura: Función de la elongación máxima.

El primer limitante con respecto a la altura máxima es la elongación máxima aceptada por el cliente debido a la proporcionalidad existente entre ambos factores.

En cualquier caso la altura máxima del molde no podrá superar los 350 mm.

El estiramiento medio no superará el 50%.

La siguiente proporción es válida para ángulos positivos como para ángulos negativos.

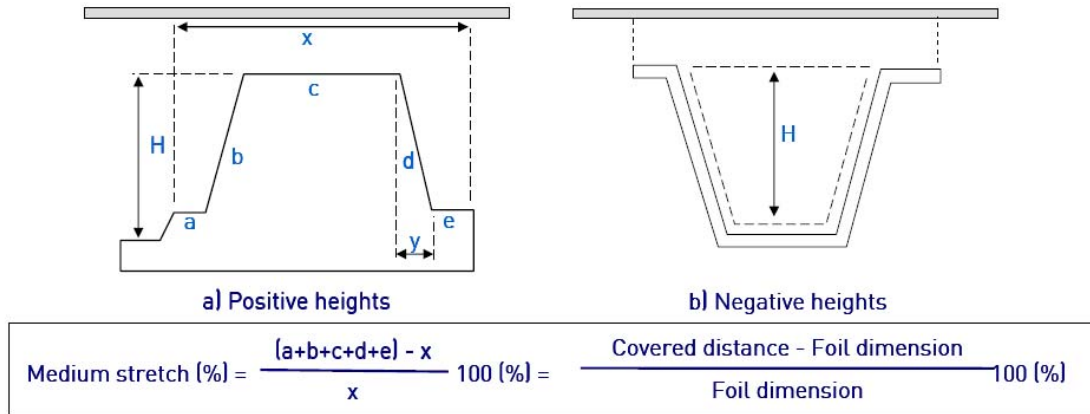


Figura 532.14

Morfología del graneado.

Los granos pueden ser divididos en dos grandes familias: Granos naturales o granos de animales y granos artificiales.

El presente trabajo se basa en los granos artificiales debido a la aplicación industrial del producto en análisis.

Granos naturales o granos animales.

Como ejemplo de granos naturales podemos encontrar imitaciones de pieles. Como ejemplo de estos granos se encuentra la piel del carpincho conocida por su graneado tan particular.



Figura 532.15

Granos Artificiales.

Como ejemplo de granos artificiales encontramos una gran gama de diversas morfologías y tamaños de granos acotada solo por la imaginación del ser humano.

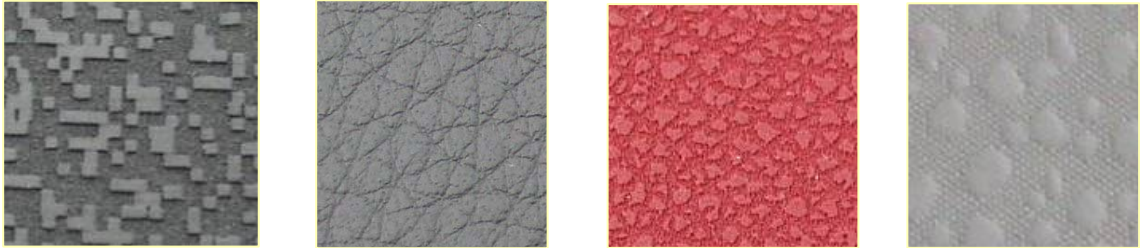
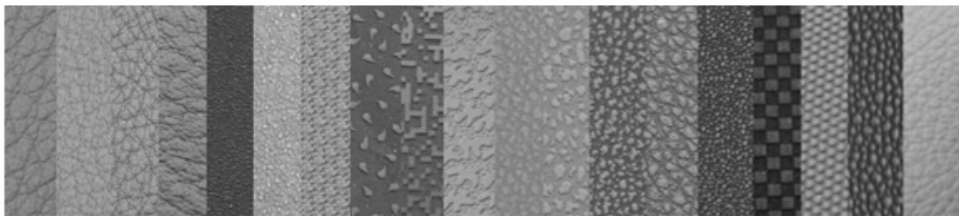


Figura 532.16

Estos últimos son generados mediante programas de dibujo dentro de una computadora.

Los principales parámetros en los granos son la profundidad del mismo, que en su mayoría va desde 0.1 mm hasta 0.4 mm, la pendiente de las grietas y la definición de las copas de los granos (curvatura, forma, tamaño, micro-punteado, etc.)



Grain Selection realized on the Laguna IMG R&D tool

Figura 532.17

El tipo de grano tiene una gran incidencia en el caudal de aspiración de la herramienta, en el proceso de termoformado por vacío, y por lo tanto en la impresión de los granos en la piel.

Un graneado con todas sus crestas conectadas permite un correcto flujo de aire, por el contrario un graneado con granos en forma de islas aisladas en la parte superior sella el vacío en el proceso en el que la herramienta entra en contacto con la piel de las “islas”.

Siempre el vacío debe generarse al nivel de los micro-poros.

Defectos de graneado.

Defectuosa generación de vacío.

En su gran medida causados por una defectuosa generación de vacío los defectos en el graneado dejan visibles marcas en la piel termoformada por lo que la vuelve inutilizable.

Los principales defectos de graneado se visualizan a través de la presencia de granos irregulares, en sus formas y tamaños, y por la ausencia de granos hasta pliegues en la piel termoformada.



Figura 532.18

Elongación excesiva

Se puede encontrar, en el proceso de termoformado, el agrietamiento de la piel debido a una elongación excesiva.



Figura 532.19

Contaminación del material y/o la herramienta.



Figura 532.20

Defectos producidos por la contaminación del material y/o de la herramienta utilizada para el proceso. La contaminación puede deberse a sustancias del medio ambiente, procesos anteriores y/o residuos de cortes anteriores.

El molde de termoformado debe ser limpiado con una pistola de aire y, posteriormente, con un paño con alcohol antes del inicio de la producción diaria.

Exceso de material

Muchas zonas de la piel, principalmente en aquellas próximas a zonas de grandes estiramientos en distintas direcciones, pueden presentar defectos por exceso de material debido a la elongación irregular de material inicialmente plano.



Figura 532.21

533 - Espumado

Introducción.

Durante el proceso de espumado intervienen 3 elementos a saber:

- Espuma propiamente dicha.
- Lamina de piel, generalmente PVC + ABS.
- Un soporte físico de rigidez llamado substrato.

Durante el proceso de espumación se coloca el substrato en la parte superior del molde de espumado y la piel en la parte inferior del molde, mediante la generación de vacío la piel entra en contacto en forma perfecta con la cara inferior del molde.

El proceso de inyección de poliuretano se realiza con el molde cerrado. El poliuretano, liquido, ocupa toda la superficie preestablecida para luego, finalizada la reacción, haber formado una espuma blanda entre la piel y el substrato.

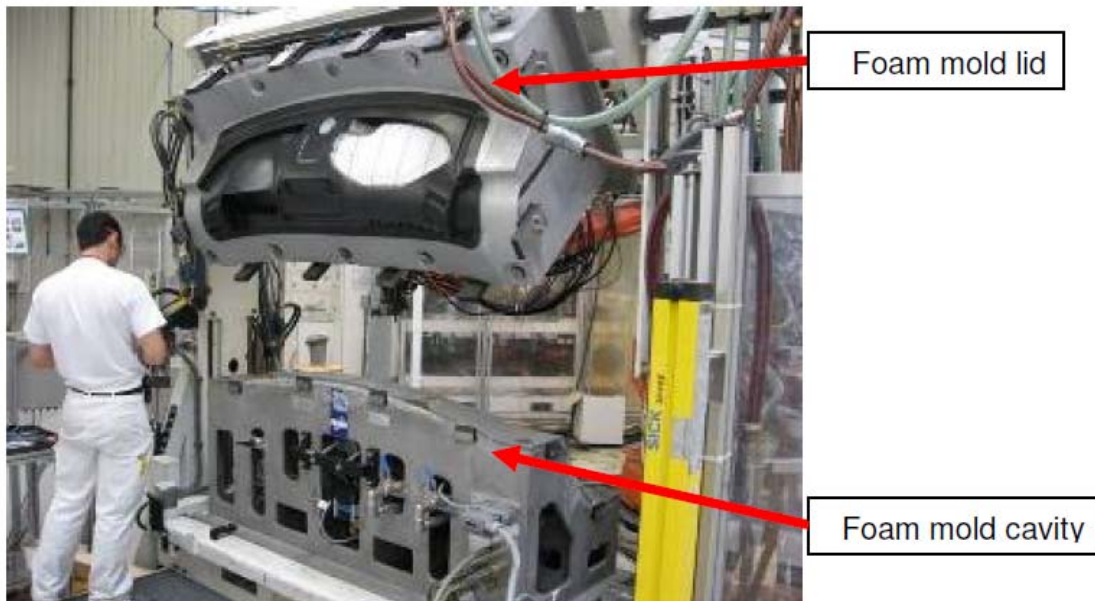


Figura 533.01

Criterios generales de diseño

- El espesor óptimo de espuma es de 8 mm.
- El espesor de diseño se deberá mantener durante toda la superficie a espumar.
- El espesor mínimo no podrá ser menor a 5 mm.
- La relación entre el espesor máximo y el espesor mínimo no será superior a 1 ½ veces.
- Cambios repentinos de relieve o variaciones fuertes de espesor deben ser evitadas debido a los problemas con la estructura de la espuma que los mismos generan. El no cumplimiento de esta regla se reflejará defectos visuales y/o estructurales del producto final.

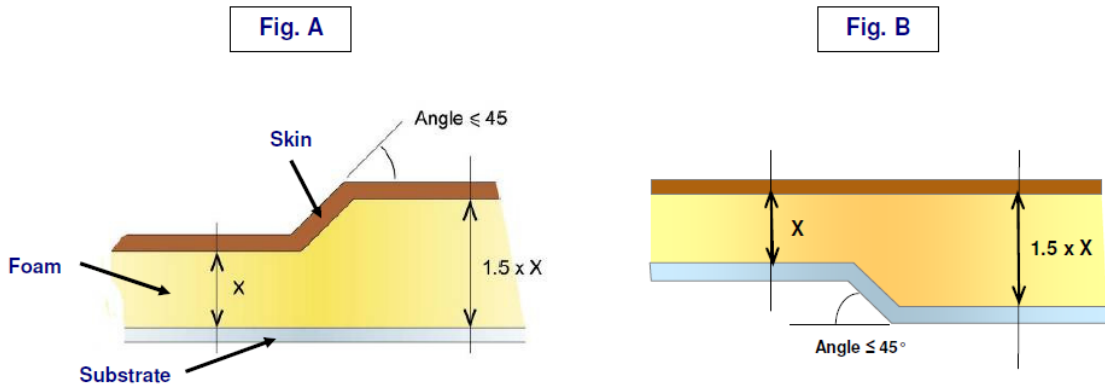


Figura 533.02

Curva de expansión

La curva de expansión puede ser medible con la “prueba de la taza” en la cual se observa el volumen ocupado en función del tiempo.

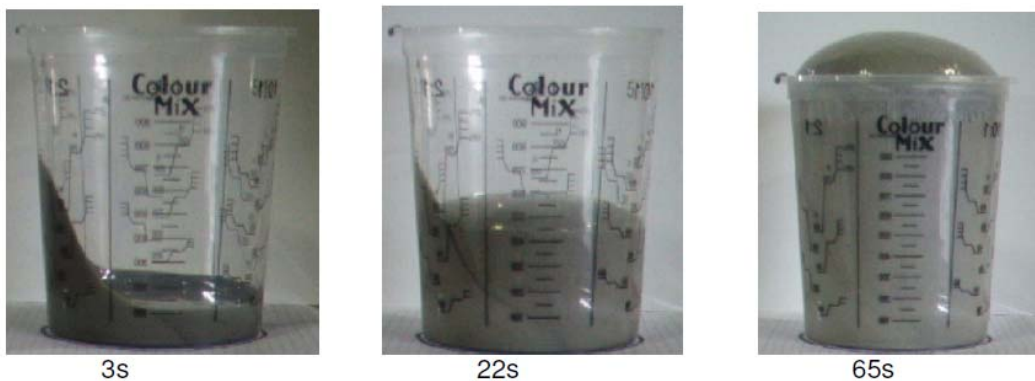


Figura 533.03

De esta forma es posible graficar la evolución de la expansión libre o “free expansion” en función del tiempo, obteniendo la siguiente grafica en forma empírica.

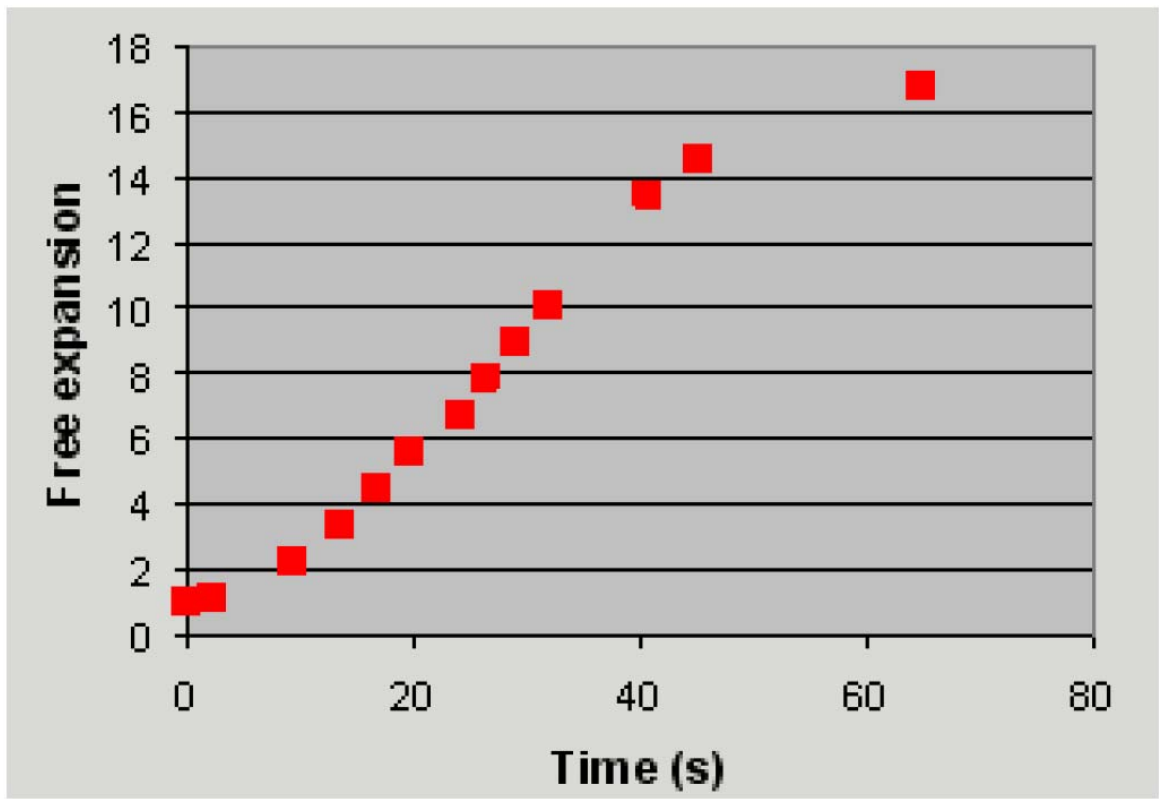


Figura 533.04

La curva de expansión esta ligada a la ley general de los gases ideales.

$$\alpha = \frac{1 + [CO_2] \times R \times T}{P}$$

Con:

R = Constante de Boltzman;

T = Temperatura en K;

P = Presión de la espuma

Mediante la simulación de la curva de expansión libre se puede encontrar una buena curva que arroje un verdadero valor de expansión.

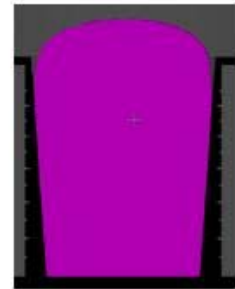
Curva de Viscosidad

La determinación de la curva de viscosidad de una espuma es relativamente complejo, debido a la utilización de dispositivos específicos que medirán la viscosidad durante la expansión, siempre y cuando la mezcla sea preparada en forma manual.

Otra técnica es la de utilizar una taza con un transductor de presión en el inferior, tomar mediciones de la presión en función del tiempo de expansión, los cuales servirán para conocer los distintos valores de viscosidad, mediante la simulación antes mencionada.

Sin transductor de presión la curva de viscosidad debe verificar tres experimentos básicos:

- 1) **Prueba de la taza** - La velocidad del frente de flujo de la prueba de copa debe ser realista, ni muy lento ni muy rápido.



Demasiado lento

Demasiado rápido

En línea con el experimento

Figura 533.05

- 2) **Ensayo de platos paralelos** - La expansión de tipo “platos paralelos” esta ligada a la presión de la espuma (la presión es del orden de la presión atmosférica) en consecuencia depende directamente de la viscosidad.

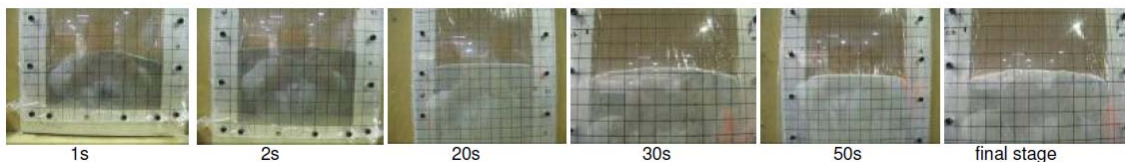


Figura 533.06

La red se utiliza para determinar el volumen (las cuadrículas son de 2cm x 2cm). El tiempo es grabado con la finalidad de construir la curva de expansión.

Las curvas de expansión en el ensayo de la taza/botella es diferente a dicha curva en el ensayo de “platos paralelos” debido a la diferente que en ambos ensayos se debe vencer para lograr la expansión.

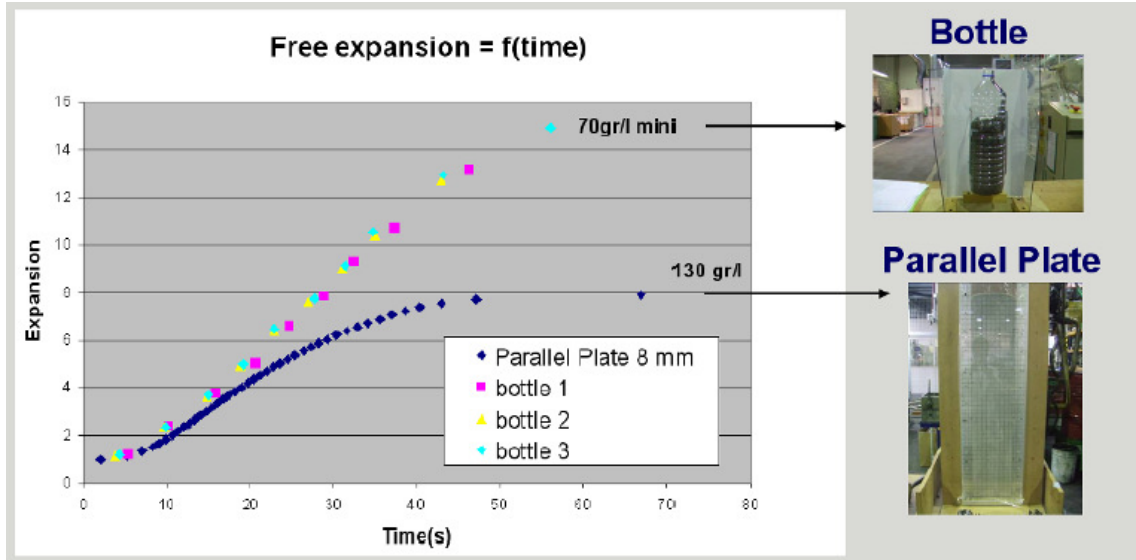


Figura 533.07

Las curva correspondiente al ensayo de “platos paralelos” se correlaciona mejor con la curva que se obtendrá en el panel de instrumentos ya que la espuma en ambos casos deberá vencer una presión externa y tendiente a evitar la expansión.

- 3) **Ensayo de platos paralelos horizontal** - Se puede realizar un ensayo todavía mas cercano a la inyección real de espuma en un panel de instrumentos realizándolo en forma horizontal. Incluso se puede respetar la cantidad de puntos de inyección de espuma como la distancia entre los mismos.

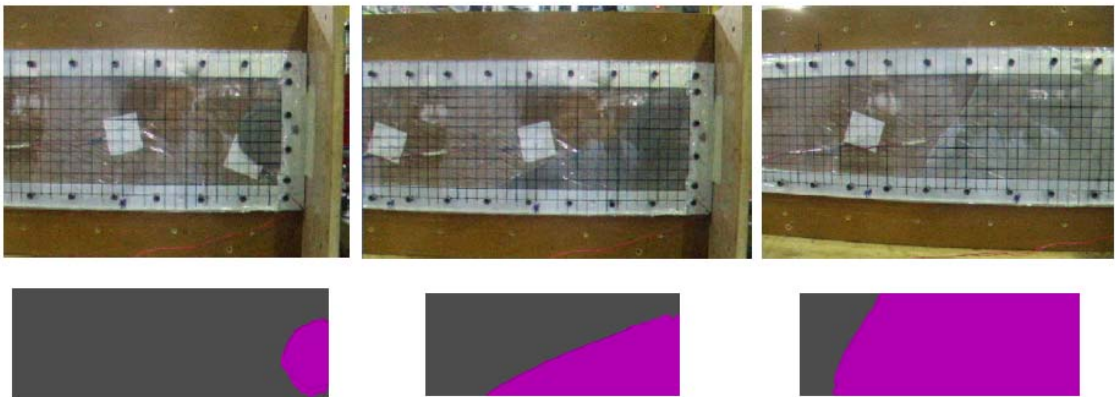


Figura 533.08

Mediante la simulación de dicho ensayo en función del tiempo se puede determinar la curva de viscosidad.

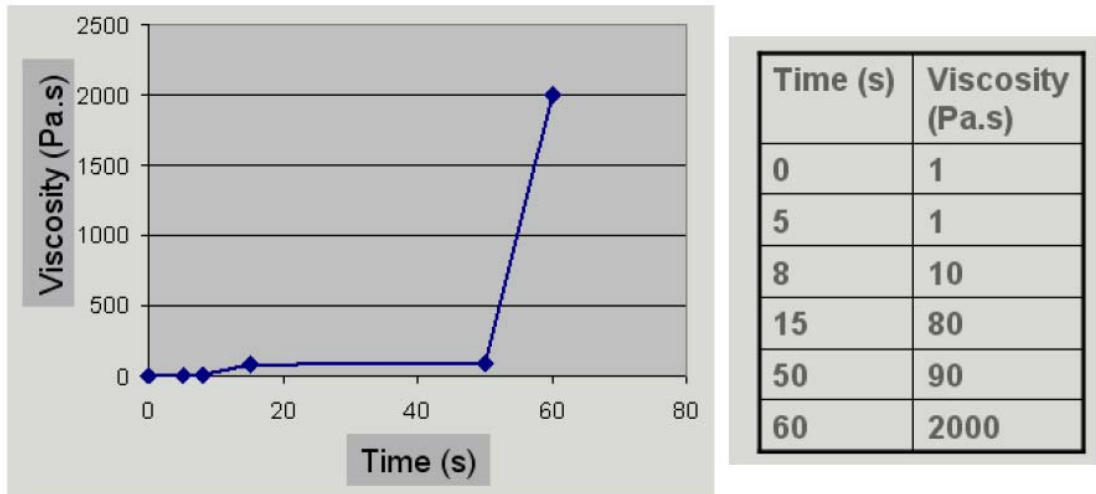


Figura 533.09

Químicamente se sabe que durante la reacción se libera CO₂, efecto todavía no integrado en el software utilizado para la confección de dicha curva.

Sería muy difícil poder encontrar un conjunto de datos que permita la confección de las 3 curvas en conjunto. Razón por la cual se debe focalizar en la expansión del ensayo de placas paralelas horizontales, no perdiendo de vista las otras dos curvas las cuales deberían ser, al menos similares.

Datos a obtener de la simulación realizada

- Geometría modificable con el fin de mejorar el proceso de formación de espuma.
- Ubicación de los inyectores de espuma.
- Óptima configuración de los parámetros del proceso (Velocidad de flujo, tiempo de inyección, temperatura)
- Orientación de la herramienta.

534 - Corte por agua

El proceso de water jet es un proceso totalmente automatizado realizado en una máquina modelo 7XR-55 serie 498-5082 de las firmas Flow & ABB.



Figura 534.01

Dicha máquina alcanza una presión máxima de agua de 380 Mpa

La máquina requiere una provisión de aire comprimido a una presión de 7 bar en un caño de 3/4"

535 - Lay Out

Como se puede observar en el Lay Out completo de la planta actualmente en producción, el transporte de materiales, stock en proceso y stock de producto terminado se realiza de la siguiente forma.

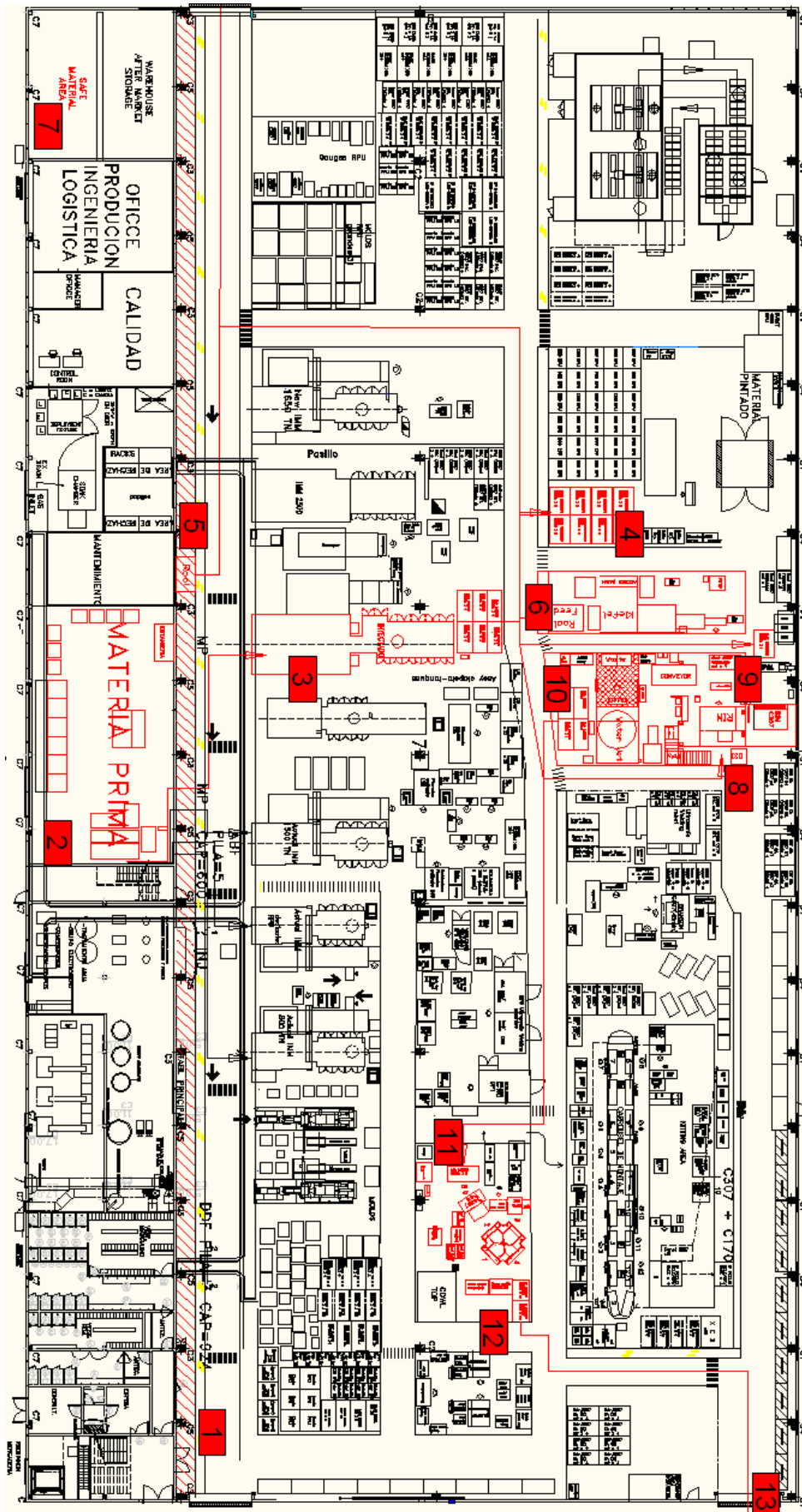


Figura 535.01

Rodrigo Miles

- 1) La materia prima, que proviene en bolsones de 1000 Kg. se acopiará en estanterías ubicadas sobre todo el largo de la pared lateral de la nave.
- 2) Dicha materia prima será utilizada llevada mediante auto elevadores a la zona de tolvas de materia prima para luego ser derretidos los pellets de plástico.
- 3) Mediante tuberías destinadas a tal fin el plástico, ya derretido, es inyectado en los moldes de la inyectora correspondiente.
- 4) Los paneles de instrumentos, ya inyectados, son transportados en racks, cuya capacidad máxima de estiba es de 2 racks, hacia una zona de producto en proceso.
- 5) Los rollos de piel, luego de ser inspeccionados por calidad de recepción, son depositados en las mismas estanterías en las que se acopia la materia prima plástica.
- 6) Los rollos de piel se transportan, de a dos, al pie de la termoformadora mediante el uso de auto elevadores.
- 7) Los tambores de 200 litros de Polioliol y de Isocianato, con los que luego se espumará el panel, se almacenan en un deposito externo a la nave por ser “material altamente inflamable”.
- 8) Los tambores de polioliol e isocianato son llevados al pie de la espumadora en donde serán utilizados.
- 9) Los Racks de estructuras plásticas, juntamente con las pieles termoformadas alimentan la espumadora que, mediante la inyección de polioliol e isocianato, entregará como resultado el PAD espumado al Water Jet.
- 10) La máquina de corte por agua (Water Jet) realizará un corte pre-determinado sobre el Pad, luego se le quitan al PAD todos los desperdicios y rebabas.
- 11) Los PAD's son transportados, mediante auto elevadores, hacia la estación de preensamble.
- 12) Luego de haber finalizado su pasaje por las 5 estaciones de la línea de producción (estación de sub ensamble y estaciones de ensamble I, II, III y IV) los paneles de instrumentos son depositados en Racks de “producto terminado” a razón de 4 IP's por rack
- 13) Dichos Racks son cargados en el camión que los llevara a la planta del cliente.

Del Lay Out global de la planta conviene focalizarse y analizar 2 zonas específicas.

- Termoformado y espumado.
- Ensamble

Se analizará la zona de Termoformado y Espumado.

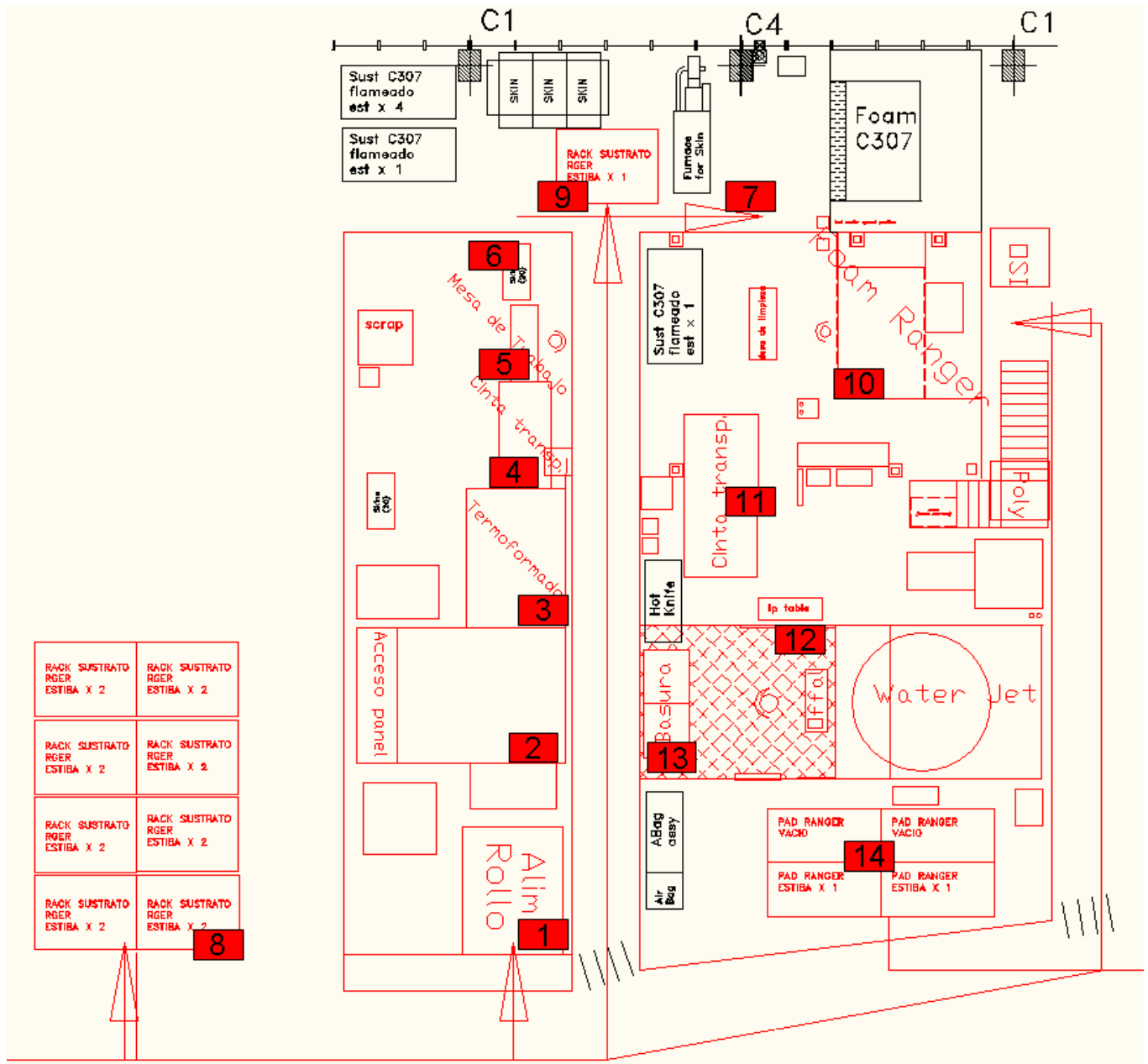


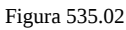
Figura 535.02

- 1) Los rollos de piel son depositados en el pie de la termoformadora en forma horizontal agrupando de a dos rollos por vez.
- 2) El plástico es estirado y preparado para su termoformado.

- 3) Se realiza el proceso de termoformado propiamente dicho. Aquí se encuentra el molde con las cavidades macho y hembra.
- 4) Cinta transportadora que conduce la piel ya termoformada hacia la mesa de trabajo.
- 5) Mesa de trabajo en la que un operador cortará la piel y la prepara para ser estibada.
- 6) Percha de estiba de pieles con capacidad para 20 unidades.
- 7) La percha de estiba es movilizada hacia la zona de espumado. La misma piel posee ruedas a tal fin.
- 8) Ubicación inicial de los racks de estructuras inyectadas en plástico. Los mismos poseen una capacidad de estiba de 2 (dos) racks y una capacidad de 16 estructuras plásticas cada uno.
- 9) Los racks serán llevados hacia la zona de espumado mediante el uso de autoelevadores.
- 10) Espumado de Ranger. En este proceso interviene una piel termoformada más una estructura plástica.
- 11) El Pad espumado es depositado en la cinta transportadora la cual lo transportará en forma automática hacia el otro extremo de la cinta.
- 12) El Pad espumado será cortado mediante agua en la celda llamada “Water Jet”, la cual le quitará todas las rebabas al mismo y lo dejará listo para el ensamble de componentes.
- 13) El operador de dicha maquina quita el pad de la mesa de corte por agua y lo lleva en forma manual hacia una mesa en la que lo secara y le quitará todas las rebabas que hayan quedado todavía adosadas al mismo.
- 14) El pad es llevado hacia un rack en proceso, mediante el cual serán llevados hacia la zona de ensamble. Dicho rack tiene una capacidad de 16 pads.

La última de las zonas, cuya importancia merece una análisis particular, es la zona de ensamble del Panel de instrumentos.

La misma zona es provista por el Pad espumado, el mismo viene del Water Jet, sumado a todos los componentes que serán ensamblados directa o indirectamente al mismo.



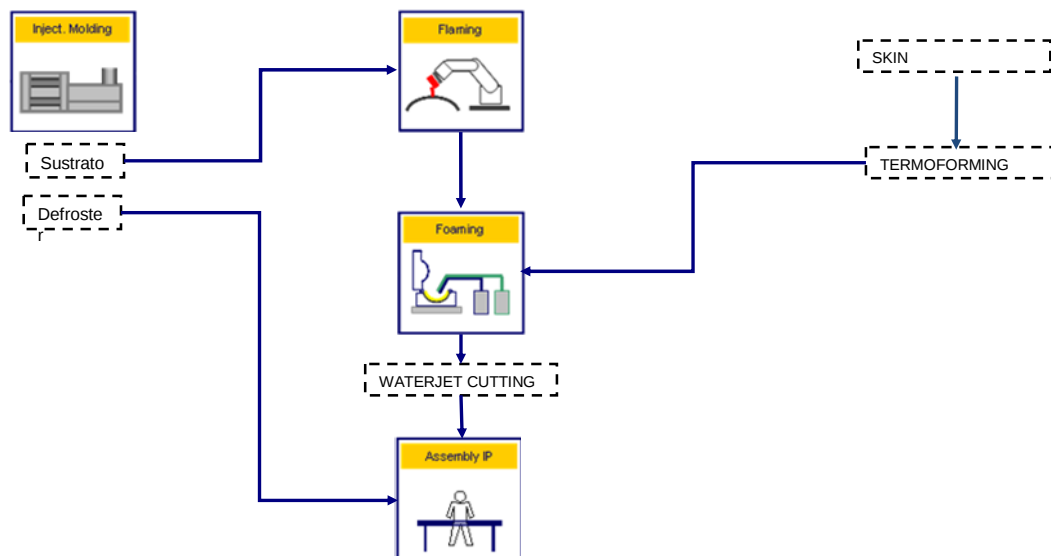
- Rodrigo Miles

- 13) Ducto de calefacción izquierdo.
- 14) Refuerzo metálico Ranger.
- 15) Refuerzo metálico Ranger.
- 16) Estación de sub-ensamble 2.
- 17) Refuerzo de Air Bag de Ranger.
- 18) Estación de ensamble 3.
- 19) Estación de ensamble 4.
- 20) Rack de producto terminado.
- 21) Rack de producto terminado.

536 - Flujograma

El flujograma total del Panel de instrumentos en fábrica es el siguiente

Process Flowchart Ranger IP



3

Figura 536.01

El mismo comienza con los procesos antes descritos como ser inyección, termoformado, espumado y corte por agua y finaliza con el ensamble de los componentes en una línea de ensamble de 5 estaciones (1 estación de sub-ensamble y 4 estaciones de ensamble)

600 - ETAPA II – POSIBLES MEJORAS

En el módulo I se trata de describir el producto y sus principales características. Esto permite conocer el producto sobre el cual se trabajará para obtener las mejoras de procesos, materiales y/o diseño.

En la Etapa II se tratará de plantear alternativas de materiales, procesos y diseño a las actuales, las cuales pueden tener un impacto en la calidad del producto o generar un ahorro económico para la compañía.

Esta etapa también se separará en Materiales, Procesos y Producto a favor de mejorar la comprensión del trabajo.

610 - DISEÑO DE PRODUCTO

611 - Ingeniería Inversa. Concepto y principales usos.

La ingeniería inversa es el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema, a través del razonamiento abductivo de su estructura, función y operación.

La ingeniería inversa es un método mediante el cual se obtiene información a partir de un producto existente, con el fin de determinar su constitución, cómo fue fabricado y de qué forma puede ser mejorado.

Hoy en día los productos más comúnmente sometidos a ingeniería inversa son los programas de computadoras y los componentes electrónicos, pero, en realidad, cualquier producto o bien puede ser objeto de un análisis de Ingeniería Inversa.

El método se denomina así porque avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería, que consisten en utilizar datos técnicos para elaborar un producto determinado. En general, si el producto que fue sometido a la ingeniería inversa fue obtenido en forma apropiada, entonces el proceso es legítimo y legal. De la misma forma, pueden fabricarse y distribuirse, legalmente, los productos genéricos creados a partir de la información obtenida de la ingeniería inversa, como es el caso de algunos proyectos de Software libre ampliamente conocidos.

En el caso en particular del Panel de Instrumentos de la camioneta Ford Ranger se utilizó la ingeniería inversa para determinar las deficiencias del producto actual, mediante el cual se puede realizar un estudio intensivo de mejoras del mismo.

Otros usos de la ingeniería inversa:

- Análisis si el producto de su competencia infringe patentes de sus propios productos.
- Desarrollo de productos que sean compatibles con otros productos, sin conocer detalles de desarrollo de éstos últimos.
- La ingeniería inversa también es empleada para comprobar la seguridad de un producto, generar keygens de aplicaciones, reparación de productos, etc.

612 - Procedimientos utilizados para determinar defectos

Defecto de diseño # I

Gap excesivo entre la bisagra del cluster y el panel de instrumentos.

En el escaneo realizado sobre el panel de instrumentos, se puede visualizar que el pad se encuentra en algunas zonas hasta 4 mm desfasado por defecto, es decir que tiende a incrementar el gap registrado.

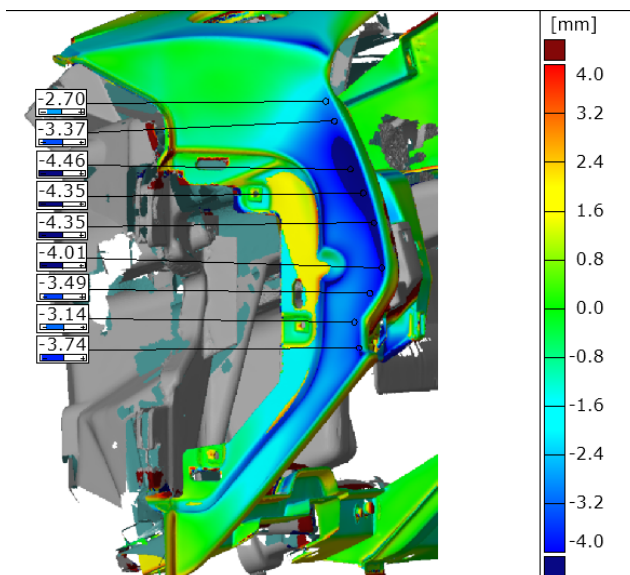


Figura 612.01

Defecto de diseño # II

Desperfecto en el macheo entre la bisagra superior del register y el Pad representado por un Gap excesivo.

Un análisis de la zona realizado por un Scan demuestra realmente como se encuentra la pieza en comparación con el nominal

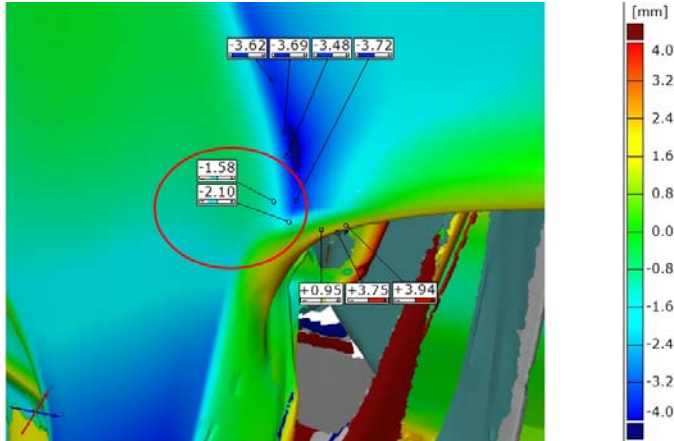


Figura 612.02

Como puede visualizarse en la zona de análisis existen zonas en las cuales el pad se encuentra 2 mm por debajo de los planos. Esto genera el gap encontrado en la pieza.

Defecto de diseño # III

Gaps excesivos en la zona central del panel de instrumentos.

El scan del pad demuestra que la zona identificada como defectuosa se encuentra entre 1,53 y 0,52 mm fuera del diseño original.

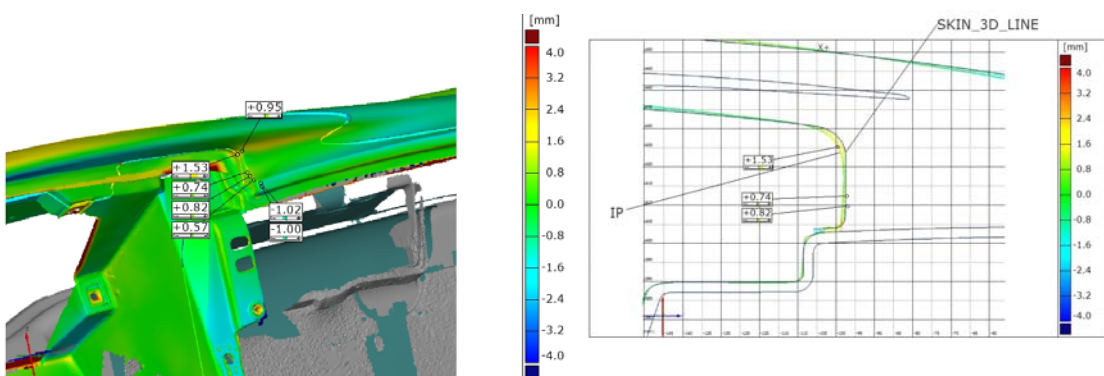


Figura 612.03

Defecto de diseño # IV

Diferencias de gaps en el perímetro de contorno de la guantera con el Pad.

El scaneo del pad muestra fácilmente que la zona derecha de macheo con la tapa de guantera se encuentra fuera de especificación por defecto con diferencias de hasta 1,94 mm.

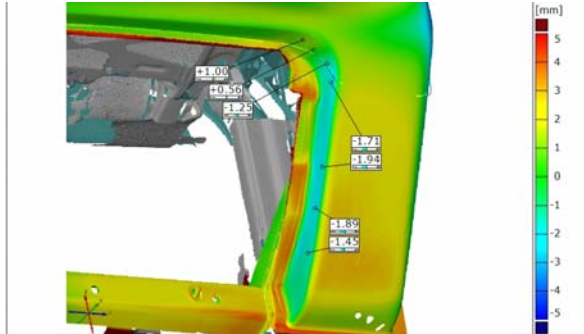


Figura 612.04

Defecto de diseño # V

Defecto de macheo en zona izquierda de tapa ciega de Air Bag.

Para entender la causa raíz de los gaps fuera de especificación, el análisis del pad mediante el scan se puede observar que la zona de análisis se encuentra fuera de diseño original en valores de hasta 2,56 mm.

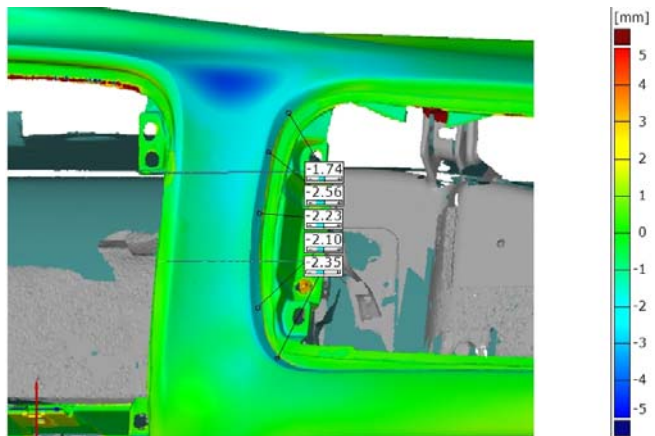


Figura 612.05

Defecto de diseño # VI

Grilla desempañadora descentrada con respecto al pad.

Para la determinación de este tipo de defecto no sirve el escaneo realizado sobre el panel de instrumentos ya que el panel de instrumentos responde al patrón en las principales zonas de conflicto de este defecto.

Este defecto es detectable y analizable mediante un calibre, al analizar las hendiduras en donde la los clips de la grilla se fijan.

Mediante dicho análisis se determino lo siguiente:

- El espumado de en próximo a la zona afectada se encuentra dentro de especificación.
- La grilla desempañadora clipsa posee un diseño dentro de especificación
- El clipsado entre la grilla desempañadora y el panel de instrumentos es defectuoso.

Se trabajará en obligar a la grilla desempañadora a adoptar una posición que otorgue el macheo deseado al panel de instrumentos.

Defecto de diseño # VII

Excesivo gap entre la tapa fusilera y el pad.

El exceso de gap entre la tapa fusilera y el pad no se corresponde a todo el perímetro de contacto entre ambas superficies. La zona inferior de contacto posee un gap inferior y dentro de tolerancia pero un macheo fuera de tolerancia por encontrarse por exceso hacia el negativo (la tapa fusilera se encuentra desplazada hacia el interior del tablero). Por el contrario en la zona superior delantera el gap es marcadamente superior y detectable a simple vista siendo el macheo todavía negativo, pero dentro de tolerancia.

El espumado en la zona se encuentra dentro de tolerancia, por lo que el análisis se inclina hacia el movimiento de las hendiduras de sujeción de la tapa fusilera.

Defecto de diseño # VIII

Diferencia de gaps en el macheo entre el cenicero y el pad.

El análisis del scan en la zona periférica al cenicero arroja como resultado un espumado dentro de tolerancia lo que determinaría que el defecto se encuentra en el clipsado del cenicero al tablero de instrumentos.

El análisis hará foco sobre la posición relativa del cenicero con respecto al tablero y no sobre el tablero y/o cenicero propiamente dichos.



Defecto de diseño # IX

Gaps excesivos en el macheo entre el control del aire acondicionado y la bisagra central.

El relieve presentado por el escaneado del espumado del tablero de instrumentos no tiene incidencia sobre este defecto, debido a que el mismo establece un macheo fuera de tolerancia entre dos piezas periféricas del tablero de instrumentos, como ser la botonera del control del aire acondicionado y la bisagra central del panel de instrumentos.

De nada sirve en el análisis de este defecto el uso del escaneo por lo que se tratará de analizar una solución que incluya la modificación de la ubicación de ambos componentes periféricos relativa al tablero de instrumentos.

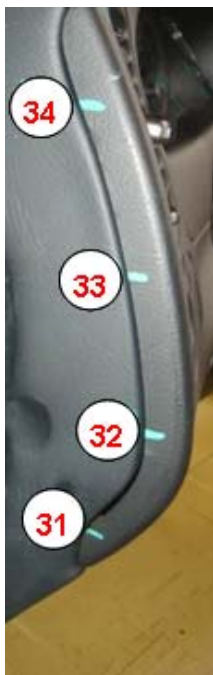


613 - Análisis dimensional vs. Nominal

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # I

Gap excesivo entre la bisagra del cluster y el panel de instrumentos.

Mediante mediciones con calibres se pudieron determinar los siguientes valores.



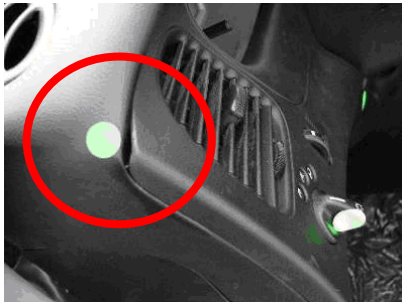
Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	desfasaje en relieve
31	1.6	-0.8
32	1.8	1.3
33	1.8	1.6
34	1.7	1.3

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
31 a 34	1.0 +/- 0.5	-2 +/- 0.5

El análisis nos muestra que las mediciones de los Gaps se encuentran 0.3 mm por fuera de la especificación por exceso y en aproximadamente 3 mm por exceso de desfasaje de relieve.

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # II

Desperfecto en el macheo entre la bisagra superior del register y el Pad representado por un Gap excesivo.



Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	desfasaje en relieve
35	1.8	-

Mediante mediciones con calibres se pudo determinar un Gap de 1.8 mm. el cual coincide con el límite superior de lo establecido por el cliente en la norma de especificación.

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
35 a 41	1.0 +/- 0.8	No requerido

No obstante dada la variabilidad de los procesos encontrados en un extremo de los límites de especificación no es la condición favorable. Se tratara de llevar dicho valor a la media solicitada por el cliente. 1.0 mm.

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # III

Gaps excesivos en la zona central del panel de instrumentos.

Del análisis dimensional realizado se puede inferir lo siguiente



Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	desfasaje en relieve
40	0.2	-
41	0.3	-

Siendo la tolerancia máxima aceptada por el cliente

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
35 a 41	1.0 +/- 0.8	No requerido

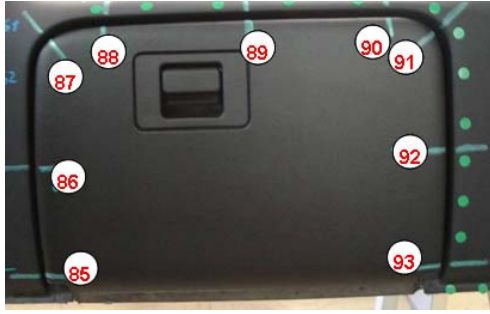
En el defecto anterior, los Gaps se encuentran dentro de tolerancia, lo que no significa que sea la situación deseada ya que los mismos se encuentran ubicados en el extremo inferior de dicho intervalo. Se tratara de llevar dichos valores hacia la media requerida 1.0 mm.

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # IV

Diferencias de gaps en el perímetro de contorno de la guantera con el Pad.

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
85 a 93	2.5 +/- 1.5	-1.5 +/- 1.5

No obstante se encontraron en mediciones realizadas sobre las 3 muestras los siguientes Gaps.



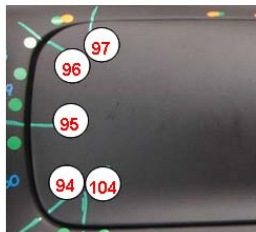
Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	desfasaje en relieve
85	3.3	-1.1
86	3.2	-1.4
87	1.75	-2.4
88	3.6	2.3
89	3.6	2.6
90	3.15	2.3
91	4.55	2.6
92	5.72	2
93	4.55	1.7

De la tabla se puede fácilmente inferir que la guantera se encuentra desplazada a la izquierda (ver foto) con respecto al pad. Los Gaps correspondientes a los puntos 85, 86 y 87 son marcadamente inferiores a los gaps 91, 92 y 93.

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # V

Defecto de macheo en zona izquierda de tapa ciega de Air Bag.

La tolerancia del cliente esta determinada por:



Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
94 a 103	1.0 +/- 1.0	-1.0 +/- 1.0

Los gaps encontrados son los siguientes:

Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	desfasaje en relieve
94	1	-2
95	2.7	1.3
96	2.8	1.25
97	0.4	2.1
104	1	-2.1

Los puntos 95 y 96 se encuentran fuera de especificación.

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # VI

Grilla desempañadora descentrada con respecto al pad.



Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
1	2.75	0.7
2	2.9	1.7
3	1.7	-1
4	1.35	-2
5	1.7	-1.3
6	2.9	1.1
7	3.8	1.4

El requerimiento de calidad por parte del cliente es:

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
1 a 7	0.8 +/- 0.3	-

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # VII

Excesivo gap entre la tapa fusilera y el pad.

Mediante un análisis de las mediciones de los gaps en los puntos resaltados en la foto, son fácilmente identificables los puntos 13, 14 y 15 en los que el Gap de cada uno de ellos supera el milímetro.

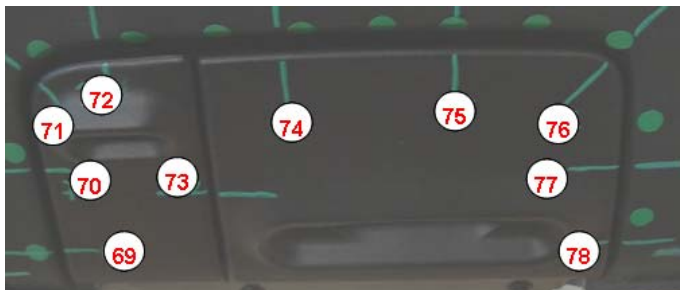


Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
12	0.25	-0.58
13	1.35	-0.5
14	1.95	-1.7
15	1	-3.6
16	0.4	-3.6
17	0.7	-2.8
18	0.5	-1.1

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # VIII

Diferencia de gaps en el macheo entre el cenicero y el pad.

El análisis dimensional confirmará que los gaps de los puntos 72, 74 y 75 se encuentran fuera de tolerancia.



Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
69	3	1.2
70	3.45	1.3
71	3	1.2
72	3.3	2.5
73	1.9	0.9
74	3.9	2.2
75	3.9	1.9
76	3.45	1.8
77	3.4	1.2
78	3.4	1.8

Siendo el requerimiento del cliente.

Requerimiento de apariencia del cliente		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
69 a 78	1.0 +/- 0.7	-1.0 +/- 1.0

Análisis dimensional vs. Nominal defecto de diseño # IX

Gaps excesivos en el macheo entre el control del aire acondicionado y la bisagra central.

El análisis dimensional realizado muestra los siguientes gaps correspondientes a cada punto.



Análisis sobre 3 IP's		
Punto	Gap	Desfasaje en relieve
79	5	-
80	3.2	-
81	2.2	-
82	2.25	-
83	3.2	-
84	3.2	-

Si bien el cliente no posee una tolerancia definida para los gaps en dichos puntos se visualiza un Gap excesivo por lo que se tratara de eliminar.

Los gaps de presentados en estos puntos superan los 3 mm, alcanzando en el caso del punto 79 los 5 mm. Esto es inadmisiblesi se considera el tipo de producto sobre el que se trabaja.

620 - MATERIALES

621 - Posibles materiales a utilizar. Costos vs. Beneficios.

ABS & Polipropileno

ABS 15% de Fibra de Vidrio

Como primer reemplazo a dicho material se plantea la posibilidad de utilizar ABS con 15% de Fibra de Vidrio, equivale a reducir en un 5% la carga mineral. Al reducir el porcentaje de fibra de vidrio del material utilizado se reduce considerablemente el costo del mismo.

Polipropileno 20% Fibra de Vidrio

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.

El Polipropileno como material puede ser mejorado con el agregado de fibra de vidrio, lo cual incurre en un aumento del costo de la materia prima.

La fibra de vidrio es un mineral que se le adiciona para que el plástico adquiera propiedades determinadas.

Como reemplazo del ABS utilizado se propone usar el Polipropileno con 20% de Fibra de Vidrio

Polipropileno 15% de Talco

Como contra partida al polipropileno se le suele adicionar talco el cual no agrega ninguna cualidad deseada al material, pero ocupa volumen y es un material más barato que el polipropileno. La adición de talco se lleva a cabo para materiales que poseen requerimientos de calidad inferiores. Un ejemplo son los filtros de aire de los autos. Los filtros de aire de los autos no poseen estructuralmente requerimientos muy elevados, los

mismos pueden tener una variabilidad dimensional considerable y la terminación superficial no es un requerimiento buscado.

Como material alternativo se propone usar Polipropileno con 15% de Talco.

Analizaremos el material actual contra los 3 materiales propuestos y sus características críticas para la industria de inyección de plástico de piezas mayores.

	DYLARK 378P20 GF	Polipropileno con 20% de Fibra de Vidrio	Polipropileno con 15% de Talco	XIRAN SG230 con 15% de Fibra de Vidrio
Contenido de Carga mineral, %	20 % Fibra de Vidrio	14 % Fibra de Vidrio	15 % Talco	15% de Fibra de Vidrio
Peso Específico	1.2	1.03	1	1.17
Índice de Fluencia, gm/10 minutos (230°C/2.16 Kg)	4 g/10 min	8.5 g/10 min	9.5 g/10 min	6 g/10 min
Resistencia a la tracción, MPa	77 Mpa	18 Mpa	20 Mpa	75 Mpa
Alargamiento a la tracción, %	2.10%	0.5%	0.8%	2.50%
Módulo de Tracción, MPa	6100 Mpa	3050 Mpa	1950 Mpa	5300 Mpa
Resistencia a la Flexión, MPa	115 Mpa	88 Mpa	93 Mpa	120 Mpa
Módulo de Flexión, MPa	5900 Mpa	1600 Mpa	1850 Mpa	5400 Mpa
Impacto Izod (con entalla), kJ/m² a 23°C y a -40°C	9.1 / 8.8 kJ/m ²	--- / 4.5 kJ/m ²	25 / 5 kJ/m ²	9 / 8 kJ/m ²
Impacto Charpy (con entalla), kJ/m² a 23°C	9.7 kJ/m ²	12 kJ/m ²	10.5 kJ/m ²	9 kJ/m ²
Impacto Charpy (sin entalla), kJ/m² a 23°C	26.9 kJ/m ²	41.8 kJ/m ²	44.2 kJ/m ²	32 kJ/m ²
Contracción del molde, pulgada/pulgada (cm/cm)	0.002-0.004	0.09-0.01	0.11-0.015	0.0035-0.0055
DTUL a 1.82 MPa, °C (4.0 mm bar)	123 °C	50 °C	110 °C	117 °C
Precio	USD 3.82	USD 3.64	USD 2.51	USD 3.49

De la comparación de los parámetros críticos de los materiales propuestos contra el material actualmente en producción se puede inferir las siguientes conclusiones:

- El material cuyo precio es menor es el polipropileno con 15% de Talco.
- El material cuyo precio es mayor es el utilizado actualmente.
- El material que más se asemeja, en los valores de sus características críticas, al material actualmente en producción es el ABS con 15% de Fibra de vidrio, lo cual responde a lo esperable.
- El material que más se aleja, en cuanto a los valores de sus características críticas, al material actualmente en producción es el Polipropileno con 15% de Talco, lo cual es esperable.

Por estas razones el material que se elige para reemplazar al material actualmente en producción es el ABS con 15% de Fibra de Vidrio.

Poliuretano

El poliuretano es un polímero que se obtiene mediante condensación de polioles combinados con polisocianatos. Se subdivide en dos grandes grupos: termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico). Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas, muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes.

Por sus características críticas, son materiales difícilmente reemplazables por otro compuesto. Estos materiales deben poseer en estado líquido una fluidez que permita, en el proceso de inyección, el esparcimiento del mismo a todas las regiones buscadas. Una vez finalizada la reacción química y solidificado el material constituyente se busca una densidad y porosidad determinada a fin de alcanzar una sensación de suavidad deseada.

Como reemplazo de la materia prima utilizada actualmente se propondrá un poliuretano proveniente de la misma firma a la cual se le compra el poliuretano actual, BASF. Este poliuretano, si bien sigue siendo el mismo material conformado por los mismos componentes, es una materia prima de características muy similares, pero con un precio considerablemente menor.

La razón de la diferencia de precio no es la diferencia de calidad, ya que ambos poseen un nivel similar de calidad, sino que esta relacionada al volumen mundial utilizado de cada componente. El componente utilizado actualmente fue quedando en desuso, debido a que las unidades que lo consumían, principalmente en Europa, dejaron de ser fabricadas. Por el contrario, en Europa se comenzó a utilizar el nuevo material propuesto por BASF.

	Elastoflex E 3521/119		Elastoflex E 3522/109	
	Poliol	Isocianato	Poliol	Isocianato
Viscosidad de los componentes	1430 mPa.s	110 mPa.s	1204 mPa.s	102 mPa.s
Densidad de los componentes	1.03 g/cc	1.23 g/cc	1.0 g/cc	1.23 g/cc
Temperatura de almacenamiento	≥ a 20 °C		≥ a 20 °C	
Relación de mezcla	100/46 Polioli/Isocianato		100/52.5 Polioli/Isocianato	
Tiempo de crema – Ensayo en vaso	13 segundos		14 segundos	
Tiempo de subida	63 segundos		52 segundos	
Densidad libre – Ensayo en vaso	77 gr/l		72 gr/l	
Temperatura de proceso (en el molde)	25 a 35 °C		25 a 35 °C	
Densidad de la mezcla	133 Kg/m ³		130 Kg/m ³	
Resistencia a la tracción	295 kPa		255 kPa	
Alargamiento	36%		34%	
Compresión al 40%.	76 kPa		61 kPa	
Precio	2.18 USD/Ltro	1.75 USD/Ltro	2.03 USD/Ltro	1.68 USD/Ltro

La comparación de ambos materiales, actual (resaltado en amarillo) y propuesto podemos inferir lo siguiente.

- Las densidades de ambos componentes son similares ya que difieren en un 3% del valor absoluto.
- Las viscosidades difieren por lo que los materiales pueden presentar diferencias en el proceso de espumación.
- La temperatura de almacenamiento es igual en ambos casos.
- La relación de mezcla del material actualmente utilizado en producción es más rica en polioli, material más costoso.
- El tiempo total del material propuesto es 10 segundos menor al tiempo total del material actual. Tiempo total = tiempo de crema + tiempo de subida.

- La densidad libre es menor en el material propuesto (esta diferencia haría que la sensación soft buscada por el cliente final sea mayor)
- La temperatura en el proceso es igual en ambos casos.
- La densidad final de la mezcla difiere en un 2,3% de la densidad original
- La resistencia a la tracción difiere en un 15% de la original. Este valor no es preocupante, en principio, ya que la espuma no le otorgara ningún tipo de rigidez al panel de instrumentos.
- El alargamiento difiere en un 2%.
- La compresión para alcanzar una reducción de espesor del 40% es menor en el material propuesto. Lo que se sumaría a la menor densidad ayudando al material propuesto a mejorar la sensación soft tan buscada por el cliente.
- El precio es considerablemente menor con diferencias de USD 0.15 por litro de Polioliol y USD 0.07 por litro de Isocianato.

Skin de PVC + ABS

Para el análisis del PVC + ABS, debido principalmente a la complejidad y a la criticidad de este material se lo analizará en detalle contra otro material de similares características (PVC + ABS).

		PVC + ABS CP62152	PVC + ABS CP41475
Espesor		0.98 mm	0.99 mm
Densidad		1.22 g/cm ²	1.22 g/cm ²
Dureza		42 D (Shore)	45 D (Shore)
Resistencia a la tracción		18.4 Mpa	19.0 Mpa
Elongación a la rotura		267 minutos	237 minutos
Módulo de Tracción en un 50% de alargamiento		12.0 Mpa	12.1 Mpa
Resistencia al desgarro		81 minutos	77 minutos
Flexibilidad		sin grietas	sin grietas
Comportamiento después del envejecimiento por calor	dL	-1.4	-1.11
	dC	2.55	2.86
	dH	-0.21	0.8
Flexibilidad en frío		sin grietas	sin grietas
Emisión de olor		No detectada	No detectada
Resistencia a la flamabilidad		57.29 mm/min	42.88 mm/min
Resistencia a la humedad		95%	97%
Precio por metro de rollo		USD 3.52	USD 3.60

Del análisis de las características críticas de ambos materiales se pueden tomar las siguientes conclusiones:

- La variación del espesor es del orden del 1%.
- La densidad es la misma.

- El material propuesto es mas duro que el material actual. La diferencia no es muy grande (3 D) pero podría inferir en el proceso productivo. Sobre todo en el termoformado.
- La diferencia en la resistencia a la tracción es de 0.6 Mpa siendo el material propuesto mas resistente a la tracción.
- El material propuesto posee una elongación a la rotura menor. Siendo la diferencia de 30 minutos. Esta diferencia de 30 minutos representa un 11% del valor inicial. Este item debe ser tenido en cuenta de implementarse el cambio de materia prima ya que la diferencia es considerable.
- Ambos materiales poseen una muy pequeña diferencia en el mismo Módulo de Tracción en un 50% de alargamiento. La misma representa un 0,8%
- El material actual es mas resistente al desgarro.
- Ambos materiales no presentan grietas finalizado el ensayo correspondiente.
- Ambos materiales presentan desvíos de luminosidad, saturación y tono menores al 3%. Requerido por el cliente.
- Ambos materiales no presentan grietas luego del ensayo de flexibilidad en frío.
- Ambos materiales no emanan olor luego de ser expuestos a temperatura.
- El material actual posee una resistencia a la flamabilidad muy inferior a la actualmente utilizada en producción. La diferencia representa el 33%.
- Los dos materiales poseen una buena resistencia a la humedad.
- El material propuesto es más costoso al material actualmente en producción.

Principalmente por el factor económico y secundariamente por las discrepancias encontradas en varios ítems analizados es que se decide no avanzar con el cambio de material para la piel de PVC + ABS

630 - PROCESOS INDUSTRIALES

631 - Mejoras de procesos

Inyección

Debido a la antigüedad de la maquinaria utilizada por la empresa fabricante del tablero de instrumentos (Inyectoras Engel) es que el proceso de inyección no puede ser mejorado ya que el proceso automatizado depende en un 100% de la eficiencia de la máquina.

Inyectoras de 2.5 Toneladas como las utilizadas para inyectar el panel de instrumentos tiene un valor de mercado de aproximadamente USD 5.000.000 por lo que el análisis de factibilidad de cambiar la máquina de inyectado carece de sentido.

Termoformado

Para el proceso de termoformado se preveen varias modificaciones tendientes a mejorar el proceso.

- Incorporar en la salida de la máquina de termoformado un dispositivo de corte por cuchilla caliente, el cual cortará el rollo de piel existente entre dos pieles termoformadas. Con esta mejora se suprime el corte mediante trincheta realizado por el operario, con el correspondiente tiempo asociado.
- Controlar la temperatura de la atmósfera de termoformado ya que el proceso puede variar con la temperatura. La temperatura ideal que debería mantener la atmósfera es de entre 20 y 25 °C. El proceso actualmente posee un scrap de 3% debido a este inconveniente.



Espumado

Las mejoras de procesos planteadas para el proceso de espumado son las siguientes:

- Controlar la temperatura de la atmósfera de espumado ya que el proceso puede variar con la temperatura. La temperatura ideal que debería mantener la atmosfera es de entre 25 y 30 °C. El scrap promedio actual del proceso debido a la variación de la temperatura ambiente contra la temperatura ideal es 2%.
- Elevar la temperatura del molde a 35°C, la misma actualmente se encuentra en 30 °C.

Water Jet o Corte por Agua

Las mejoras propuestas para mejorar el proceso de corte por agua son:

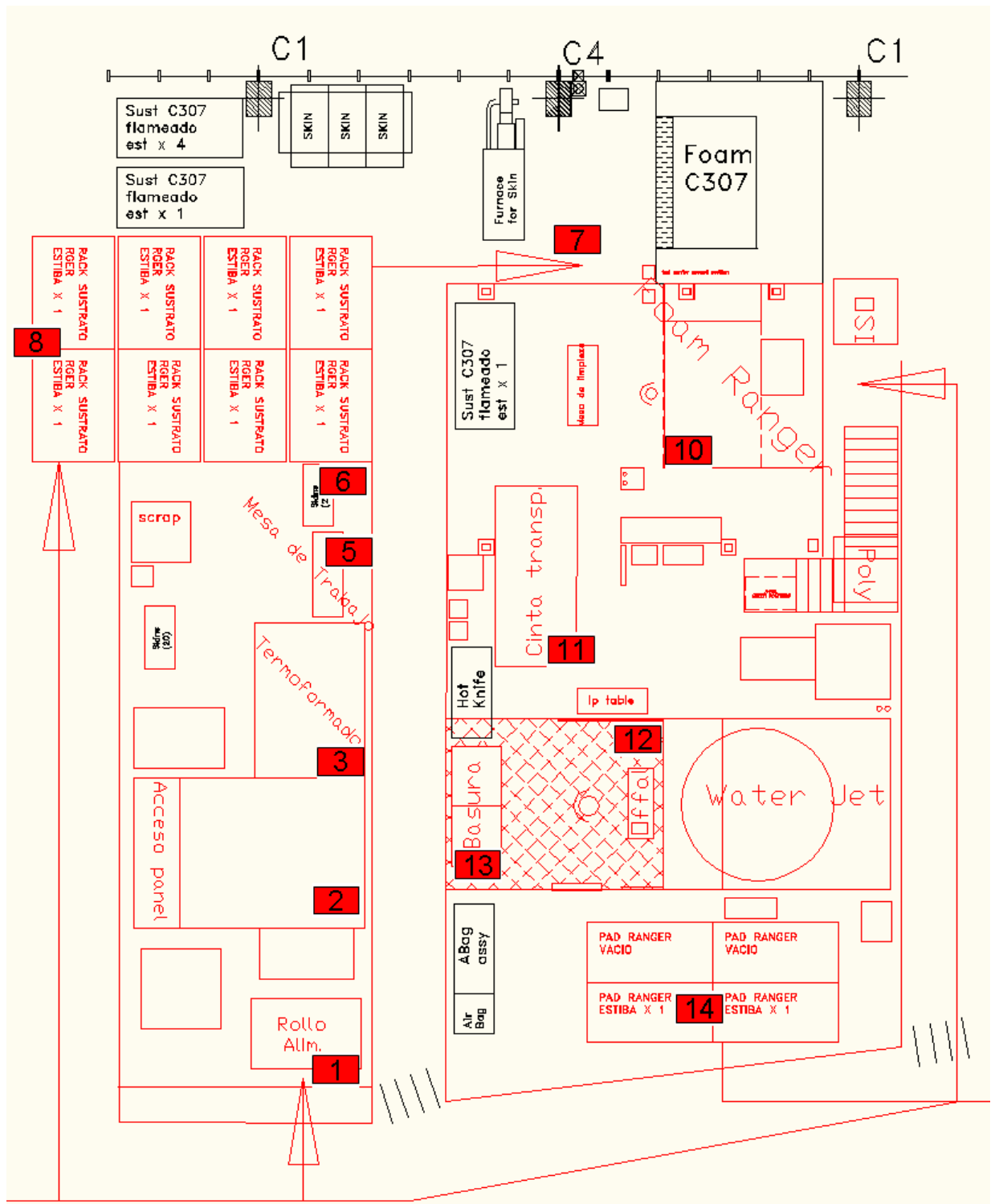
- Reducción del tiempo total del proceso. La velocidad a la cual el robot se encuentra cortando el sustrato no puede aumentarse debido la imprecisión y al desgaste de la cuña del robot. Estos dos factores hacen que solo podamos modificar la velocidad del robot mientras el mismo no se encuentra cortando.

- Incrementar la presión del chorro de agua. Se han registrado casos en los que el operario, al desprender las rebabas se encuentra con que algunas se encuentran demasiado adheridas al panel de instrumentos dificultándole la maniobra.

Lay Out propuesto

Lay Out Termoformado y Espumado

Las propuestas de modificación del Lay Out de termoformado y espumado son las siguientes:



- Actualmente la estiba, al pie de la máquina, es de dos rollos colocados en forma horizontal. La propuesta contempla colocarlos en forma vertical (un rollo sobre el otro) mediante un dispositivo que sustente al rollo superior. De esta forma se reduce en 1.4 metros el largo total de la máquina de termoformado.

- Este cambio debe implementarse si y solo si se incorpora una cuchilla caliente para cortar la piel a la salida del molde de termoformado. La eliminación de la cinta transportadora implica la recepción directa de la piel en la mesa de trabajo, en la que se realizarán los cortes de rebabas y perforado de la piel para colgarla en el rack indicado. Esta modificación implica una reducción en el largo de la máquina de termoformado de 2.35 metros.

- Dadas las reducciones realizadas en el largo de la máquina de termoformado y su desplazamiento de 1.4 metros hacia el pasillo principal (hacia abajo en el dibujo adjunto) se transportan los racks anteriormente ubicados al costado de la máquina de termoformado hacia el pie de la misma a donde permanecerán hasta ser llevados hasta la ubicación número 7 para ser utilizado en el proceso de espumado. Con esta modificación se logra liberar 15.15 m² de superficie cubierta.

The floor plan shows the layout of the Cowl Top area. Key components and their locations are as follows:

- Components Rack (Top Left):** Contains a rack labeled "09 x NIB" and a rack labeled "tapa glove box (272)".
- WIP Rack (Middle Left):** Contains a rack labeled "WIP Rack" and a rack labeled "mean JB amado center stock".
- Scrap (Bottom Left):** Contains a rack labeled "Scrap".
- Components Rack (Bottom Left):** Contains a rack labeled "Components Rack".
- Equipment Racks:**
 - PAD RANGER ESTIBA X 1:** Two racks, one labeled "1" and one labeled "2".
 - Glove Box:** Two racks, one labeled "7" and one labeled "8".
 - ref AB Rang(120):** A rack labeled "17".
 - Sassy Pad:** A rack labeled "4".
 - refuerzo Rang(25):** Two racks, one labeled "14" and one labeled "15".
 - Duct Calef Rang(450):** Two racks, one labeled "12" and one labeled "13".
 - IP RANGER DELIVERY RACK X 6U:** Four racks, labeled "20", "21", "22", and "23".
 - Cross cabin Ranger(16):** Two racks, labeled "11" and "24".
- Central Area:** Labeled "COWL TOP".
- Other Components:**
 - armario:** A component labeled "3".
 - mean JB amado center stock:** A component labeled "6".
 - refuerzo Rang(25):** A component labeled "16".
 - Sassy Pad:** A component labeled "9".
 - Duct Calef Rang(450):** A component labeled "10".
 - IP RANGER DELIVERY RACK X 6U:** A component labeled "18".
 - Cross cabin Ranger(16):** A component labeled "19".

Las propuestas de modificación del Lay Out de la línea de ensamble son las siguientes:

1) Incremento del abastecimiento de la célula.

Se abastecerá la célula de montaje con dos racks proveedores de pads espumados. Anteriormente la provisión de pads se realizaba con un solo rack.

4 y 5) Relocalización de la estación de sub-ensamble y su mesa contigua.

Se relocaliza la estación de sub-ensamble y la mesa contigua a donde se depositan los productos terminados de dicha célula.

9) Independización de la mesa de ensamble número 1 del carrousel de montaje.

La estación de ensamble número 1 se eliminará del carrousel, quedando fuera del mismo como una nueva estación de sub-ensamble. La razón por la que este cambio favorece a la operación radica en la independencia que se alcanza quitando dichos procesos de la línea de ensamble principal.

Hasta la antigua estación de ensamble número 2, actual estación de ensamble número 1, los productos son independientes de la secuencia solicitada por el cliente. Como se mencionó en la descripción general del producto existen 4 versiones diferentes, con y sin Air Bag y con y sin llave selectora de 4x4.

Esta modificación dará a la línea de producción un tiempo de respuesta superior a la actual y permitirá, a la línea de montaje, una mayor flexibilidad al no estar los tiempos de las 4 operaciones ligados.

10 y 11) Relocalización de racks de cross car beam.

La posición de los racks de cross car beam se vio levemente alterada fundamentalmente debido al cambio de la estación de subensamble ya mencionada.

12 y 13) Relocalización de racks de ductos de calefacción.

La posición de los racks de ductos de calefacción se vio alterada debido al cambio de la estación de sub-ensamble ya mencionada. Se incorporo, en la estación de sub-ensamble número 2 una caja contenedora de Ductos de calefacción con la finalidad de evitar que el operario tenga que ir a buscarlos hasta la caja durante la producción.

14 y 15) Relocalización de los racks de refuerzos metálicos.

La posición de los racks de refuerzos metálicos se vio levemente alterada fundamentalmente debido al cambio de la estación de subensamble ya mencionada.

16) Nueva estación de ensamble número 1.

Mantendrá las operaciones de la antigua estación de ensamble número 2.

17) Relocalización de la caja contenedora de refuerzos metálicos para el Air Bag.

La posición de la caja contenedora de refuerzos metálicos para Air Bag se vio levemente alterada fundamentalmente debido al cambio de la estación de subensamble ya mencionada.

- 18) Nueva estación de ensamble número 2.
Mantendrá las operaciones de la antigua estación de ensamble número 3.
- 19) Nueva estación de ensamble número 3.
Mantendrá las operaciones de la antigua estación de ensamble número 4.
- 22 y 23) Nuevos racks de producto terminado.
Se incorporan dos racks de producto terminado.
- 24) Mesa transportadora de pads subensamblados.
Esta mesa servirá para que el operario 1 deposite sus “productos terminados”.

700 - ETAPA III– ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

710 - DISEÑO DE PRODUCTO

Para los defectos mencionados anteriormente existen, en principio, 4 soluciones factibles.

La primera solución es la modificación del molde de inyección plástica, la segunda es la modificación del molde de termoformado, la tercera es la modificación del molde de espumado y la cuarta solución es la modificación de parámetros de procesos, tanto de termoformado, espumado, inyección y/o corte por agua.

Las tres soluciones que implican modificación de moldes son técnicamente viables y, dependiendo de su magnitud, pueden ser llevadas a cabo por un matricero en forma manual o en forma automática mediante el uso de maquinaria especializada.

711 - Mejoras de producto

Mejora de diseño # I

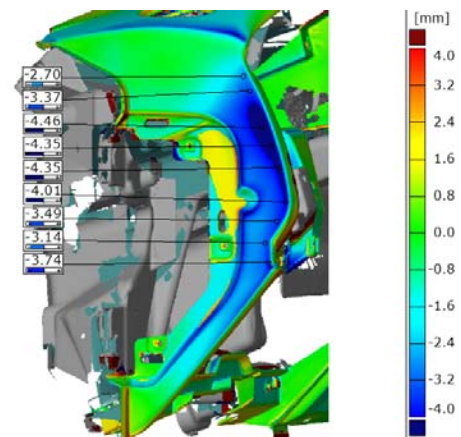
Correspondiente al defecto: Gap excesivo entre la bisagra del cluster y el panel de instrumentos.

Se modificará el molde de espumado, con la finalidad de llevar las discrepancias a cero en el análisis realizado con el scan del prototipo.

Siguiendo los archivos digitales, en los que se encuentran las discrepancias del producto físico contra la matemática que el mismo debería respetar, se realizan las modificaciones del molde.

Esta modificación debe realizarse en forma automática.

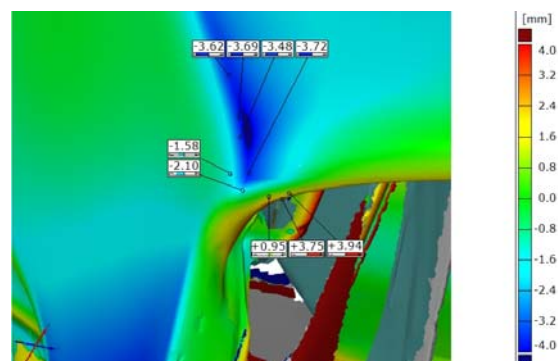
Inversión requerida: USD 3800



Mejora de diseño # II

Correspondiente al defecto:
Desperfecto en el macheo entre la bisagra

Rodrigo Miles



superior del register y el pad representado por un Gap excesivo.

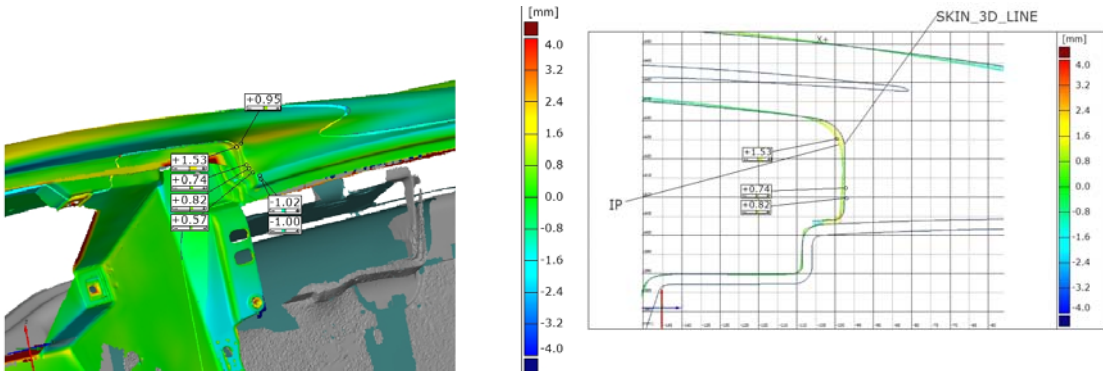
Se modificará el molde de espumado con la finalidad de llevar la zona periférica a los valores ideales.

Esta modificación debe ser realizada en forma automática.

Inversión requerida: USD 3200

Mejora de diseño # III

Correspondiente al defecto: Gaps excesivos en la zona central del panel de instrumentos.



La superficie representada por el producto actual en dicha zona se encuentra desplazada.

Se modificará el molde de espumado a fin de llevar la pieza física a la línea representada en el grafico como “SKIN_3D_LINE”

Esta modificación se realizará en forma automática.

Inversión requerida: USD 2800

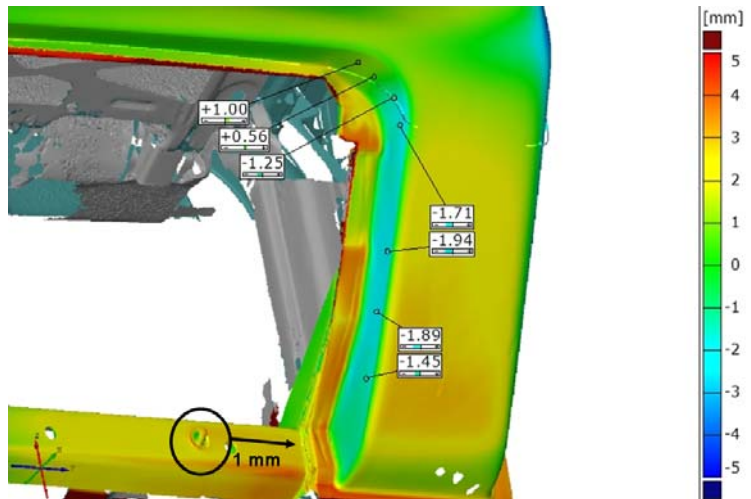
Mejora de diseño # IV

Correspondiente al defecto: Diferencias de gaps en el perímetro de contorno de la guantera con el pad.

Las discrepancias se presentan en la zona lateral de contacto entre la guantera y el panel de instrumentos.

Se realizarán 3 soluciones, de las cuales 1 es a corto plazo y las otras dos son a largo plazo.

Solución a corto plazo:
Modificar el molde de inyección con la finalidad de mover el perno de guía de la bisagra de la guantera 1 mm en sentido positivo del eje Y.



Esta modificación se realizará en forma manual.

Inversión requerida: USD 700

Primer solución a largo plazo: Modificar el molde de espumado eliminando las discrepancias existentes entre la pieza física y el 3D.

Esta modificación se realizará en forma automática.

Inversión requerida: USD 2000

Segunda modificación a largo plazo: Modificar el molde de termoformado para que la piel acompañe la modificación del molde de espumado. Esta modificación es necesaria debido a la magnitud de la modificación del molde de espumado.

Esta modificación se realizará en forma automática.

Inversión requerida: USD 1700

Al implementar las soluciones a largo plazo se debe relocalizar el perno de la tapa de guantera.

Mejora de diseño # V

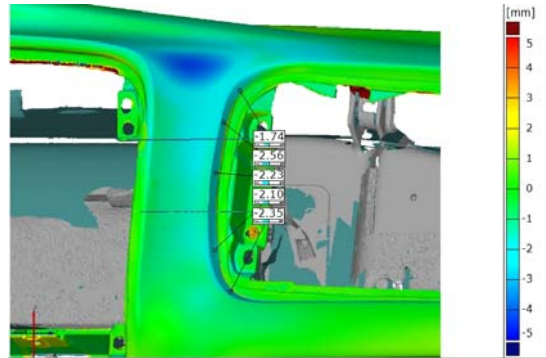
Correspondiente al defecto: Defecto de macheo en zona izquierda de tapa ciega de Air Bag.

El defecto mostrado se correlaciona, como se puede visualizar en el escaneo mostrado, con un desperfecto de la pieza física contra la matemática que la misma debería seguir.

La solución de este defecto se realiza mediante la modificación de los moldes de espumado y de termoformado. Ambos moldes deben ser modificados en 1,5 mm en el sentido positivo del eje Y para la cara lateral la esquina superior izquierda.

Esta modificación se realizará en forma automática.

Inversión requerida: USD 2900



Mejora de diseño # VI

Correspondiente al defecto: Grilla desempañadora descentrada con respecto al pad.

La grilla queda descentrada por no estar fijada su ubicación con respecto al panel de instrumentos.

En la cara interna de la grilla se encuentra una serie de pernos localizadores de la misma.

Dichos pernos, cuyo largo es de 30 mm, serán llevados a 22 milímetros (tamaño de los clips) con la finalidad de acotar el movimiento de la grilla.

Esta modificación se realiza modificando los parámetros del Water Jet. La modificación se realiza en forma manual y requiere de muestras para asegurar su correcto funcionamiento.

Inversión requerida: USD 250

Mejora de diseño # VII

Correspondiente al defecto: Excesivo gap entre la tapa fusilera y el pad.

El problema existente no está relacionado con los procesos de espumado ni de termoformado.

El problema es la ubicación de los pernos del Pad, que es a donde luego se clipsará la tapa fusilera. Este es un problema del proceso de corte por agua (Water Jet).

La solución de este problema estará ligada a la modificación de los parámetros de entrada de robot de corte por agua.



El clip que se encuentra localizado en la zona superior se lo moverá 1 milímetro en el sentido positivo de las X (en la foto es hacia los números) con la finalidad de reducir el Gap existente en dicha zona.

Esta modificación se realiza en forma manual.

Inversión requerida: USD 200

Mejora de diseño # VIII

Correspondiente al defecto: Diferencia de gaps en el macheo entre el cenicero y el pad.

La solución propuesta consiste en modificar el molde de inyección. Se modifica la ubicación de los localizadores del cenicero en el eje X y Z (en profundidad y en altura)



Con esta modificación se alcanza reducir los gaps superiores. Puntos 71, 72, 74, 75 y 76.

También se deben modificar los moldes de espumado y de inyección para reducir los gaps laterales, correspondientes a los puntos 69, 70, 77 y 78.

La primer modificación se realiza en forma manual y la segunda modificación se deberá realizar en forma automática.

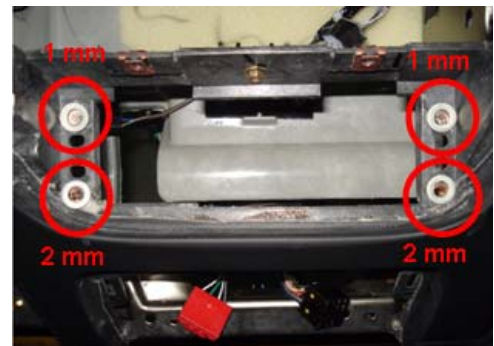
Inversión requerida para la primera modificación: USD 600

Inversión requerida para la segunda modificación: USD 1900

Mejora de diseño # IX

Correspondiente al defecto: Gaps excesivos en el macheo entre el control del aire acondicionado y la bisagra central.

La solución propuesta consiste en la modificación del molde de inyección, incrementando el espesor del sustrato plástico en la zona donde se hacen firmes los tornillos que sujetarán el cenicero. Se incrementará el espesor en 2 milímetros para los tornillos inferiores y 1 milímetro para los tornillos superiores.



Esta medida reducirá el Gap existente entre el cenicero y el panel de instrumentos.

La medida contempla un mayor incremento de los tornillos inferiores debido a los valores arrojados por la medición de Gaps.

Esta modificación se realiza en forma manual.

Inversión requerida: USD 550

712 - Impacto total en el producto

Las modificaciones antes mencionadas no traen aparejado ningún tipo de reducción de costo para la empresa que vende el producto final.

Los mismos mejoran la calidad del producto haciendo a la empresa la empresa más competitiva en relación a otras empresas del rubro.

Con una inversión total de USD 20600 se logra un producto final con una calidad muy superior.

La incidencia de los 9 cambios de Ingeniería realizados sobre el producto es muy alta ya que, en un producto tan complejo como el utilizado para realizar este trabajo, el macheo de los diferentes componentes cumple un rol de gran importancia.

El producto sobre el que se realizó este estudio estará expuesto a la vista del usuario durante largos periodos por lo que su correcto macheo es fundamental.

Los USD 20600 no son un costo sino una inversión realizada. No se puede construir un flujo de inversiones ni calcular un VAN ya que la inversión es monetaria y el beneficio percibido es intangible, económicamente.

720 - MATERIALES

721 - Implementación de nuevos materiales

ABS & Polipropileno

Según el análisis realizado en el punto 6.2.1.1 el material actual puede ser reemplazado por el material alternativo seleccionado ABS + 15% de Fibra de Vidrio.

Lógicamente esta modificación trae aparejada una batería de ensayos que deben ser realizados con la finalidad de verificar si el material propuesto responde a los requerimientos mínimos exigidos por el cliente.

Solo a titulo informativo, ya que no es el objetivo de este estudio, se adjunta en el Anexo IV el plan de ensayos requeridos para implementar el cambio de materia prima.

La inversión requerida para realizar el cambio de materia prima, costo de los ensayos, envío y recepción de muestras, costo de muestras físicas destinadas a ensayos, pruebas de lanzamiento, horas de ingeniería y calidad asciende a USD 28150. Dicho valor se considera la inversión inicial del proyecto de cambio de materia prima.

La diferencia de precio de ambas materias primas es de USD 0.33 siendo la diferencia por cada producto igual a USD 1.155 (cada producto consume 3,5 Kg de materia prima)

Diariamente se producen 200 paneles de instrumentos, lo que hace del ahorro diario sea de USD 231.

El ahorro mensual, considerando 4 semanas/mes y 6 días laborales por semana sería de USD 5774.08

Se estiman 4 semanas al mes ya que anualmente se trabajan 48 semanas (las terminal automotriz realiza 3 semanas de parada en verano y una semana de parada en invierno)

Dados estos datos ya mencionados podemos calcular el VAN y TIR de la inversión.

- VAN = USD 13.398,43

Taza de descuento: 0.12

Numero de meses = 24 (dos años tiempo estimado de vida útil del vehiculo)

Inversión Inicial = USD 28150

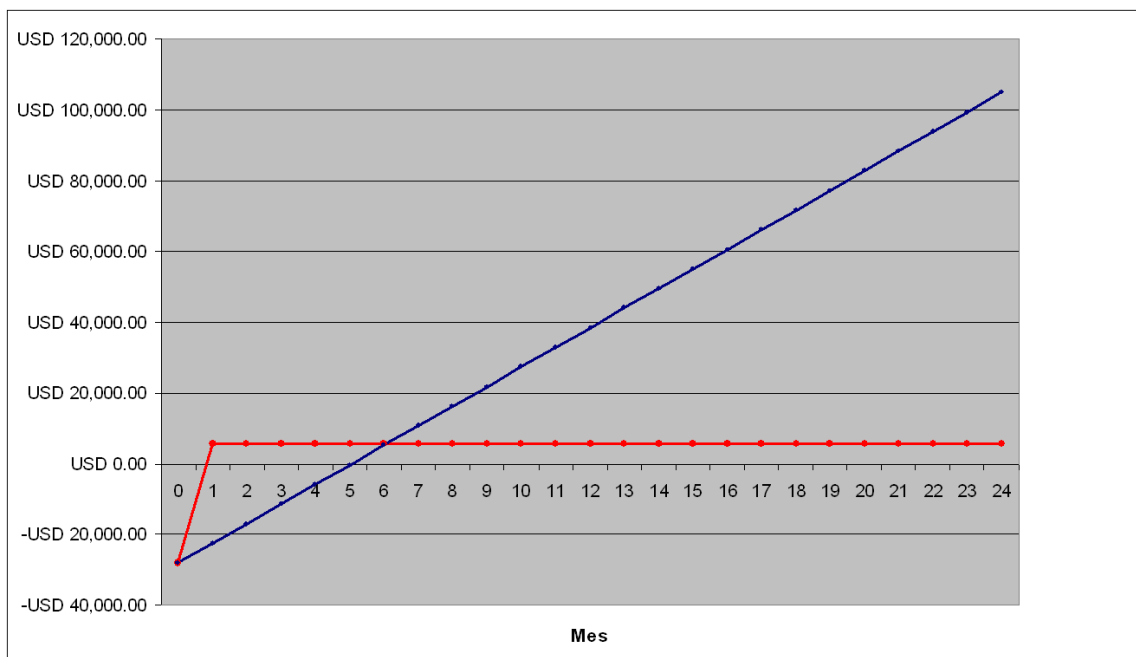
- TIR = 19%

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio = Sexto mes.

En el gráfico se puede visualizar lo siguiente:

En línea resaltada en colorado se visualiza el flujo de fondos real mes a mes y en azul se resalta el flujo de fondos acumulado.



Poliuretano

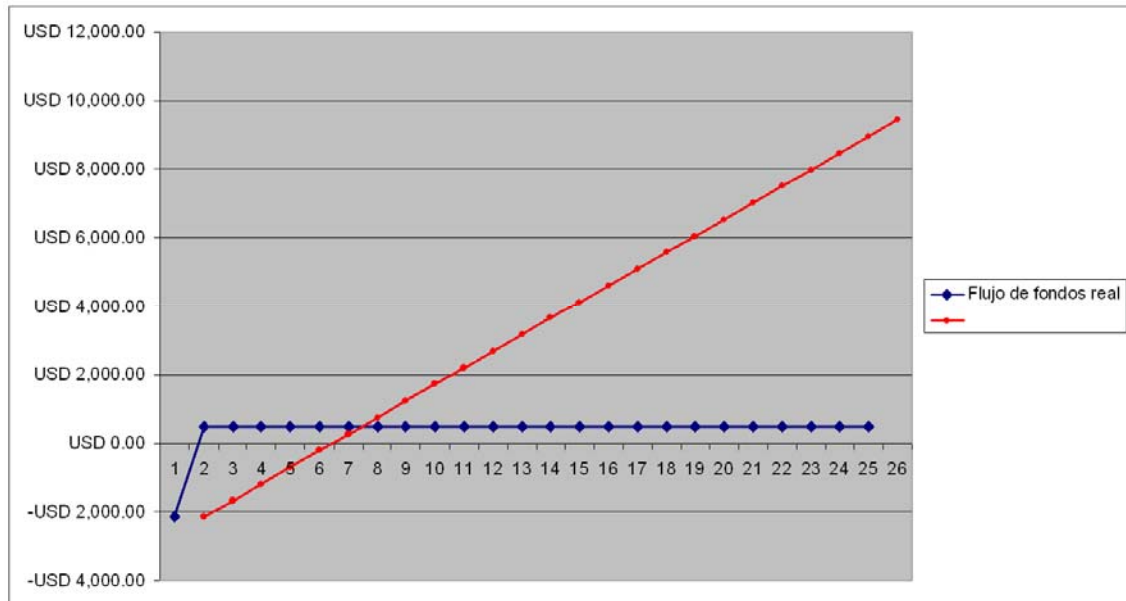
Según el análisis realizado en el punto 6.2.1.2 sobre el material, se sabe que la diferencia de costo entre el polioliol propuesto y el polioliol actual, es de USD 0.15 por kilogramo. La diferencia económica entre el isocianato propuesto y el isocianato actual es de USD 0.07 por kilogramo.

La batería de ensayos y pruebas que se deben realizar para llevar a cabo dicho cambio de materiales es muy sencilla, comparada con la correspondiente al cambio de la materia prima del sustrato plástico. Los ensayos a realizar son: dimensional del pad

espumado, ensayo de adherencia, indentación y un ensayo funcional para verificar su viabilidad de procesos. Dichos ensayos tienen un valor de USD 2150.

El ahorro por unidad producida es de USD 0.186, siendo la producción diaria de 200 unidades, podemos inferir que el ahorro diario será de USD 21,72.

El ahorro mensual, calculado como el correspondiente a 4 semanas de 6 días laborales, será de USD 521, 28.



VAN= USD 1.703,40

Taza de descuento: 0.12

TIR= 24%

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio= 6,5 mes.

PVC + ABS

Luego del análisis realizado en el ítem 6.2.1.3 se pudo concluir que el material actualmente utilizado para termoformar la piel de PVC + ABS no debe ser reemplazado por un material propuesto de similares características.

La razón principal de esta decisión esta relacionada al buen comportamiento que el material actual muestra en producción, a la discrepancia severa de valores en determinadas características críticas y al mayor costo del material propuesto.

730 - PROCESOS INDUSTRIALES

731 - Análisis económico de nuevos procesos

Las modificaciones propuestas en los diferentes procesos tienen dos finalidades. Por un lado tienen como objetivo el de mejorar la calidad del producto entregado al cliente y por otro lado permiten disminuir el costo de fabricación.

A continuación se realizará un análisis económico de las modificaciones propuestas.

Termoformado

Las modificaciones en el proceso de termoformado son:

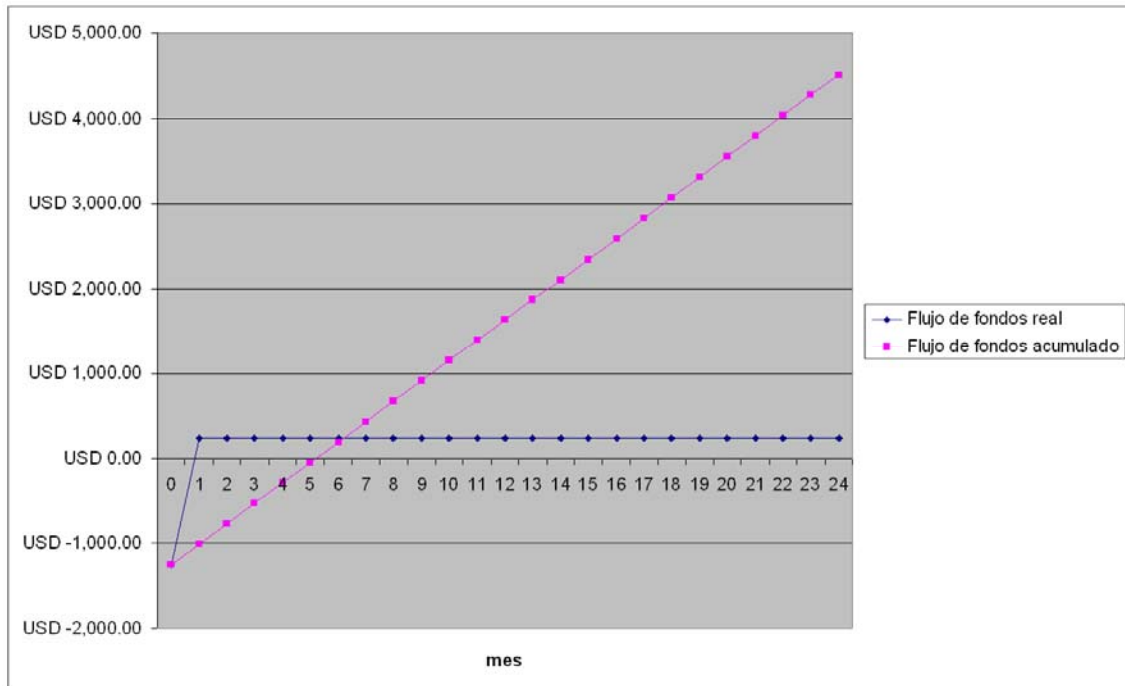
- Incorporación de una cuchilla caliente a la salida de la máquina de termoformado.

Esta modificación reducirá el tiempo de fabricación en 10 segundos o 0.00278 horas.

El costo de la hora hombre de un operario especializado de la empresa es USD 18 (incluye sueldo, cargas sociales, obra social, comedor, vacaciones, etc.) por lo que el ahorro es USD 0.05 por pieza.

Con una producción de 200 unidades día, el ahorro diario es de USD 10 siendo el ahorro mensual de USD 240.

La inversión inicial, que implica la compra e instalación de una cuchilla caliente automatizada para que trabaje sincronizada con la termoformadora es de USD 1250.



Con estos valores podemos calcular

$VAN = \text{USD } 552$

Taza de descuento: 0.12

$TIR = 19\%$

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio = 5.2 meses

- Controlar la temperatura de la atmósfera de termoformado.

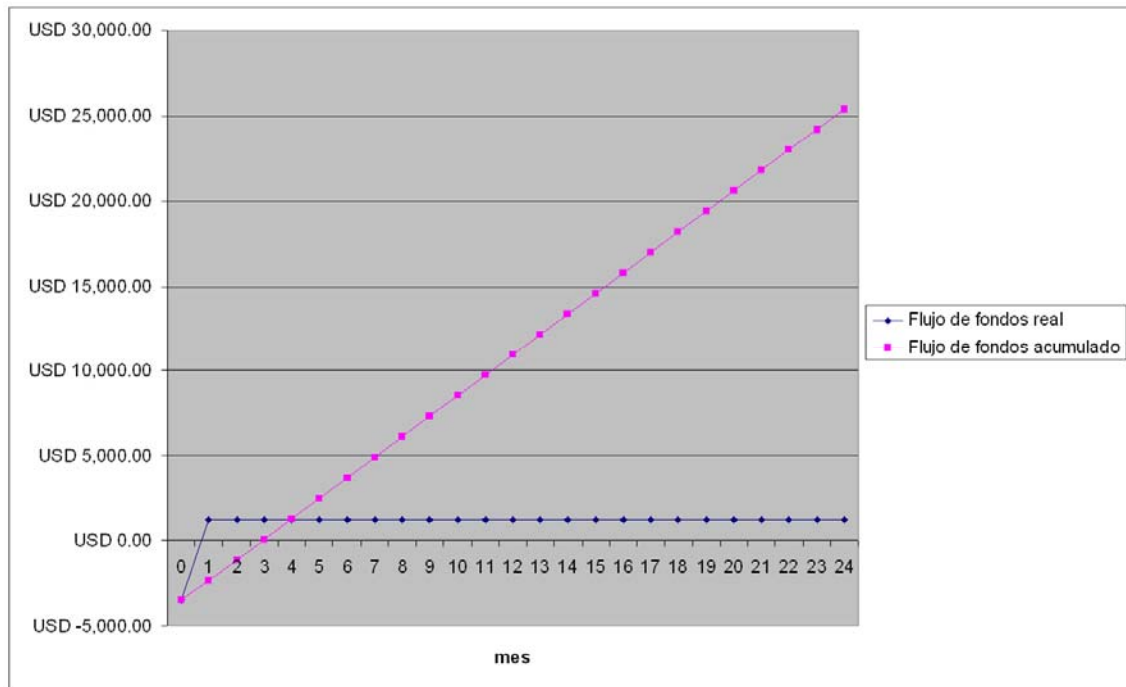
Como se menciono, el scrap de este proceso es de 3% debido a la incapacidad de controlar la temperatura de la atmósfera.

Las pieles termoformadas en frío, muchas veces en el proceso de termoformado, se pliegan algunas superficies quedando defectos que hacen desechable al producto.

La cantidad de scrap es variable siendo superior en invierno y puntualmente en las primeras termoformaciones de la mañana, en las que la temperatura ambiente es más baja.

El valor perdido de una piel termoformada se conforma por el valor de 1,77 metros de piel comprada más el costo de utilización de la máquina, energía, mano de obra, utilización de la planta industrial, agua, etc.

El valor de cada pieza de scrap es USD 8.39 siendo el scrap diario promedio de USD 50, 16.



Con estos valores es posible calcular.

$VAN = \text{USD } 5.251,36$

Taza de descuento: 0.12

$TIR = 34\%$

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio= mes 3

Espumado

Las modificaciones en el proceso de espumado son:

- Controlar la temperatura de la atmosfera de espumado

Como se mencionó anteriormente, el scrap de este proceso es de 2%, debido a la incapacidad de controlar la temperatura de la atmósfera en la que se encuentra el proceso.

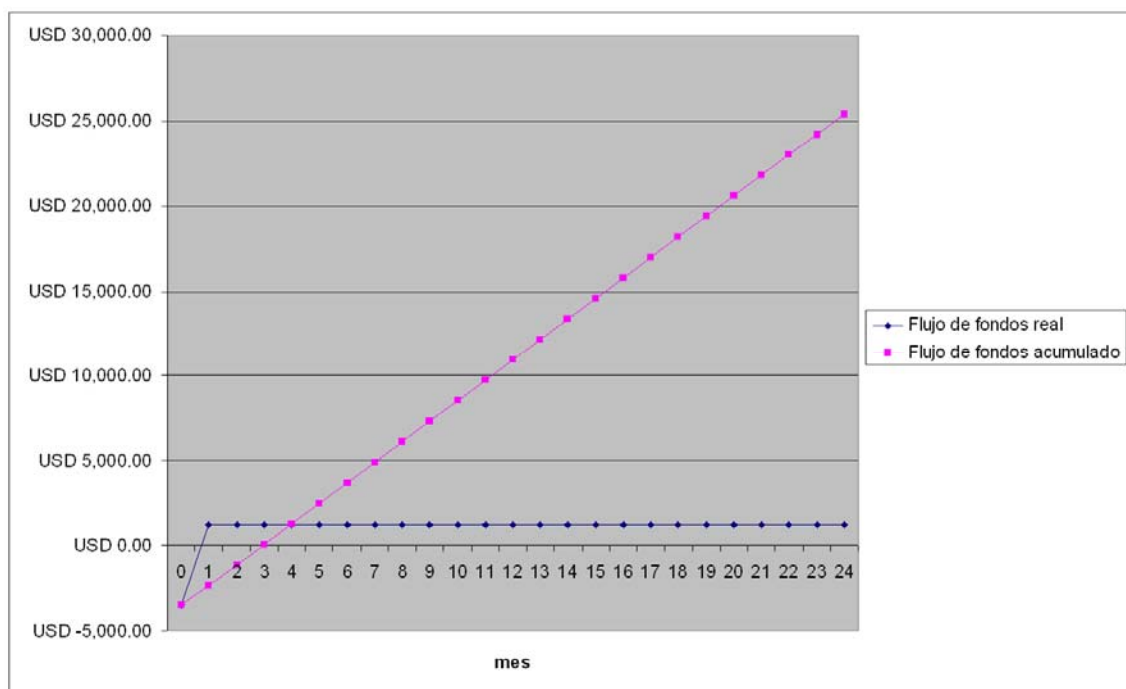
Los pads espumados, que reciben un gradiente muy alto de temperatura (un gradiente positivo desde la temperatura ambiente a la temperatura del interior del molde y un gradiente térmico negativo muy elevado desde el interior del molde a la temperatura ambiente), presentan imperfecciones en el producto final como ser: presencia de burbujas de aire, densidad final del producto distinta a la deseada, presencia de “serruchos” en la superficie de la piel, etc.

Cualquiera de estos defectos, con excepción a las burbujas de aire de tamaño menor al cm^2 de diámetro, son causante de rechazo de esa unidad.

El valor perdido de un pad espumado se conforma por el valor de la piel termoformada, el substrato plástico inyectado, el polioli, el isocianato y la utilización de la máquina de espumado.

El valor de cada pad espumado de scrap es USD 29.88 siendo el scrap diario promedio de USD 179, 29.

El ahorro mensual será de USD 4302.



Con estos valores es posible calcular.

$\text{VAN} = \text{USD } 26.790,86$

Taza de descuento: 0.12

TIR= 123%

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio= mes 3

- Elevar la temperatura del molde

No existe scrap por la diferencia existente entre la temperatura actual y la temperatura ideal del molde. La principal diferencia radicará en la calidad final del producto. La temperatura del molde es un factor fundamental en el proceso físico-químico de la espuma. Su variación dará como resultado un tablero con una sensación de suavidad superior a la actual, una superficie más uniforme y una homogeneidad de la espuma superior.

Water Jet

Las modificaciones en el proceso de corte por agua son:

- Reducción del tiempo total del proceso.

El robot de corte por agua puede encontrarse en tres posiciones a saber.

- Latente.

Durante este período, la torreta giratoria se encuentra cambiando de posición y el robot se encuentra pendiente entre una pieza ya cortada y otra pieza todavía no cortada.

- En corte.

Durante este período, el robot se encuentra cortando el panel de instrumentos.

- En movimiento.

El robot se encuentra en movimiento pero sin expulsar agua destinada al corte. El robot se mueve desde una zona de corte hacia la próxima zona de corte.

El tiempo latente es el menor de todos ya que la torreta realiza un giro de 180° en 3 segundos. Este tiempo no se lo puede reducir, debido a que el mismo se compone pura y exclusivamente del giro de la torreta. La misma gira a una velocidad máxima sin poner en riesgo al pad espumado.

El tiempo de corte no se lo puede reducir ya que un mínimo aumento de la velocidad de corte genera un alto porcentaje de piezas mal cortadas. Estas piezas son desechables y su valor, por todos los procesos ya realizados sobre el pad es muy elevado. Tiempo total de corte: 54 segundos

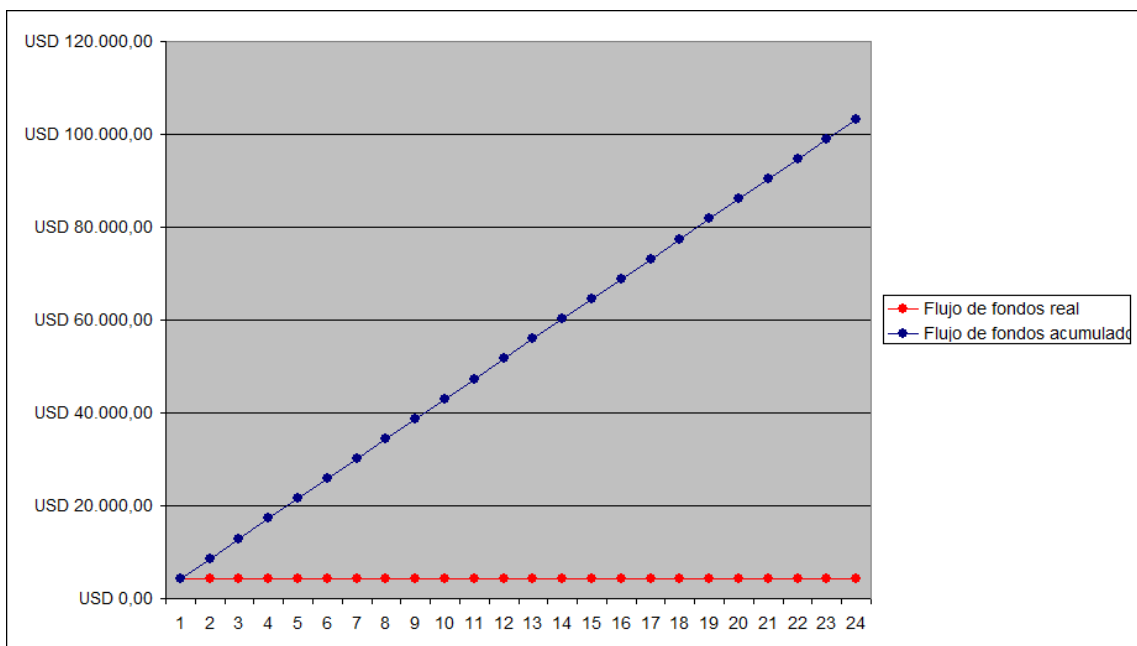
El único tiempo que se puede alterar es el llamado tiempo en movimiento. La velocidad del robot mientras no corta el producto es independiente de la calidad del mismo. Por esta razón se tratará de incrementar al máximo dicha velocidad. El tiempo total en movimiento del robot es 32 segundos. Se propondrá una reducción de 13 segundos. Por lo que el tiempo final en movimiento será de 19 segundos.

La velocidad media de movimiento se duplicará. La razón por la que el tiempo no se ve reducido a la mitad es la gran cantidad de aceleraciones y desaceleraciones después y antes de cada zona cortada. La utilización de esta máquina implica un costo por hora de USD 213.

El ahorro de los 13 segundos por producto representa un ahorro de USD 0,77.

El ahorro diario asciende a USD 179, 29.

El siguiente gráfico muestra el flujo de fondos producto de la modificación.



VAN= USD 29.906,93

Taza de descuento: 0.12

732 - Mejoras económicas debido a modificación de Lay Out

Las modificaciones realizadas en el Lay Out tendrán un impacto económico en el resultado final de la empresa. Dichas modificaciones pueden reducir la superficie utilizada para el proceso y/o modificar los procesos con la finalidad de optimizar la fabricación del producto.

Lay Out Termoformado y Espumado

Las modificaciones realizadas en el Lay Out de termoformado son las siguientes:

- 1) Modificación de la estiba de los rollos de alimentación.

Esta modificación implica un dispositivo estructural, compuesto por caños de acero en los que se ingresará el rollo, un sistema mecánico que cambie las ubicaciones de los rollos y una traba para asegurar la posición de ambos mientras se lo esta utilizando.

La inversión necesaria para este dispositivo es de USD 2000.

- 2) Eliminación de la cinta transportadora

La eliminación de la cinta transportadora reduce el largo de la cinta termoformadora en 2,35 metros. El operario recibe la piel directamente en la mesa de trabajo. Como la cuchilla de corte caliente, mejora propuesta en el ítem 6.3.1, independiza a la piel termoformada del rollo de vinilo es posible que el operario trabaje sin inconvenientes sobre la piel ya termoformada.

La inversión necesaria para esta modificación es nula. Esta modificación esta ligada a la propuesta de incorporación de la cuchilla caliente.

- 3) Relocalización de racks de substratos inyectados

Las dos modificaciones anteriores permiten que se puedan relocalizar 8 de los 16 racks que contienen substratos plásticos inyectados.

La superficie total de los 8 racks es de 15.16 m^2

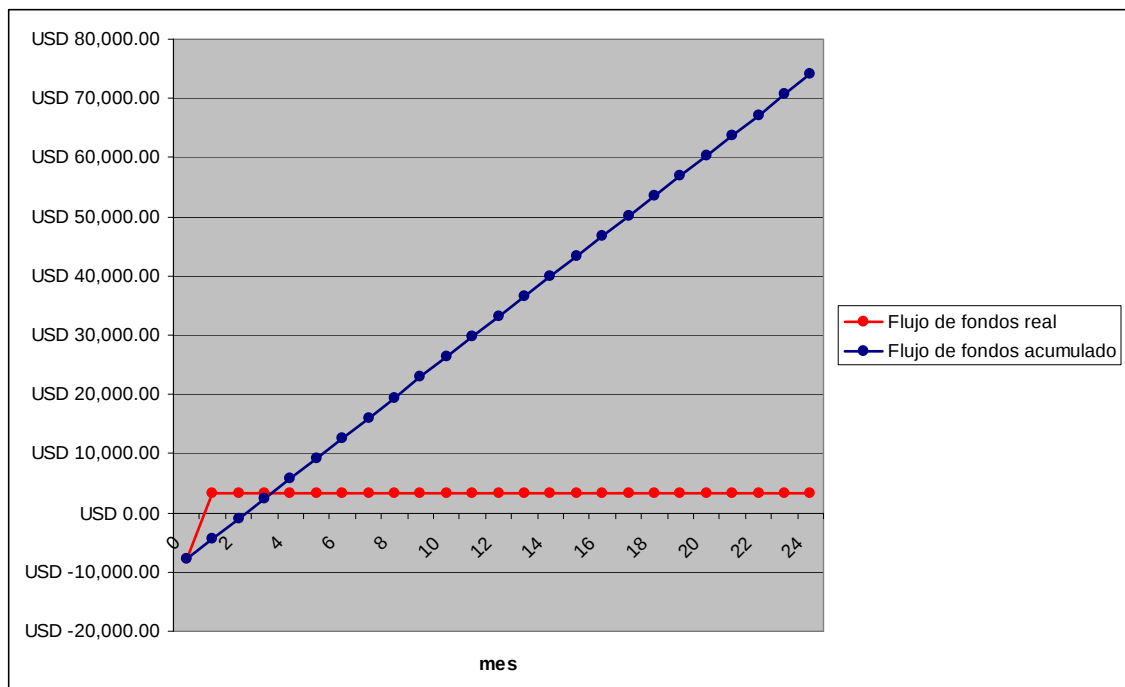
Según una cotización, de un deposito aledaño a la fábrica, cuyo nombre no puede ser mencionado, el costo del metro cuadrado es de \$2,2 por día + \$17 por picking de ingreso o egreso.

Mensualmente se estima, como hipótesis optimista, una cantidad de 15 movimientos de materiales (ingreso mas egreso).

Según la estimación realizada el costo total por metro cuadrado es de \$568.24

Para poder mover los racks al pie de la termoformadora es necesario mover la misma 1.4 metros en dirección hacia el pasillo principal (en el Lay Out completo) o en dirección de la alimentación de los rollos.

El movimiento de la máquina de termoformado infiere en un costo de USD 5800. Este costo esta relacionado al alquiler de un clark especial, el tiempo de la máquina inhabilitada para operar y la contratación de una empresa destinada al movimiento de dicha máquina.



VAN= USD 16.732,28

Taza de descuento: 0.12

TIR= 44%

Taza de descuento: 0.12

Punto de equilibrio= 2,2 meses

Lay Out Línea de ensamble

Las modificaciones realizadas en el Lay Out de termoformado son las siguientes:

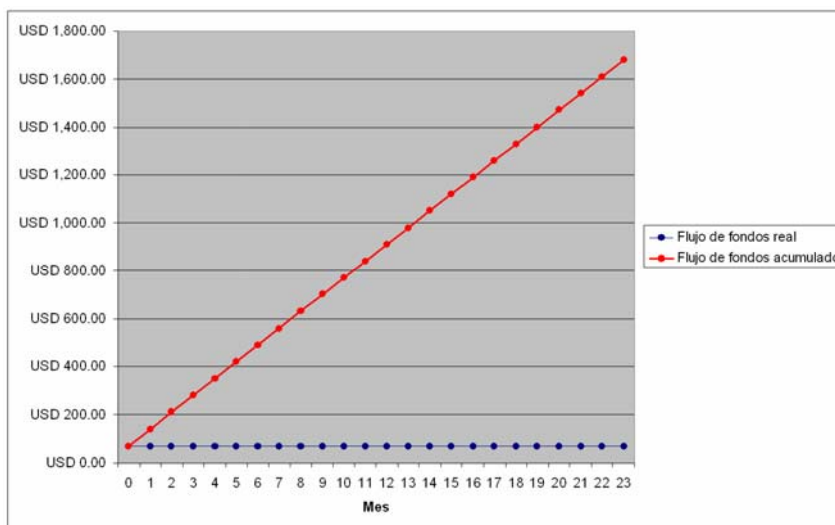
1) Incremento en la cantidad de racks de provisión de la célula de montaje

El incremento de la cantidad de racks de provisión de la célula de montaje genera un ahorro en la operación logística de aprovisionamiento de la celda.

La diferencia de tiempo entre ambas situaciones es de 1 minuto aproximadamente por cada rack. Es decir que cada 16 paneles de instrumentos montados se gana un tiempo de 1 minuto.

La hora hombre del operador logístico es de USD 14. Siendo el ahorro por pieza de USD 0.0145833

El ahorro mensual es de USD 70.



2) Relocalización de la estación de subensamble

La relocalización de la estación de subensamble tiene como finalidad proveer sus “productos terminados” hacia la nueva estación de ensamble número 1.

Esta modificación no agrega valor, pero es necesaria para la modificación siguiente.

3) Independización de la estación de ensamble N° 1 del carrousel.

La independencia de la estación de ensamble número 1 permite un nivel de respuesta superior ante modificaciones en los pedidos del cliente, reduce el tiempo de entrega y permite la producción de stock en proceso para cubrir eventuales picos de demanda.

Esta modificación no refleja una variación económica producto de una menor utilización de la superficie cubierta de la nave de producción. El mayor beneficio es la competitividad ganada demostrando al cliente la mejora.

En caso de que el cliente desee incrementar la producción diaria de vehículos esta modificación puede tomar vital importancia.

Intentar hacer un análisis económico sería muy estimativo y poco real ya que se encuentra basado en escenarios desconocidos.

4) Modificación de elementos perifericos a las estaciones de sub-ensamble y ensamble número 1

La relocalización de los elementos periféricos tiene como finalidad proveer sus “componentes” hacia la nueva estación de ensamble número 1 y estación de sub-ensamble.

Esta modificación no agrega valor, pero es necesaria a la modificación siguiente.

5) Agregado de una mesa transportadora desde la estación de sub-ensamble hacia la estación de ensamble número 1

La finalidad de la mesa transportadora es la de almacenar, acercar y mantener los productos terminados de la estación de ensamble número 1.

Esta modificación, fundamental para independizar los tiempos de ensamble de la estación número 1 del carrousel, aporta valor en su conjunto con las anteriores modificaciones de Lay Out.

800 - CONCLUSIÓN GENERAL

En todos los ordenes de la vida debemos contar con la mayor información posible antes de tomar una decisión.

Una decisión es una elección entre dos o mas caminos. Cada vez que decidimos estamos dejando de lado uno de los dos, o más, caminos para tomar el otro.

Lo mas importante de este trabajo, la conclusión final, abarca mucho más que la ingeniería de procesos o la ingeniería de materiales.

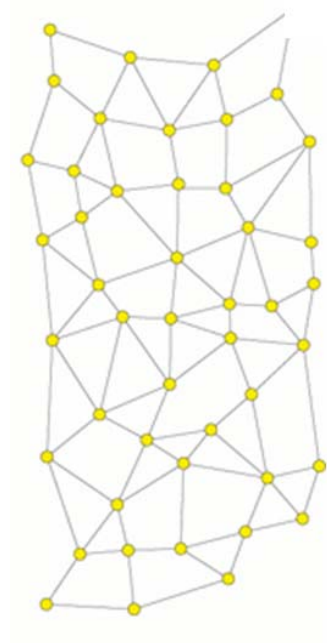
La conclusión final de este trabajo, desearía yo, sea que para tomar una decisión, por más insignificante que parezca, debe ser analizada en profanidad y tomada con la responsabilidad que le compete.

Etapas I – Cual es mi situación actual? A donde estoy parado?

Etapas II – Que alternativas existen? Hacia a donde podría ir?

Etapas III – Que alternativa selecciono? Por que?. Cuales desecho? Por que?

En definitiva, la vida es una inmensa red llena de hilos, los caminos que recorreremos, interconectados por nodos, las decisiones que tomamos. De nosotros depende el rumbo que le damos a la misma.



900 - REFERENCIAS

Visteon, <http://www.visteon.com/>
Ford, <http://www.ford.com.ar/>
Faurecia, <http://www.faurecia.com/>
Flow, <http://www.flowwaterjet.com/>
ABB, <http://www.abb.com.ar/>
Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/>

1000 - BIBLIOGRAFÍA

- **Metodología del diseño industrial: un enfoque desde la ingeniería concurrente** – Aguayo González, Francisco; Soltero Sánchez, Víctor M. – Madrid: Alfaomega, 2003
- **Sistema de diseño de productos** – Goslin, Lewis N. – Buenos Aires: El Ateneo, 1971.
- **Universal principles of design: A cross-disciplinary reference** – Lidwell, William; Holden, Kritina; Butler, Jill. – Massachusetts: Rockport, 2003.
- **Síntesis creadora en el diseño** – Alger, John R. M.; Hays, Carl V. – México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1969
- **Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva** - Chase, Richard y otros. Mc Graw Hill – 658.5 C8
- **Estudio del Trabajo (Ingeniería de métodos y medición del trabajo)** - García Criollo, Roberto. Segunda edición Mc Graw Hill – 658.542 G1
- **Resistencia de Materiales** - Vazquez M., Noela, 1999.
- **Mecánica de Materiales** - Riley, Sturges, Morris, Limusa.
- **Curso Superior de Resistencia de Materiales** - Seely-Smith. NIGAR.
- **Calidad Total y productividad** – Gutiérrez Pulido, Humberto. – México: Mc Graw Hill, 1998.

1100 - ANEXOS

Anexo I

High Performance Styrenics

PRODUCT DATA SHEET FOR:

DYLARK 378P20

Glass Reinforced Engineering Resin

FEATURES: APPLICATIONS:

- Very high modulus • Instrument panel substrates
- High heat resistance • Consoles
- Excellent flow characteristics • Cluster housings
- Excellent adhesion to urethane • Interior trim

PROPIEDADES ⁽¹⁾	METODO	VALORES TIPICOS ^(2,3)
Peso Especifico	ISO 1183	1.20
Indice de Fluencia, g/10 minutos (230 °C/2.16 Kg)	ISO 1133	4
Contenido de Fibra de Vidrio, %	ISO 3451-1	20
Resistencia a la tracción, MPa	ISO 527-2	77
Alargamiento a la tracción, %	ISO 527-2	2.1
Modulo de Tracción, MPa	ISO 527-2	6100
Resistencia a la Flexión, MPa	ISO 178	115
Modulo de Flexión, MPa	ISO 178	5900
Impacto Izod (con entalla), kJ/m2 a 23°C y a -40°C	ISO 180/1A	9.1 8.8
Impacto Charpy (con entalla), kJ/m2 a 23°C	ISO 179/1eA	9.7
Impacto Charpy (sin entalla), kJ/m2 a 23°C	ISO 179/1eU	26.9
Contracción del molde, pulgada/pulgada (cm/cm)	ISO 2577	0.002-0.004
DTUL a 1.82 MPa, °C (4.0 mm bar)	ISO 75-2	123
Coefficiente lineal de expansión termica. cm/cm/°C inch/inch/°F	NOVA Chemicals Laboratory Procedure	5.0 x 10-5 2.8 x 10-5

Anexo II

Technical Data Sheet

Elastoflex® E 3521/119

Page 1 / 3
Version 02
Date of issue: 18.09.2006

Elastogran



• BASF Group

Application

Polyurethane (PUR) semi rigid foam for the production of instrument panels for the automotive industry

Chemical Characteristics

Polyol-Component: Mixture of polyols
Iso-Component: Iso PMDI 92160 - Diphenylmethan-diisocyanat (MDI) or
higher condensated isocyanates

Supply

The type of supply for the components will be decided after consultation with our Sales Office.

Storage, Preparation

Polyurethane components are moisture sensitive. Therefore they must be stored at all times in sealed, closed containers. The A-component (Polyol) must be homogenised by basic stirring before processing. More detailed information should be obtained from the separate data sheet entitled "Information for in-coming material control, storage, material preparation and waste disposal" and from the component data.

Processing

For processing follow the information provided by our technical adviser.

Possible Hazards

The B-component (Isocyanate) irritates the eyes, respiratory organs and the skin. Sensitisation is possible through inhalation and skin contact. MDI is harmful by inhalation. On processing these, take note of the necessary precautionary measures described in the Material Safety Data Sheets (MSDSs). This applies also for the possible dangers in using the A-component (Polyol) as well as any other components. See also our separate information sheet "Safety- and Precautionary Measures for the Processing of Polyurethane Systems." Use our Training Programme "Safe Handling of Isocyanate."

Waste Disposal

More detailed information is provided in our country-specific pamphlet.

Consumer articles, medical products

There are national and international laws and regulations to consider if it is intended to produce consumer articles (eg articles that necessitate food or skin contact, toys etc.) or medical objects out of Elastogran's products. Where these do not exist, the current legal requirements of the European Union for consumer articles as well as medical products should be sufficient. Consultation with the Elastogran Sales Office and our Ecology and Product Safety Department is strongly recommended.

Elastoflex® E 3521/119

Page 2 / 2
 Version 02
 Date of Issue 18.09.2006

Elastogran



1 BASF Group

Component Data

	Unit	Polyol-Comp	Iso-Comp.	Method
Density (25°C)	g/cm³	1.03	1.23	DIN 51 757
Viscosity (25°C)	mPa·s	1430	115	DIN 53 018
Storage Stability	months	6	6	
Storage Temperature	°C	≥ 25	≥ 25	

Processing Data

Cup Test

	Unit	Value	Method
Component temperature	°C	23	
Weight	g	A = 100 B = 46	
Start time	s	13	Elastogran G 132 - 01
Rise time	s	63	Elastogran G 132 - 01
Free Rise Density	kg/m³	77	Elastogran G 132 - 01

Machine Processing

	Unit	Value	Method
Mixing ratio A : B	pbw	A = 100 B = 46	
Processing Temperature	°C	25 - 35	
Mould Temperature	°C	35 - 50	

Elastoflex® E 3521/119

Page 3 / 3
Version 02
Date of Issue 18.09.2006

Elastogran



BASF Group

Physical Properties

	Unit	Measured value			Method
		1	2	3	
Density (core)	kg/m³	-	-	133	DIN EN ISO 845
Tensile strength	kPa	295	212	172	DIN EN ISO 1798
Elongation at break	%	36	78	13	DIN EN ISO 1798
Compression load deflection 40%	kPa	76	29	46	DIN EN ISO 3386
DVR, 70°C, 22h, 50%	%	36.8	22.5	35	DIN EN ISO 1856

- 1) Initial value
2) Humidity aging: 5 hours/120°C (3 cycles)
3) Heat aging: 168 hours/140°C

® = registered trade mark of Elastogran
The data contained in this publication is based on our current knowledge and experience. In view of the many factors that may affect processing and application of our product, this data does not relieve processors from carrying out their own investigations and tests; neither does this data imply any guarantee of certain properties, or the suitability of the product for a specific purpose. Any descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights etc. given herein may change without prior notice and do not constitute the agreed contractual quality of the product. It is the responsibility of the recipient of our products to ensure that any proprietary rights and existing laws and legislation are observed. (Date of publication).

Elastogran GmbH

Postfach
D-49440 Lemförde

Tel.: +49 (0) 5443-12-0
Fax: +49 (0) 5443-12-2020
mail: info@elastogran.com
Internet: www.elastogran.com

Anexo III



DESIGN VERIFICATION PLAN AND REPORT

System 1.00 Body		Assembly Instrument Panel Assembly			Program Ranger 19884					Design Engineer L. De Nobili / J.P. Altomare				
Subsystem 1.12.01 Instrument Panel		Component Instrument Panel 9L55-1004304-xxW			Latest Design Level Instrument Panel 9L55-1004304-xxW					Concurred				
Test Name/Source	SDS Req.	Acceptance Criteria	Test Results	Design Level Tested	Sample Size Suggested	Tested	Statist. Test Accept. Crit. Req.	Tested	Timing Start	Comp.	Resp.	Remarks	Extended Test Results	
SDS & Requirements Testing														
<u>IP & Console Key Life Test</u> RELIABILITY DVM-0001-IP	IP-0008	The instrument panel shall meet all meet all aspects of the test listed in the SDS method. The system and its components shall have a minimum functional life of 10 years 150,000 miles, based on program requirements, over a temperature range of -40 degrees C to 82 degrees C		SAMPLE	1		0 failures							
<u>Squeak and Rattle : Durability</u> DVM-0002-IP	IP-0001	Squeak and Rattle The system and its components, over the functional life, when excited between the frequency of 5 and 100 Hz at 20 degrees C, shall not emit instantaneous sounds greater than 48 db when high high pass filtered at 1000 hz. The sounds shall be determined at the driver and passenger positions.		SAMPLE	1		0 failures							
<u>S and R : Thermal Expansion</u> DVM-0003-IP	IP-0030	Squeak and Rattle Subsystems shall not emit objectionable noises (e.g. pop, squeak, rated a 6 or less) as a result of rapid expansion/contraction due to Hot/Cold air flow under the following conditions. 1) Sample : 60C Air: 5C 2) Sample : -29C Air: 35C		SAMPLE	3		Signoff							
<u>Finish Panel Stiffness</u> DVM-0009-IP	IP-0004	When installed in the IP, the following maximum deflection is allowed by the finish panel (measured in the normal direction) by a 20 N force (applied normal to the surface in both directions when applicable) at a temperature of 20 DegreesC :		SAMPLE	3		0 failures							
<u>Serviceability and Assembly Feasibility</u> DVM-0012-IP	IP-0026	Serviceability The system shall meet appearance and functional requirements following assembly and removal of all components three times and all finish panels six times.		SAMPLE	3		Signoff							
<u>Natural Freq. of IP on Fixture</u> DVM-0014-IP	IP-0085	The instrument Panel 1st natural frequency (measured on the IP) shall be greater than 32 Hz in the following conditions: a) mounted in-vehicle b) mounted in a 1/4 buck (Key Life Test Buck) and shall not degrade by more than 5 Hz over the life of the vehicle.		SAMPLE	3		0 failure							
<u>Vibration Response</u> DVM-0015-IP	IP-0054	Vibration Response The IP system, including its components, shall have adequate stiffness and structural attachments to achieve a substrate vibration amplitude (displacement) less than 1 mm when the IP is mounted to the body and the body is subjected to a 0.1 g sinusoidal input swept from 10 to 50 Hz.		SAMPLE	3		0 failures							
<u>Assembly standard Torque</u> DVM-0023-IP	IP-0055	Threaded fasteners shall be specified according to B&A standard torque specifications of certified power tools.		SAMPLE	3		0 failures							
<u>FMVSS Regulations</u> SAFETY TEST	IP-0012	The IP and Console system shall support the compliance of all applicable FMVSS requirements. When available the Ford Acceptance Criteria must be met. 201 - Head Impact / Component Retention 208 - Front Craah		SAMPLE	1		Signoff							
<u>Chemical Compatability</u> DVM-0027-MA	MA-0015	Chemical Compatability All hard plastic materials, except polyolefins, shall show no cracking or crazing when observed with the unaided eye from a distance of 300 mm at 23 C after exposure to all possible contacting chemical agents (grease, oil mold releas, draw compounds, plasticizers) at a 1% strain rate for 72 hours at 60 °C		SAMPLE	1		0 failure					Lista de Compatibilidad quimica con diversos agentes (Std del PP)		
<u>AIR BAG SYSTEM INTEGRITY</u> IP Damagability DVM-0037-AB	PB-0021	No part of the airbag system nor its surrounding components can be projected toward the occupants during the deployment of the airbag.		SAMPLE	1		0 failure							



DESIGN VERIFICATION PLAN AND REPORT

System 1.00 Body		Assembly Instrument Panel Assembly			Program Ranger 19884			Design Engineer L.De Nobili / J.P. Altomare					
Subsystem 1.12.01 Instrument Panel		Component Instrument Panel 9L55-1004304-xxW			Latest Design Level Instrument Panel 9L55-1004304-xxW			Concurred					
Test Name/Source	SDS Req.	Acceptance Criteria	Test Results	Design Level Tested	Sample Size Suggested Sugg.	Tested	Statist. Test Accept. Crit. Req.	Tested	Timing Start	Comp.	Resp.	Remarks	Extended Test Results
INTERIOR TRIM, ASSEMBLY PERFORMANCE SPECIFICATION - WSS-M15P4-E (on drawing)													
<u>3.5.1 Short Term Heat, Humidity and Cold Cycle.</u>													
<u>3.5.1.1 Horizontal or vertical parts AT OR ABOVE THE BELT-LINE</u> 5 h at -40 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at 100 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 2 h at 50 +/- 2 °C and 95 +/- 5% R.H. . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at -40 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at 100 +/- 2 °C		The trimmed assemblies shall remain relatively unaffected by the exposure cycles during and after the tests as demonstrated: (1) Tactually/visually - no excessive tackiness, loss in surface-grain, or surface color change (AATCC Procedure 1, Rating 4, min); no wrinkling, distortion, blistering, warping, delamination, blushing, hazing, milking, staining, waviness, or other objectionable visual appearance.		SAMPLE	3		0 failure						
<u>3.5.2 Long Term Heat Exposure.</u>													
<u>3.5.2.1 Horizontal or vertical parts AT OR ABOVE THE BELT-LINE</u> 7 days at 100 +/- 2 °C			(2) Functionality - no excessive expansion, shrinking, or warping that will interfere with normal functional operations. (3) Dimensionality - no movement exceeding 3.0 mm from the original installed position during or after the test; for the "significant characteristic locations", no movement exceeding 0.5 mm from the original installed position during or after the test.		SAMPLE	1		0 failure					
<u>3.5.3 Heat, Humidity, and Cold Cycle (Vehicle Test)</u> 5 h at -40 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at 90 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 16 h at 50 +/- 2 °C and 95 +/- 5% R.H. . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at -40 +/- 2 °C . 30 min at 23 +/- 2 °C and 50% R.H. . 5 h at 90 +/- 2 °C					SAMPLE	3		0 failure					
<u>3.7 LOAD DEFLECTION</u> (FLTM BO 113-03) Not Applicable to Hard Plastics Drawing requirement		The test location, depth of deflection, and load value will appear on the engineering drawing when specified.		SAMPLE	6		0 failure						
<u>3.8 IMPACT RESISTANCE</u>													
<u>3.8.1 Rubber Ball</u> 4.5 kg weight, 127 mm dia 60 +/- 5, Durometer "A", (ISO 686/ASTM D 2240) <u>3.8.1.1 Room Temperature Impact</u> (23 +/- 2 °C)		The assembly shall show no evidence of cracking or breaking and shall fully recover from indentation in the time required for the assembly to return to 23 +/- 2 °C.		SAMPLE	6		0 failure						
<u>3.8.1 Rubber Ball</u> 4.5 kg weight, 127 mm dia 60 +/- 5, Durometer "A", (ISO 686/ASTM D 2240) <u>3.8.1.2 Cold Impact</u> (-30 +/- 2 °C)		The assembly shall show no evidence of cracking or breaking and shall fully recover from indentation in the time required for the assembly to return to 23 +/- 2 °C.		SAMPLE	6		0 failure						
<u>3.9.5 Stain Resistance to Identification Markings</u> (FLTM BO 112-06) Required of soft trim.		No evidence of staining on the cover material surface.		SAMPLE	3		0 failure						
<u>3.10 ADHESION AND BONDING PROPERTIES</u>													
<u>3.10.2 Bonded Strength, minimum average</u> (FLTM BN 151-05, except age per para 3.5.1 and 3.5.2)		Original 12 N Aged 75% of original result, no visual change in appearance		SAMPLE	6		0 failure						
<u>3.14 FOGGING</u> (DAE J1756, 3 h at 100 °C heating, 21 °C cooling plate, post test conditioning 1 h and 16 h)		Fog Number, min 70 Formation of clear film, droplets or crystals is cause for rejection.		SAMPLE	1		0 failure						
<u>3.15 ODOR, max</u> (FLTM BO 131-G1)		Rating 2		SAMPLE	1		0 failure						


DESIGN VERIFICATION PLAN AND REPORT

System		1.00 Body			Assembly			Instrument Panel Assembly			Program			ATL N° 19884			Design Engineer			L. De Nobili / J.P. Altomare			
Subsystem		1.12.01 Instrument Panel			Component			Instrument Panel 9L55-1004304-xxW			Latest Design Level			Instrument Panel 9L55-1004304-xxW			Concurred						
Test		Name/Source		SDS	Req.			Acceptance Criteria			Test Results			Design	Sample Size	Statist. Test		Timing		Resp.	Remarks		Extended
														Level	Suggested	Accept. Crit.	Start	Comp.				Test	
														Tested	Tested	Req.	Tested						Results
Other																							
Dimensional Study (Back to Back)					Measure actual and proposed parts and compare the obtained values. The points to be measured have to be defined between the Supplier and Ford						SAMPLE			6									
In Vehicle Test																							
Vehicle Durability Test					Instr. Pnl. assemblies must complete both phases of CETP 00.00-R-318 with no failures. Efforts & stiffness specs shall be met pre and post testing.						PROD			1		0 failure							
S&R after Vehicle Durability Test					Instr. Pnl. assemblies must complete both phases of CETP 00.00-R-318. Shall be met pre and post testing.						PROD			1		0 failure							
Craftmanship, Appearance Review of Vehicle Interior					The appearance of the instrument panel shall be reviewed and rated against the approved fit and finish drawings.						PROD			5		0 failure							
Fit & Function					Check if parts fit in its correct position						PROD			5		0 failure							
Campaign Prevention					There must be no incidents reported about the part at www.quality.ford.com/opar/campaign						-			-		-							
Functional test					Validate manufacturing operations and part behaviour after installation						PROD			5		0 failure							
Trial Run					Validate manufacturing operations and part behaviour after installation						PROD			1 day		0 failure							