

# CULATA

## ÍNDICE

<b>1. Punto Negro A14 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>1</b>
1.1. PROBLEMA .....	1
1.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	2
1.3. RECOMENDACIÓN.....	3
<b>2. Punto Negro A15 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>6</b>
2.1. PROBLEMA .....	6
2.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	7
2.3. RECOMENDACIÓN.....	8
<b>3. Punto Negro A16 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>9</b>
3.1. PROBLEMA .....	10
3.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	10
3.3. RECOMENDACIÓN.....	11
Alternativas .....	13
<b>4. Punto Negro A17 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>14</b>
4.1. PROBLEMA .....	14
4.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	15
4.3. RECOMENDACIÓN.....	16
<b>5. Punto Negro A18 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>17</b>
5.1. PROBLEMA .....	17
5.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	18
5.3. RECOMENDACIÓN.....	19
<b>6. Punto Negro A20 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>21</b>
6.1. PROBLEMA .....	21

---

6.2.	ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	22
6.3.	RECOMENDACIÓN.....	23
<b>7.</b>	<b>Punto Negro A21 – Transfer, LAMB .....</b>	<b>24</b>
7.1.	PROBLEMA .....	24
7.2.	ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	25
7.3.	RECOMENDACIÓN.....	26
<b>8.</b>	<b>Punto Negro A22 – Lavadora Desbarbadora, AGULLÓ .....</b>	<b>27</b>
8.1.	PROBLEMA .....	27
8.2.	ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	28
8.3.	RECOMENDACIÓN.....	29
<b>9.</b>	<b>Punto Negro B3 – Pórtico, GSA.....</b>	<b>29</b>
9.1.	PROBLEMA .....	29
9.2.	ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ.....	30
9.3.	RECOMENDACIÓN.....	30

## 1. Punto Negro A14 – Transfer, LAMB

OPERACIONES AFECTADAS: OP.20, ESTACIONES 1R, 2R, 3R, 4R, 12R, 13R, 14R, 20R y 4L.

Esta máquina transfer de veinticinco estaciones realiza el mandrinado en acabado de los posicionadores, las gargantas de válvulas y los taqués de admisión y escape. También mecaniza el taladrado y achaflanado de los orificios de guías de válvulas y el escariado final de los alojamientos y guías válvulas.

### 1.1. PROBLEMA

Aparecen fugas de taladrina a través de las protecciones laterales de las estaciones 1R, 2R, 3R, 4R, 12R, 13R, 14R, 20R, 4L. La taladrina queda derramada en el suelo, lo cual conlleva una situación de riesgo de accidentes. Además, sobre las protecciones móviles de la máquina quedan restos de la taladrina derramada, que empeoran la ergonomía y el medio ambiente en la planta.



*Derrames de taladrina sobre las protecciones de la operación 20*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOOOL MS-335 BF entre un 10% y un 14%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente un litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Concretamente, la operación 20 pertenece al sistema de taladrina F-2/3. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## 1.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

La causa raíz de este problema es la falta de estanqueidad entre las protecciones fijas y móviles. Como es evidente, las máquinas transfer están completamente cerradas para aislar el proceso de mecanizado del contacto con las personas. Estos cerramientos se componen de dos tipos de protecciones: protecciones fijas, que van atornilladas o soldadas a la máquina; y protecciones móviles de chapa, en forma de puertas desmontables o correderas. Las protecciones móviles son necesarias para acceder al interior de la máquina para llevar a cabo los cambios de herramientas, reparaciones y operaciones de mantenimiento. En algunos casos, estas protecciones no tienen la estanqueidad necesaria y se producen fugas a través de ellas.

En las puertas de las correderas 3R, 12R, 13R y 20R queda un espacio de unos milímetros abierto por el interior, en la parte superior. Por esa fisura escapa taladrina que fluye por el exterior de la protección hasta llegar al suelo.



*Detalle de protección 13R*

La taladrina escapa por arriba de la puerta desmontable en la estación 14R. De la misma forma escapa por la estación 4L; y por las 1R y 2R, donde hay cuatro puertas desmontables juntas. La unión superior de estas puertas desmontables con la bancada de la máquina no es estanca, y la taladrina fuga por las fisuras.



*Protecciones desmontables de las estaciones 1R y 2R*

También hay fugas de taladrina en las uniones a tope entre protecciones fijas de chapa, y entre la intersección de las tuberías que entran a la estación 3R con las protecciones fijas. Todas estas fugas son provocadas por la ausencia de estanqueidad entre las protecciones fijas de la máquina.

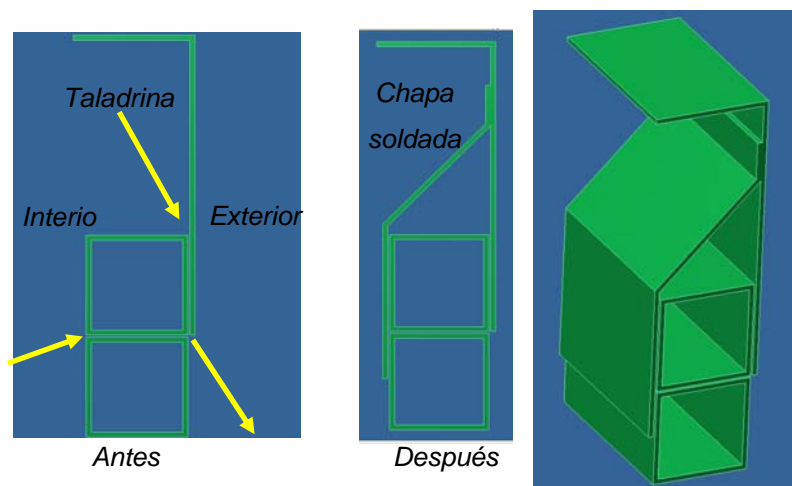


*Faltas de estanqueidad en protecciones fijas*

### **1.3. RECOMENDACIÓN**

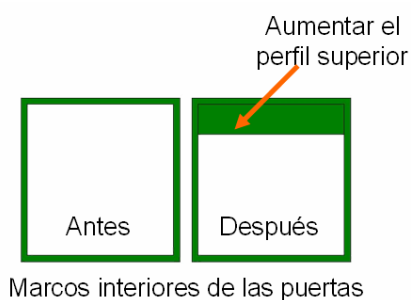
Para eliminar todas estas fugas se proponen diferentes soluciones en cada caso.

Para hacer estanca la corredera superior de las protecciones móviles en las estaciones 3R, 12R, 13R y 20R proponemos la instalación de un deflector, construido mediante una chapa soldada, que cubra la ranura por donde escapa la taladrina. De esta manera, la taladrina que fluye por el interior goteará sobre el deflector, que modificará su trayectoria hacia unos 70 milímetros más abajo. Así no caerá sobre ninguna abertura por donde pueda salir.



*Croquis del deflector que se instalará sobre las correderas*

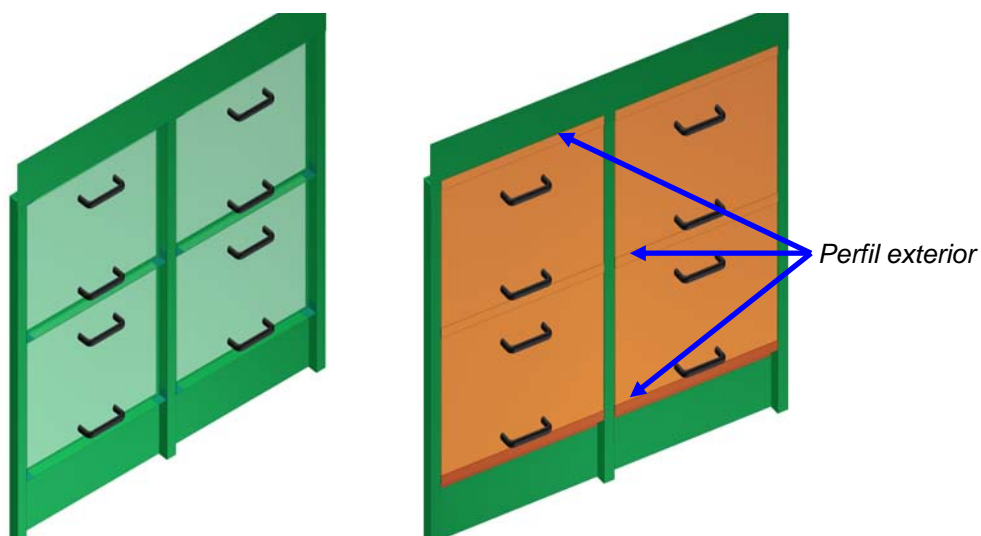
Para las fugas de las puertas desmontables se propone la instalación de unos vierteaguas en la parte interior, que actuarán de manera similar a los deflectores de las correderas. Estos vierteaguas modificarán la trayectoria de la taladrina hacia el interior de la máquina, evitando que salga fuera. Se construirán soldando una chapa de 70 milímetros en el interior del marco donde asienta la puerta desmontable. Al aumentar este perfil no se obstaculiza el trabajo en los cambios de herramientas y operaciones de mantenimiento, puesto que sigue quedando espacio suficiente para el acceso de una persona al interior.



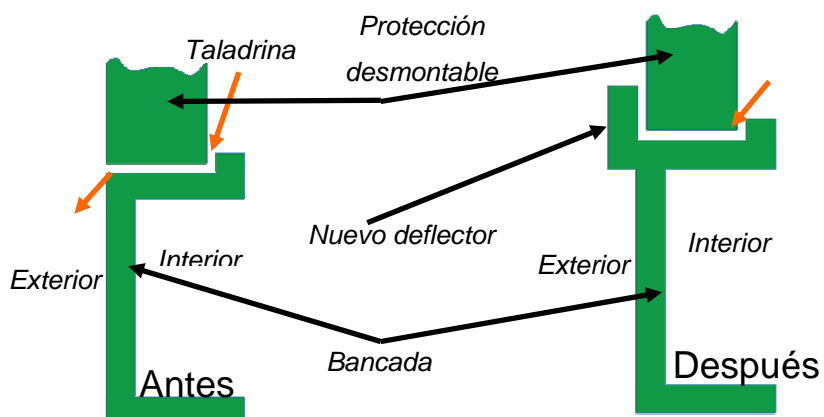
*Marcos interiores de las puertas*

*Croquis del vierteaguas instalado en el marco de las puertas desmontables*

Además, se instalarán unos deflectores por fuera de las protecciones para evitar que la taladrina se acumule en su parte inferior y salga a través de la unión entre la puerta desmontable y la protección contigua por la parte de abajo.



*Puertas desmontables antes y después*



*Esquema del deflector instalado por fuera*

Para evitar los escapes de taladrina entre protecciones fijas se van a sellar todas las uniones entre ellas. Es importante que el sellante resista la taladrina y la vibración de la máquina, puesto que se han utilizado resinas epoxi para intentar el sellado de estas uniones, pero se han resquebrajado a causa de las vibraciones y la acción química de la taladrina. Hemos buscado en el mercado un producto que satisfaga estas necesidades y lo hemos encontrado. El producto propuesto para el sellado es un polímero reforzado con acero y silicio de la marca Belzona Molecular. En concreto el sellante que se utilizará será Belzona 1111. El fabricante nos asegura que resiste perfectamente el contacto con la taladrina sin degradarse y no se agrieta al someterlo a vibraciones. De hecho, este producto se emplea en la reparación de cojinetes y bujes, tanques con filtraciones, tuberías perforadas, roscas agrandadas, etc.

La aplicación de este producto se debe realizar durante un periodo de no producción, ya que el tiempo de fraguado para poder resistir a la inmersión en productos químicos es de un día y medio, aunque el tiempo de aplicación debe ser inferior a quince minutos, ya que pasado este tiempo el polímero solidifica. Por tanto se puede aplicar un sábado por la mañana para volver a

arrancar la máquina el lunes siguiente. Como se ha comentado anteriormente, este producto se aplicará en protecciones fijas, es decir, que no se desmontan nunca, excepto cuando la máquina tenga que ser desechada. Para facilitar su eliminación cuando llegue este momento, se aplicará en capas delgadas para asegurar el sellado evitando soldar las diferentes placas.

Tras su aplicación se pintará la zona afectada para devolver la máquina a su apariencia original en color verde con pintura de referencia RAL-6010.

## 2. Punto Negro A15 – Transfer, LAMB

### OPERACIONES AFECTADAS: OP.30, ESTACIÓN DE CARGA

En la operación 30, que es una transfer de diez estaciones, se realiza el taladrado de las galerías de aceite con brocas cañón. Al ser taladros muy profundos necesitan un tiempo de ciclo elevado, por lo que la máquina carga dos culatas en cada ciclo para ajustarse al tiempo de ciclo establecido. Estas brocas cañón están controladas por un sistema ARTIS, que mide el consumo energético y detecta el nivel de desgaste de la herramienta, de manera que permite cambiarla antes de su rotura.

#### 2.1. PROBLEMA

Aparecen derrames de taladrina en la unión de la estación de carga y la primera estación de la máquina transfer. Estos derrames implican una situación que afecta gravemente a la seguridad de los operarios, puesto que cualquiera de ellos puede resbalar al pisar la taladrina y caer.



*Derrame de taladrina entre la carga y la transfer*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOL MS-335 BF entre un 10% y un 14%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente un litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, causándose



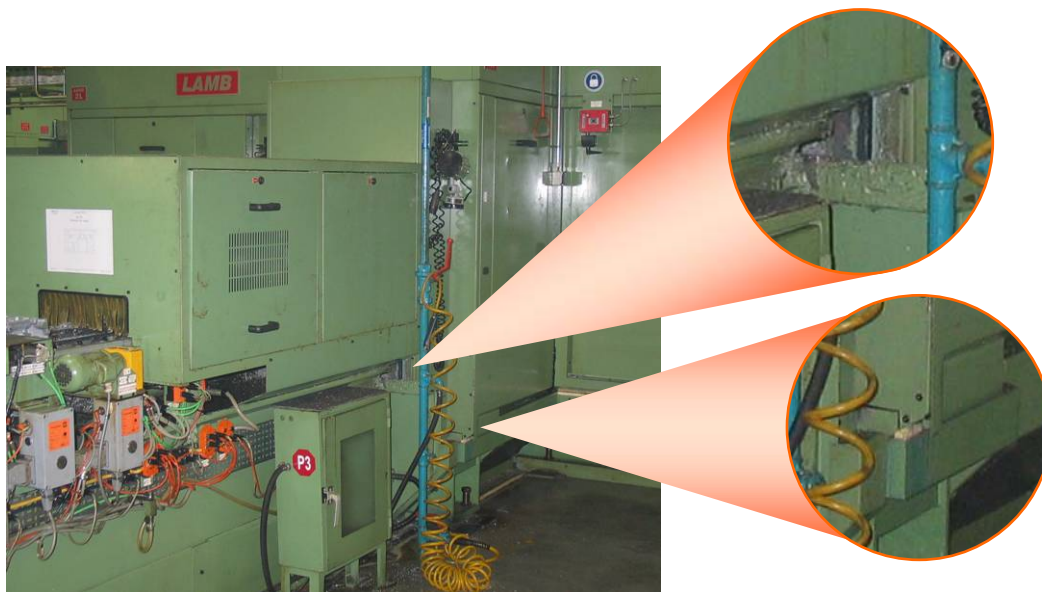
lesiones de gravedad. Por tanto estos derrames provocan una situación que afecta negativamente a la seguridad, y también a la ergonomía y el medio ambiente en la planta. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## **2.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ**

El problema que nos ocupa en este caso se debe a una falta de estanqueidad entre la carga con la primera estación de la máquina transfer. Al ser de fabricantes diferentes, el acoplamiento entre ellas no es del todo hermético, ya que no tienen la misma forma. Por eso los vahos y salpicaduras del canal veloz, incluso arrastrando viruta, escapan por las aberturas.

A lo largo de toda la planta hay varios canales veloces que recorren la nave de un extremo al otro. Su función es recoger toda la viruta generada en los procesos de corte y a la vez recoger la taladrina usada para refrigerar y lubricar la herramienta. Para facilitar el arrastre de la viruta el canal no tiene una profundidad constante, sino que aumenta desde 0,5 metros hasta 3 metros, creando un flujo de taladrina en dirección a los filtros y tanques de taladrina, situados al final de la planta. Además, en algunos puntos se introduce taladrina a presión directamente al canal, para favorecer la creación de un flujo turbulento que arrastre toda la viruta.

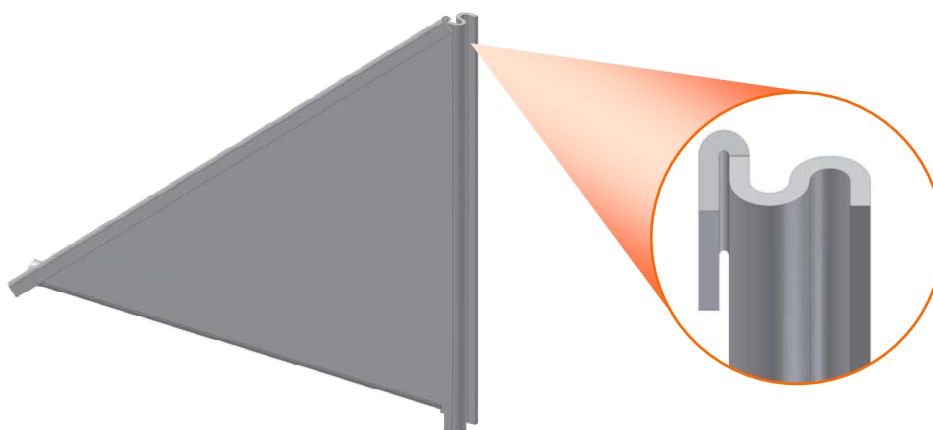
La taladrina que circula en régimen turbulento por el interior del canal veloz genera vahos y salpicaduras. En concreto, esta operación pertenece al sistema de taladrina F-2/3. Estos vahos y salpicaduras escapan a través de un hueco que queda entre la máquina transfer y la estación de carga, como se ha comentado anteriormente, debido al mal ensamblaje entre los elementos de diferente fabricante, ya que la transfer es de LAMB y el transportador con la carga de HAZMAC. Además, a través de la protección fija de la imagen inferior se filtran gotas de taladrina que amplían el derrame. Esto es debido a que la protección sobresale por fuera de la bancada, de manera que la taladrina fluye por la protección, goteando finalmente al suelo.



*Detalles de la abertura y de la protección fija que sobresale de la bancada*

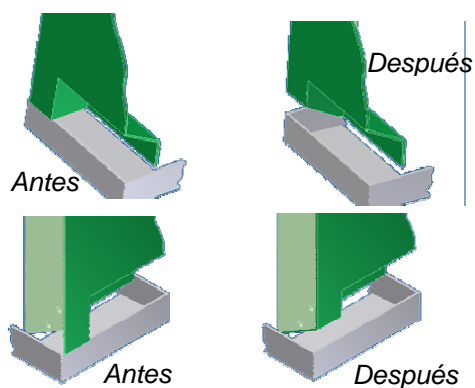
### **2.3. RECOMENDACIÓN**

Construir una protección fija de chapa para cubrir el hueco entre la carga y la estación. El espacio abierto tiene forma de triángulo rectángulo con unas dimensiones aproximadas en sus catetos de 60x50 milímetros, que se pueden tapar con una chapa cortada a la medida y atornillada por el interior a la estación de carga. Los lados de la protección triangular se doblarán de forma que se adapte a los perfiles interiores de la estación de carga y de la transfer, para evitar que la taladrina se filtre por algún resquicio.



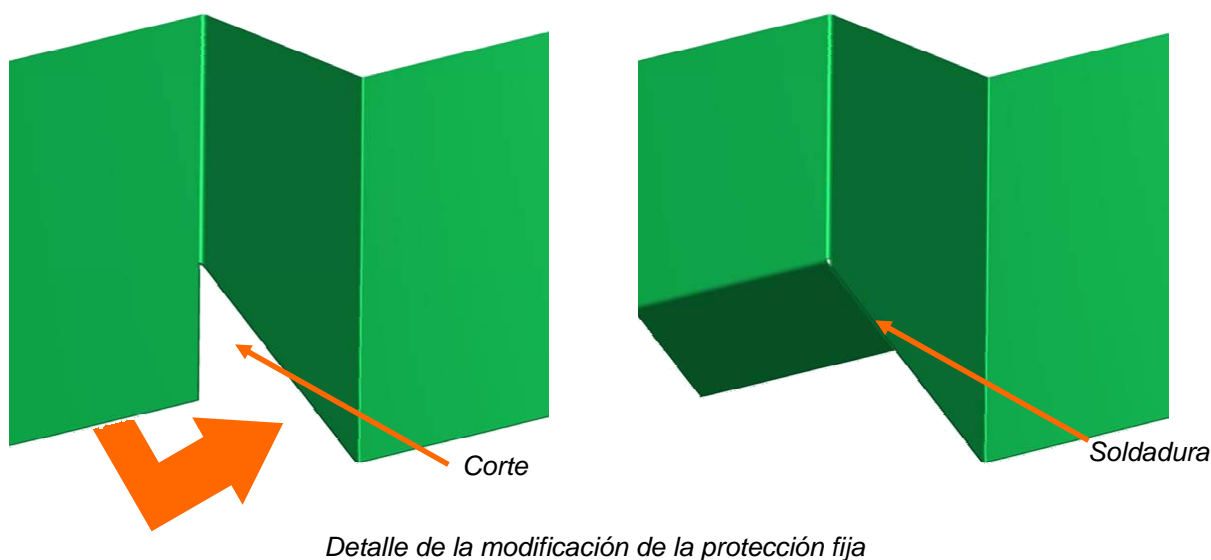
*Esquema de la protección para la abertura triangular*

Por otra parte, para evitar la fuga a través de la protección fija se sugiere que se modifique el saliente, recortándolo al mismo ángulo que sigue la forma de la bancada. De esta forma las gotas que fluyan por el interior de la protección fija caerán al interior de la bancada.



*Esquema del saliente antes y después de la modificación*

Para hacer esta modificación se recortará el saliente de la forma indicada en la figura inferior y posteriormente se doblará al mismo ángulo que la bancada y se soldará la unión para asegurar la estanqueidad.



*Detalle de la modificación de la protección fija*

### 3. Punto Negro A16 – Transfer, LAMB

OPERACIONES AFECTADAS: OP.50, LAS 5 BANCADAS DEL LADO IZQUIERDO

La operación 50 es una máquina transfer de 28 estaciones que realiza los orificios de amarre de los semicojinetes en la cara de árbol de levas, los localizadores de montaje, los de amarre de la tapa de árboles y los de engrase de los árboles de levas de admisión y escape.

### 3.1. PROBLEMA

Existen derrames de taladrina en el suelo. Aparecen en los laterales, por debajo de las bancadas de la máquina.



*Transfer operación 50*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOL MS-335 BF entre un 10% y un 14%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente un litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

### 3.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

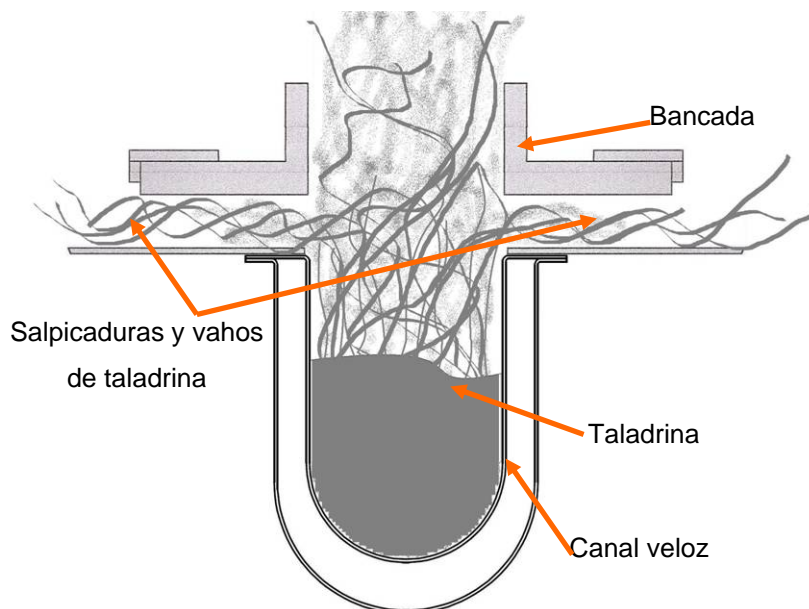
A lo largo de toda la planta hay varios canales veloces que recorren la nave de un extremo al otro. Su función es recoger toda la viruta generada en los procesos de corte y a la vez recoger la taladrina usada para refrigerar y lubricar la herramienta. Para facilitar el arrastre de la viruta el canal no tiene una profundidad constante, sino que aumenta desde 0,5 metros hasta 3 metros, creando un flujo de taladrina en dirección a los filtros y tanques de taladrina, situados al final de la planta. Además, en algunos puntos se introduce taladrina a presión directamente al canal, para favorecer la creación de un flujo turbulento que arrastre toda la viruta.

La taladrina que circula en régimen turbulento por el interior del canal veloz genera vahos y salpicaduras. En concreto, esta operación pertenece al sistema de taladrina F-2/3.



*Derrames de taladrina entre el suelo y la bancada en la operación 50*

Entre la bancada de la máquina y el suelo queda un espacio de aproximadamente 50-60 mm (no son totalmente paralelos). A través de ese hueco se escapan los vahos y salpicaduras, que se condensan cuando salen y acaban formando los derrames.

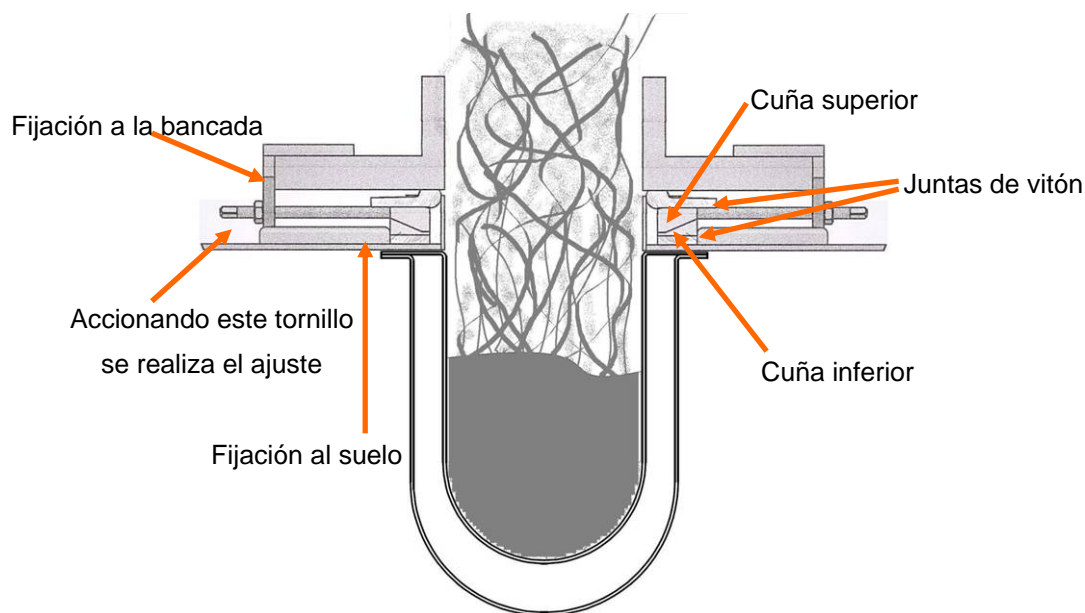


*Sección del canal veloz.*

### **3.3. RECOMENDACIÓN**

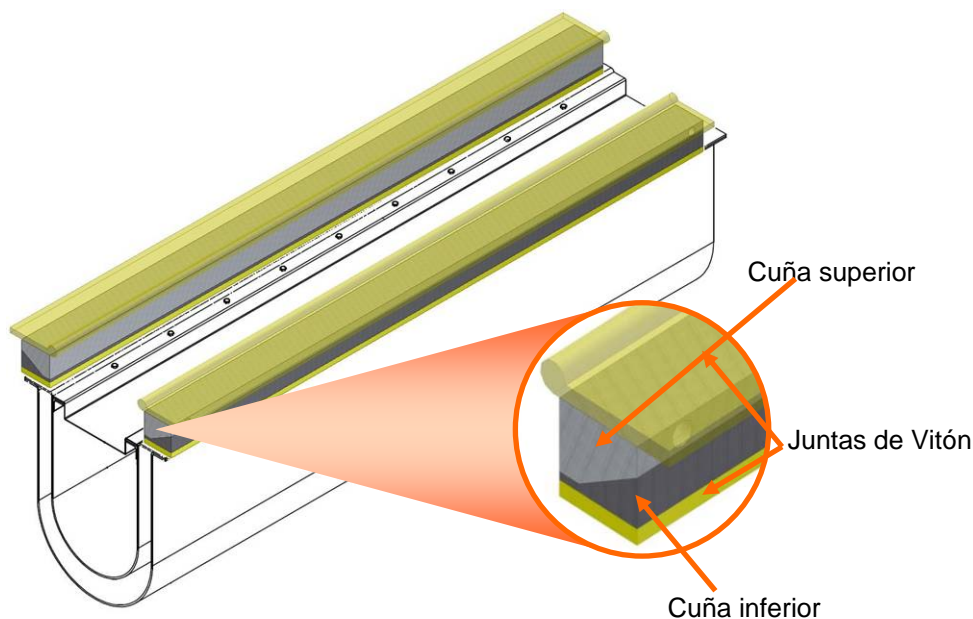
La solución a este problema es instalar cuñas de estanqueidad para asegurar el cierre entre la bancada y el canal veloz. Este sistema consiste en dos cuñas metálicas que deslizan una sobre la otra hasta ocupar todo el espacio que queda libre.

La idea de las cuñas surge por la necesidad de crear un sistema estanco en un espacio que resulta demasiado ancho para instalar una junta de material elastómero y demasiado estrecho para construir una protección lateral desmontable. Para ello se pensó en dos cuñas que deslicen una sobre la otra hasta que ocupen todo el hueco que queda abierto.



*Sección del canal veloz con las cuñas instaladas*

La solución adoptada fue construir las cuñas de manera que se deslice la superior sobre la inferior, que permanecerá fija, en dirección perpendicular al canal veloz.



*Cuñas transversales instaladas en el canal veloz*

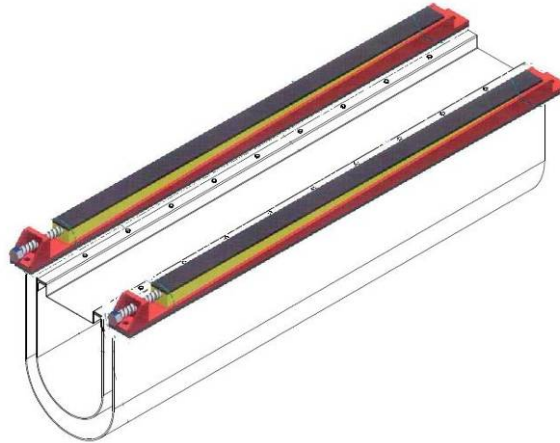
El montaje se realiza fijando la cuña inferior con un perfil en forma de "L" atornillado al suelo. Mediante una varilla roscada fijada a la bancada, estiramos de la cuña superior haciéndola deslizar sobre la inferior hasta que la unión quede cerrada.

Entre la cuña inferior y el suelo se coloca una junta de vitón, y también entre la cuña superior y la bancada. Esta junta se deforma absorbiendo las irregularidades del terreno y de la bancada de la máquina. El vitón es un caucho fluorocarbonado que no se degrada al entrar en contacto con la taladrina.



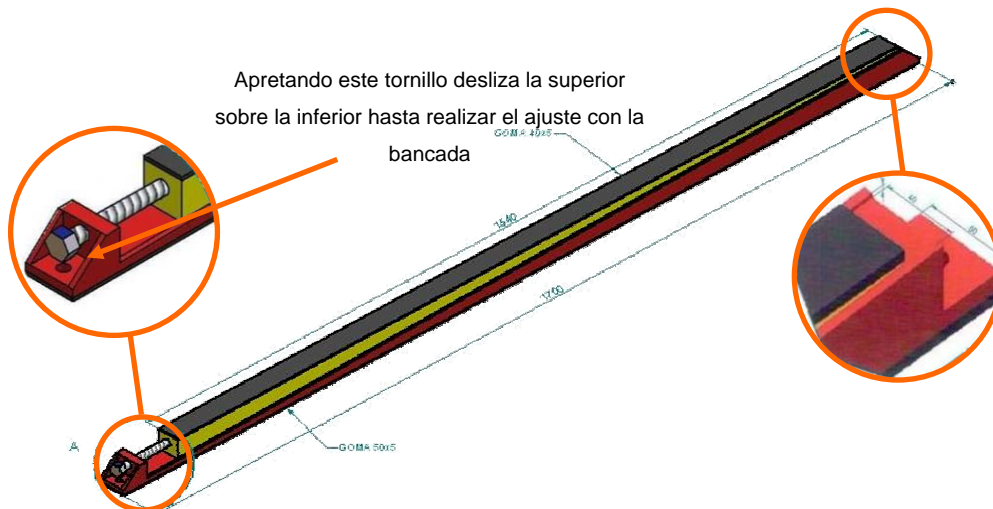
## Alternativas

La primera idea que tuvimos fue fabricar dos cuñas que deslizaran una sobre la otra en la dirección paralela al canal veloz.



*Cuñas longitudinales instaladas en el canal veloz*

El montaje de estas cuñas se realizaría fijando la cuña inferior al suelo mediante tornillos. Actuando sobre el tornillo de la cuña superior, ésta ascendería deslizando sobre la inferior hasta realizar el ajuste.



*Sistema de cuñas longitudinal*

Este sistema presenta dos problemas:

- Solamente absorbe la deformación que permita el elastómero. El suelo y las bancadas no están totalmente paralelos debido a los desniveles y deformaciones del suelo. Necesitamos un sistema que sea capaz de sellar la unión venciendo el desnivel, ya que de lo contrario seguirían existiendo aberturas.
- La dificultad de fabricación, debido a su longitud. Se necesitan cuñas de diferentes medidas, entre uno y dos metros. Es muy complicado realizar el

fresado de un plano inclinado con tan poca inclinación ( $2^\circ$ ) en una pieza tan larga.

Con el sistema de cuñas transversales adoptado estos problemas quedan resueltos:

- El desnivel del suelo con respecto a la bancada no importa, puesto que el ajuste se realiza tirando de la cuña superior por ambos lados. De esta manera, sobre el suelo ligeramente desnivelado, se puede elevar más un extremo que el otro, siempre manteniendo las dos cuñas en contacto entre sí y entre la banca y el suelo.
- En este caso hay que mecanizar una cara con una inclinación de  $30^\circ$  en toda la longitud de la pieza, por tanto la dificultad de fabricación es mucho menor que las cuñas longitudinales.

#### **4. Punto Negro A17 – Transfer, LAMB**

OPERACIONES AFECTADAS: OP.90, ESTACIONES 4L, 8L, 14L, 18L, 22L, 14R Y 22R

Aquí se trabaja sobre las caras de admisión y de escape. En la cara de admisión se mecanizan los orificios en los que se acoplarán los inyectores, el orificio del pin de centrado del colector de admisión, los orificios roscados de amarre de dicho colector, los de amarre de la bomba de dirección asistida y el del gancho de elevación del motor. En una cara inclinada de la parte de la admisión se mecanizan los orificios de amarre del raíl de inyectores. En la cara de escape se mecanizan los orificios roscados de amarre al colector de escape, los de amarre al alternador, otro orificio para el gancho de elevación del motor y los de la salida de gases.

##### **4.1. PROBLEMA**

Existen derrames de taladrina bajo las estaciones 4L, 8L, 14L, 18L, 22L, 14R y 22R. Estos derrames gotean por el exterior de la máquina, desde las protecciones móviles, llegando al suelo. Esto implica un problema muy grave que afecta a la seguridad, y también a la ergonomía y al medio ambiente en la planta.





*Derrame de taladrina en protecciones móviles*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOL MS-335 BF entre un 10% y un 14%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente un litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## **4.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ**

Este problema es debido a una falta de estanqueidad entre las protecciones fijas y móviles. Como es evidente, las máquinas transfer están completamente cerradas para aislar el proceso de mecanizado del contacto con las personas. Estos cerramientos se componen de dos tipos de protecciones: protecciones fijas; y protecciones móviles de chapa, en forma de puertas desmontables o correderas. Las protecciones móviles son necesarias para acceder al interior de la máquina para llevar a cabo los cambios de herramientas, reparaciones y operaciones de mantenimiento. En este caso, estas protecciones no tienen la estanqueidad necesaria y se producen fugas a través de ellas.

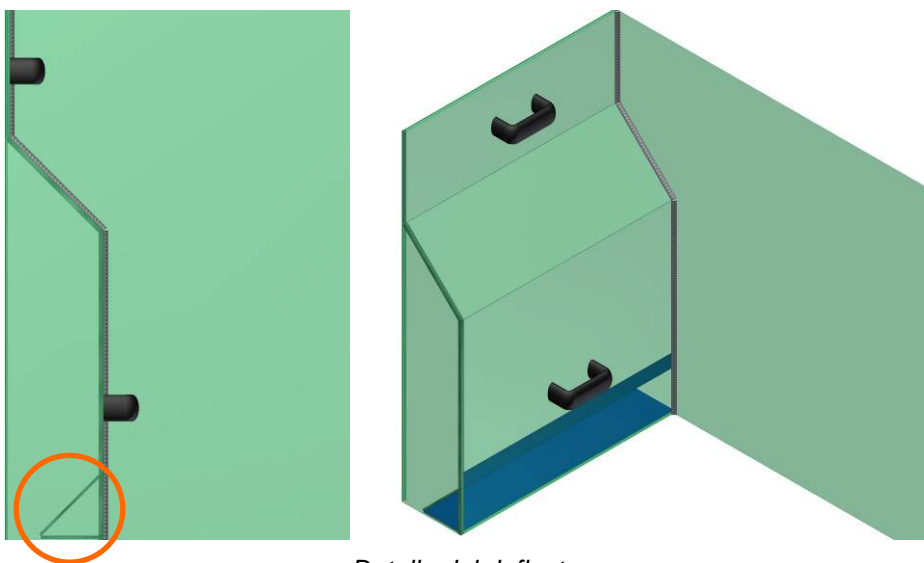


*Detalle de un derrame de taladrina en la operación 90*

Las protecciones afectadas fueron modificadas. Se soldó una protección desmontable con una protección corredera, de manera que, abriendo la corredera se abre también lo que antes era la protección desmontable, todo de una pieza. Anteriormente la puerta desmontable encajaba por dentro de la protección fija de la máquina, pero al cambiar el sentido de apertura se tuvo que cortar, de manera que queda una fisura por la que escapa la taladrina. Esta taladrina derramada provoca una situación de elevado riesgo, además de perjudicar la ergonomía y el medio ambiente en la planta.

#### **4.3. RECOMENDACIÓN**

Para solucionar estas fugas se propone instalar un deflector en la parte interior, de manera que se modifique el flujo de taladrina que gotea por el interior de la protección para que no salga hacia fuera.



*Detalle del deflector*

Este deflector se construirá con una chapa adherida a la protección móvil mediante un cordón de soldadura.

## 5. Punto Negro A18 – Transfer, LAMB

OPERACIONES AFECTADAS: OP.100, ESTACIONES 8L, 8R, 9R, 9L, 10L, 11L, 12L, 13L y 15L

Esta máquina transfer de 22 estaciones realiza el taladrado y roscado de los orificios de las bujías, así como el fresado de la cara de asiento de las mismas. También se realiza el fresado final de la cara de árbol de levas, ya que posteriormente se instalarán los semicojinetes y ya no se puede volver a mecanizar en esta cara.

### 5.1. PROBLEMA

Aparecen fugas de taladrina a través de las protecciones laterales de las estaciones 8L, 8R, 9R, 9L, 10L, 11L, 12L, 13L y 15L. La taladrina queda derramada en el suelo, lo cual conlleva una situación de riesgo de accidentes. Además, sobre las protecciones móviles y fijas de la máquina quedan restos de la taladrina derramada, que empeoran la ergonomía y el medio ambiente en la planta.



*Derrames de taladrina sobre las protecciones de la operación 100*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOL MS-335 BF entre un 10% y un 14%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente un litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Concretamente, la operación 100 pertenece al sistema de taladrina F-2/3. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## 5.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

La causa raíz de este problema es la falta de estanqueidad entre las protecciones fijas y móviles. Como es evidente, las máquinas transfer están completamente cerradas para aislar el proceso de mecanizado del contacto con las personas. Estos cerramientos se componen de dos tipos de protecciones: protecciones fijas, que van atornilladas o soldadas a la máquina; y protecciones móviles de chapa, en forma de puertas desmontables o correderas. Las protecciones móviles son necesarias para acceder al interior de la máquina para llevar a cabo los cambios de herramientas, reparaciones y operaciones de mantenimiento. En algunos casos, estas protecciones no tienen la estanqueidad necesaria y se producen fugas a través de ellas.

En algunas estaciones, como por ejemplo la 8L y 9L, las fugas aparecen entre los perfiles que forman la estructura de la máquina. La unión entre dos perfiles atornillados que forman la estructura, o entre un perfil y una protección de chapa atornillada no es estanca, ya que la taladrina puede filtrarse entre ellas y salir fuera.



*Detalle de la falta de estanqueidad entre los perfiles de la estructura de la máquina*

También hay fugas de taladrina en las uniones a tope entre protecciones fijas de chapa, como las de la estación 15L, y entre la intersección de las tuberías que entran a la estación 10L con las protecciones fijas. Todas estas fugas son provocadas por la ausencia de estanqueidad entre las protecciones fijas de la máquina.



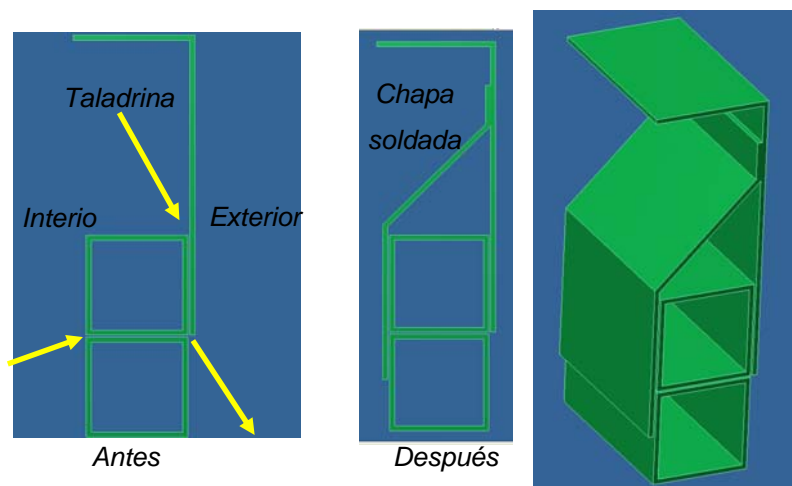
*Faltas de estanqueidad entre las tuberías y las protecciones fijas**Falta de estanqueidad entre protecciones fijas a tope*

Por último, la protección de tipo puerta desmontable de la operación 10L tiene una falta de estanqueidad por su parte superior. Esto se debe a que la taladrina que salpica en su interior es capaz de colarse entre el marco y la propia puerta, por lo que termina saliendo por la parte superior.

### 5.3. RECOMENDACIÓN

En las diferentes fugas de esta máquina se emplearán varias técnicas para solucionarlas.

En el caso de las fugas a través de las partes de la estructura de la máquina se instalará un deflector interior para tapan las fisuras que quedan entre los perfiles cuadrados de la máquina. Evitando que caiga taladrina sobre esta unión se evitará que salga fuera. Por tanto el deflector se instalará mediante un cordón de soldadura a la protección fija inmediatamente superior, como muestra el siguiente esquema.

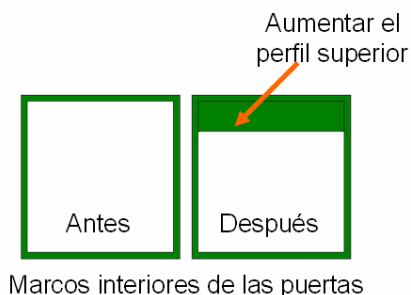
*Esquema de los deflectores sobre los perfiles de la estructura*

Para evitar los escapes de taladrina por las uniones a tope entre protecciones fijas se utilizará un producto para sellar. También se utilizará para sellar los orificios de las tuberías que entran y salen de la máquina. Es importante que el producto sellante resista la taladrina y la vibración de la máquina, puesto que se han utilizado resinas epoxi para intentar el sellado de estas uniones, pero se han resquebrajado a causa de las vibraciones y la acción química de la taladrina. Hemos buscado en el mercado un producto que satisfaga estas necesidades y lo hemos encontrado. El producto propuesto para el sellado es un polímero reforzado con acero y silicio de la marca Belzona Molecular. En concreto el sellante que se utilizará será Belzona 1111. El fabricante nos asegura que resiste perfectamente el contacto con la taladrina sin degradarse y no se agrieta al someterlo a vibraciones. De hecho, este producto se emplea en la reparación de cojinetes y bujes, tanques con filtraciones, tuberías perforadas, roscas agrandadas, etc.

La aplicación de este producto se debe realizar durante un periodo de no producción, ya que el tiempo de fraguado para poder resistir a la inmersión en productos químicos es de un día y medio, aunque el tiempo de aplicación debe ser inferior a quince minutos, ya que pasado este tiempo el polímero solidifica. Por tanto se puede aplicar un sábado por la mañana para volver a arrancar la máquina el lunes siguiente. Como se ha comentado anteriormente, este producto se aplicará en protecciones fijas, es decir, que no se desmontan nunca, excepto cuando la máquina tenga que ser desechada. Para facilitar su eliminación cuando llegue este momento, se aplicará en capas delgadas para asegurar el sellado evitando soldar las diferentes placas.

Tras su aplicación se pintará la zona afectada para devolver la máquina a su apariencia original en color verde con pintura de referencia RAL-6010.

En el caso de la protección desmontable de la estación 10L se propone la instalación de un vierteaguas en la parte interior, que actuará de manera similar a los deflectores. Este vierteaguas modificará la trayectoria de la taladrina hacia el interior de la máquina, evitando que salga fuera. Se construirá soldando una chapa de 70 milímetros en el interior del marco donde asienta la puerta desmontable. Al aumentar este perfil no se obstaculiza el trabajo en los cambios de herramientas y operaciones de mantenimiento, puesto que sigue quedando espacio suficiente para el acceso de una persona al interior.



*Croquis del vierteaguas instalado en el marco de la puerta desmontable*



## 6. Punto Negro A20 – Transfer, LAMB

OPERACIONES AFECTADAS: OP.110, ESTACIONES 8R, 9R, 11R, 12R, 5L y 6L

En la operación 110 se realiza el mandrinado en acabado de los orificios de los taqués de admisión. En esta máquina transfer de diecisiete estaciones también se realiza el escariado de las guías de las válvulas de admisión y el fresado de los asientos de válvulas de admisión.

### 6.1. PROBLEMA

Aparecen fugas de taladrina a través de las protecciones laterales de las estaciones 8R, 9R, 11R, 12R, 5L y 6L. La taladrina queda derramada en el suelo, lo cual conlleva una situación de riesgo de accidentes. Además, sobre las protecciones laterales de la máquina quedan restos de la taladrina derramada, que empeoran la ergonomía y el medio ambiente en la planta.



*Vista del lado derecho de la operación 110*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOOL SYN y ECOCOOL MCF 5000 entre un 5% y un 7%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente medio litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Concretamente, la operación 110 pertenece al sistema de taladrina F-1. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## 6.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

La causa raíz de este problema es la falta de estanqueidad entre las protecciones fijas y la estructura de la máquina. Como es evidente, las máquinas transfer están completamente cerradas para aislar el proceso de mecanizado del contacto con las personas. Estos cerramientos se componen de dos tipos de protecciones: protecciones fijas, que van atornilladas o soldadas a la máquina; y protecciones móviles de chapa, en forma de puertas desmontables o correderas. En esta máquina, las protecciones fijas no tienen la estanqueidad necesaria en las uniones con los perfiles cuadrados que forman la estructura de la máquina. Esto implica que se produzcan fugas a través de ellas.

En las estaciones 8R, 9R, 11R y 12R las fugas aparecen entre los perfiles que forman la estructura de la máquina. La unión entre dos perfiles atornillados que forman la estructura, y entre un perfil y una protección de chapa atornillada no es estanca, ya que la taladrina puede filtrarse entre ellas y salir fuera.



*Detalle de la fisura en la unión entre protecciones fijas y estructura en las estaciones 11R y 12R*



*Detalle de la fisura en la unión entre protecciones fijas y estructura en las estaciones 8R y 9R*

Por otra parte, en las estaciones 5L y 6L, la taladrina se escapa a través de los orificios por los que entran o salen tuberías. Muchas de estas tuberías salen fuera de la máquina para



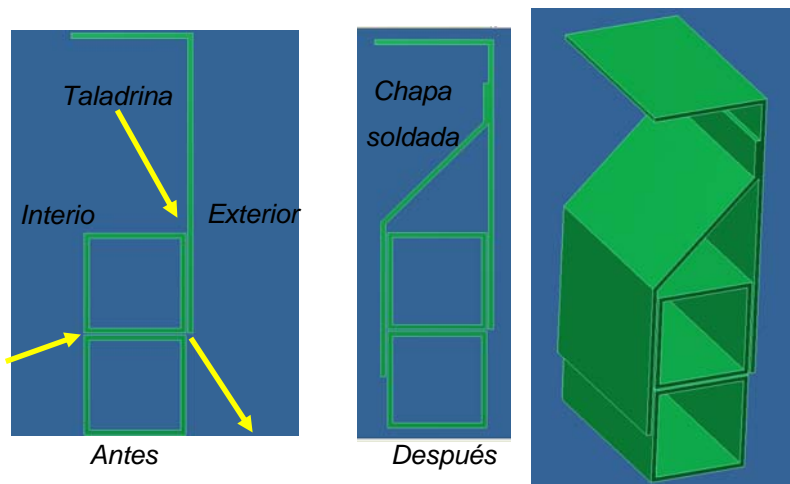
alimentar manómetros, con los que se controla en todo momento el buen funcionamiento de los sistemas hidráulico y neumático. Como es evidente, la tubería no ocupa todo el espacio que deja el orificio, y por esa abertura escapa la taladrina.



*Detalle de los derrames en las estaciones 5L y 6L*

### 6.3. RECOMENDACIÓN

Se instalará un deflector interior para tapar las fisuras que quedan entre los perfiles cuadrados de la máquina. Evitando que caiga taladrina sobre esta unión se evitará que salga fuera. Por tanto el deflector se instalará mediante un cordón de soldadura a la protección fija inmediatamente superior, como muestra el siguiente esquema.



*Esquema de los deflectores sobre los perfiles de la estructura*

Para evitar los escapes de taladrina por los orificios de las tuberías se utilizará un producto para sellar. Es importante que el producto sellante resista la taladrina y la vibración de la máquina, puesto que se han utilizado resinas epoxi para intentar el sellado de otras aberturas similares, pero se han resquebrajado a causa de las vibraciones y la acción química de la taladrina. Hemos buscado en el mercado un producto que satisfaga estas necesidades y lo hemos encontrado. El producto propuesto para el sellado es un polímero reforzado con acero y silicio de la marca Belzona Molecular. En concreto el sellante que se utilizará será Belzona 1111. El

fabricante nos asegura que resiste perfectamente el contacto con la taladrina sin degradarse y no se agrieta al someterlo a vibraciones. De hecho, este producto se emplea en la reparación de cojinetes y bujes, tanques con filtraciones, tuberías perforadas, roscas agrandadas, etc.

La aplicación de este producto se debe realizar durante un periodo de no producción, ya que el tiempo de fraguado para poder resistir a la inmersión en productos químicos es de un día y medio, aunque el tiempo de aplicación debe ser inferior a quince minutos, ya que pasado este tiempo el polímero solidifica. Por tanto se puede aplicar un sábado por la mañana para volver a arrancar la máquina el lunes siguiente.

Tras la aplicación del producto sellante y la construcción y montaje de los deflectores, se pintarán las zonas donde la taladrina ha descompuesto la pintura para devolver la máquina a su apariencia original en color verde con pintura de referencia RAL-6010.

## 7. Punto Negro A21 – Transfer, LAMB

OPERACIONES AFECTADAS: OP.120, ESTACIONES 2R, 5R, 6R, 7R, 7L, 8L, 9L, 12L y 13L

En la operación 120 se realiza el mandrinado en acabado de los orificios de los taqués de escape. En esta máquina transfer de diecisiete estaciones también se realiza el escariado de las guías de las válvulas de escape y el fresado de los asientos de válvulas de escape.

### 7.1. PROBLEMA

Hay derrames de taladrina en los laterales de la máquina. Concretamente aparecen en las estaciones 2R, 5R, 6R, 7R, 7L, 8L, 9L, 12L y 13L. La taladrina queda vertida en el suelo, lo cual conlleva una situación de riesgo de accidentes. Además, sobre las protecciones laterales de la máquina quedan manchas de la taladrina derramada, que perjudican la ergonomía y el medio ambiente en la planta.



*Derrames de taladrina en la operación 120*

La taladrina está compuesta por aceite, en este caso ECOCOOOL SYN y ECOCOOOL MCF 5000 entre un 5% y un 7%, y el resto de agua. Esto significa que en un derrame de diez litros, cuando el agua se evapora deja en el suelo una mancha de aproximadamente medio litro de aceite en la que puede resbalar una persona y golpearse contra las aristas de las máquinas o contra el suelo, provocándole lesiones graves. Concretamente, la operación 120 pertenece al sistema de taladrina F-1. Durante la evaporación se producen vahos que pueden ser perjudiciales al ser inhalados, en caso de superar el valor límite establecido por Ford Motor Company en su Boletín de Higiene Industrial IHB – 53, que es más restrictivo que el valor límite establecido por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el Real Decreto 374/2001.

## 7.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

Estos derrames de taladrina se deben a la falta de estanqueidad entre las protecciones fijas y la estructura de la máquina. Como es evidente, las máquinas transfer están completamente cerradas para aislar el proceso de mecanizado del contacto con las personas. Estos cerramientos se componen de dos tipos de protecciones: protecciones fijas, que van atornilladas o soldadas a la máquina; y protecciones móviles de chapa, en forma de puertas desmontables o correderas. En esta máquina, las protecciones fijas no tienen la estanqueidad necesaria en las uniones con los perfiles cuadrados que forman la estructura de la máquina. Esto implica que se produzcan fugas a través de ellas.

En las estaciones mencionadas anteriormente las fugas aparecen entre los perfiles que componen la estructura de la máquina. Las uniones entre perfiles que forman la estructura, y entre un perfil y una protección de chapa atornillada no es estanca, ya que la taladrina puede filtrarse entre ellas y salir fuera.

Por otra parte, la taladrina se escapa a través de los orificios por los que entran o salen tuberías. La mayoría de estas tuberías salen fuera de la máquina para alimentar manómetros, con los que se controla en todo momento el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulico y neumático. Como es evidente, la tubería no ocupa todo el espacio que deja el orificio, y por esa abertura escapa la taladrina.

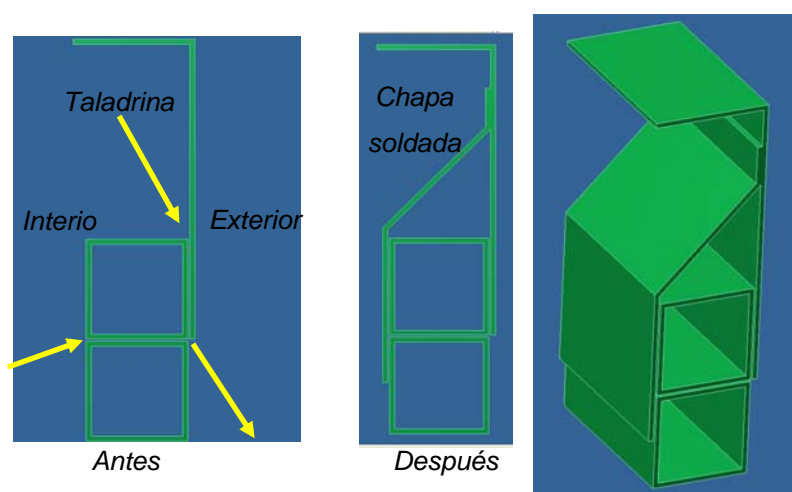


*Detalle de los derrames a través de los orificios para tuberías en la estación 6R*

Además, como se puede apreciar en la imagen superior, quedan orificios de 30 milímetros de diámetro abiertos, que en la actualidad no tienen ninguna función, y a través de ellos sale gran cantidad de taladrina.

### 7.3. RECOMENDACIÓN

Como acción correctiva a este problema se propone la instalación de un deflector interior para tapar las ranuras que quedan entre los perfiles de la estructura de la máquina. Evitando que caiga taladrina sobre esta unión se evitará que salga fuera. Por tanto el deflector se instalará mediante un cordón de soldadura a la protección fija inmediatamente superior, como muestra el siguiente esquema.



*Esquema de los deflectores sobre los perfiles de la estructura*

En el caso de los escapes de taladrina por los orificios de las tuberías se utilizará un producto para sellar. Es importante que el producto sellante resista la taladrina y la vibración de la máquina, puesto que se han utilizado resinas epoxi para intentar el sellado de otras aberturas similares, pero se han resquebrajado a causa de las vibraciones y la acción química de la taladrina. Hemos buscado en el mercado un producto que satisfaga estas necesidades y lo hemos encontrado. El producto propuesto para el sellado es un polímero reforzado con acero y silicio de la marca Belzona Molecular. En concreto el sellante que se utilizará será Belzona 1111. El fabricante nos asegura que resiste perfectamente el contacto con la taladrina sin degradarse y no se agrieta al someterlo a vibraciones. De hecho, este producto se emplea en la reparación de cojinetes y bujes, tanques con filtraciones, tuberías perforadas, roscas agrandadas, etc.

La aplicación de este producto se debe realizar durante un periodo de no producción, ya que el tiempo de fraguado para poder resistir a la inmersión en productos químicos es de un día y medio, aunque el tiempo de aplicación debe ser inferior a quince minutos, ya que pasado este tiempo el polímero solidifica. Por tanto se puede aplicar un sábado por la mañana para volver a arrancar la máquina el lunes siguiente.

Los orificios que quedan abiertos sin ninguna función en las estaciones 2R, 5R y 6R se taparán con una chapa soldada. Se propuso la instalación de tapones de plástico, que es una solución más rápida y más barata, pero con el tiempo la taladrina degradará el plástico volviendo a provocar derrames. Por tanto se recortarán tapas de chapa y se soldarán por el exterior del agujero, para garantizar la estanqueidad de la máquina.

Después de soldar los deflectores y las tapas de los orificios, y de aplicar el producto para sellar, se pintarán las zonas donde la taladrina ha descompuesto la pintura para devolver la máquina a su apariencia original en color verde con pintura de referencia RAL-6010.

## 8. Punto Negro A22 – Lavadora Desbarbadora, AGULLÓ

### OPERACIONES AFECTADAS: OP.130, ESTACIÓN DE CARGA

La lavadora 130 realiza el cepillado en la cara de los árboles de levas, puesto que en la siguiente operación se montarán los semicojinetes y no pueden quedar virutas desprendibles. También realiza un lavado a presión en sus orificios y posteriormente un soplado general.

#### 8.1. PROBLEMA

En el transportador que introduce las piezas en la operación 130 se producen derrames de taladrina y viruta. También hay derrames en el lado izquierdo de la estación de carga. Esta taladrina derramada origina una situación de inseguridad, ya que los operarios pueden resbalar y tener un accidente, golpeándose con las máquinas y el suelo. Además de afectar negativamente a la seguridad, también perjudica seriamente la ergonomía y el medio ambiente en la planta.



*Tramo de transportador entre las operaciones 120 y 130*

## 8.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ

Los derrames provienen de dos sitios diferentes: las piezas en movimiento que salen de la operación 120 y las puertas laterales de la izquierda en la estación de carga de la operación 130.

A la salida de la operación 120, en su unión con el transportador, las piezas pasan por un tramo de 200 milímetros en los que no hay canal veloz, debido a que la operación 120 pertenece al sistema de taladrina F-1 y la 130 pertenece al sistema F-16. Las piezas que van por el transportador, al chocar entre ellas y con los topes del propio transportador, salpican. Esas salpicaduras de taladrina acompañada de viruta caen al suelo cuando se producen durante el paso de la pieza por el mencionado tramo entre los dos canales veloces. Como acción correctiva provisional hay instalada una bandeja que pretende canalizar esas salpicaduras al interior de la operación 120. Pero esa bandeja está unos 400 milímetros más baja que el transportador, y no es suficientemente ancha, por lo que gran parte de las salpicaduras caen al suelo. Además, al entrar en la operación 120 el hueco por donde tiene que escurrir la taladrina es muy estrecho, de unos 2 milímetros de anchura, y la viruta se queda obstruyéndolo.



*Detalle de la bandeja en el espacio entre la operación 120 y el transportador*

En la carga de la operación 130, en el lado izquierdo, hay dos puertas desmontables por las que se escapa la taladrina en su parte inferior. Esto es debido a que la taladrina se filtra por el encaje interior y sale por debajo de la puerta.



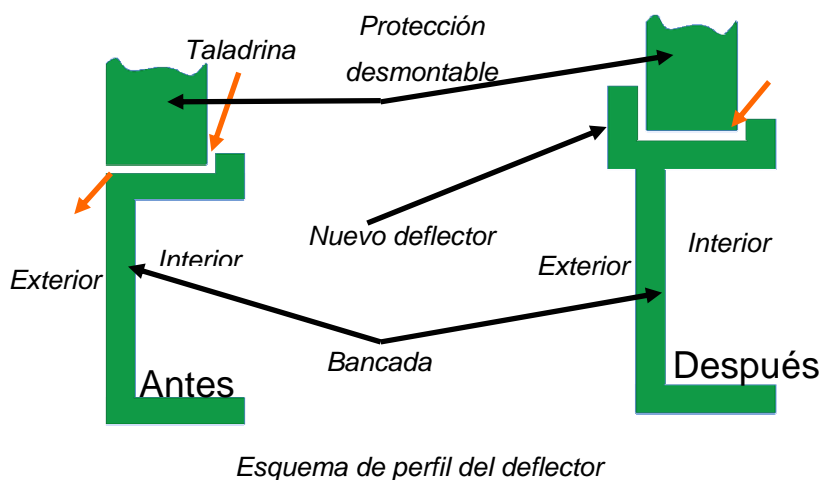
*Derrame de taladrina por la parte baja de las puertas desmontables*



### 8.3. RECOMENDACIÓN

Para solucionar este problema se va a sustituir la bandeja que canaliza la taladrina sobrante por otra más ancha que recoja todas las salpicaduras. Además se elevará hasta la altura del transportador, para evitar que las gotas caigan por los lados, y se cambiará la dirección de escurrido. Para evitar que la viruta se atasque en la ranura de 2 milímetros podemos recortar la protección fija para agrandarla, pero para no dejar espacios abiertos por donde puedan escapar más vahos y salpicaduras se cambiará el sentido de inclinación de la bandeja, haciendo que escurra hacia el canal de la 130, donde tiene más espacio y no se obstruirá.

Para las puertas laterales se construirán unos deflectores por la parte exterior, más altos que el encaje interior. Además, este encaje interior se recortará por el centro, dejando los laterales para los cierres. Con todo esto conseguimos que la taladrina que se quede debajo de la protección desmontable escurra hacia dentro, en lugar de hacia fuera.



## 9. Punto Negro B3 – Pórtico, GSA

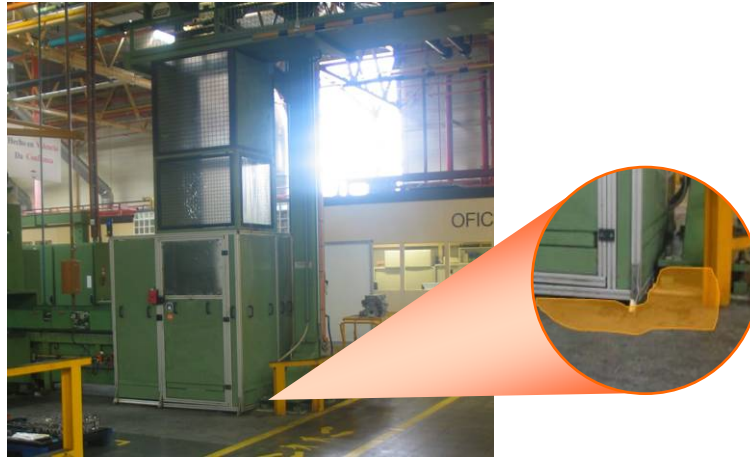
### OPERACIONES AFECTADAS: CARGA DE PIEZAS EN EL PÓRTICO

Este punto negro se sitúa bajo el pórtico que lleva las piezas desde el final de la operación 160 al principio de la 170. El pórtico carga dos piezas en cada ciclo. Por debajo de él pasa uno de los pasillos más transitados de la planta.

#### 9.1. PROBLEMA

Debajo de la carga de piezas del pórtico aparecen derrames de taladrina. A diferencia de otros puntos con problemas similares, en este caso no podemos decir que tengamos una situación de riesgo, ya que el derrame es mucho menor. Apenas se derrama un litro semanalmente. Pero sí

que podemos afirmar que este derrame perjudica seriamente la ergonomía en los trabajos, así como el medio ambiente en la planta. Por eso se ha clasificado como problema de tipo B.



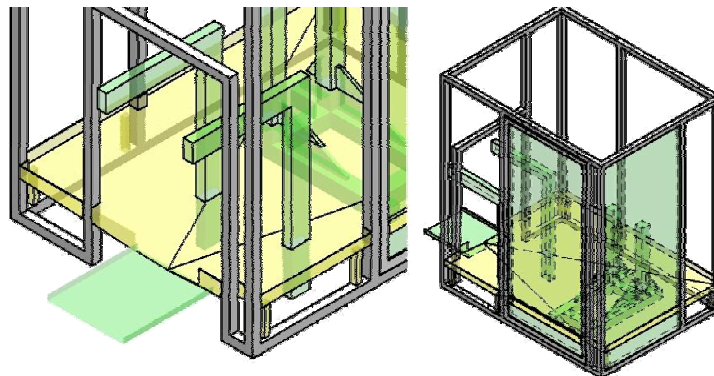
*Detalle del derrame*

## **9.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ**

Los derrames se deben al movimiento de piezas que provienen de la operación 160 impregnadas en taladrina. A causa de las colisiones entre ellas en el transportador, las colisiones entre las culatas y los topes, y el movimiento en el pórtico; esta taladrina salpica y cae al suelo, apareciendo alrededor de las protecciones móviles del pórtico.

## **9.3. RECOMENDACIÓN**

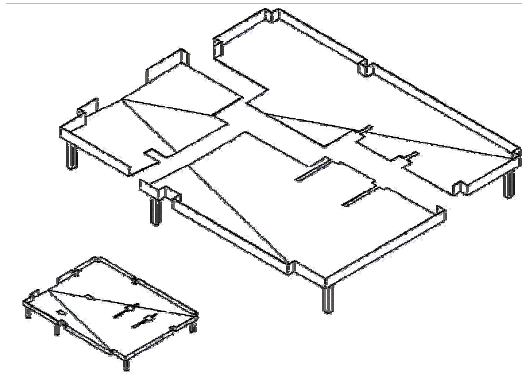
Para solucionarlo se ha diseñado una bandeja de recogida y canalización de esta taladrina sobrante. Esta bandeja tiene la forma de la planta de las protecciones, de manera que se ajusta a todo el perfil. También se ajustan a los elementos interiores, que en este caso son cuatro patas. Al estar compuesta por tres piezas de chapa doblada con inclinación hacia el canal veloz, se aprovechan las uniones entre estas piezas para dejar el hueco de las patas y ajustarse a su perfil. Con esto conseguimos que las salpicaduras no caigan al suelo, sino a la bandeja, que las canaliza hacia el canal veloz, evitando que caigan al suelo.



*Vista en 3D de la canalización de recogida de taladrina sobrante*



Para conseguir que la taladrina fluya hasta el canal veloz se ha construido con inclinación. Para ello se ha elevado con unas patas de 100 milímetros y se ha doblado en la dirección del canal.



*Esquema de las bandejas de canalización*