

## **RESUMEN**

Una compañía importante de automóviles ha asignado a la empresa KYB un proyecto sobre un nuevo modelo de amortiguador con una nueva tecnología que mejora el comportamiento del amortiguador sin disminuir el nivel de confort del conductor y sus ocupantes.

El trabajo consiste en la elección de los nuevos procesos a incorporar en la línea de producción, las nuevas máquinas o reforma de algunas de las existentes que requieren los procesos, las hojas de especificaciones de las numerosas máquinas que intervienen en el proceso productivo y la realización de la documentación interna del amortiguador, tanto delantero como trasero, de la parte de manufactura para la aprobación de las auditorías internas de KYB y su cliente.

## **LISTA DE PALABRAS CLAVE**

- Amortiguador
- Industrialización
- Modelo
- KAMS
- Proceso
- Máquina



## Índice de contenido

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 SUSPENSIÓN DEL AUTOMÓVIL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 DESCRIPCIÓN DE UN AMORTIGUADOR .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 DEFINICIÓN DE AMORTIGUADOR HIDRÁULICO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 TIPOS DE AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 PARTES DE UN AMORTIGUADOR.....</b>	<b>16</b>
<b>1.7 DISEÑO DE PROCESO .....</b>	<b>23</b>
CAPÍTULO 2.- MEMORIA.....	27
2.1 OBJETO DEL TRABAJO .....	27
<b>2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.1 AMORTIGUADOR DELANTERO (FR) .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2 AMORTIGUADOR TRASERO (RR) .....</b>	<b>43</b>
<b>2.3 MODIFICACIONES EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>58</b>
2.3.1 Utillaje robot soldadura .....	59
2.3.2 Punteadora vástago anillo .....	64
2.3.3 Reforzadora CO2.....	70
2.3.4 Montaje y mellado de circlip .....	74
2.3.5 Caladora de guía .....	79
2.3.6 Rebordeadora.....	82
2.3.7 Tuerca alternativa .....	86
2.4 DOCUMENTACIÓN “ANZEN SENGEN” .....	91
2.4.1 Hoja de especificaciones de la máquina .....	92
2.4.2 Informe de calidad .....	92
2.4.3 Documentos de parámetros .....	92
2.4.4 Ijiwaru & Pokayoke.....	93
2.4.5 Plan de control QA (Quality Audit) .....	94
2.4.6 AMFE .....	94

2.4.7 Secuencias de trabajo _____	94
2.4.8 Hoja de instrucciones de manejo de la máquina _____	94
2.4.9 Hoja de instrucciones cambio de referencia _____	94
2.4.10 Instrucciones mantenimiento preventivo _____	95
BIBLIOGRAFÍA .....	97
ANEXO I.....	99

## Índice de figuras:

Fig. 1: Planta de KAMS, Los Arcos .....	1
Fig. 2: Organigrama de la empresa.....	2
Fig. 3: Flujo de producción .....	3
Fig. 4: Suspensión en un coche .....	4
Fig. 5: Elementos de la suspensión.....	4
Fig. 6: Respuesta sin amortiguar .....	5
Fig. 7: Descripción de una función del amortiguador .....	6
Fig. 8: Respuesta amortiguada .....	6
Fig. 9: Esquema elementos mecánicos .....	8
Fig. 10: Esquema monotubo .....	9
Fig. 11: Esquema bitubo .....	10
Fig. 12: Ley baja velocidad .....	12
Fig. 13: Ley media velocidad .....	12
Fig. 14: Detalle vástago electrónico .....	13
Fig. 15: Esquema mecánico de la zona de la rueda .....	13
Fig. 16: Amortiguador strut.....	14
Fig. 17: Amortiguador bitubo.....	14
Fig. 18: Amortiguador monotubo.....	14
Fig. 19: Amortiguador de carga variable.....	14
Fig. 20: Esquema general de componentes de un amortiguador bitubo .....	15
Fig. 21: Amarre inferior.....	16
Fig. 22: Tapa inferior.....	17
Fig. 23: Vástago.....	17
Fig. 24: Guía vástago.....	18
Fig. 25: Retén .....	18
Fig. 26: Tapa superior.....	19
Fig. 27: Tope de compresión .....	19
Fig. 28: Soporte muelle .....	20
Fig. 29: BAD .....	20
Fig. 30: ARTR .....	21
Fig. 31: Anillo .....	21
Fig. 32: Esquema del posicionamiento del locator.....	22
Fig. 33: Ejemplo de diagrama de proceso .....	25
Fig. 34: Lay-out de la planta de KAMS .....	26
Fig. 35: Carcasa del amortiguador delantero.....	28
Fig. 36: Esquema de componentes del amortiguador delantero.....	30
Fig. 37: Diagrama de proceso del amortiguador delantero .....	33
Fig. 38: Fase I de la producción del amortiguador FR .....	34
Fig. 39: Fase II de la producción del amortiguador FR.....	35
Fig. 40: Detalle fase II línea de carcasa.....	36
Fig. 41: Fase III de la producción del amortiguador FR .....	37
Fig. 42: Fase IV de la producción del amortiguador FR .....	38
Fig. 43: Detalle fase IV sala de montaje.....	39
Fig. 44: Fase V de la producción del amortiguador FR .....	40
Fig. 45: Detalle fase V línea de montaje .....	41
Fig. 46: Amortiguadores delanteros al final de la línea de montaje .....	42
Fig. 47: Esquema de componentes del amortiguador trasero .....	45

Fig. 48: Diagrama de proceso del amortiguador trasero .....	48
Fig. 49: Fase I de la producción del amortiguador RR.....	49
Fig. 50: Fase II de la producción del amortiguador RR .....	50
Fig. 51: Detalle fase II línea de carcasa.....	51
Fig. 52: Fase III de la producción del amortiguador RR.....	52
Fig. 53: Fase IV de la producción del amortiguador RR.....	53
Fig. 54: Detalle fase IV sala de montaje.....	54
Fig. 55: Fase V de la producción del amortiguador RR .....	55
Fig. 56: Detalle fase V línea de montaje .....	56
Fig. 57: Amortiguador trasero al final de la línea de montaje.....	57
Fig. 58: Imagen 3D de la BAD.....	59
Fig. 59: Vistas de la BAD.....	59
Fig. 60: Locator estándar de KYB.....	60
Fig. 61: Vistas del locator.....	60
Fig. 62: Imagen 3D del locator.....	60
Fig. 63: Esquema de piezas del utillaje del robot.....	61
Fig. 64: Imagen utillaje + carcasa.....	61
Fig. 65: Esquema de elementos mecánicos del utillaje .....	62
Fig. 66: Detalle de los cordones de la BAD .....	63
Fig. 67: Detalle del cordón del locator .....	63
Fig. 68: Esquema de la soldadura por resistencia.....	64
Fig. 69: Mordaza izquierda.....	65
Fig. 70: Mordaza derecha .....	65
Fig. 71: Imagen de las mordazas .....	66
Fig. 72: Imagen del electrodo y piezas .....	66
Fig. 73: Detalle anillo – tapa superior .....	67
Fig. 74: Disposición inicial de la punteadora .....	67
Fig. 75: Punteadora con vástago y anillo colocados.....	67
Fig. 76: Momento previo al inicio del punteado con bimanual.....	68
Fig. 77: Inicio de la soldadura .....	68
Fig. 78: Vástago punteado .....	69
Fig. 79: Detalle de la zona.....	69
Fig. 80: Subconjunto reforzado .....	70
Fig. 81: Indicación de cotas (1) .....	70
Fig. 82: Medidas de la reforzadora .....	71
Fig. 83: Disposición de la reforzadora.....	72
Fig. 84 : Colocación del subconjunto .....	72
Fig. 85: Subconjunto en posición .....	72
Fig. 86: Detalle de la posición de la antorcha .....	72
Fig. 87: Accionamiento mecánico .....	73
Fig. 88: ARTR amortiguador trasero.....	74
Fig. 89: Circlip.....	74
Fig. 90: Vástagos del amortiguador FR recién punteados.....	74
Fig. 91: Indicación de cotas (2) .....	75
Fig. 92: Medidas de la máquina.....	75
Fig. 93: Colocación inicial del subconjunto .....	76
Fig. 94: Colocación del balín.....	77
Fig. 95: Pinza para el circlip.....	77
Fig. 96: Circlip montado.....	77
Fig. 97: Utillajes del puesto de la melladora .....	78

Fig. 98: Verificación con pasa no pasa.....	78
Fig. 99: Detalle mellas en la arandela.....	78
Fig. 100: Descripción de la caladora de guía.....	79
Fig. 101: Utillaje de calado del amortiguador RR.....	80
Fig. 102: Antes del calado FR .....	81
Fig. 103: Después del calado FR.....	81
Fig. 104: Antes del calado RR.....	81
Fig. 105: Después del calado RR .....	81
Fig. 106: Detalle rebordeado .....	82
Fig. 107: Proceso rebordeado .....	82
Fig. 108: Imagen de la rebordeadora .....	83
Fig. 109: Sección del utillaje .....	84
Fig. 110: Utillaje de rebordeado RR.....	84
Fig. 111: Diseño CAD del utillaje .....	85
Fig. 112: Detalle amortiguador RR en el utillaje de rebordeado.....	85
Fig. 113: Tapa-carcasa de la tuerca alternativa .....	86
Fig. 114: Puesto de montaje .....	87
Fig. 115: Detalle del puesto de verificación de agujeros.....	87
Fig. 116: Puestos de rebordeado y chequeo .....	88
Fig. 117: Detalle puesto de rebordeado .....	89
Fig. 118: Detalle puesto de chequeo.....	90

#### TABLAS:

Tabla 1: Estudio de capacidad del proceso punteado .....	69
Tabla 2: Estudio de capacidad del proceso refuerzo .....	73





## **CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA**

Kayaba Advanced Manufacturing Spain, S.A. (KAMS) es una empresa fundada en 2010, perteneciente al sector auxiliar de la automoción, y que centra su actividad en la producción de recambios para primer equipo y la fabricación de nuevos amortiguadores para diversos vehículos de gama alta.

La propiedad de la empresa es de la multinacional japonesa KAYABA (KYB).

La sede social y las oficinas de la empresa se encuentran en la localidad navarra de Los Arcos, en el polígono de Perguita.

La empresa se extiende sobre una superficie de 34.000 metros cuadrados, de los que 11.000 están construidos.

Esta fábrica fue construida con el objetivo de servir a los clientes un producto de máxima calidad y tecnología. También se caracteriza por contar con sistemas productivos de última generación, ausentes de contaminación.

Los clientes de KAMS se reparten por Europa y América, contando entre sus clientes, primeras marcas de fabricantes de vehículos como AUDI, BMW y Grupo PSA.

La planta está compuesta, principalmente, de una zona de producción (actualmente cinco líneas de producción), vestuarios, área de mantenimiento, área de calidad y oficinas. En dichas oficinas se encuentran los departamentos de control de producción, calidad, producción y manufactura. También están los técnicos de mantenimiento, la dirección y la gerencia.

En las siguientes páginas se muestra un plano de la fábrica, indicando la mayor parte de las zonas mencionadas antes. También se adjunta el organigrama de la empresa.



Fig. 1: Planta de KAMS, Los Arcos



Our Precision, Your Advantage

## 5. Organization (KAMS)

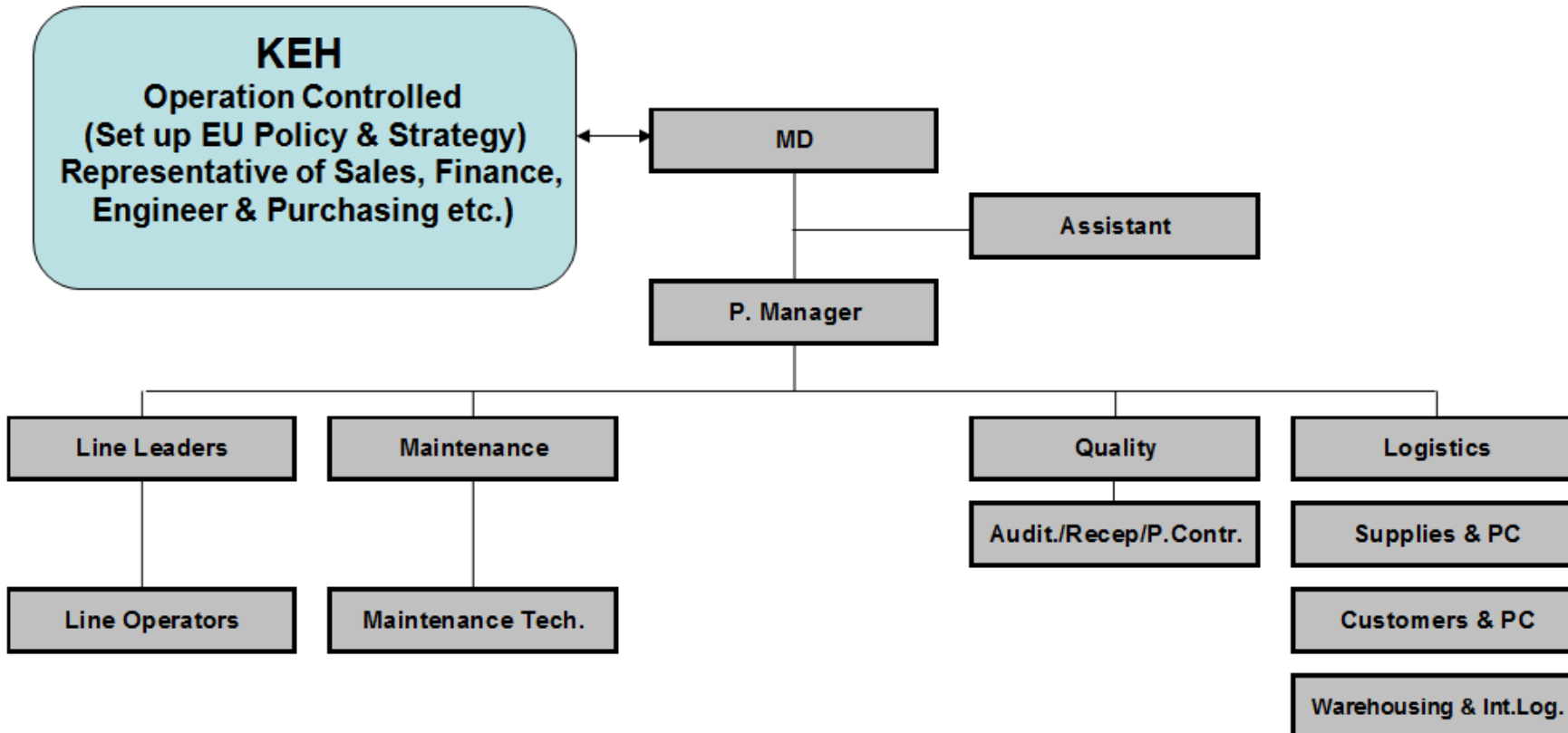


Fig. 2: Organigrama de la empresa

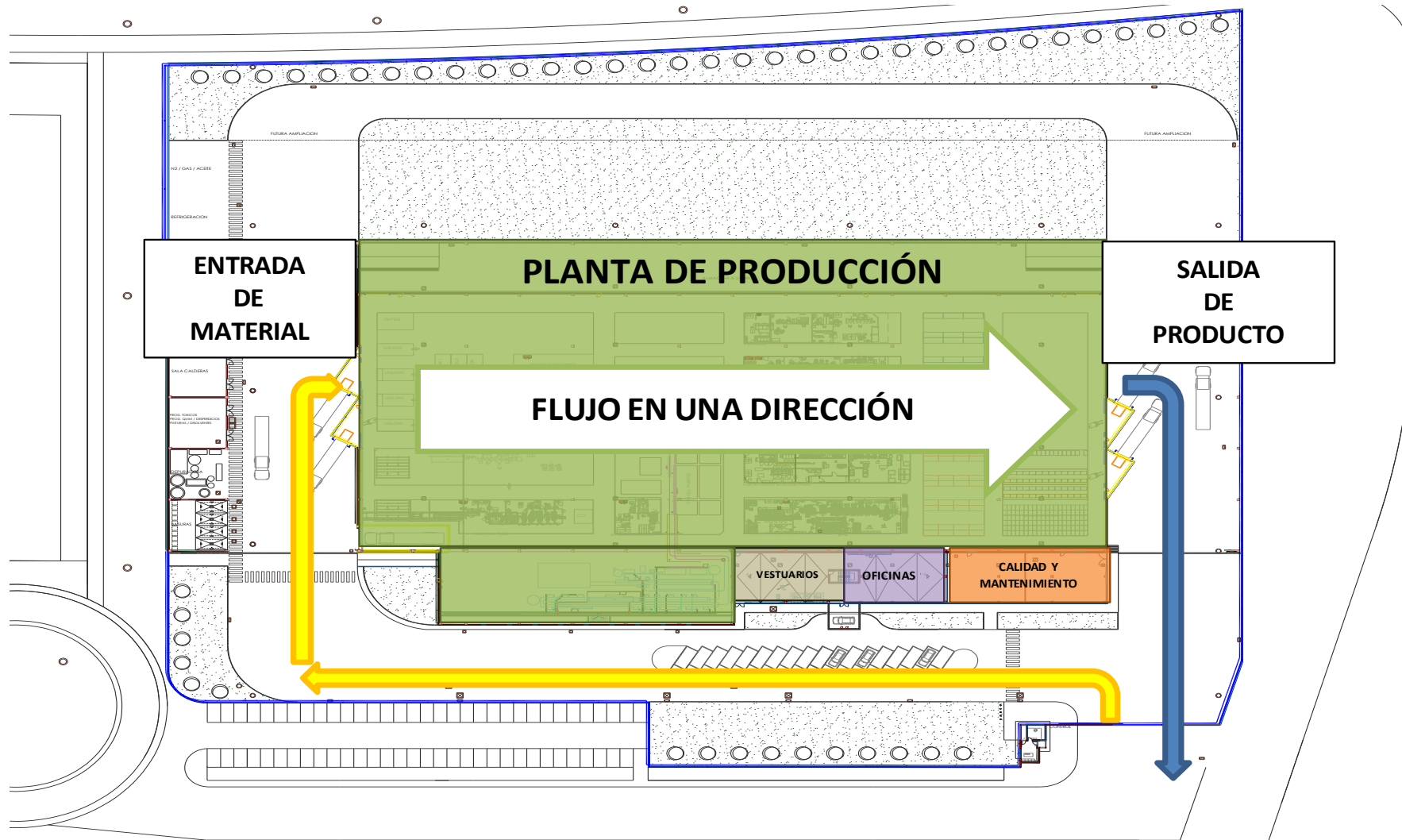


Fig. 3: Flujo de producción

## 1.2 SUSPENSIÓN DEL AUTOMÓVIL

En un automóvil, camión o motocicleta, la suspensión es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis (estructura del vehículo) y las ruedas, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.

Las carreteras, por planas que puedan parecer presentan un conjunto de irregularidades en forma de ondulaciones. Si las ruedas del automóvil fuesen directamente unidas a la estructura de éste, dichas ondulaciones se transmitirían en forma de vibraciones y golpes a los ocupantes y, además, los neumáticos perderían en muchas ocasiones el contacto con la calzada, con el consiguiente riesgo de pérdida de control del vehículo e incomodidad para los ocupantes.



Fig. 4: Suspensión en un coche

Por ello, se utilizan sistemas de suspensión, que se pueden idealizar como la unión entre las ruedas y la carrocería del coche, y que tienen como función hacer que la rueda copie exactamente el perfil de la carretera sin perder el contacto con ella y a su vez minimizar las vibraciones y golpes que sufren los ocupantes del vehículo.

Las suspensiones están formadas por dos elementos:

- elementos rígidos
- muelle y amortiguador

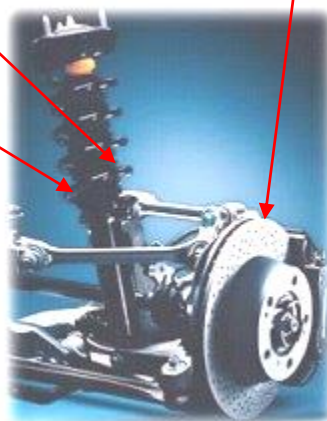


Fig. 5: Elementos de la suspensión

Como es lógico, al ser la unión entre la carrocería y las ruedas, las suspensiones deben soportar todo el peso del coche, por lo que disponen de unos elementos rígidos comúnmente llamados “brazos”. Estos se encargan de asegurar la unión rueda-chasis y soportan la mayor parte de los esfuerzos. Por otro lado se encuentran el muelle y el amortiguador, cuya función básica se indica a continuación.

El muelle sirve para reaccionar de forma progresiva a las ondulaciones de la carretera. Es decir, al pasar por un bache, el coche tiende a seguir en la misma posición por su propia inercia mientras que la rueda tiende a subir empujada por la ondulación de la carretera. El muelle permite a la rueda realizar un movimiento relativo respecto al coche y la transmite progresivamente al habitáculo. De esta forma se consigue que el paso por las irregularidades del terreno sea más suave y confortable.

Pero un vehículo cuya suspensión sólo constase de elementos rígidos y un muelle presentaría un claro problema, y es que al pasar por un bache el vehículo empezaría a dar “botes” sin control. Esto se ve claramente si disponemos de un muelle normal y lo estiramos, dejándolo a continuación sujeto sólo por un extremo: el muelle se contraerá y se extenderá sin parar.

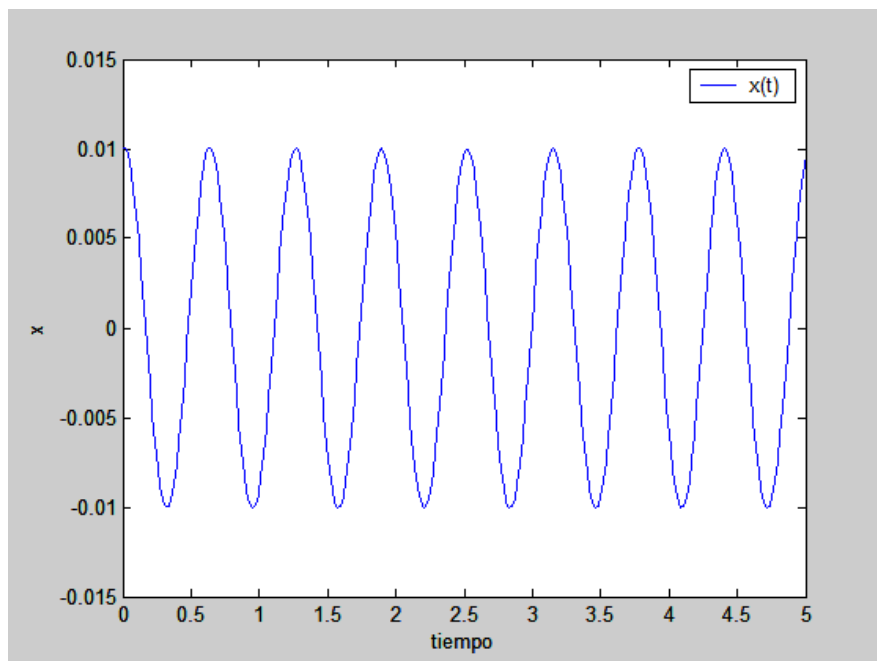


Fig. 6: Respuesta sin amortiguar

Este efecto tendría, como es claro, unas consecuencias muy graves tanto para el confort de los pasajeros como para el manejo del coche.

Por ello es necesaria la incorporación también de un elemento que “frene” esas vibraciones, y ese es el **amortiguador**. Con él se complementa la función de los brazos de la suspensión y del muelle.

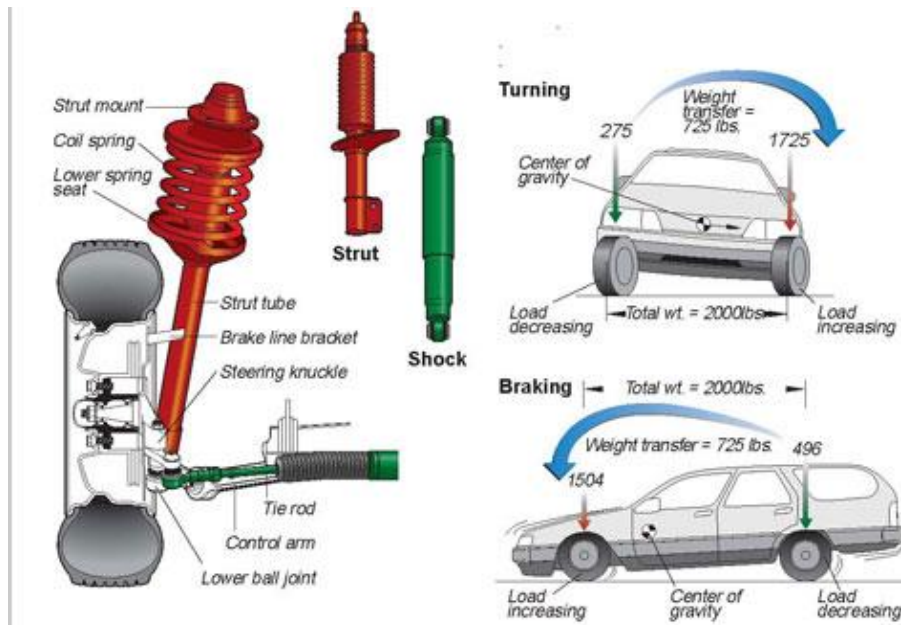


Fig. 7: Descripción de una función del amortiguador

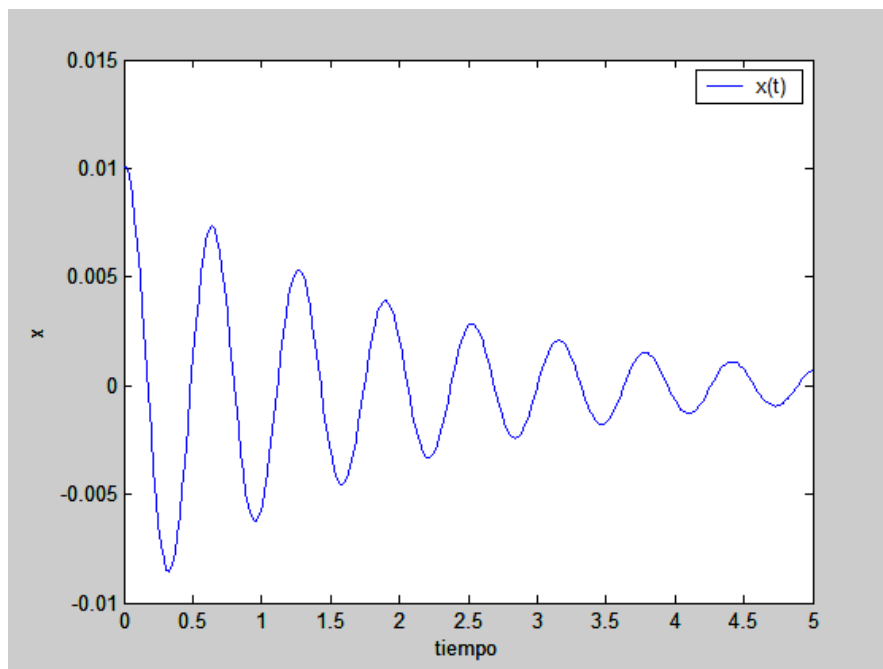


Fig. 8: Respuesta amortiguada

### **1.3 DESCRIPCIÓN DE UN AMORTIGUADOR**

El amortiguador es uno más de los elementos que sirven de unión entre la masa suspendida y la masa no suspendida, definiendo “masa suspendida” como toda la masa que debe soportar el amortiguador y “masa no suspendida” como la masa de la amortiguación, ruedas y componentes conectados directamente a ellos (rodamientos, frenos, llantas...etc).

Esencialmente es un sistema hidráulico que transforma la energía mecánica de los muelles de suspensión en energía calorífica que, a su vez, se distribuye por la masa del propio amortiguador y resulta disipada por el aire que le rodea. De esta forma controla la acción de la suspensión elástica en sus movimientos y garantiza la adherencia del neumático al suelo.

Los amortiguadores actuales son básicamente bombas hidráulicas de aceite. Un pistón unido al extremo de un vástago es forzado a moverse a lo largo de un tubo lleno de aceite presurizado. Con el movimiento de subida y bajada de la suspensión, el fluido hidráulico pasa a través de estrechos pasos y orificios dentro del pistón. Esto frena el movimiento del pistón, que a su vez frena los movimientos del muelle y de la suspensión.

La magnitud de la resistencia producida por el amortiguador depende de la velocidad de la suspensión y del número y tamaño de los orificios del pistón, de tal manera que a mayor velocidad del pistón, mayor es la fuerza de amortiguamiento.

La función del amortiguador no es únicamente la de absorber la energía acumulada en el muelle de la suspensión, también debe:

- Asegurar la adherencia de las ruedas al suelo. En caso de que las ruedas se despeguen del suelo perderemos el control del vehículo.
- Limitar los abatimientos verticales de la suspensión. Estos han de ser frenados de manera razonable.
- Contribuir al confort acústico. El amortiguador debe absorber vibraciones que puedan provocar ruido.

### **1.4 DEFINICIÓN DE AMORTIGUADOR HIDRÁULICO**

Un amortiguador hidráulico es aquel en que las fuerzas de amortiguación se obtienen haciendo pasar un fluido a través de unos pasos calibrados de apertura diferenciada.

La energía cinética se convierte en energía térmica que se disipa a la atmósfera en forma de calor.

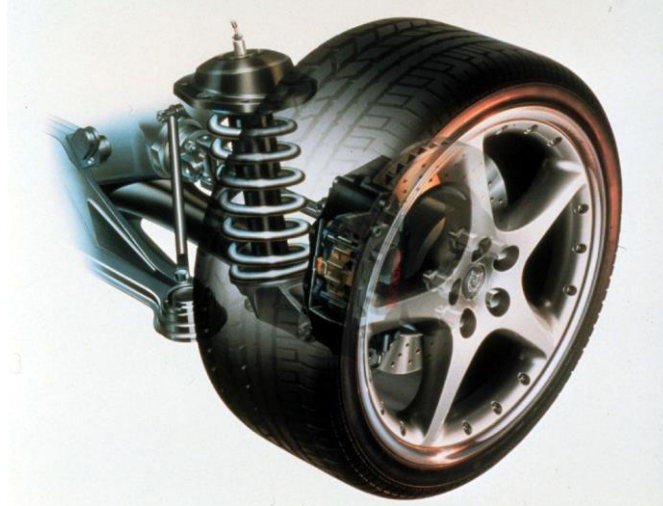


Fig. 9: Esquema elementos mecánicos

## 1.5 TIPOS DE AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS

Los amortiguadores hidráulicos se pueden dividir en dos grandes grupos basándonos en su principio de funcionamiento interno: monotubos y bitubos. Dentro de estos últimos nos encontramos tres tipos de amortiguadores: amortiguadores pulgada, amortiguadores strut y amortiguadores de carga variable.

- **Amortiguador monotubo**

En este tipo de amortiguador las cargas de tracción y de compresión las sacamos en el pistón. Está constituido por un único tubo en el que se generan las fuerzas de amortiguación y un vástago que se mueve en su interior. Existe una cámara presurizada separada por un pistón flotante que sirve para compensar el volumen desalojado por el vástago en su movimiento dentro del tubo.

Generalmente se utilizan en suspensiones traseras, o en las delanteras de trapecio deformable.

- **Amortiguador bitubo**

En este modelo, las cargas de compresión las conseguimos en el soporte válvula y las de tracción en el pistón. Las fuerzas de amortiguación se generan en el tubo interior, y el volumen entre el tubo interior y exterior sirve para compensar el volumen ocupado por el vástago en su movimiento ya que no está completamente lleno de aceite. El tubo exterior soporta los esfuerzos mecánicos mientras que el interior soporta los esfuerzos de amortiguación. Los tubos interior y exterior se comunican por medio del soporte de válvula. Todo el conjunto forma tres cámaras que se rellenan de un aceite fluido; dichas cámaras son la superior, la inferior y la de reserva.

El amarre de este tipo de amortiguadores suele ser del tipo anillo-goma y casquillo para el tubo, y del tipo anillo-goma y casquillo o vástago roscado para el vástago. Se utiliza en suspensiones traseras, o en las delanteras de trapecio deformable al igual que el monotubo.



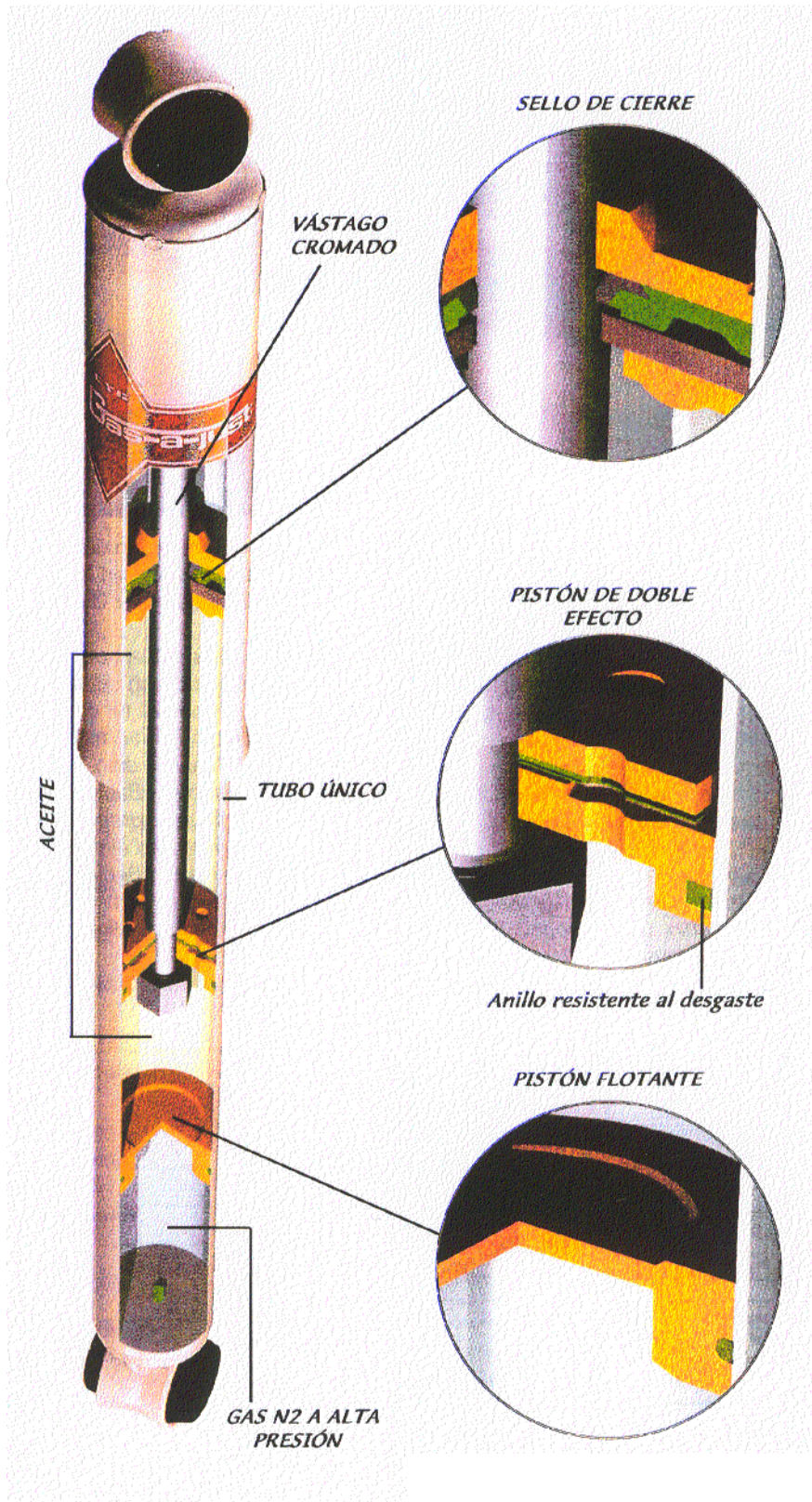


Fig. 10: Esquema monotubo

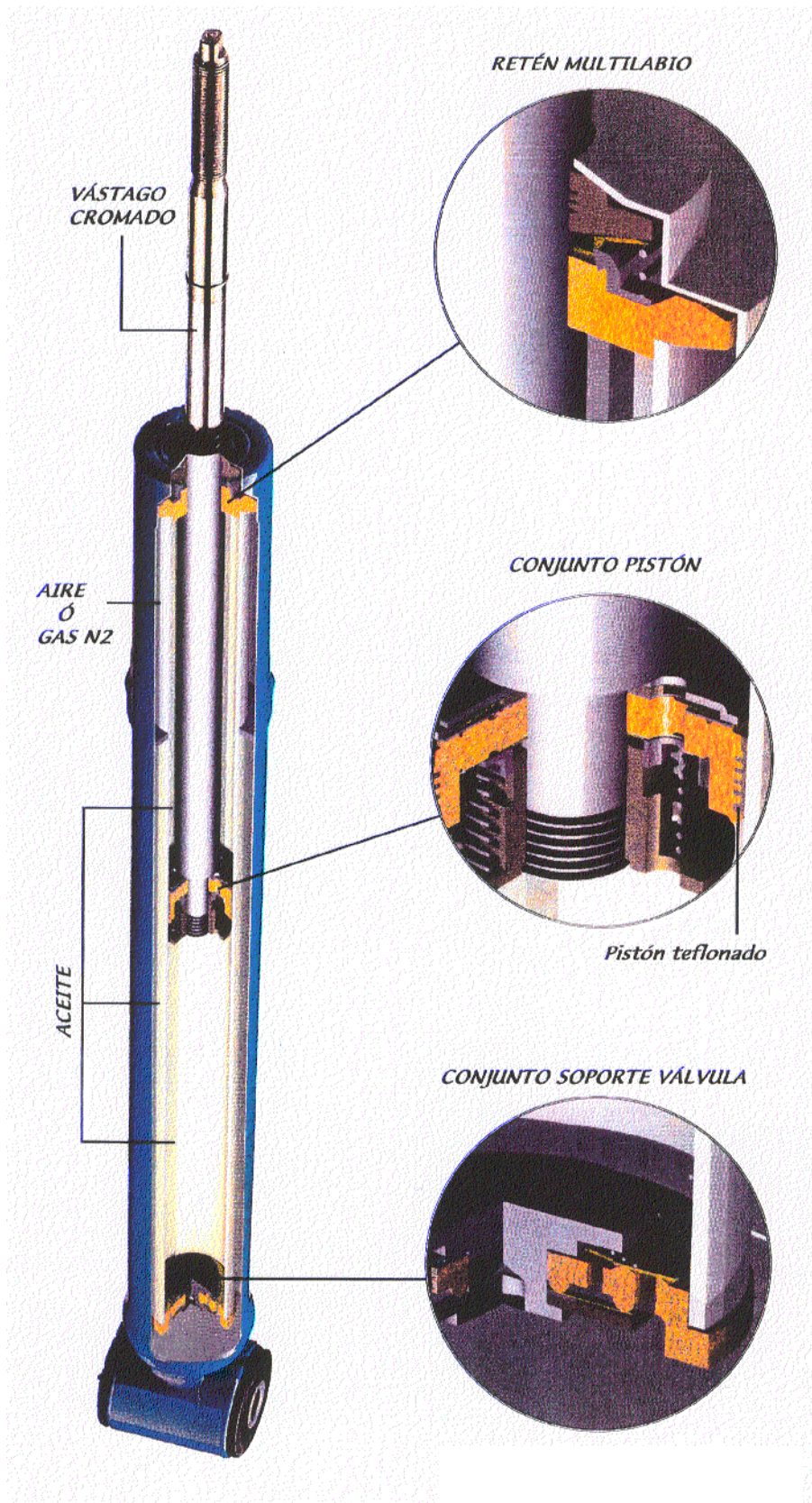


Fig. 11: Esquema bitubo

- Amortiguador strut

El principio de funcionamiento es el de un bitubo normal. La diferencia esencial es que este amortiguador se utiliza en otro tipo de suspensiones.

Este tipo de amortiguador se utiliza en las suspensiones McPherson. En estas, el amortiguador es un miembro estructural de la misma y si éste falla, la suspensión queda inutilizada. Debido a lo anterior, este amortiguador tiene unas características que lo diferencian de los demás. El vástago es de un diámetro mayor que en otros tipos, ya que además de trabajar a tracción y compresión lo hace a flexión. Además, el vástago requiere un mejor acabado para evitar fricciones. El amarre a la mangueta de la dirección es rígido y por tanto tiene que ser robusto. Requiere resistencia, buen acabado, correcto montaje y durabilidad.

A este amortiguador se le suelda un soporte para el muelle de la suspensión.

A continuación se enumeran una serie de ventajas y desventajas de los amortiguadores monotubo frente a los bitubo y strut.

#### Ventajas:

- Funcionamiento en cualquier posición.
- Mayores esfuerzos de compresión con vástagos pequeños.
- Menos histéresis.
- “Reacción hidráulica” más rápida debida a la alta presurización.
- Mayor capacidad de refrigeración para un mismo diámetro de tubo.
- Separación de gas y aceite: reducción disfuncionamientos hidráulicos.

#### Desventajas:

- Amortiguador más largo que el bitubo.
- Mayor fricción.
- Más crítico a los defectos, lo que provoca una degradación rápida.
- Componentes internos sometidos a gran presión de trabajo.

#### • **Amortiguador de carga variable**

Se trata de amortiguadores strut que varían su comportamiento de manera electrónica en función de varias variables como la carga, grado de giro del volante, velocidad del vehículo, etc.

Su gran diferencia con los amortiguadores strut es que el vástago es hueco, en él va introducida una varilla que varía el paso de aceite entre las dos cámaras del tubo interior en función de su posición. Un servomotor controla y gira la posición de la varilla respecto al amortiguador, modificando el volumen de paso de aceite por el pistón. Con esto conseguimos hasta 17 leyes distintas para el comportamiento del amortiguador a baja velocidad.

Se adjuntan dos leyes a modo de ejemplo. La línea morada es la obtenida por el programa de simulación (caso ideal). La línea roja indica el resultado del amortiguador en un banco de simulación (caso real).

Las velocidades vienen definidas por el cliente. Éste proporciona a la empresa una tabla con los valores de fuerza-desplazamiento deseados a una velocidad concreta. Las fuerzas de tracción y compresión están acotadas dentro de un límite superior y otro inferior. Dada una carrera, el amortiguador se cicla a una frecuencia tal que la velocidad máxima alcanzada en el ciclo sea la que queremos.

La primera gráfica se corresponde con un ensayo a baja velocidad (<0,15 m/s). La baja velocidad está relacionada con la maniobrabilidad del vehículo, el balanceo y cabeceo.

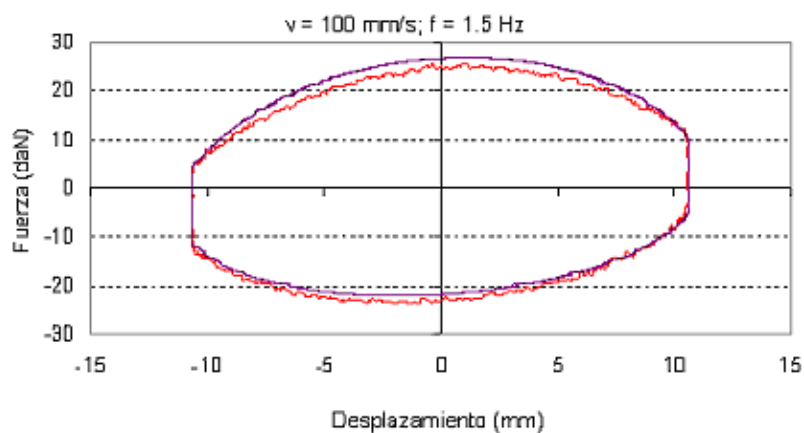


Fig. 12: Ley baja velocidad

La segunda gráfica se corresponde con un ensayo a media velocidad (<0,6 m/s). Se controla el confort y las vibraciones producidas por las irregularidades del terreno.

A alta velocidad (>0,6 m/s) se controla el comportamiento ante impactos

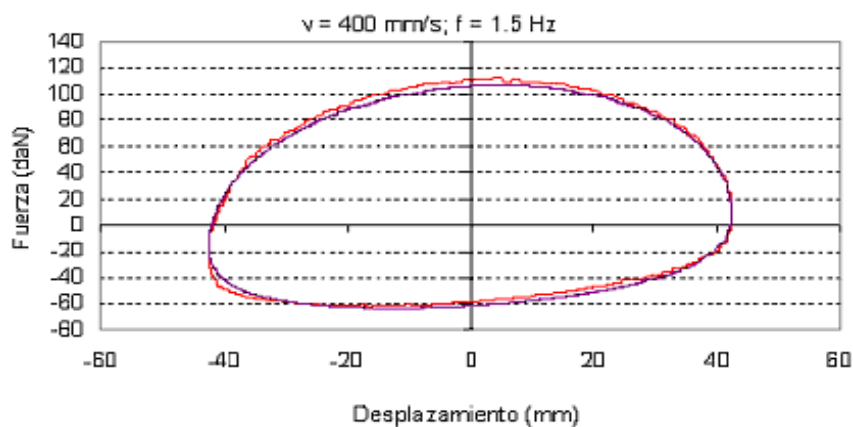


Fig. 13: Ley media velocidad



Fig. 14: Detalle vástago electrónico

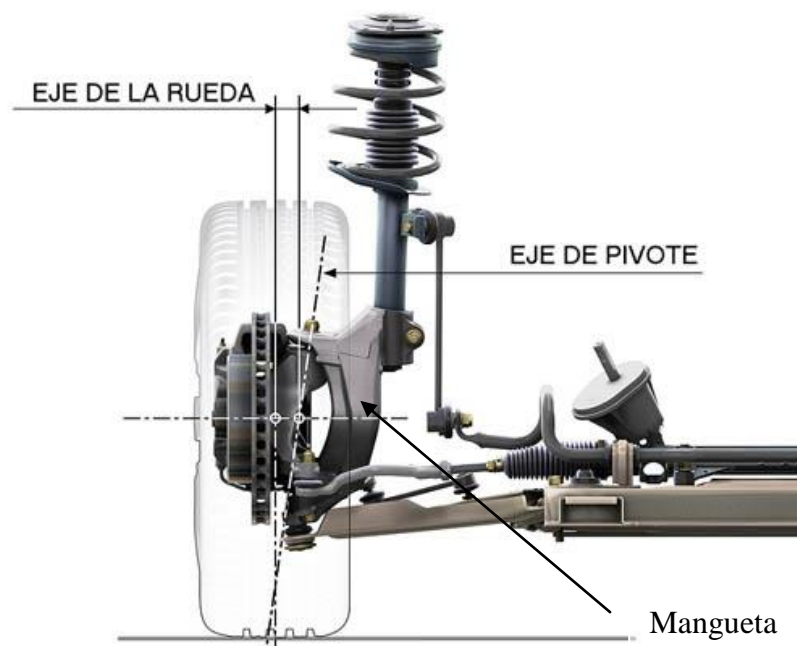


Fig. 15: Esquema mecánico de la zona de la rueda



Fig. 16: Amortiguador strut



Fig. 17: Amortiguador bitubo



Fig. 18: Amortiguador monotubo



Fig. 19: Amortiguador de carga variable

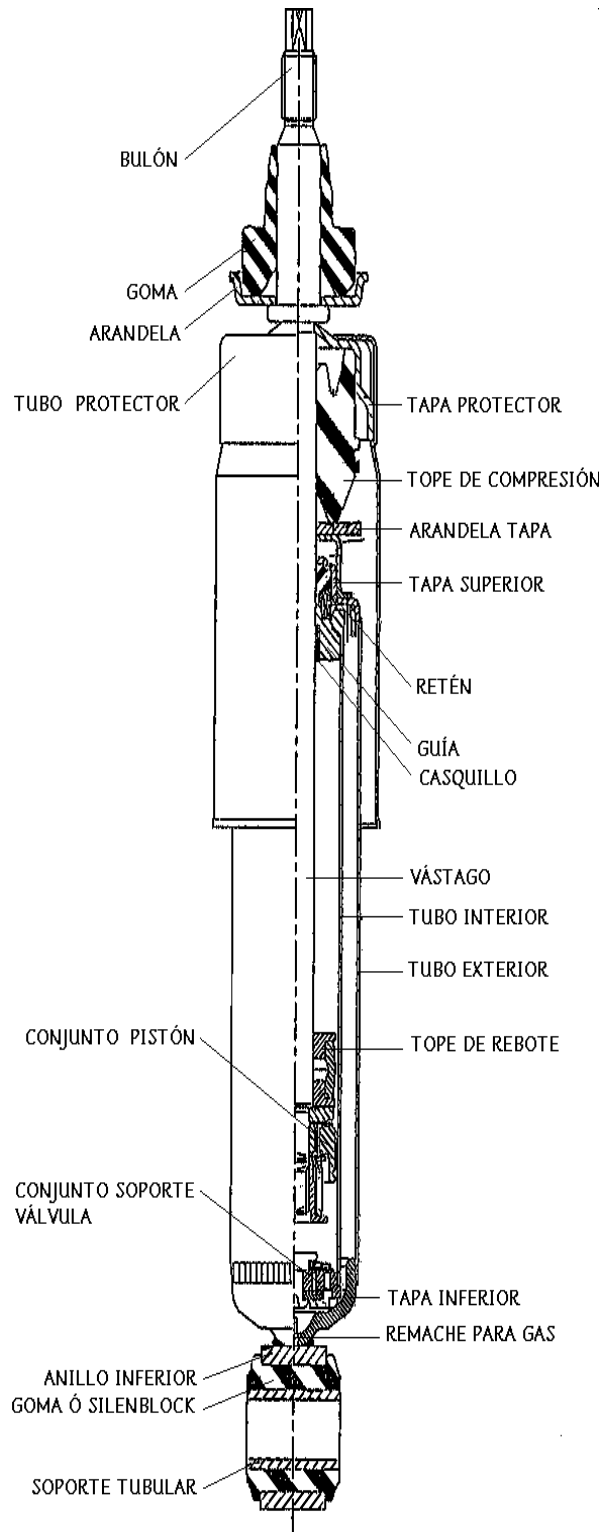


Fig. 20: Esquema general de componentes de un amortiguador bitubo

## 1.6 PARTES DE UN AMORTIGUADOR

Para comprender mejor el funcionamiento del amortiguador no solo es necesario conocer los fundamentos hidráulicos y su función, sino que también es interesante conocer sus partes más importantes y las funciones de éstas. Las tolerancias generales especificadas en plano de cada uno de los componentes que se van a citar son los siguientes:  $\pm 0,3\text{mm}$ ,  $\pm 1^\circ$ .

### *AMARRE INFERIOR:*

Sólo presente en amortiguadores delanteros generalmente, su función es servir de anclaje del amortiguador a la rueda (concretamente a la mangueta). Normalmente se compone a su vez de un amarre interior y otro exterior, y se sitúa en la parte inferior del amortiguador. Tiene una parte cilíndrica interior donde va alojado el tubo exterior y dos patillas con agujeros, que serán las encargadas de amarrarse a la mangueta de la rueda del automóvil.

Está hecho con acero DD12, con un porcentaje en carbono máximo de 0,1%.



Fig. 21: Amarre inferior



### *TAPA INFERIOR:*

Es una tapa circular que se pone en el extremo inferior del tubo exterior (introducida en el amarre), para cerrar el compartimento que forma este tubo.

Las tapas inferiores están hechas de acero DD13, con contenido máximo en carbono de 0,08%.



Fig. 22: Tapa inferior

### *VÁSTAGO:*

Es el cilindro que se representaba en las imágenes anteriores del funcionamiento del amortiguador y que va unido por un lado al pistón y por otro a la carrocería del coche gracias a un bloque filtrante. Estará continuamente entrando y saliendo del amortiguador y deberá tener una superficie muy lisa para no permitir fugas entre él y el retén (que se verá a continuación).

El material del que está hecho es acero SAE 1040, con un porcentaje de carbono entre 0,37 y 0,44%, y están fabricados con una tolerancia de cota de 20h10.



Fig. 23: Vástago

**GUÍA:**

Se encuentra en la parte superior del amortiguador, introducida dentro del tubo exterior y calada dentro del tubo interior. Su función es guiar el vástago, dirigir su movimiento en la dirección axial del amortiguador. En su interior contiene un casquillo anti-fricción para evitar dañar al vástago durante su desplazamiento.

El casquillo está hecho de un material compuesto y debe cumplir una tolerancia de concentricidad con la guía de vástago de 0,08 mm.

La guía del vástago está hecha de acero F212, con un 0,14% de carbono máximo. Los diámetros internos tienen una tolerancia de cota estricta de 37,3H9 y el diámetro externo del contorno de la pieza tiene una tolerancia máxima de 25 milésimas.

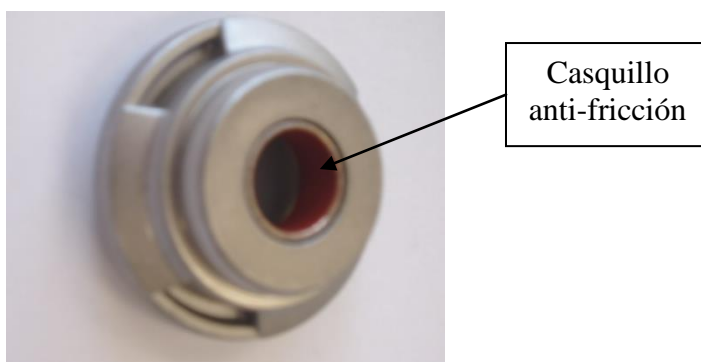


Fig. 24: Guía vástago

**RETÉN:**

Situado justo encima de la guía, se encarga de impedir las fugas de aceite tanto desde el tubo exterior como desde el tubo interior por el orificio por donde pasa el vástago. Dispone de unos labios de caucho que impiden la salida del aceite. Estos labios rozan el vástago, que al ser extremadamente liso hace que el retén no deje escapar ni una gota de líquido. Se suelen fabricar de NBR (Nitrile Butadiene Rubber) por su resistencia al aceite y otros fluidos. Muy importante el grado de precisión del diámetro del labio del retén, con una tolerancia de  $\pm 0,35$  mm.



Fig. 25: Retén

### *TAPA SUPERIOR:*

Es una pequeña tapa situada en la parte superior del amortiguador, tapando el retén y con un orificio central para permitir el paso del vástago. Evita el paso de suciedad al retén para mejorar su funcionamiento. Estas tapas pueden ser de plástico o de acero. La elección del material lo realiza el cliente.



Fig. 26: Tapa superior

### *TOPE DE COMPRESIÓN:*

Es un taco fabricado con materiales de aspecto esponjoso o gomoso y fácil de deformar que se sitúa alrededor del vástago y sirve para hacer de tope cuando el amortiguador se comprime en gran medida. Actúa frenando la compresión para que cuando se llegue al límite de compresión del amortiguador no se realice en forma de golpe. Está hecho de un elastómero de poliuretano.



Fig. 27: Tope de compresión

### *SOPORTE MUELLE:*

Es una pieza en forma de plato de grandes dimensiones que va soldada en la mitad superior del tubo exterior y que sirve de apoyo para el muelle. Tiene un conjunto de olas generalmente que se encargarán de fijar la posición de este.

Está fabricado de acero S355 MC, con un porcentaje de carbono máximo de 0,12%.



Fig. 28: Soporte muelle

### *AMARRE BARRA ESTABILIZADORA (BAD):*

También soldado hacia la mitad del tubo exterior, con forma rectangular y sobresaliendo por uno o dos lados del tubo y de forma perpendicular a este, sirven de apoyo y anclaje para la barra estabilizadora del vehículo.

Está hecho, al igual que el soporte muelle, con acero S355 MC.



Fig. 29: BAD

### ARANDELA RETÉN TOPE REBOTE (ARTR):

Se trata de un casquillo con la forma que se aprecia en la imagen. Se une al vástago empleando una máquina que suelda por resistencia mediante punteado. El proceso se basa en realizar cuatro puntos de soldadura entre la arandela y el vástago, de manera que quedan fuertemente unidos. Su función es limitar el extendido del vástago durante su funcionamiento y servir de tope con el muelle, el tope rebote o la guía (dependiendo de cada modelo los componentes que lleve).

Suelen fabricarse con acero SAE 1010, con un porcentaje en carbono entre 0,08 y 0,13 % y, a la hora de fabricarlos, deben cumplir una tolerancia geométrica de concentricidad y perpendicularidad respecto al eje principal de 5 centésimas.

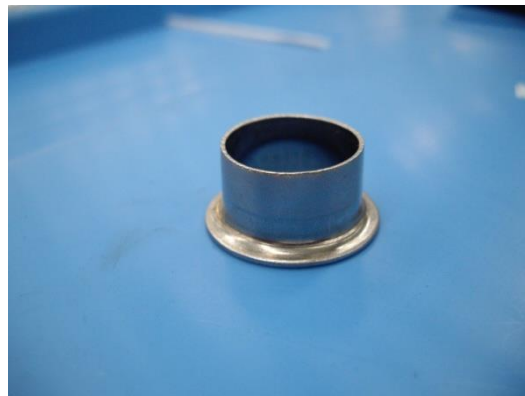


Fig. 30: ARTR

### ANILLO:

Los anillos son habituales en amortiguadores traseros bitubos o monotubos. Se les suele embutir un componente llamado silentblock y flexiblock (dependiendo del modelo, pueden ir en el anillo superior o inferior). La función de ambos componentes es la de unir el amortiguador a la suspensión del vehículo y absorber las vibraciones que se generan en el vehículo para mejorar el confort de los ocupantes.

Estos anillos están hechos de acero E235+C, con un contenido en carbono inferior a 0,17 % y una resistencia a la tracción,  $R_m$ , de 480 N/mm<sup>2</sup>.

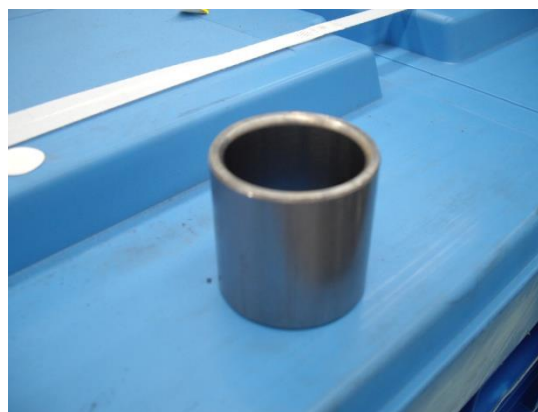
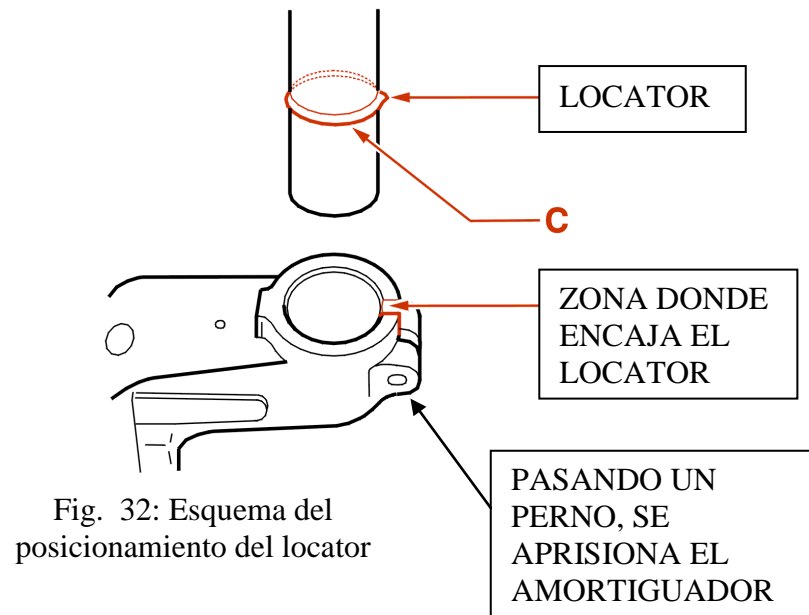


Fig. 31: Anillo

### LOCATOR:

Se trata de una de las piezas más importantes del amortiguador. Es el encargado de posicionarlo en la mangueta del vehículo para, a posterior, pasar un perno por el extremo de la mangueta y apretar el amortiguador contra él.



Está hecho con acero S420MC que, a diferencia del S355MC, tiene un mayor contenido en azufre y manganeso.

## 1.7 DISEÑO DE PROCESO

El diseño de proceso de este trabajo se basa en los amortiguadores strut y bitubo.

El diseño de proceso de un amortiguador tiene varias fases en las cuales se explican los diferentes puestos por los que deben pasar los componentes que forman el amortiguador y en los cuales se realiza un proceso diferente. Se pueden diferenciar seis fases dentro del diseño de proceso que son:

- Subconjunto soporte válvula: en ella se monta el soporte válvula con todas las válvulas que lo componen, el cual se monta en la base del tubo inferior y sirven para soportar esfuerzos de tracción y compresión del amortiguador.
- Vástago: en ella se fabrica el vástago del amortiguador el cual soporta todos los esfuerzos de pandeo y sirve de soporte del pistón. Dentro de las fases de fabricación del vástago destacan: templado del diámetro exterior para darle dureza a la capa superficial que es donde roza el vástago con el retén, torneado de las puntas pistón y amarre (la punta pistón es la que se introduce en el amortiguador y el amarre es donde se sujeta el amortiguador al vehículo), rectificado del diámetro exterior para dejarlo liso a un diámetro inferior, tratamiento de cromado para darle más resistencia a la capa templada y superacabado del diámetro exterior para dejarlo al diámetro deseado
- Subconjunto vástago-pistón: en ella se monta el pistón con todas sus válvulas sobre el vástago y es el que soporta los esfuerzos de tracción y compresión, al contrario que el subconjunto válvula. Si uno trabaja a compresión, el otro trabaja a tracción y viceversa. También se montan el resto de componentes que sirven para que el vástago no roce con superficies metálicas como son: retén, tope rebote, subconjunto guía, etc.
- Tubo exterior y tubo interior: en ella se fabrican los tubos, los cuales parten de unas barras largas que se recortan a la medida deseada y se les hacen una serie de procesos para montar dentro y sobre ellos todos los componentes de los que consta el amortiguador. Entre los procesos se incluyen unos achicados de los diámetros en las partes superior e inferior de los tubos y el mecanizado del diámetro interior de ambos tubos para embutir la tapa en el tubo exterior y el soporte válvula en el interior.
- Montaje: se divide en tres áreas:
  - Área de carcasa, que es donde se ensambla y suelda el soporte muelle, BAD y amarre.
  - Área de pintura, en la que se pinta la carcasa a la cual accede ésta a través de un aéreo.
  - Área de montaje, en la que se unen la carcasa ya pintada con el tubo interior, vástago, etc. Se introduce el tubo interior en la carcasa ya pintada y dentro de él se introduce el subconjunto vástago. En esta área es de donde sale ya el amortiguador montado.
- Embalaje: en ella se recoge el amortiguador ya montado y se introduce en los contenedores que serán enviados al cliente.

A continuación, a modo de ejemplo, se presenta el diagrama de proceso del amortiguador trasero de mi trabajo. Se distinguen las diferentes fases del proceso con distintos colores:

- Azul: línea de tubo interior.
- Naranja: línea de tubo exterior. } (T01)
- Rojo: línea de pintura.
- Verde: línea de carcasa (W03).
- Amarillo: línea de montaje (A03).

Por último, se muestra el lay-out de la planta de KAMS. Cada color corresponde con la fase indicada en el diagrama de proceso anterior.



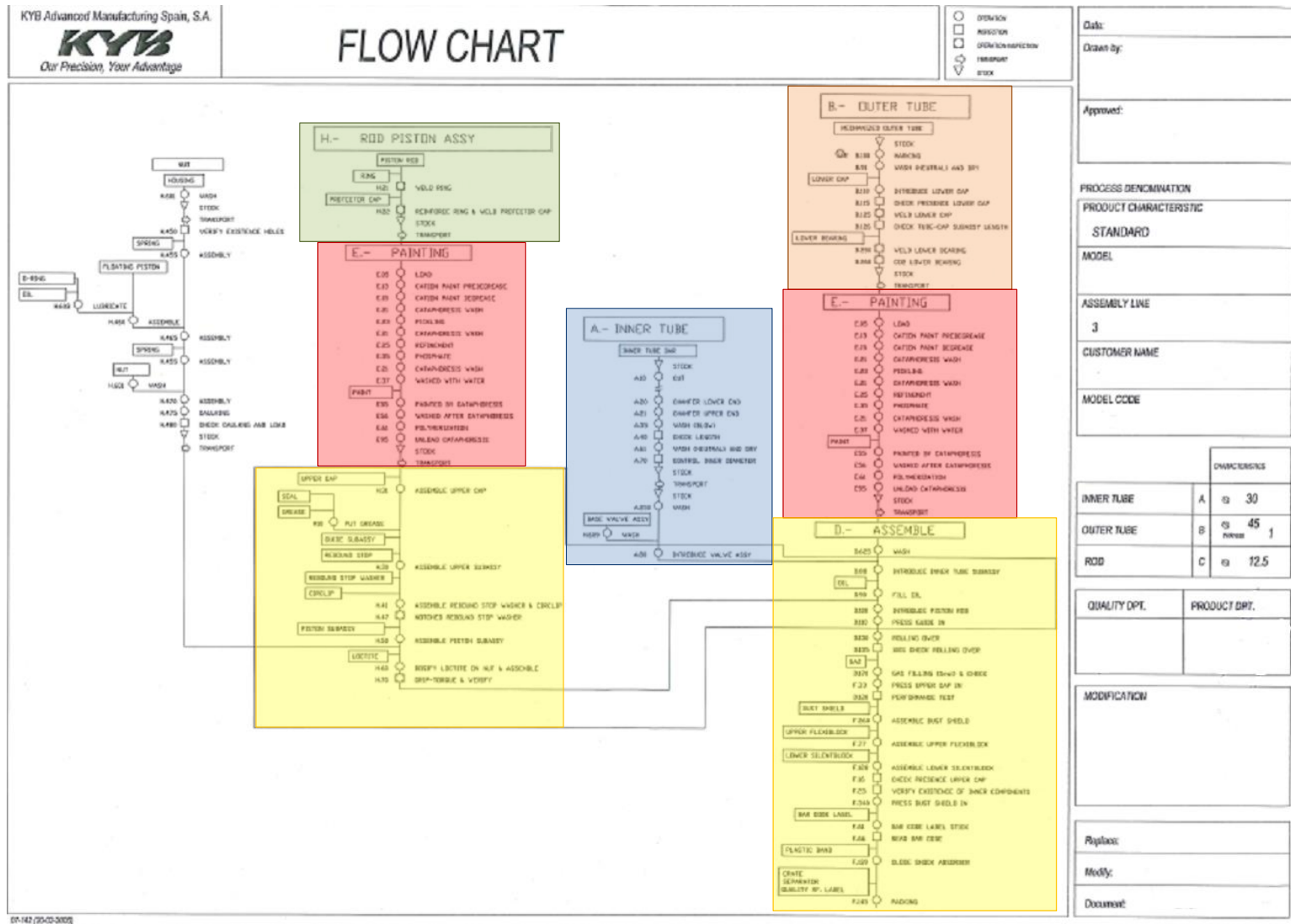


Fig. 33: Ejemplo de diagrama de proceso

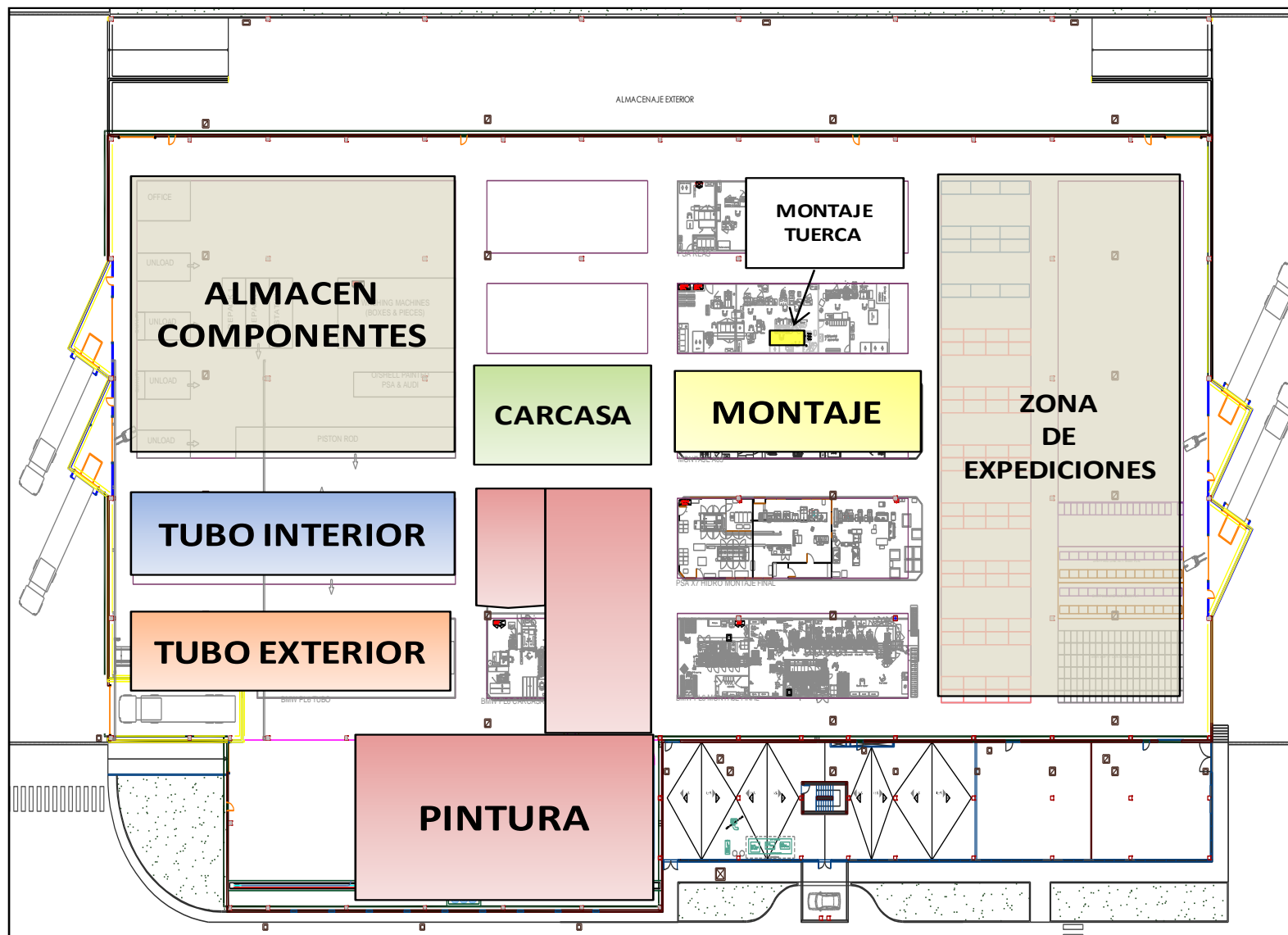


Fig. 34: Lay-out de la planta de KAMS

## **CAPÍTULO 2.- MEMORIA**

### **2.1 OBJETO DEL TRABAJO**

El objeto de este trabajo fin de grado es el siguiente:

- Se va a introducir un nuevo modelo de amortiguador en la planta de KAMS por parte de un nuevo cliente. Este proyecto es muy importante para la empresa por ser un cliente importante y porque dicho amortiguador incorpora una tecnología nunca desarrollada en ninguna planta de Europa.
- Se trata de un amortiguador bastante diferente en funcionamiento comparado con el resto de modelos que se fabrican en la planta. Como requiere de algunos componentes nuevos que no se fabrican actualmente, se deben realizar unas modificaciones de las líneas de carcasa y montaje.
- Dichas modificaciones implican el empleo de nuevas máquinas para producir o introducir los nuevos componentes que necesitan los amortiguadores. También implica la reforma de una máquina de la línea de soldadura para poder realizar una operación que no se podía llevar a cabo con lo que había.
- Por último, ha sido necesaria la adaptación y fabricación de varias máquinas y utillajes para poder realizar con éxito todas las fases de producción.
- Todas estas modificaciones conllevan la realización de la documentación de todas las máquinas que intervienen en el proceso productivo de ambos amortiguadores. Dicha documentación servirá para poder realizar la “auditoría de calidad y seguridad” de cada una de las máquinas, es decir, tanto de las nuevas como de las que ya había en cada línea.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS AMORTIGUADORES

Para introducir los amortiguadores sobre los que he desarrollado mi trabajo, voy a describir superficialmente, tanto del amortiguador delantero como del trasero, lo más llamativo. También comentaré los tiempos de ciclo, enumeraré la totalidad de los componentes más importantes y explicaré el proceso productivo de cada uno.

### 2.2.1 AMORTIGUADOR DELANTERO (FR)

Se trata de un amortiguador tipo strut, sin amarre inferior y, por tanto, tipo mangueta. Visualmente, se aprecia una BAD de doble ala y con una anchura importante. También llama la atención el diseño del locator y, sobre todo, el poco cordón de soldadura que necesita para soportar los esfuerzos de cortadura y flexión rotativa. Comentaré en el apartado dedicado al utillaje para el robot de soldadura más detalles sobre su diseño y problemas.

La siguiente imagen muestra una carcasa pintada con todos sus componentes exteriores soldados:

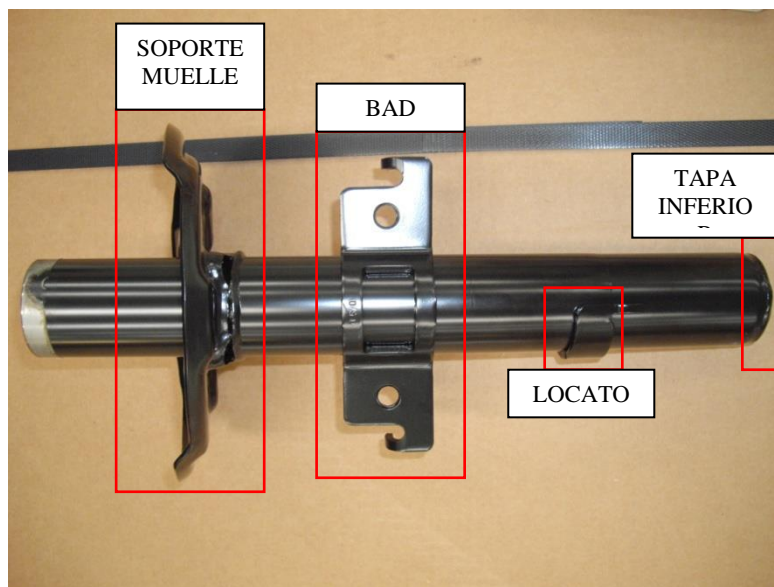


Fig. 35: Carcasa del amortiguador delantero

El tiempo de ciclo para fabricar el amortiguador delantero es:  $T_c = 50$  segundos aproximadamente (sin incluir la fase de pintura, que se considera aparte). La distribución de dicho tiempo es la siguiente:

- Línea de tubo:

El tiempo de ciclo es de 10 segundos. El tubo interior viene de proveedor.

- Línea de carcasa:

Su tiempo de ciclo es de 22 segundos. Más adelante se explicará el proceso de producción completo del amortiguador.

- Línea y sala de montaje:

En la sala de montaje, que es donde, principalmente, se montan los componentes en el vástago y se llena de aceite el amortiguador, el tiempo de ciclo es de 14 segundos. En la línea de montaje, donde se rebordea, se llena de gas y se chequean cargas, el tiempo de ciclo es de 14 segundos.

A continuación, voy a nombrar los principales componentes del amortiguador con un esquema gráfico de dónde van situados:

- SUBCTO. TUBO EXTERIOR
  - CTO. TUBO TAPA
    - Tubo exterior
    - Tapa inferior
  - SOPORTE MUELLE
  - AMARRE BARRA ESTABILIZADORA
  - LOCATOR
- SUBCTO. TUBO INTERIOR
- ACEITE AZUL; VOLUMEN = 300 c.c
- SUBCTO. VÁSTAGO PISTÓN
  - SUBCTO. VÁSTAGO ARANDELA
    - Vástago acabado Ø22 mm
    - Arandela retén tope rebote (ARTR)
  - TOPE REBOTE HIDRÁULICO (TRH)
  - ARANDELA APOYO TRH
  - MUELLE TOPE REBOTE
  - SUBCTO. PISTÓN
  - TUERCA ALTERNATIVA
    - Tapa
    - Pistón
    - Junta
    - Muelle
    - Tuerca
  - SUBCTO. GUÍA VÁSTAGO
    - Guía vástago
    - Casquillo baja fricción
    - Retén
- TAPA SUPERIOR

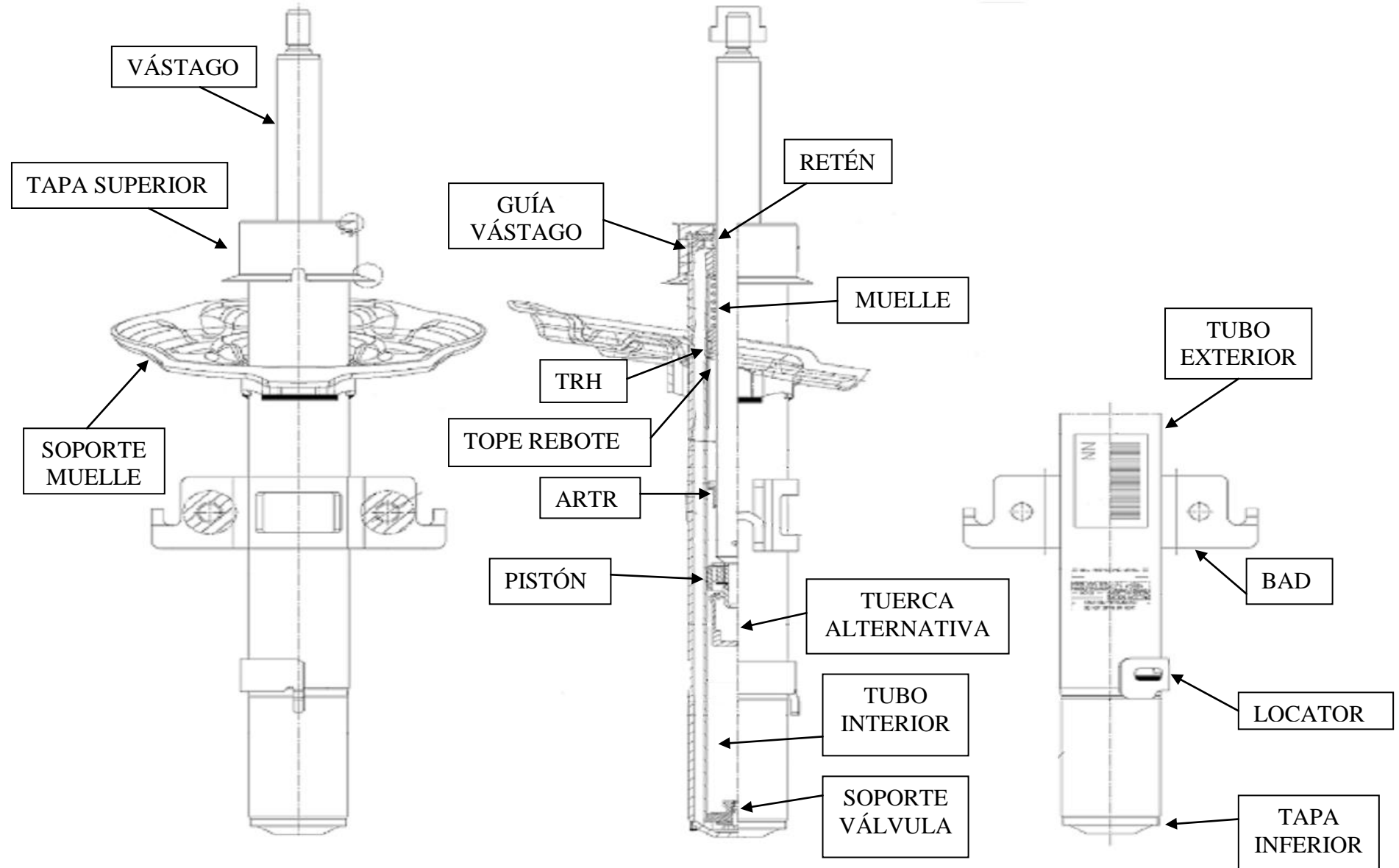


Fig. 36: Esquema de componentes del amortiguador delantero

Por último, voy a explicar el proceso productivo de este amortiguador. Se adjunta el diagrama de procesos y se detalla con esquemas cada fase, indicando el movimiento de piezas en cada una de las fases de producción. También se indican los operarios necesarios en las zonas de carcasa y montaje y el recorrido que hace cada uno.

## **FASE I**

### **TUBO EXTERIOR**

- Cargar los tubos ya cortados o cortar las barras a la longitud especificada.
- Achicar del extremo donde va a ir colocado en la mangueta del coche.
- Realizar el marcaje del cliente en el tubo.
- Mecanizar las cajeras en ambos extremos.
- Lavar los tubos para eliminar la viruta del mecanizado.
- Chequear la longitud del tubo.
- Introducir la tapa inferior (se queda calada por interferencia).
- Chequear presencia de tapa inferior.

## **FASE II**

### **LÍNEA DE CARCASA**

Tenemos tubo exterior, soporte muelle, tapa inferior, BAD y locator.

- Ensamblar el soporte muelle al tubo.
- Soldar en CO<sub>2</sub> circular la tapa inferior y el soporte muelle.
- Soldar BAD y locator en el robot de soldadura.
- Hacer chequeo de fugas y lavamos las carcasas.

## **FASE III**

### **PINTURA**

El proceso empleado es por cataforesis. Se trata del mismo proceso que usan las grandes empresas automovilísticas, y consiste en un método de pintado por inmersión basado en el desplazamiento de partículas de pintura con carga positiva en un campo eléctrico. Aplicando una diferencia de potencial eléctrica, las moléculas de pintura se rompen depositándose sobre la pieza cargada negativamente de forma uniforme.

## **FASE IV**

### **ENSAMBLADO VÁSTAGO-PISTÓN**

- Puntear ARTR en el vástago.
- Chequear distancia espiga-arandela.
- Lavar los vástagos por ultrasonidos.

### **SALA DE MONTAJE**

- Colocar arandela tope rebote + TRH + muelle.
- Preparar subconjunto guía vástago y montar.
- Colocar subconjunto pistón.
- Dosificar loctite en la tuerca alternativa y atornillar en el extremo del pistón.
- Introducir tubo interior con soporte válvula en el interior de la carcasa lavada.
- Llenar de aceite.
- Introducir el subconjunto vástago pistón en el tubo interior.
- Realizar el calado de la guía.

## **FASE V**

### **MONTAJE**

- Rebordear la carcasa para hacer paquete.
- Verificar la altura de rebordeado. Chequeo 100% (1er equipo).
- Introducir el gas por los labios del retén y chequeamos que la presión en el interior esté dentro de las especificaciones.
- Introducir el amortiguador en la chequeadora de cargas (MTS).
- Calar la tapa superior.
- Verificar existencia de componentes internos , presencia de tapa superior, ...
- Colocar el código de barras.
- Comprobar que se pueda leer dicho código.
- Embalar los amortiguadores.



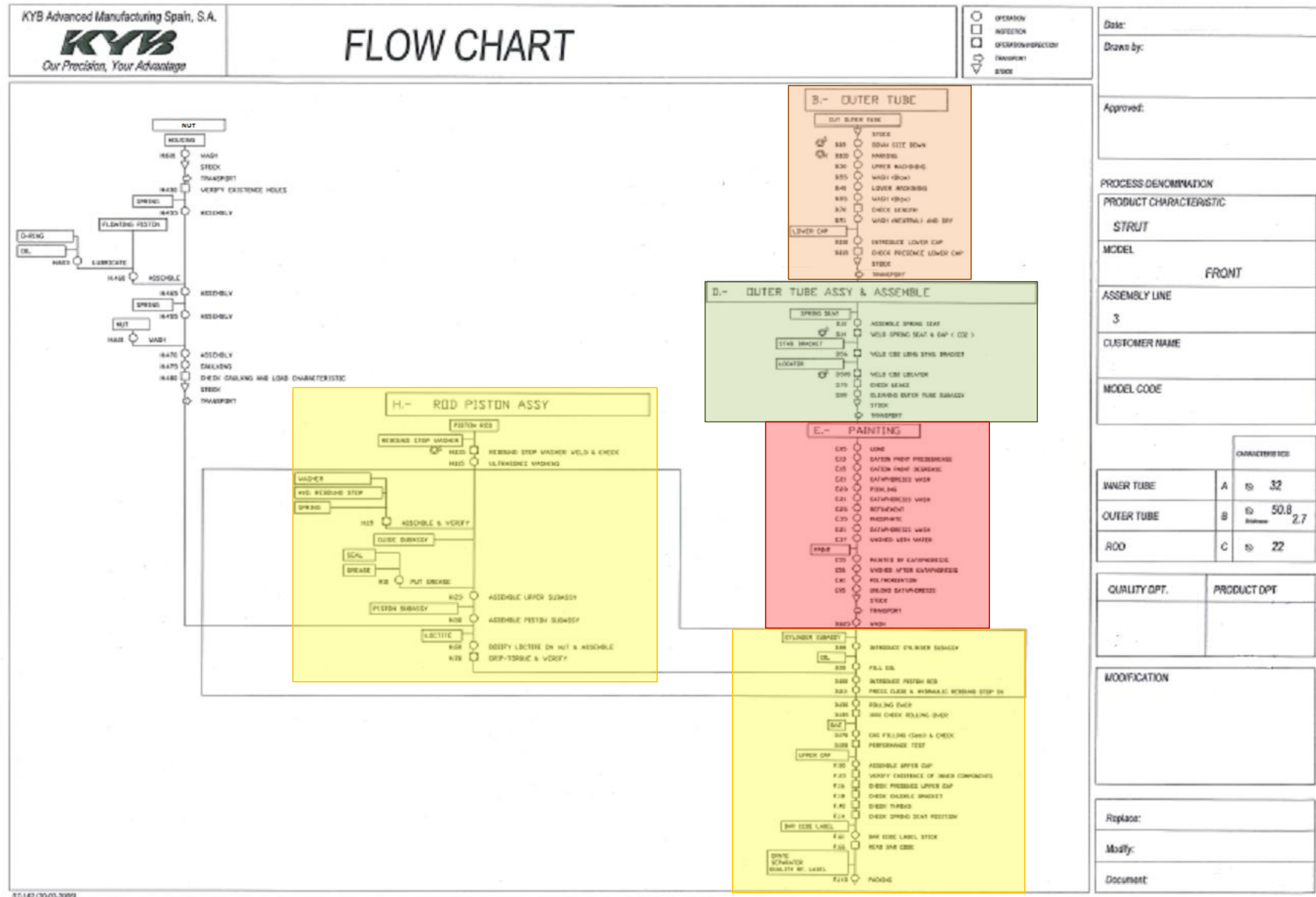


Fig. 37: Diagrama de proceso del amortiguador delantero

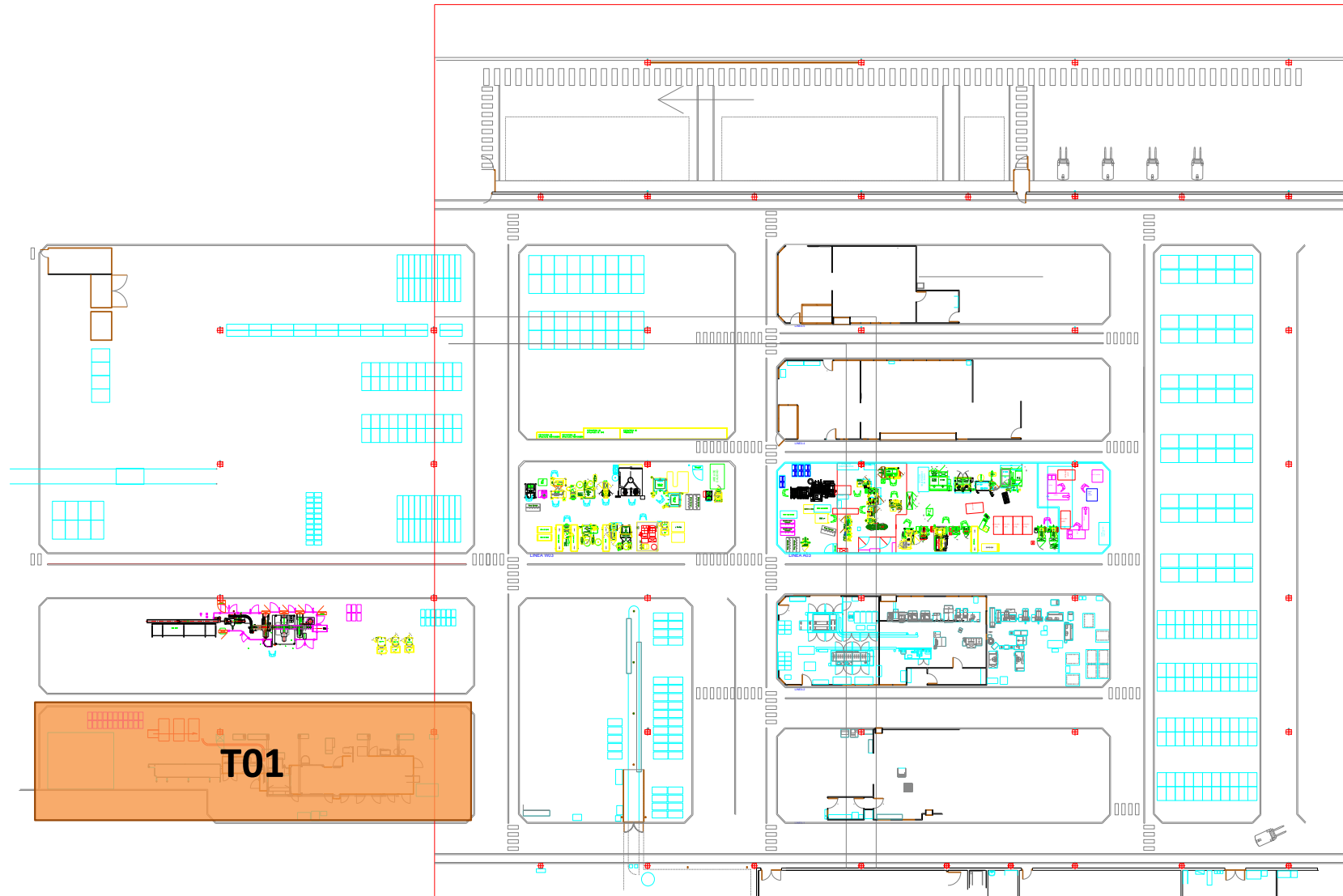


Fig. 38: Fase I de la producción del amortiguador FR

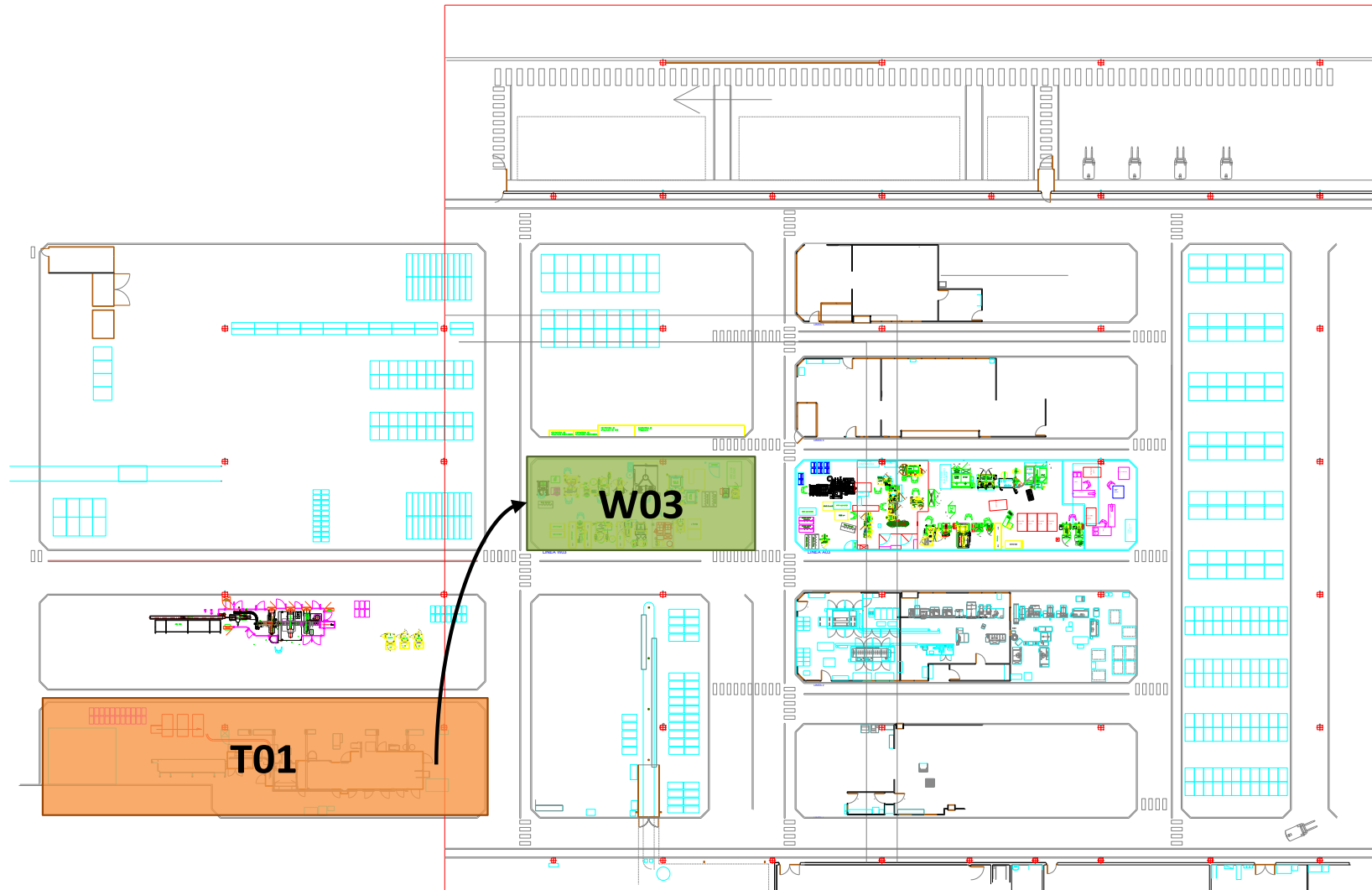


Fig. 39: Fase II de la producción del amortiguador FR

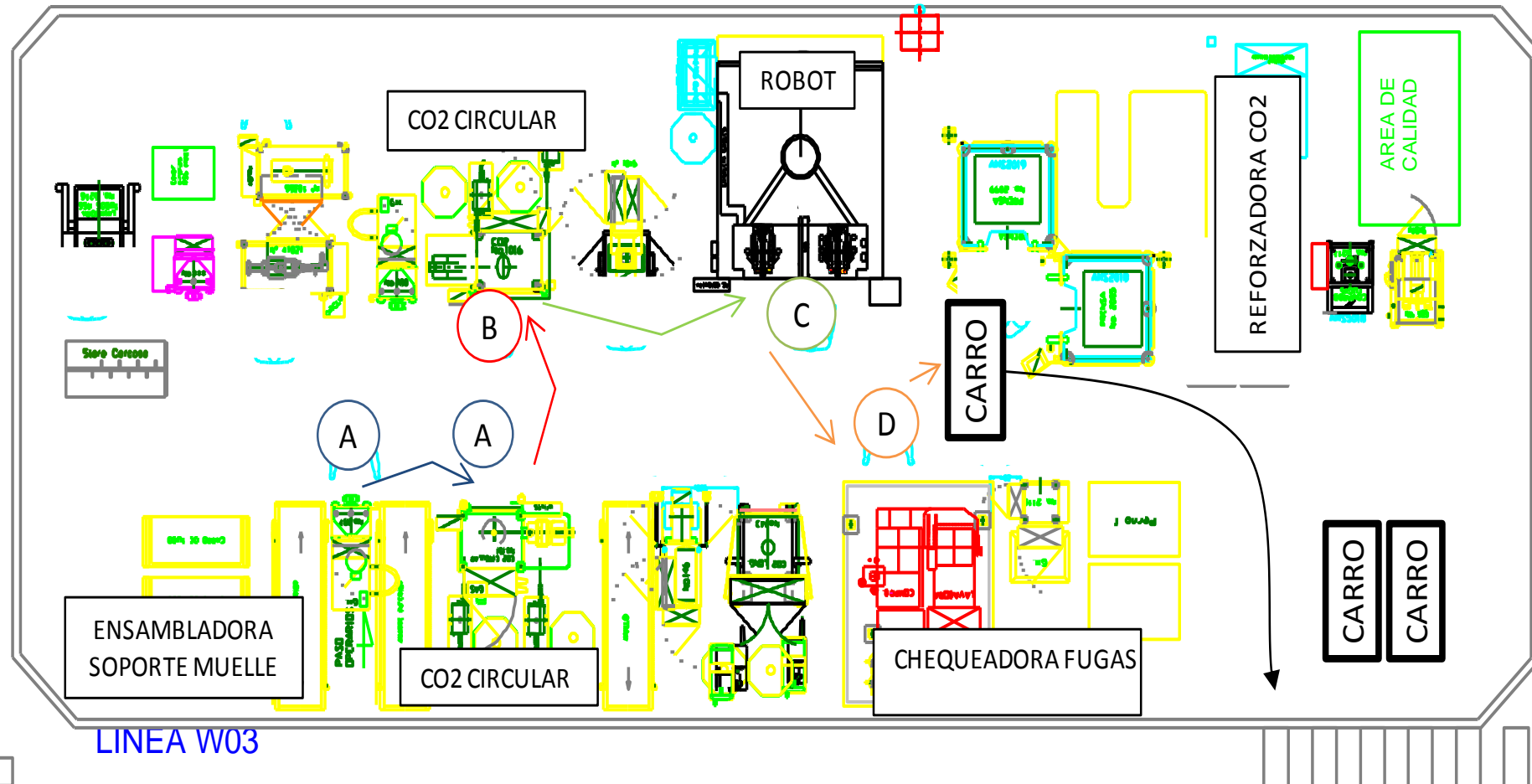


Fig. 40: Detalle fase II línea de carcasa

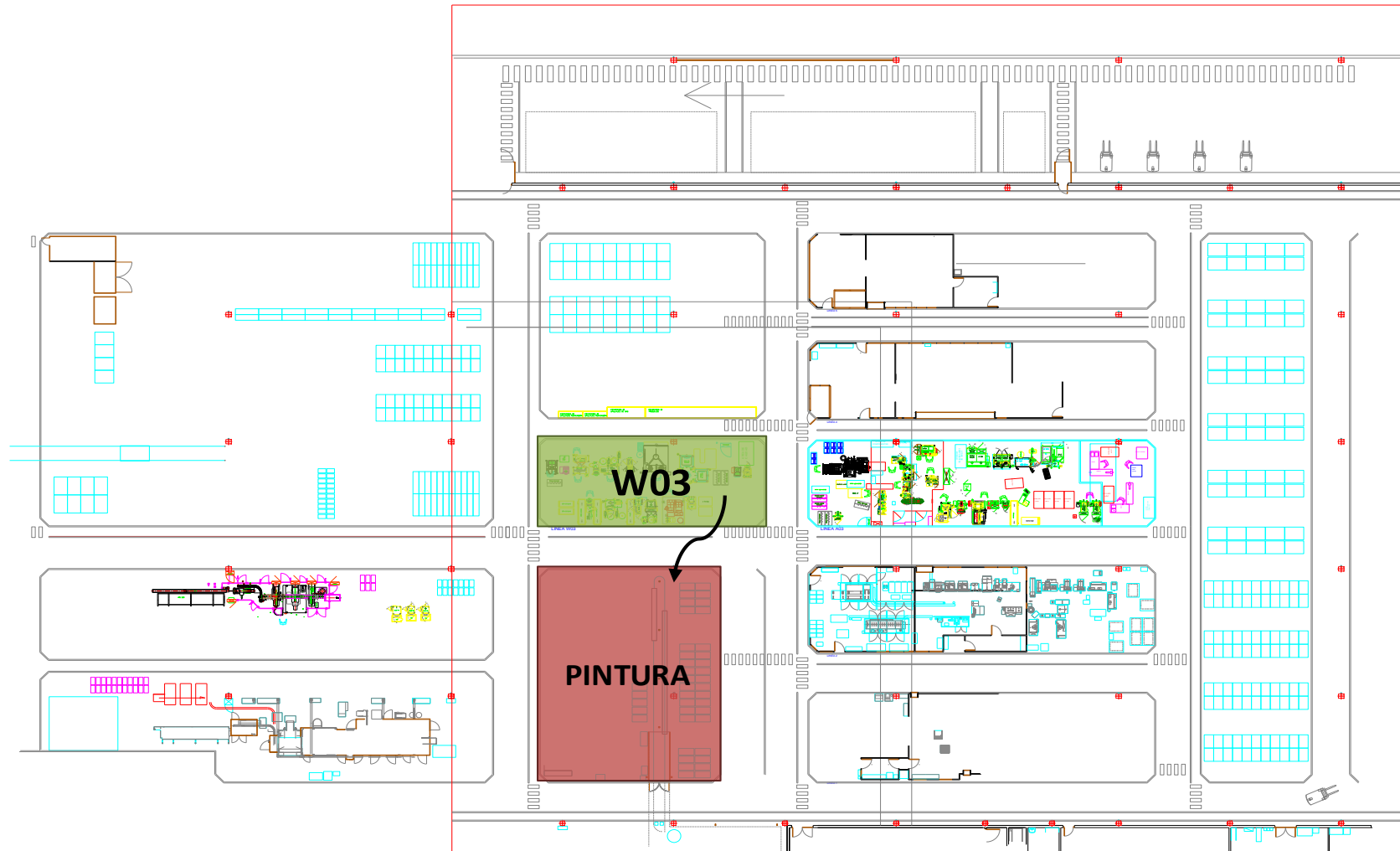


Fig. 41: Fase III de la producción del amortiguador FR

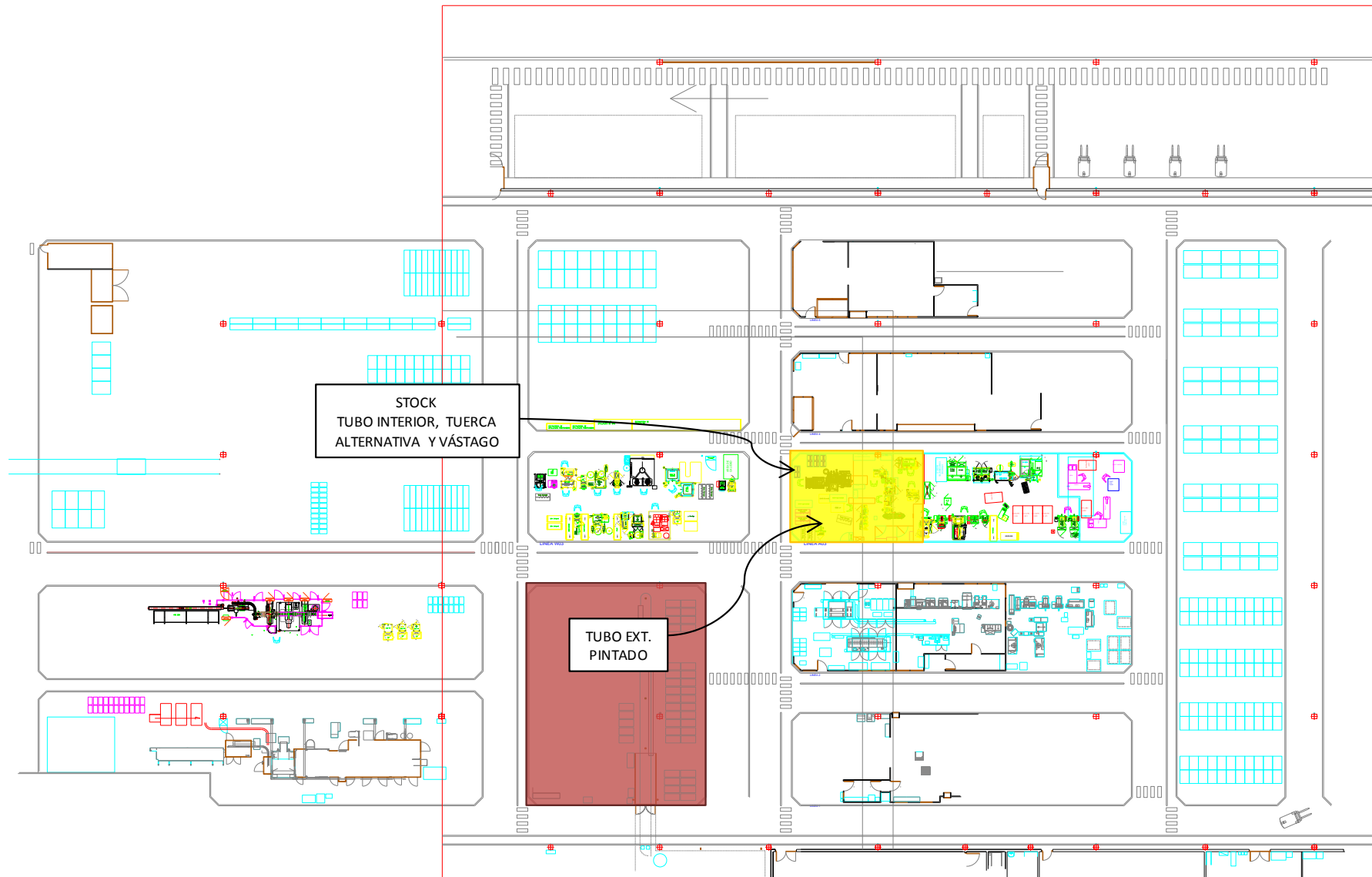


Fig. 42: Fase IV de la producción del amortiguador FR

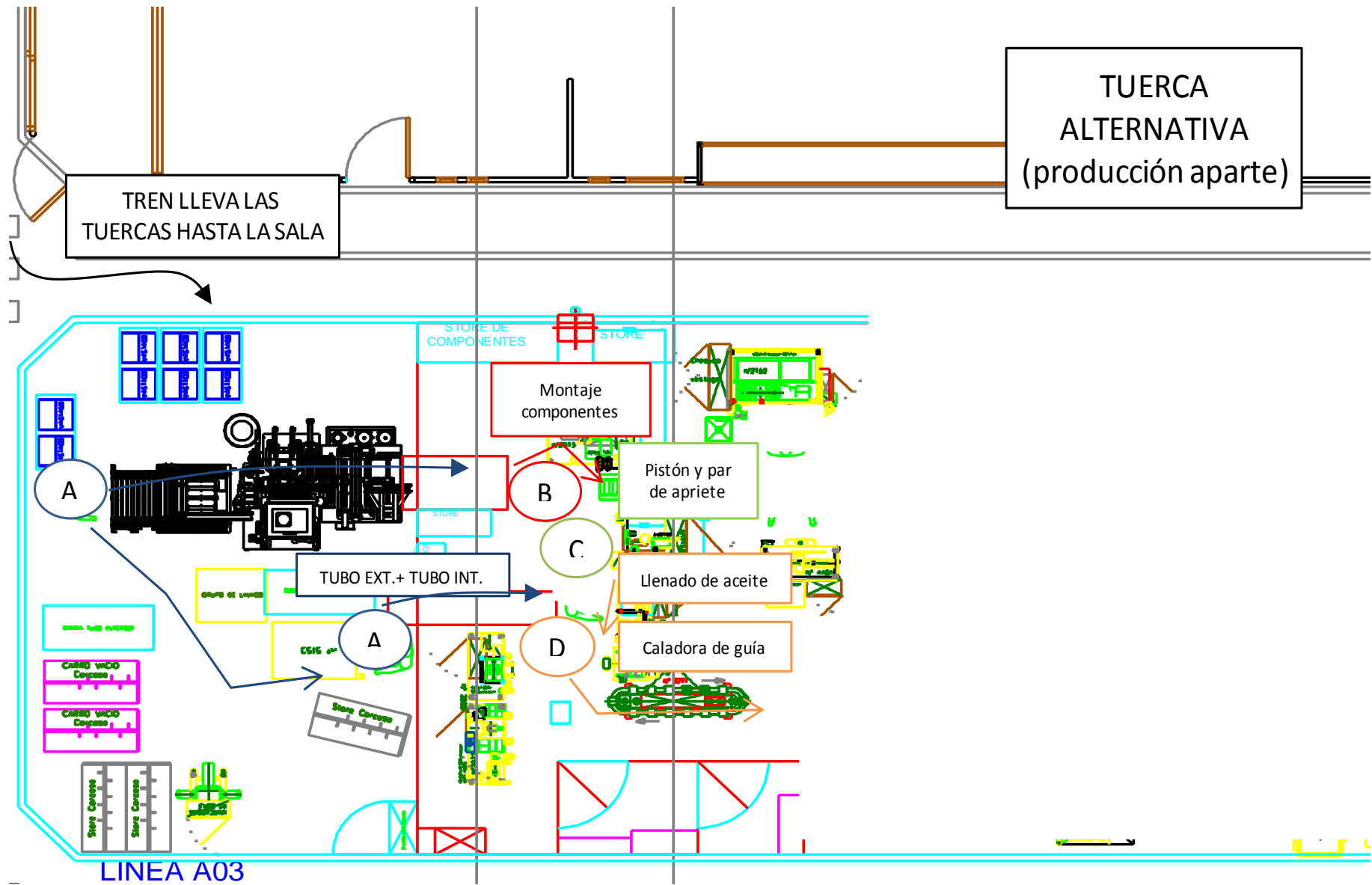


Fig. 43: Detalle fase IV sala de montaje



Fig. 44: Fase V de la producción del amortiguador FR



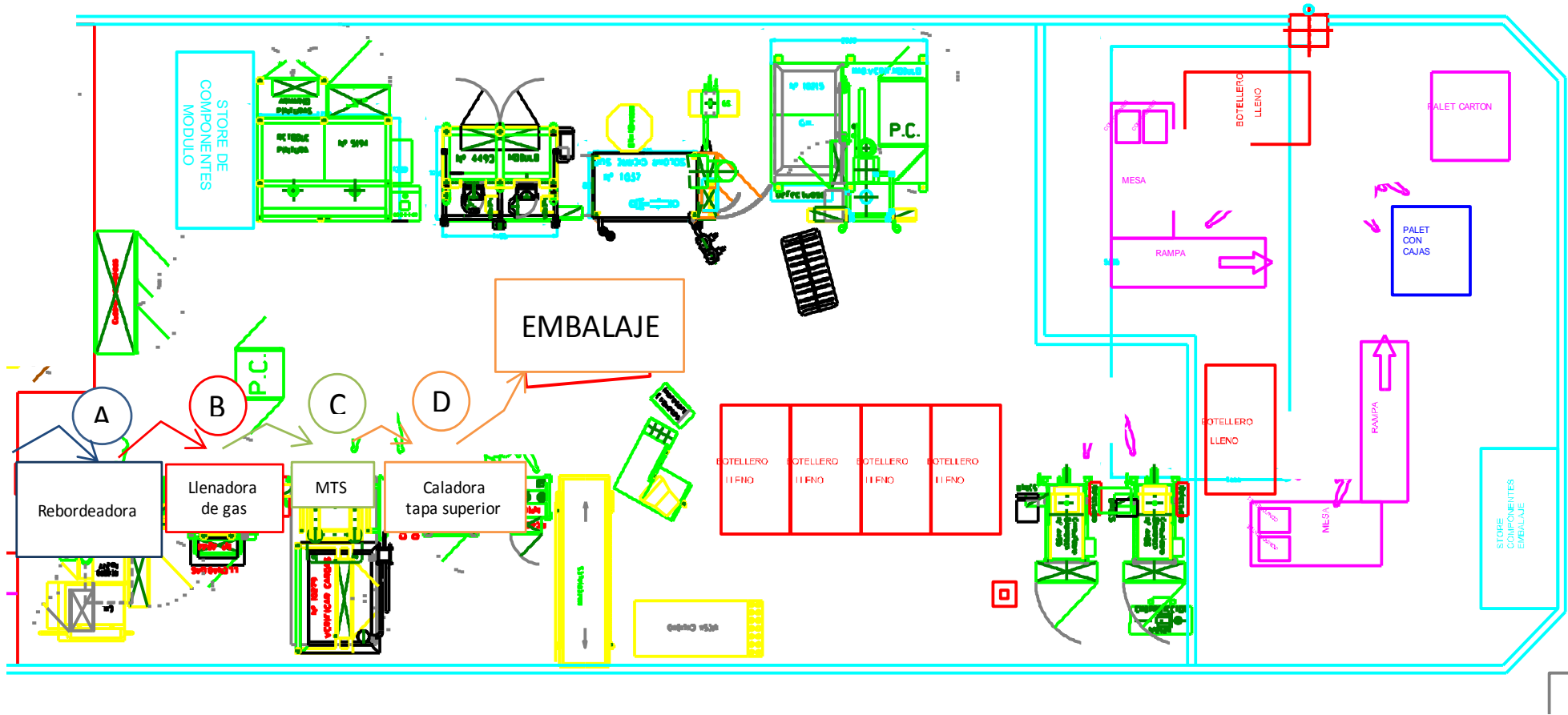


Fig. 45: Detalle fase V línea de montaje

Por último, esta imagen muestra el amortiguador delantero completamente montado al final de la línea de montaje.

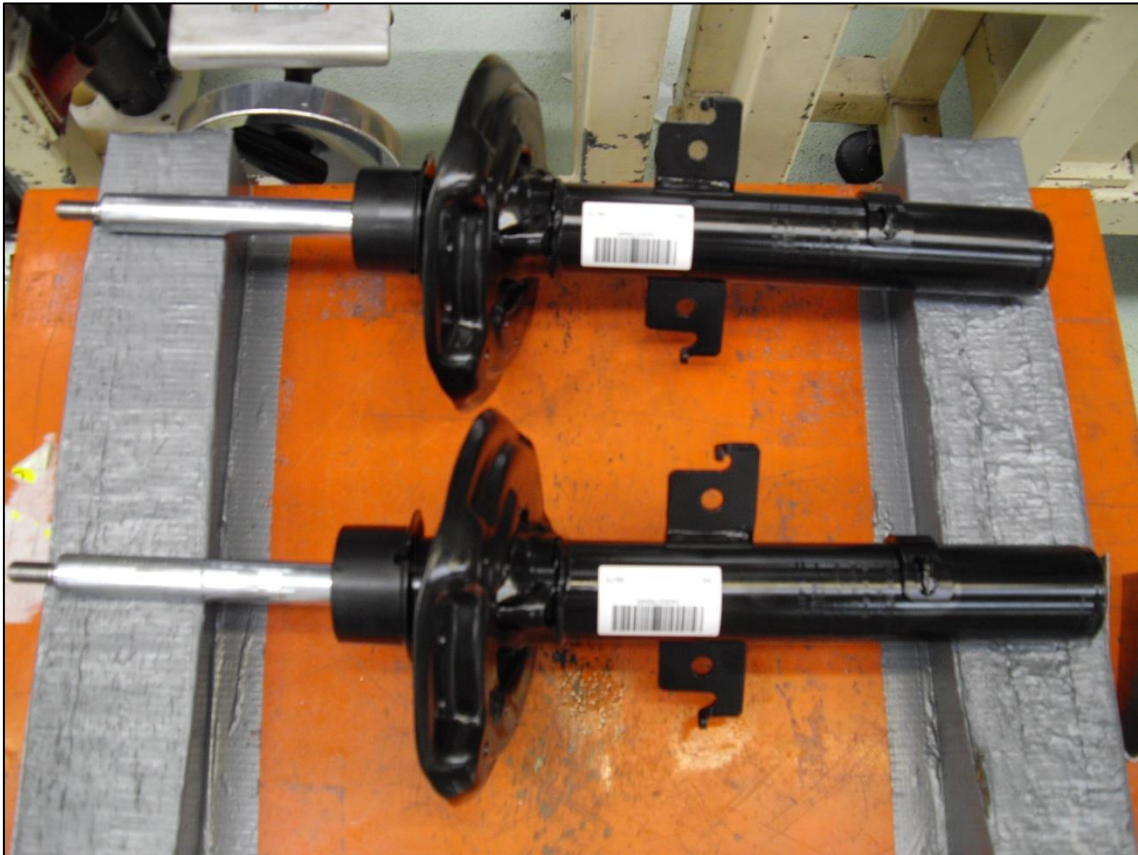


Fig. 46: Amortiguadores delanteros al final de la línea de montaje

## 2.2.2 AMORTIGUADOR TRASERO (RR)

Se trata de un amortiguador bitubo. A dichos amortiguadores no hay que soldarles ni BAD ni locator debido a que no forman parte de la estructura del vehículo, como en el caso del strut. Los amortiguadores bitubo, como los monotubo, se limitan a absorber y disipar energía y van colocados en la parte trasera del vehículo.

El tubo exterior de este amortiguador es de  $\text{Ø}45 \times 1$  mm de espesor. Es muy importante destacar el grosor de este tubo porque resulta muy difícil de mecanizar por lo delicado que es.

Otra característica de este amortiguador es que se trata de un doble anillo (superior e inferior). Ello implica que al vástago haya que puntearle un anillo, algo que nunca se ha realizado en la planta de KAMS.

También, el diámetro del vástago es de  $\text{Ø}12,5$  mm, inferior a los empleados en el resto de modelos, de  $\text{Ø}15-25$  mm. Ello implica un cambio en los procesos que existen actualmente en la fábrica para poder puntear en el vástago.

Como conclusión, el amortiguador trasero de este modelo es muy especial, completamente diferente a todo lo que se ha fabricado en esta planta y, por tanto, requiere de nuevas máquinas para poder trabajar con las piezas que lo componen.

El tiempo de ciclo para fabricar el amortiguador trasero es:  $T_c = 68$  segundos aproximadamente (sin incluir la fase de pintura, que se considera aparte). La distribución de dicho tiempo es la siguiente:

- Línea de tubo:

El tiempo de ciclo para el tubo exterior es de 10 segundos. Para el tubo interior, son necesarios únicamente 6 segundos.

- Línea de carcasa:

Su tiempo de ciclo es de 30 segundos. Más adelante se explicará el proceso de producción completo del amortiguador.

- Línea y sala de montaje:

En la sala de montaje, el tiempo de ciclo es de 14 segundos. En la línea de montaje, el tiempo de ciclo es de 14 segundos.

A continuación, voy a nombrar los principales componentes del amortiguador con un esquema gráfico de dónde van situados:

- SUBCTO. TUBO EXTERIOR
  - TUBO EXTERIOR
  - TAPA INFERIOR
  - ANILLO INFERIOR
- SUBCTO. TUBO INTERIOR
- ACEITE AZUL; VOLUMEN = 180 c.c
- SUBCTO. VÁSTAGO PISTÓN
  - SUBCTO. VÁSTAGO ANILLO
    - Vástago acabado Ø12,5 mm
    - Anillo superior
    - Tapa protector
  - TAPA SUPERIOR
  - SUBCTO. GUÍA VÁSTAGO
    - Guía vástago
    - Casquillo baja fricción
    - Retén
  - TOPE REBOTE
  - SUBCTO. PISTÓN
  - ARANDELA RETÉN TOPER REBOTE (ARTR)
  - CIRCLIP
  - TUERCA ALTERNATIVA
    - Tapa
    - Pistón flotante
    - Junta
    - Muelle
    - Tuerca
- SILENTBLOCK
- FLEXIBLOCK
- TUBO PROTECTOR

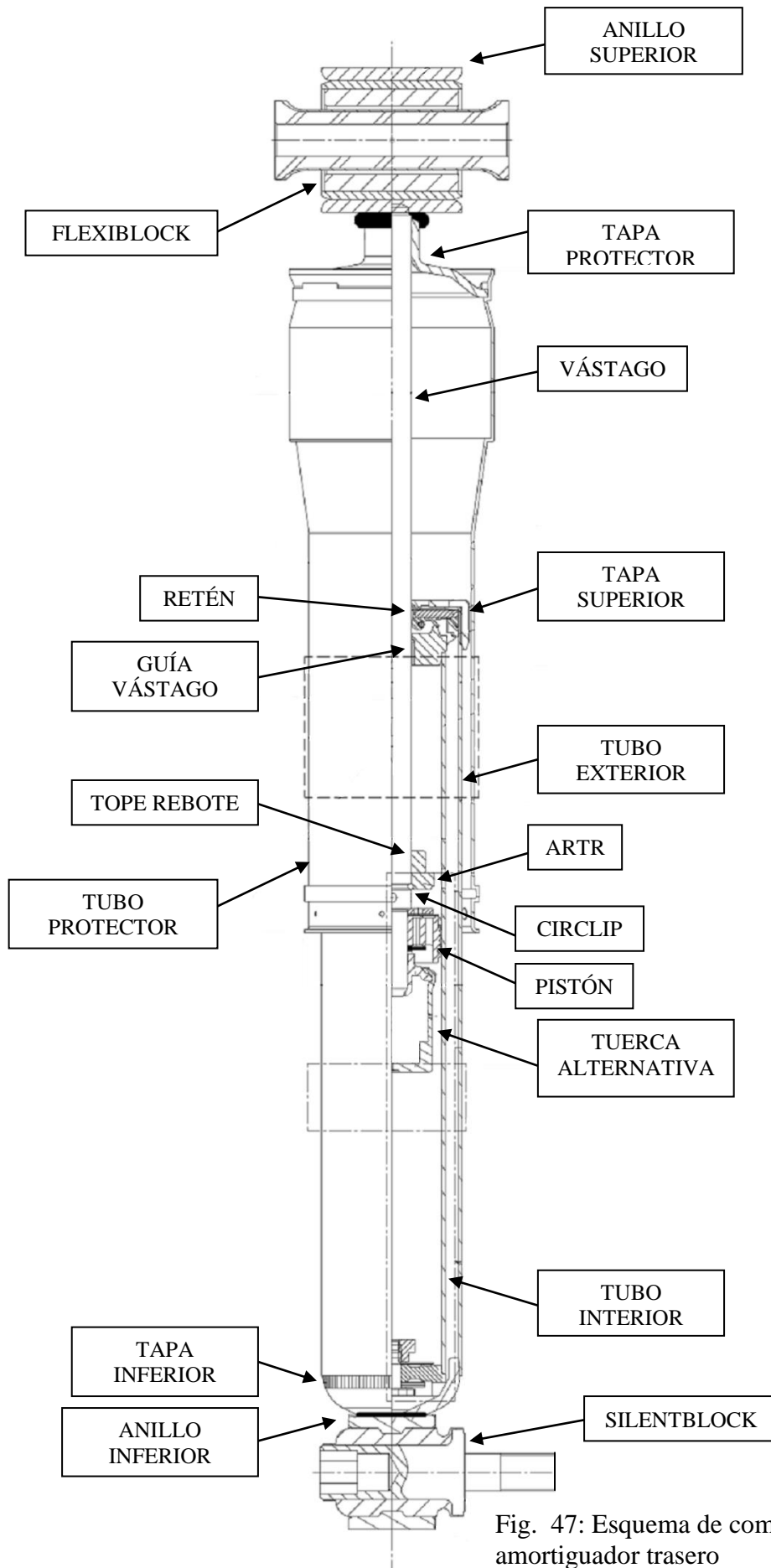


Fig. 47: Esquema de componentes del amortiguador trasero

Por último, voy a explicar el proceso productivo de este amortiguador. Se adjunta el diagrama de procesos y se detalla con esquemas cada fase, indicando el movimiento de piezas en cada una de las fases de producción. También se indican los operarios necesarios en las zonas de carcasa y montaje y el recorrido que hace cada uno.

## **FASE I**

### **TUBO EXTERIOR**

- Cortar el tubo o cargarlo en la línea ya cortado.
- Realizar marcaje en cada tubo.
- Mecanizar chaflanes en ambos extremos.
- Lavar los tubos.
- Introducir la tapa inferior (se mantiene el tiempo suficiente para ser soldada después).
- Soldar por roldana la tapa inferior.
- Chequear longitud tubo-tapa.
- Puntear anillo en tapa inferior.
- Soldar refuerzo CO<sub>2</sub> en anillo-tapa.

### **TUBO INTERIOR**

- Cortar tubo con la longitud según plano.
- Mecanizar el extremo donde se calará el soporte válvula.
- Lavar los tubos.
- Calar soporte válvula en el extremo mecanizado.

## **FASE II**

### **LÍNEA DE CARCASA**

Tenemos vástago, anillo superior y tapa protectora.

- Puntear vástago y anillo superior.
- Introducir tapa protectora en la zona del anillo superior.
- Realizar refuerzo anillo-tapa con soldadura CO<sub>2</sub> 360°.

### **PINTURA**

- Pintar los tubos exteriores.

### **FASE III**

#### **PINTURA**

- Pintar anillo y tapa del subconjunto soldado en carcasa.

### **FASE IV**

#### **SALA DE MONTAJE**

- Montaje del paquete de componentes: tapa superior, retén, guía y tope rebote.
- Montaje del circlip y mellado de ARTR.
- Montaje pistón y dar par a la tuerca alternativa.
- Llenar de aceite tubo exterior con tubo interior dentro.
- Introducir subcto. vástago anillo con todos los componentes en el interior del tubo interior.
- Calar la guía en el tubo interior.

### **FASE V**

#### **MONTAJE**

- Rebordear el tubo exterior.
- Llenar de gas el interior del amortiguador.
- Meter amortiguador en la MTS. Aprovechamos para calar la tapa superior en la misma máquina.
- Embutir el silentblock (colocado en el anillo inferior) y el flexiblock (colocado en el anillo superior).
- Embutir el tubo protector.
- Colocar código de barras.
- Comprobar que el código es legible.
- Colocar fleje para comprimir al amortiguador.
- Embalar.

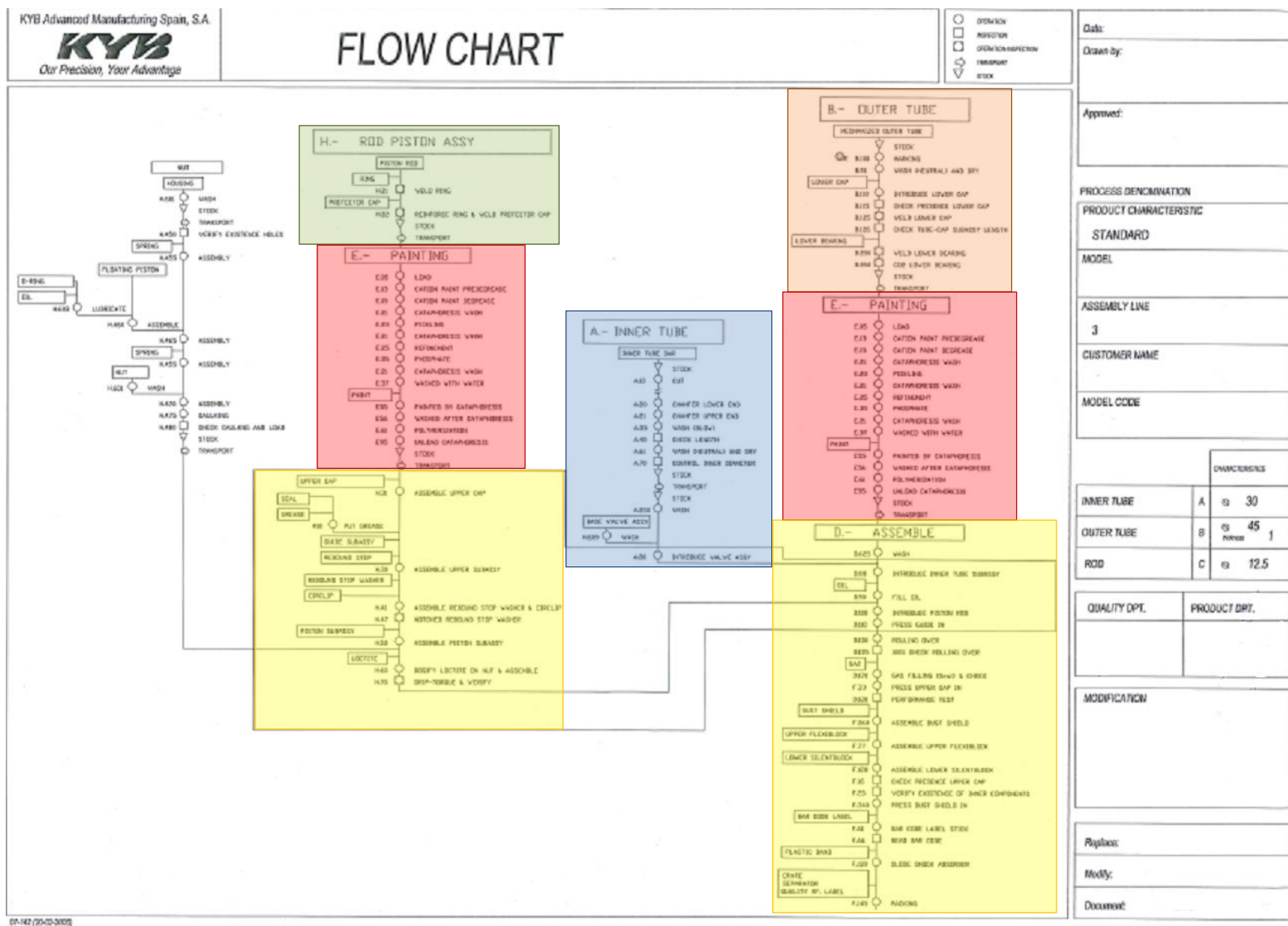


Fig. 48: Diagrama de proceso del amortiguador trasero



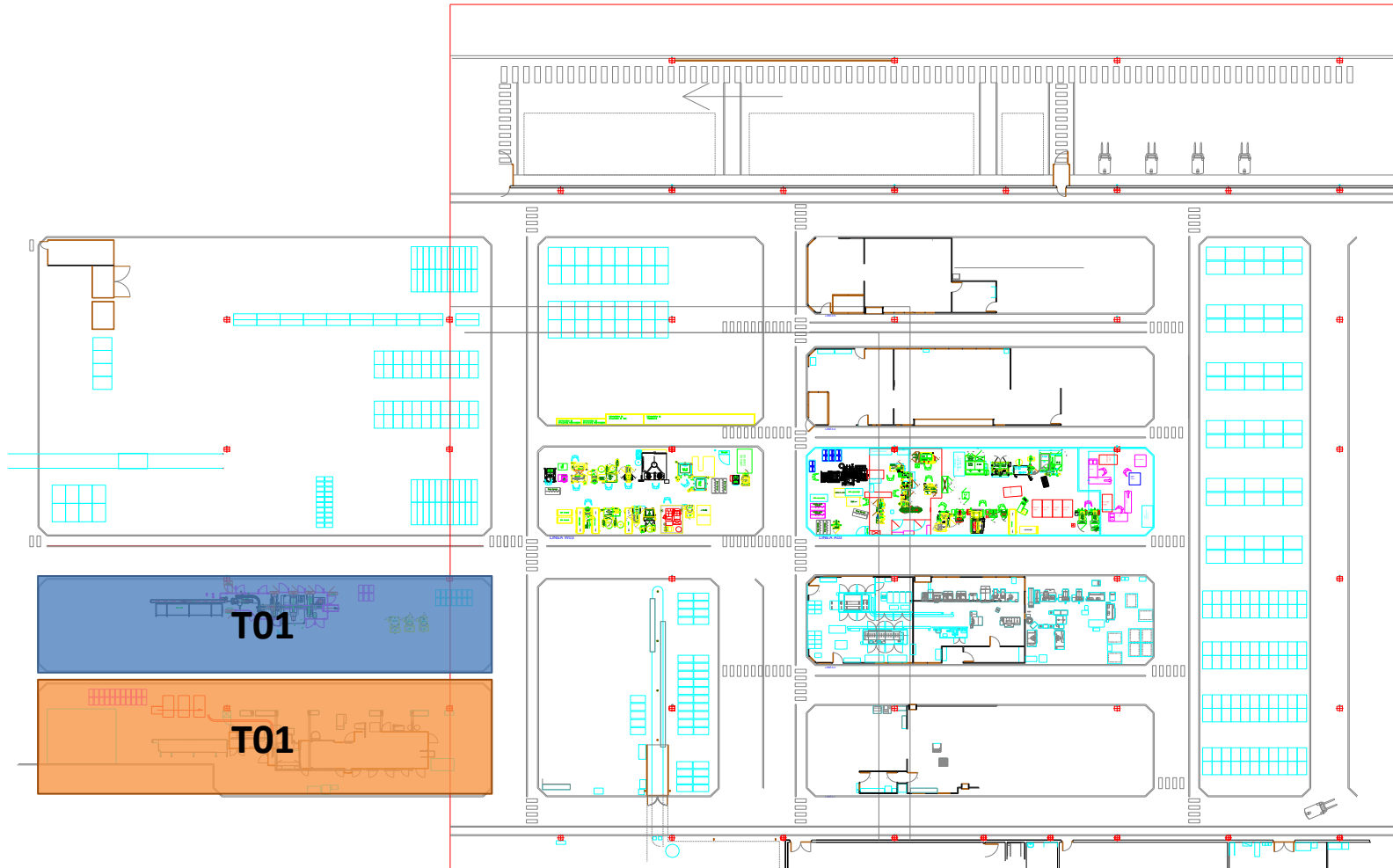


Fig. 49: Fase I de la producción del amortiguador RR

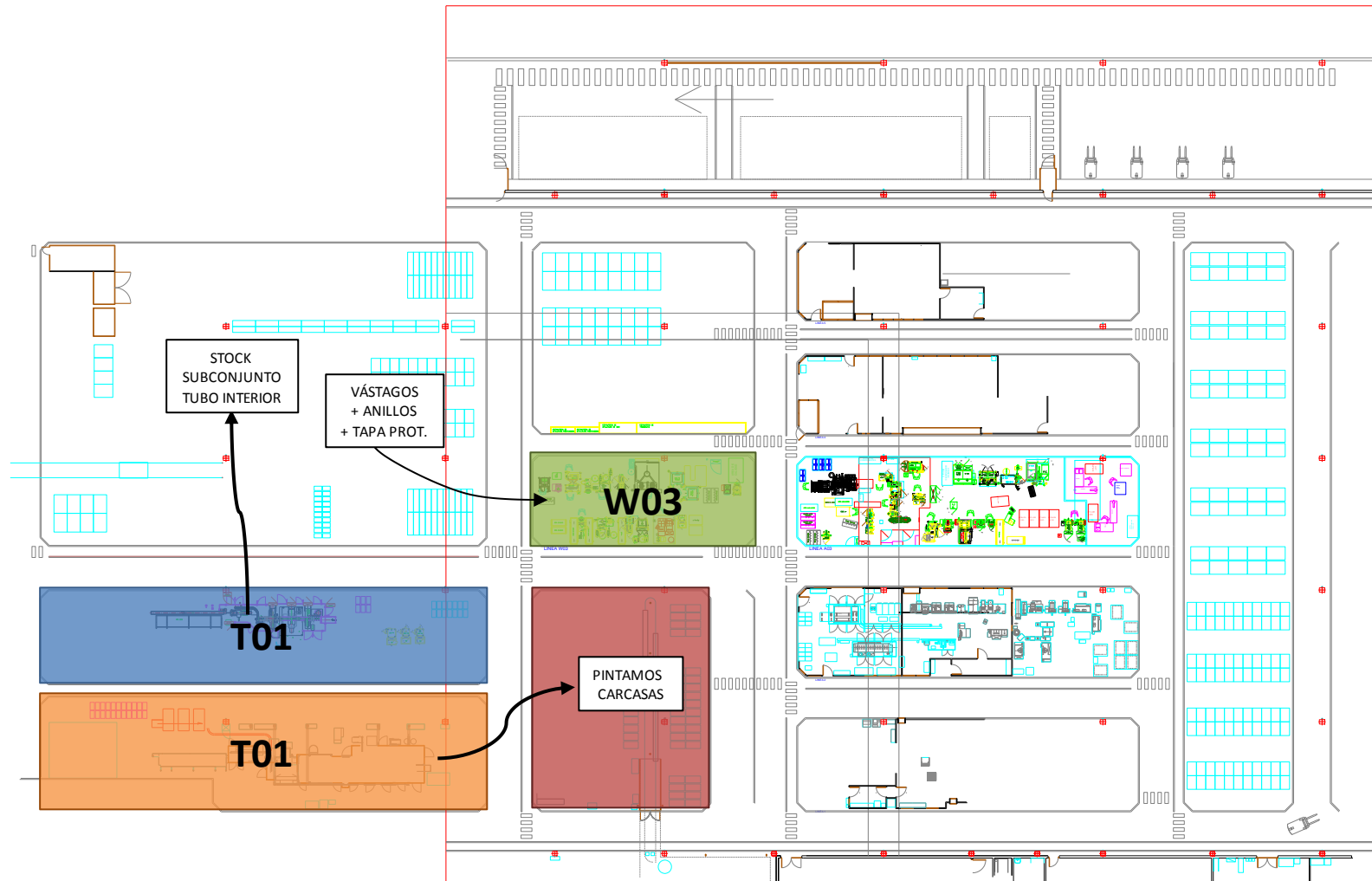


Fig. 50: Fase II de la producción del amortiguador RR

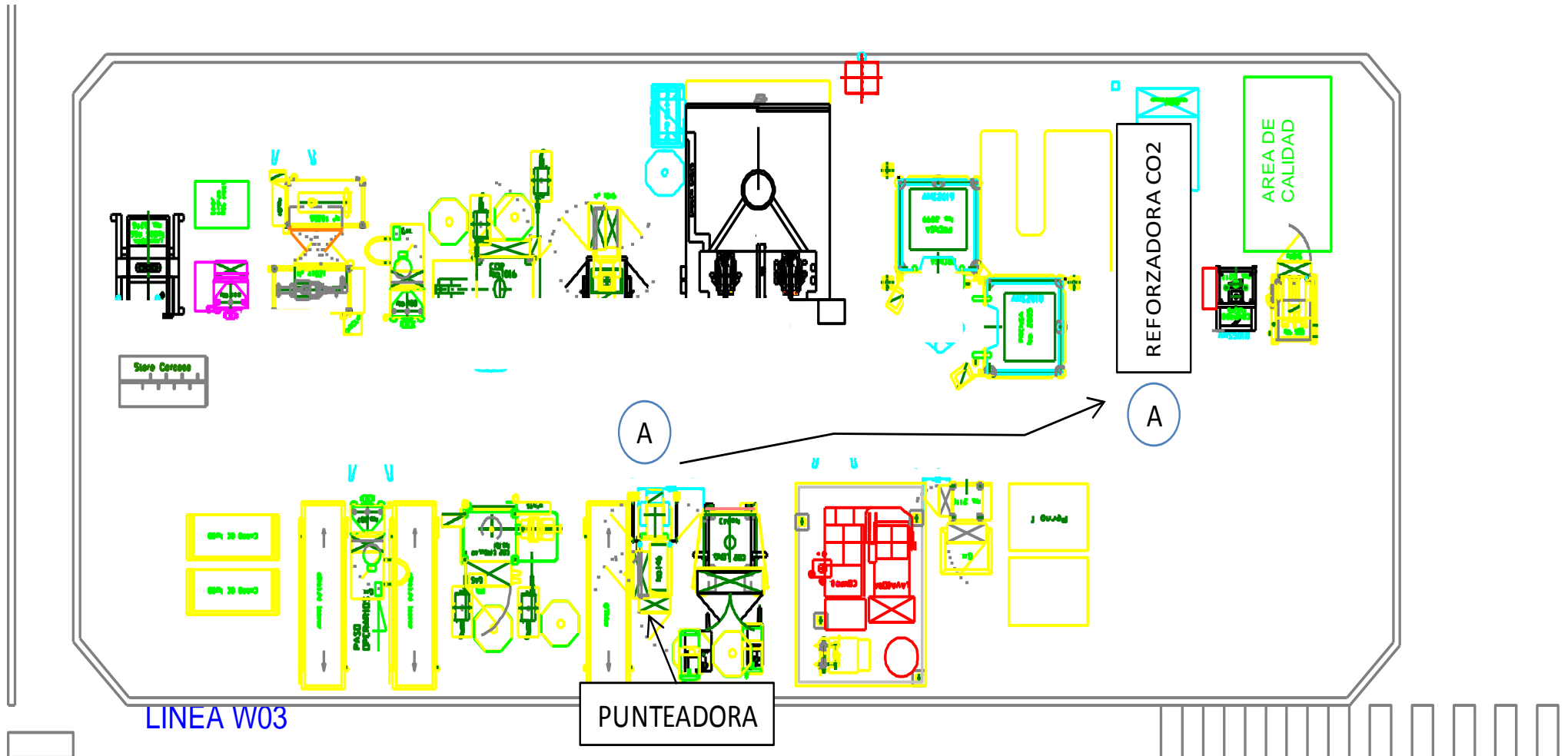


Fig. 51: Detalle fase II línea de carcasa

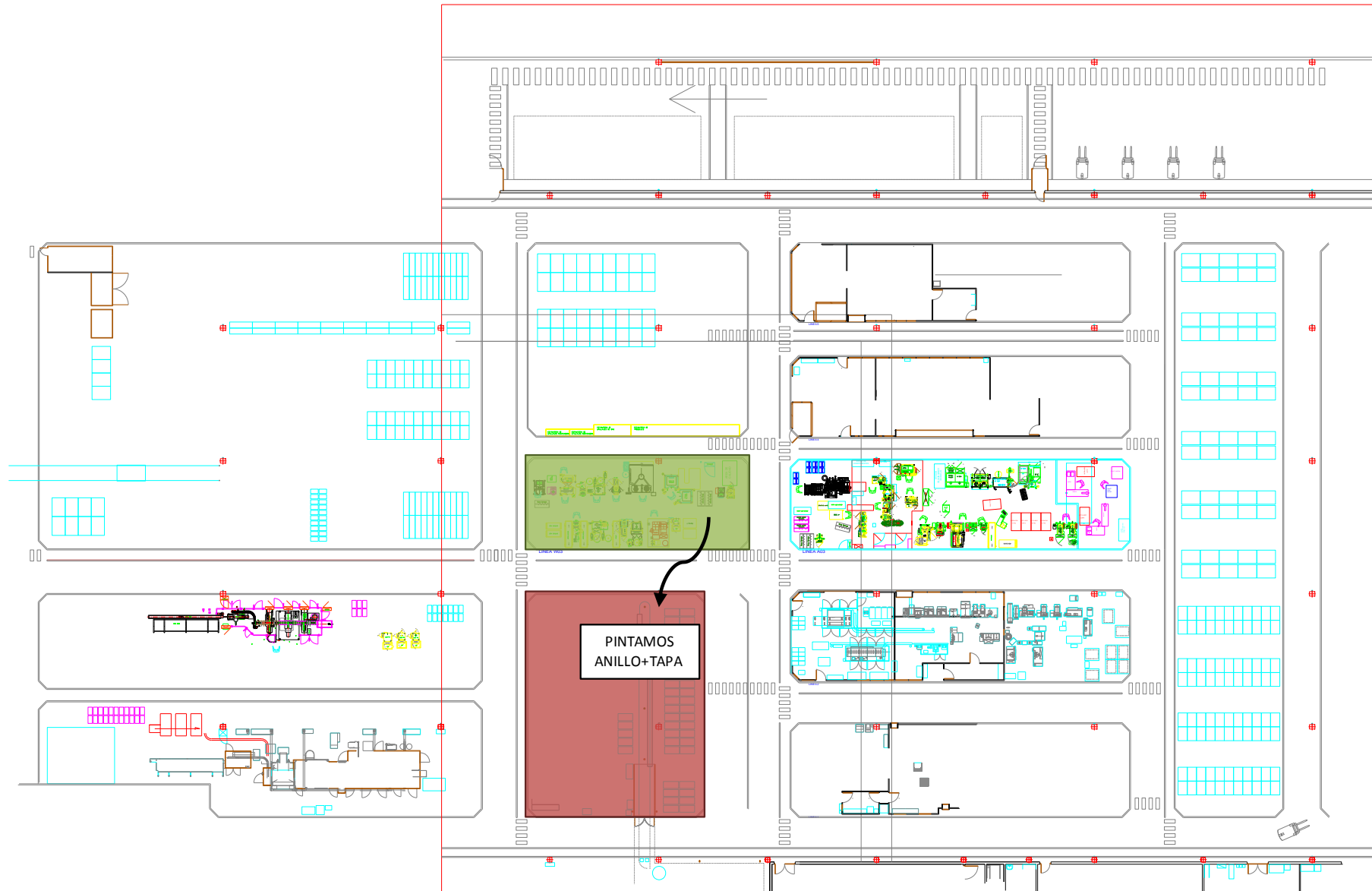


Fig. 52: Fase III de la producción del amortiguador RR

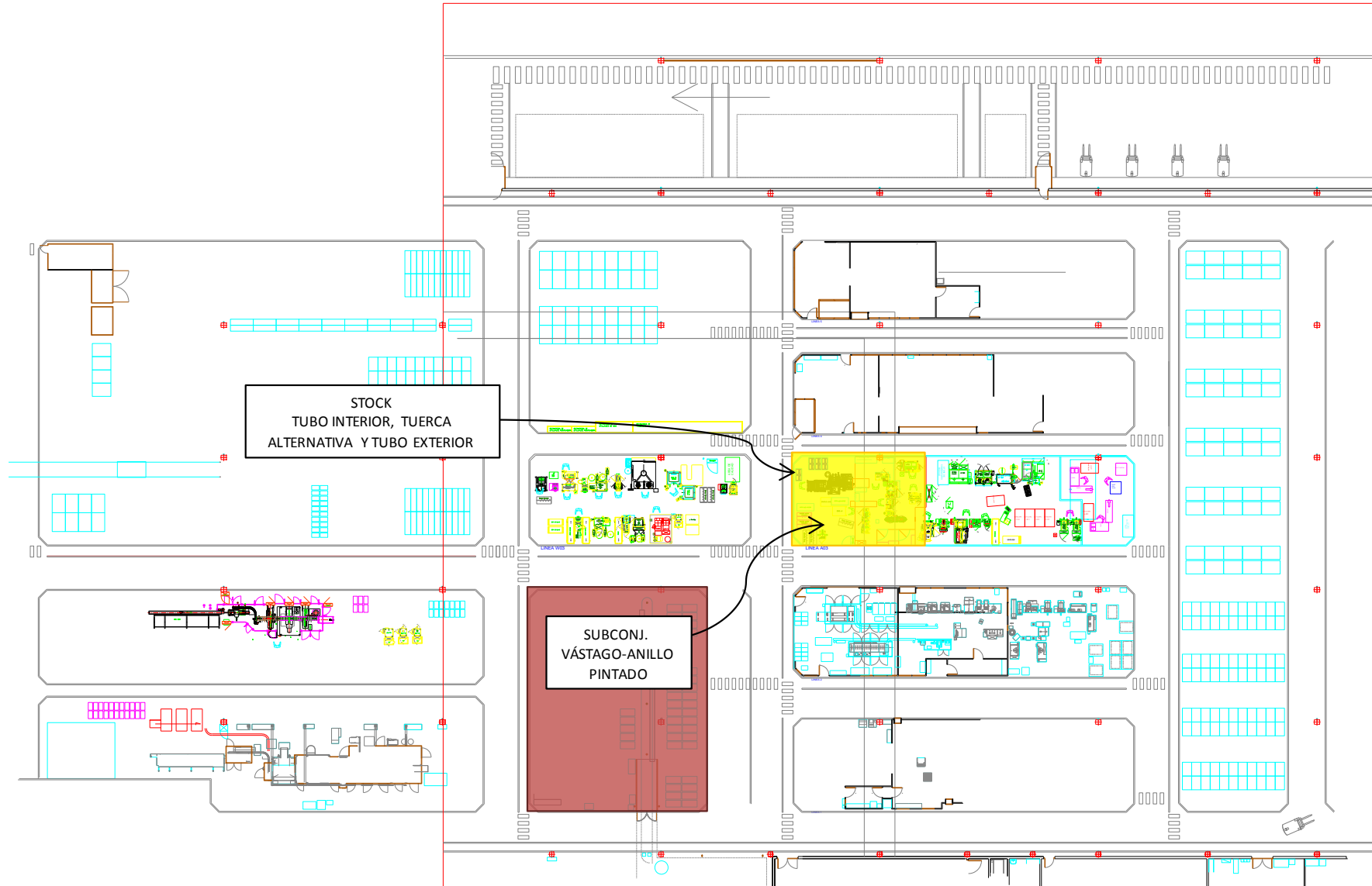


Fig. 53: Fase IV de la producción del amortiguador RR

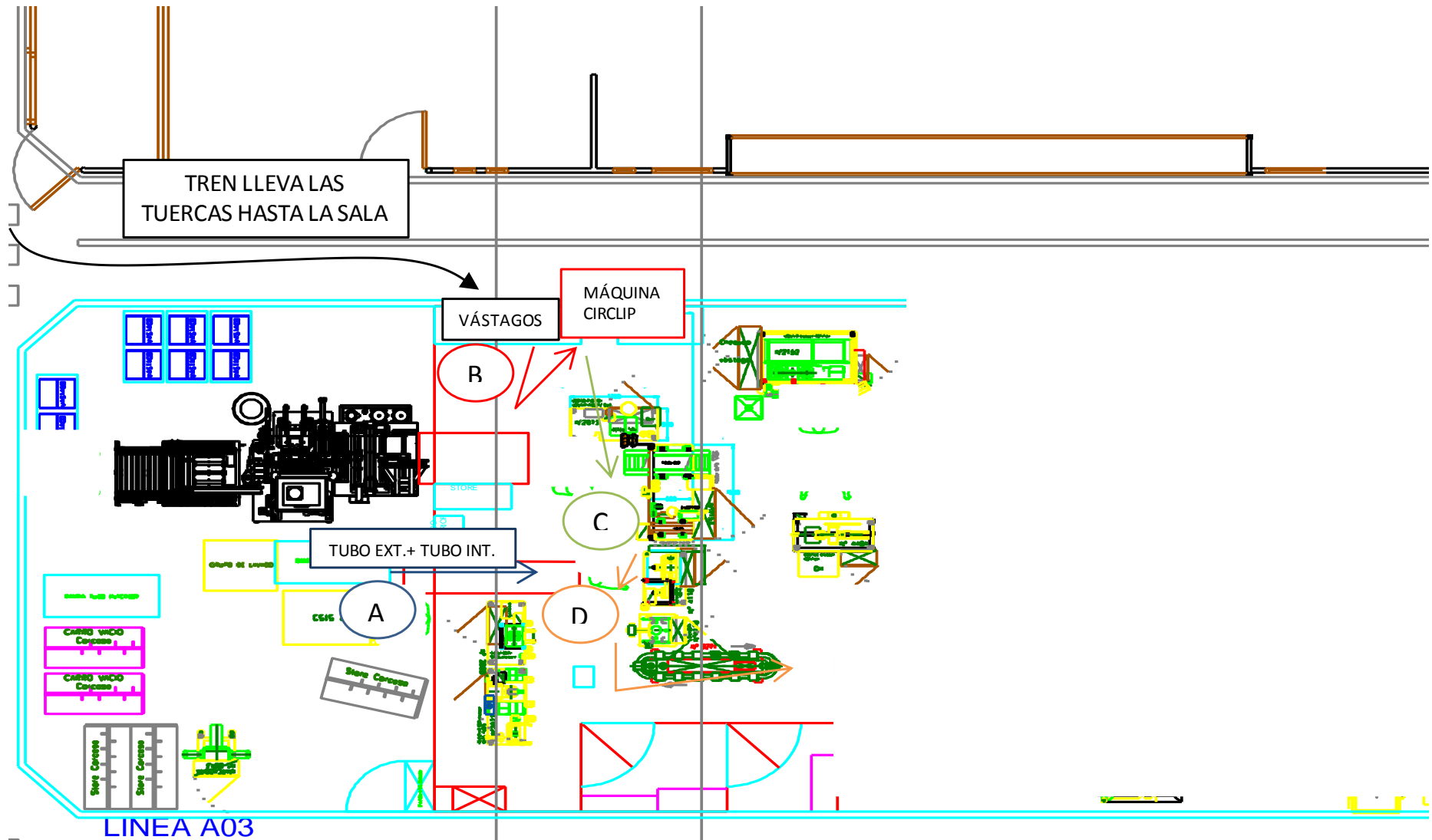


Fig. 54: Detalle fase IV sala de montaje

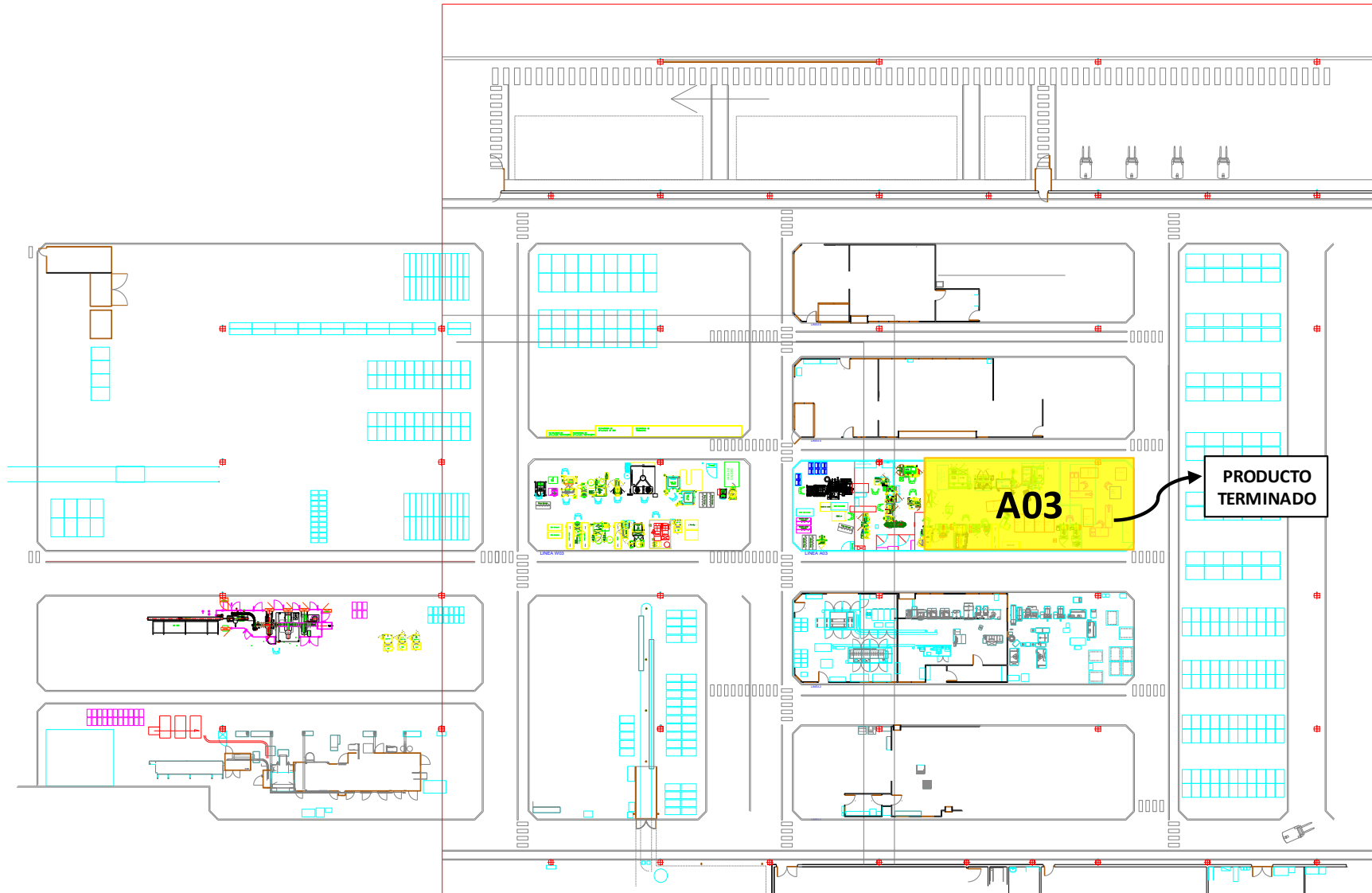


Fig. 55: Fase V de la producción del amortiguador RR

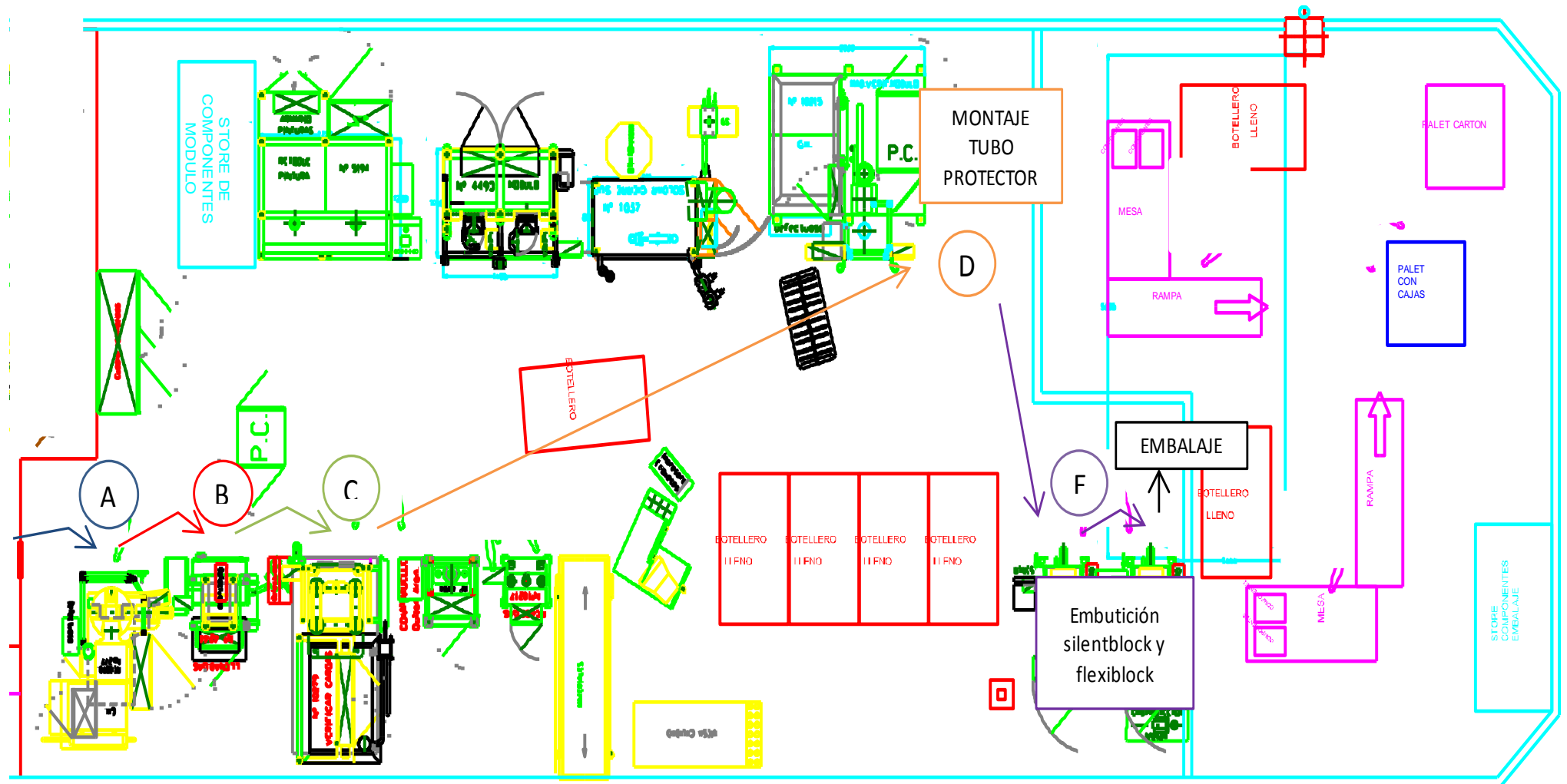


Fig. 56: Detalle fase V línea de montaje



Por último, esta imagen muestra el amortiguador trasero completamente montado al final de la línea de montaje.



Fig. 57: Amortiguador trasero al final de la línea de montaje

## **2.3 MODIFICACIONES EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

En este apartado se van a explicar las reformas, adaptaciones y maquinaria nueva que ha sido necesario solicitar para poder producir estos amortiguadores.

Se adjunta el utillaje nuevo diseñado para poder soldar una serie de piezas en el amortiguador delantero y el resto del proceso no es novedoso con respecto a los demás modelos que se fabrican.

En cuanto al amortiguador trasero, se tuvo que encargar una serie de máquinas nuevas para poder incorporar varios componentes al vástago. También fue necesaria la reforma y adaptación de los utillajes de varias máquinas que se comentarán a continuación.

Por último, cabe mencionar la necesidad de encargar una máquina para poder fabricar un componente muy importante para ambos amortiguadores: la tuerca alternativa. Se dan más detalles del funcionamiento de la máquina en su apartado.

### 2.3.1 Utillaje robot soldadura

Una de las máquinas donde se tuvo que encargar un utillaje nuevo fue en el robot de soldadura CO<sub>2</sub>, en la cual nos encargamos de soldar la BAD y el locator del amortiguador. Ambas piezas cuentan con un par de particularidades que se comentan a continuación:

#### BAD

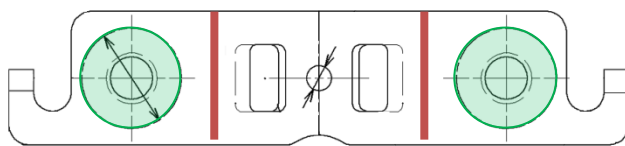
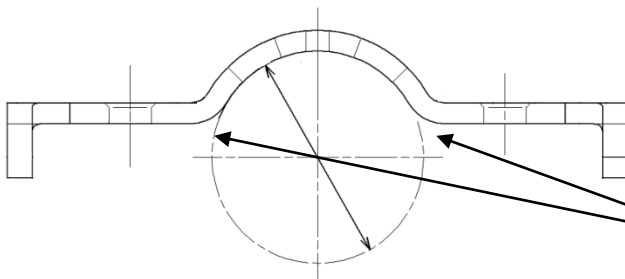


Fig. 58: Imagen 3D de la BAD



Posición de los cordones de soldadura, a lo ancho de la BAD.

Fig. 59: Vistas de la BAD

Esta BAD tuvo un par de problemas.

El primero de ellos fue la longitud del cordón de soldadura. El cliente quería un cordón de soldadura de, aproximadamente, 40-45 mm. El problema es que sólo hay un robot en el puesto de soldadura de la línea de carcasa de KAMS para realizar los dos cordones (marcados en rojo en la imagen anterior), lo que provoca que el tiempo de ciclo estimado no se cumpla. Al final, se optó con permiso del cliente a que el ancho de la BAD fuera de 32 mm, lo que permite cumplir con el tiempo de ciclo acordado.

El segundo problema trataba de las proyecciones generadas por la soldadura. Debemos garantizar que no haya ninguna proyección en la zona cercana a los agujeros por donde se engancha la barra estabilizadora (marcado en verde en la imagen anterior). Suele ser una condición especificada en los planos de carcasa de todos los amortiguadores pero el cliente recaló la importancia para evitar problemas futuros importantes. La solución fue, simplemente, colocar protecciones de latón en esas zonas y si salta alguna proyección durante las soldaduras, que caiga en el latón.

## LOCATOR

Por lo general, cuando el cliente da libertad para el diseño del locator por parte de Kayaba, se suele ofrecer un modelo estándar. Se trata del siguiente:

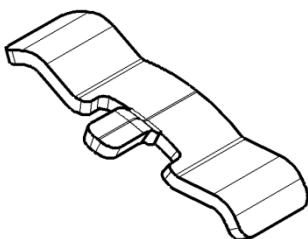


Fig. 60: Locator estándar de KYB

Al cliente no le gustó su diseño y lo modificó hasta llegar al siguiente modelo:

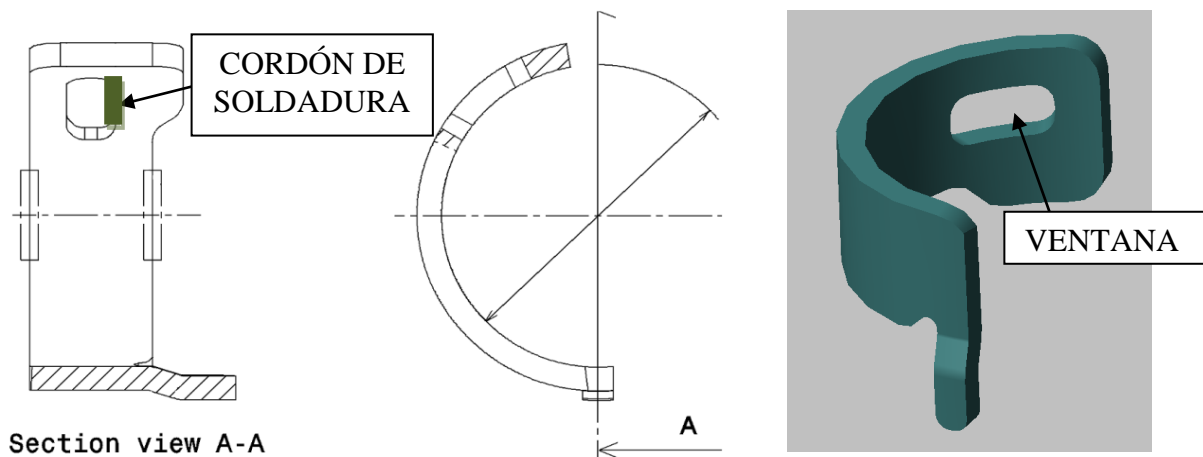


Fig. 61: Vistas del locator

Fig. 62: Imagen 3D del locator

Como se puede apreciar el concepto es el mismo pero, en vez de las alas del original, lo diseñaron con una forma semicircular y sin la ventana indicada en la imagen. Querían que se soldara en todo el semicírculo, pero era inviable, daba malos resultados en el ensayo de flexión rotativa debido a la soldadura. Finalmente, desde KYB, se ofreció la solución de incluir una ventana donde realizar un cordón de soldadura suficiente para garantizar las especificaciones solicitadas. La solución funciona y, actualmente, está validada.

La BAD y el locator se sueldan en el mismo utillaje, no por separado. Este es el utillaje empleado en el robot de soldadura:

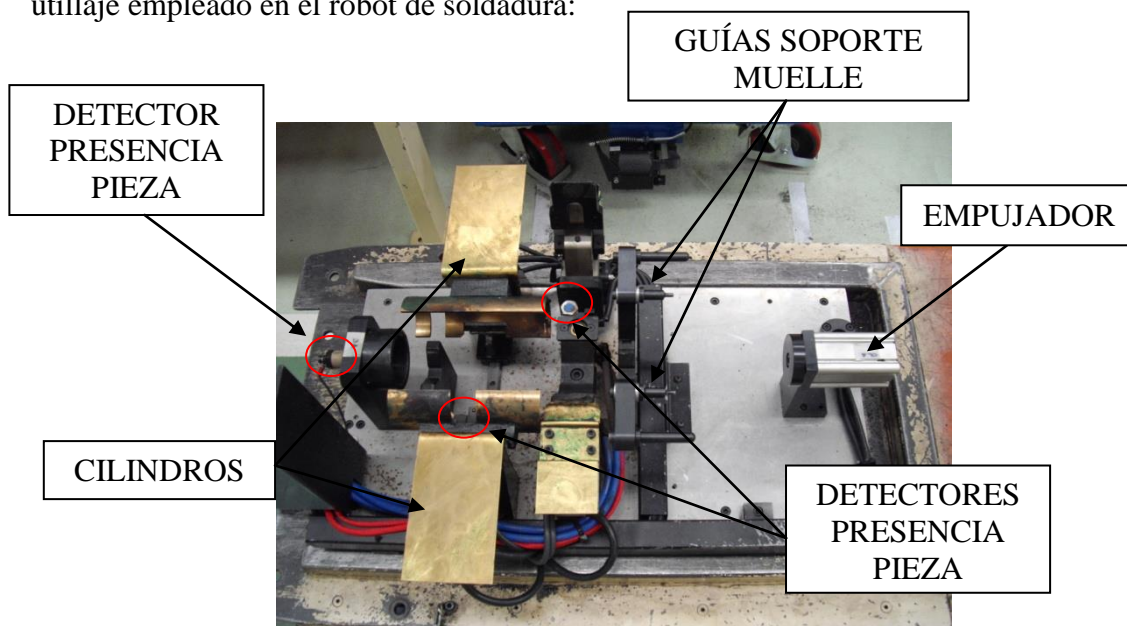


Fig. 63: Esquema de piezas del utillaje del robot

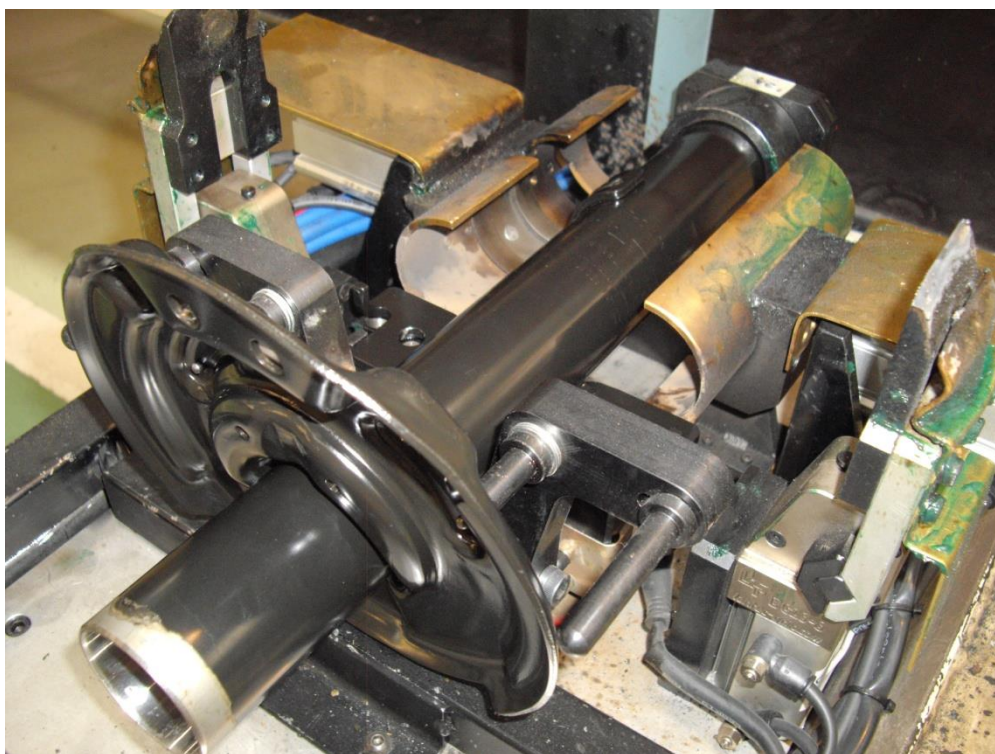


Fig. 64: Imagen utillaje + carcasa

En la siguiente imagen se aprecia mejor el funcionamiento del utillaje.

Por un lado, como he nombrado antes, tenemos las guías para el soporte muelle (1) para asegurar el correcto posicionamiento de la carcasa.

Luego, tenemos un pisador a cada lado (2) para sujetar la BAD y evitar que se desplace. Para asegurarnos que el operario posiciona bien la pieza, colocamos un detector (3) tal que la pieza sólo se pueda poner de una forma. Si no se coloca como en la imagen, cuando iniciemos ciclo no detectará presencia y en la pantalla aparecerá un mensaje de error. Y no iniciará el ciclo.

Por último, tenemos dos cilindros a cada lado (4) protegidos con unas chapas de latón para protegerlos de las proyecciones de soldadura. La misión del cilindro de latón es proteger al tubo de las proyecciones por encima y por debajo del locator porque viene especificado en el plano y, además, la parte inferior va situada en la mangueta del coche y tiene que estar completamente limpia, sin impurezas y sin ninguna partícula. Y en la parte superior tiene que colocarse una pegatina con un código de barras y en el lado contrario está el marcaje hecho en la marcadora de la línea de tubo. Para finalizar, como se ha comentado con la BAD, también existe un detector de presencia para el locator, tal que sólo detecta presencia si se coloca en una posición concreta.

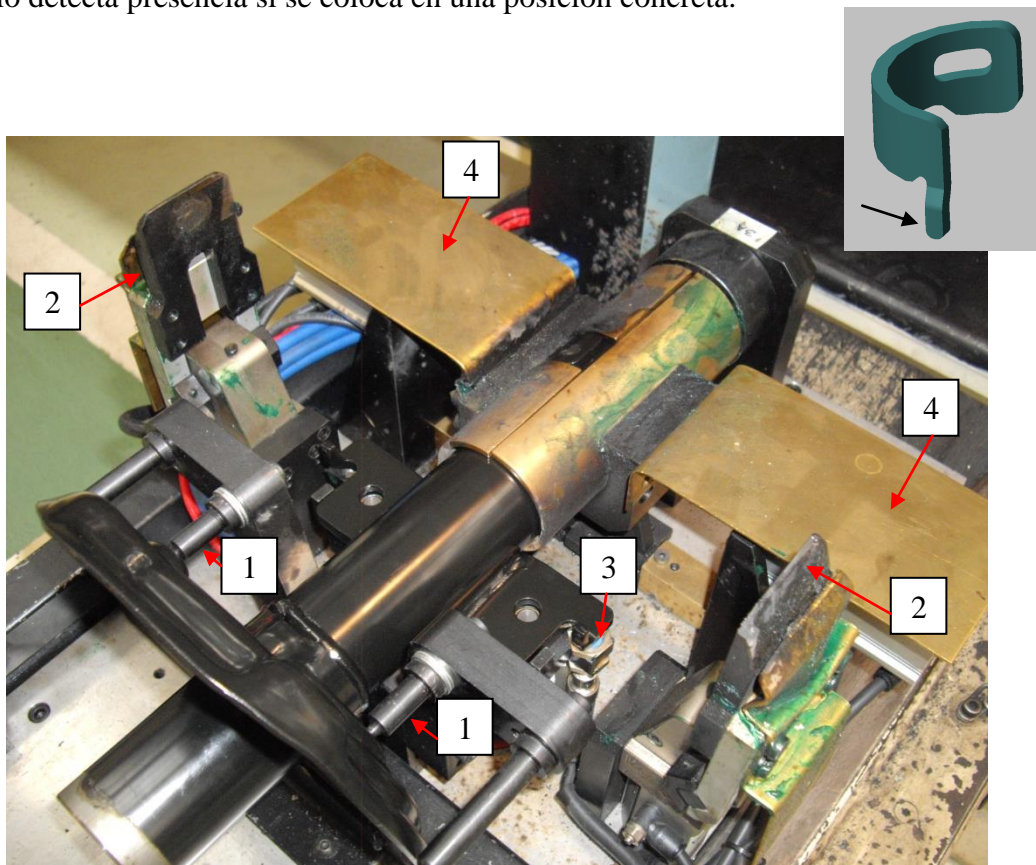


Fig. 65: Esquema de elementos mecánicos del utillaje

Estos son los cordones de soldadura que se obtienen al final del ciclo. Hoy en día, está pendiente centrar algo más el cordón de la BAD, se puede apreciar cómo no está centrado y hay que corregir el programa que realiza la trayectoria de la pistola del robot. La soldadura del locator está bien ejecutada y está validada.



Fig. 66: Detalle de los cordones de la BAD



Fig. 67: Detalle del cordón del locator

### 2.3.2 Punteadora vástago anillo

La punteadora realiza un proceso denominado de soldadura por puntos. Se trata de un método de soldadura por resistencia que se basa en presión y temperatura. Los puntos donde se realiza la soldadura disponen de protuberancias que se calientan a temperaturas próximas a la fusión por medio de corriente eléctrica a través de los electrodos. Se ejerce una presión entre las dos piezas a soldar de manera secuencial y se quedan unidas

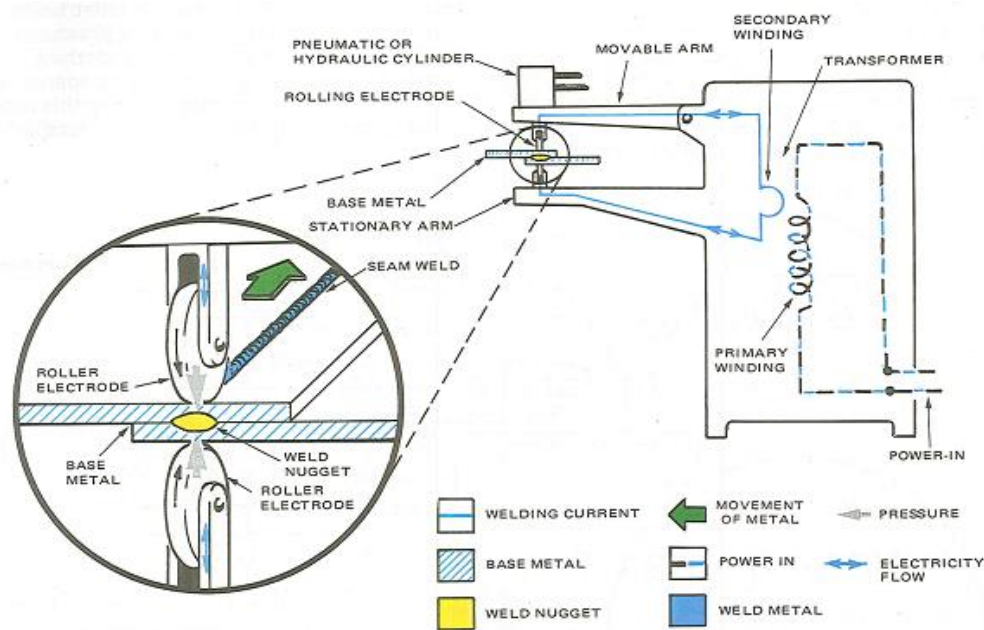


Fig. 68: Esquema de la soldadura por resistencia

El principal motivo de la reforma de esta máquina fue la imposibilidad de realizar el punteado del vástago con el anillo superior. Ello se debía a que la máquina sólo disponía de una configuración mecánica para sujetar los tubos exteriores de los amortiguadores y realizar los punteados de anillos y locator sobre éstos.

Se tuvieron que diseñar nuevos utillajes para sujetar el vástago y el anillo superior. Aparte de contemplar las dimensiones de los componentes que van a soportar, también es muy importante tener en cuenta que el subconjunto vástago-anillo debe estar dentro de unas tolerancias de perpendicularidad y de posición. Los utillajes son los siguientes:

#### MORDAZAS VÁSTAGO

Consisten en dos mordazas: izquierda y derecha. La mordaza derecha dispone de un sistema de accionamiento neumático que hace que se desplace en la dirección de la otra



mordaza. Esto hace que el vástago quede atrapado entre ambos utillajes, siendo el objetivo principal de éstos sujetar el vástago para evitar cualquier movimiento brusco durante el punteado.

También, y no menos importante, se encargan de mantener al vástago perpendicular al anillo superior. Esta, junto con el paralelismo que deben guardar las caras del anillo, son las tolerancias geométricas a controlar para conseguir que el punteado esté bien hecho.

Ambas piezas están hechas de una aleación de cobre. Los utillajes están compuestos de una aleación de cobre y otro elemento, no están hechos únicamente de cobre porque se trata de un material demasiado blando para emplearlo sólo para soldar. Dicha aleación posee una buena conductividad térmica, lo que permite que su refrigeración sea rápida y efectiva.

También destacar los tacos de plástico situados en el extremo contrario a la zona donde se realiza la soldadura. Se han puesto para concentrar más el calor en la zona de contacto entre el electrodo y el vástago, debido a que el plástico tiene conductividad eléctrica nula y, al encontrarse a la máxima distancia posible de la zona a puntear, la concentración de calor es la máxima posible.

A continuación, se muestran las mordazas por separado y juntas.



Fig. 69: Mordaza izquierda

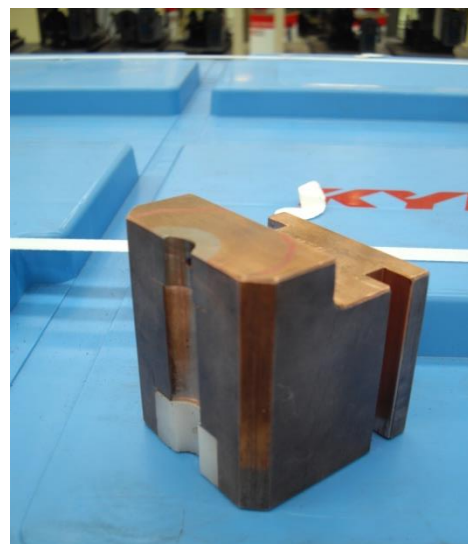


Fig. 70: Mordaza derecha

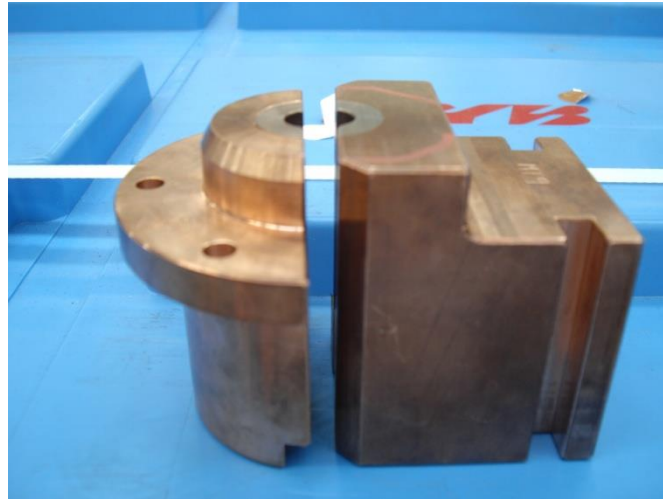


Fig. 71: Imagen de las mordazas

### ELECTRODO SUPERIOR

El electrodo superior consta de tres piezas: electrodo y dos tapas. Una de las tapas es fija y se encarga de posicionar el anillo que va ir alojado en el interior del electrodo. La otra está compuesta, además, por tres guías con un muelle en cada uno. Su misión es hacer de tope mecánico para el anillo para poder sujetar el anillo con garantías de que no se escurra.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el ajuste de las tapas con el anillo.

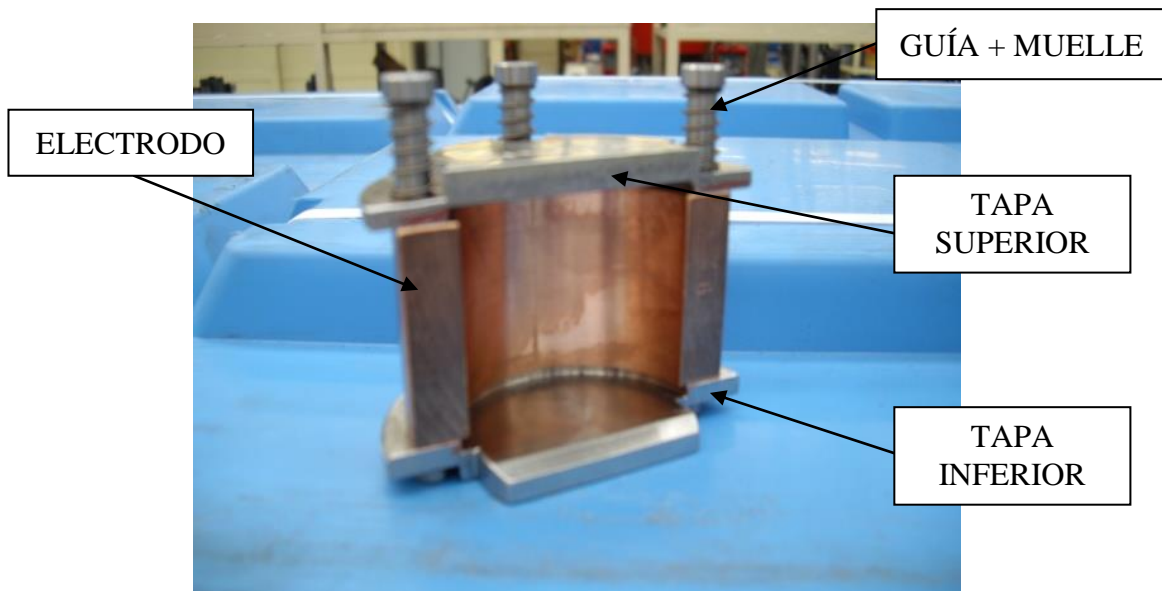


Fig. 72: Imagen del electrodo y piezas

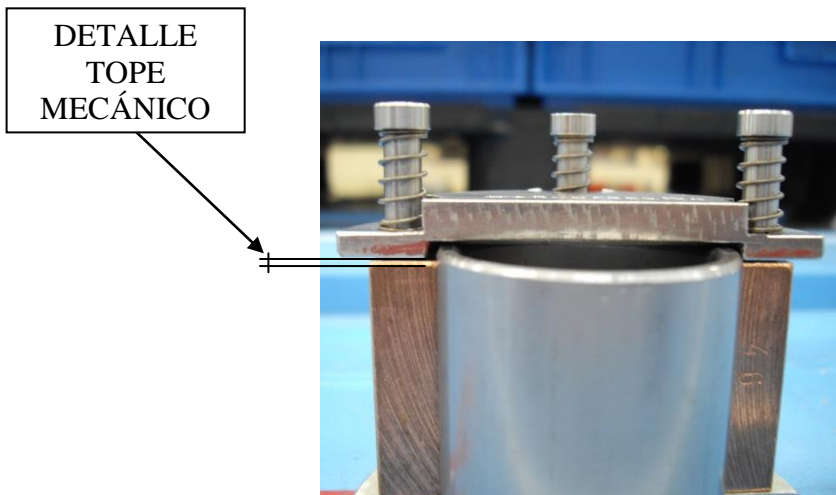


Fig. 73: Detalle anillo – tapa superior

Para finalizar, voy a explicar el proceso de punteado de vástago anillo:

1.- Colocación de los utillajes y componentes correspondientes.

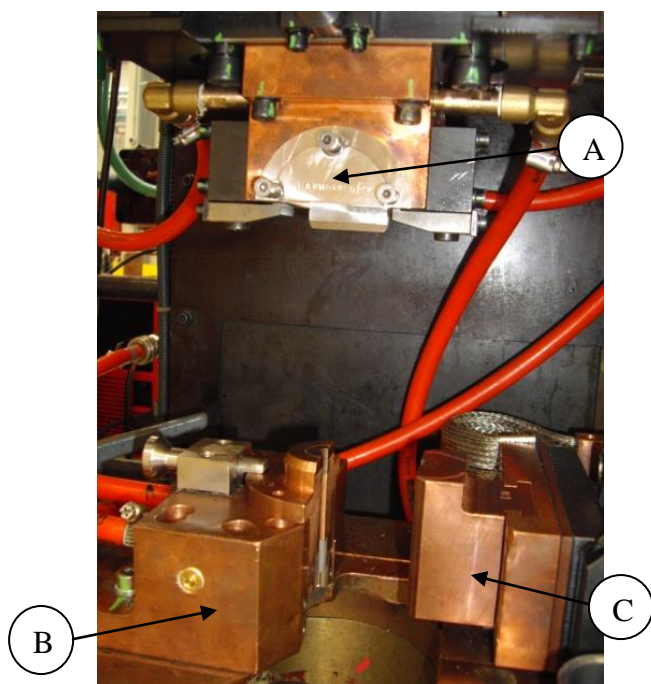


Fig. 74: Disposición inicial de la punteadora



Fig. 75: Punteadora con vástago y anillo colocados

Podemos apreciar en la imagen de la izquierda la preparación de la máquina para realizar el punteado:

- A) Electrodo superior
- B) Mordaza izquierda
- C) Mordaza derecha

También se pueden ver una serie de tubos conectados a los utillajes. Se trata del circuito de refrigeración necesario para asegurar el correcto enfriamiento de los utillajes. No hay instalados ningún detector de presencia de pieza, se trata de una máquina con bastantes años y muy manual que depende absolutamente de la atención del operario.

En la imagen de la derecha se encuentran los componentes preparados para empezar a soldar. El anillo ya se vio cómo se sujeta en el electrodo. El vástago apoya lateralmente en la mordaza izquierda e inferiormente en un apoyo inferior.

## 2.- Inicio del ciclo de soldadura.

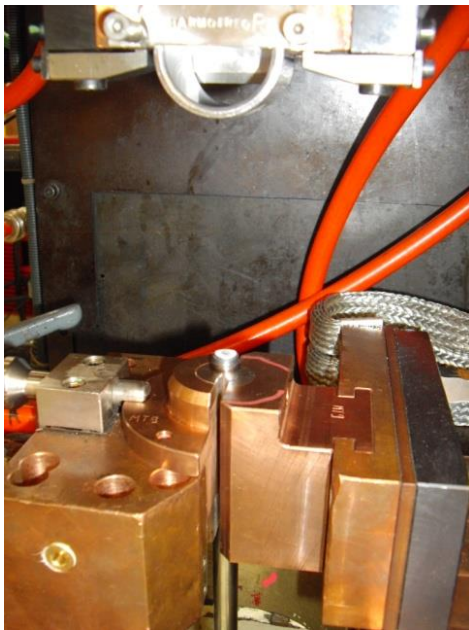


Fig. 76: Momento previo al inicio del punteado con bimanual

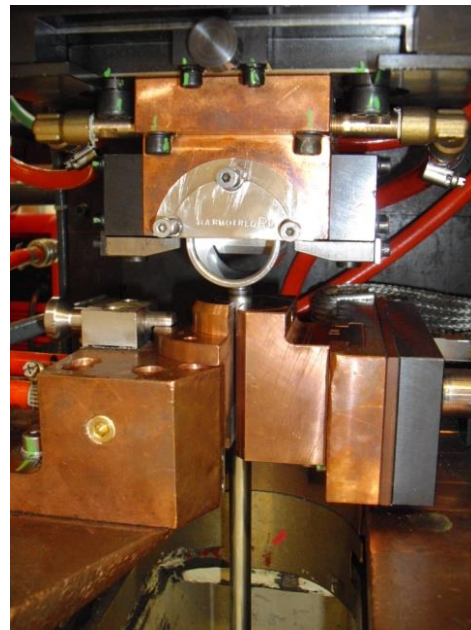


Fig. 77: Inicio de la soldadura

A través de un bimanual, se acciona la mordaza derecha a modo de empujador para sujetar al vástago con seguridad contra la otra mordaza. Manteniendo el bimanual pulsado, inmediatamente después desciende la parte superior de la máquina con el electrodo hasta hacer contacto el anillo con el vástago.

El extremo superior del vástago tiene una protuberancia cercana a 1,5 mm. Se trata del material que se va a fundir para unir el anillo con el vástago sin que sea necesario aporte de material.

Los parámetros de soldadura empleados en el proceso son los siguientes:

- Tiempo de soldadura: 25 ms
- Intensidad: 14 kA
- Valor básico de presión: 3,50 kN

En la imagen de la derecha está la máquina ya ajustada de tal forma que garantizamos la perpendicularidad entre el eje principal del anillo y del vástago según plano del subconjunto.

3.- Subconjunto vástago anillo soldado.



Fig. 78: Vástago punteado

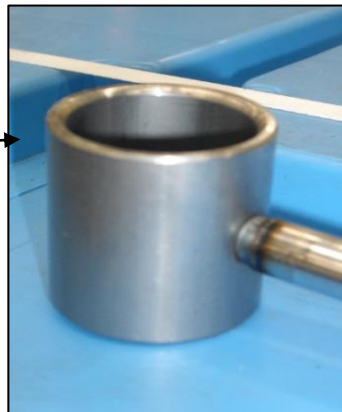


Fig. 79: Detalle de la zona

Aquí se ofrece un par de imágenes del resultado del proceso. A finales de mayo hicimos 10 punteados de vástago-anillo para realizar una serie de mediciones. El objetivo era comprobar si dichas mediciones se encuentran dentro de las especificaciones marcadas según el plano del subconjunto. Los resultados fueron los siguientes:

Longitud total del subconjunto [mm]	Paralelismo entre caras (1) [mm]	Paralelismo entre laterales (2) [mm]
297,72	0,02	0,11
297,78	0,09	0,27
297,75	0,06	0,31
297,78	0,10	0,30
297,70	0,05	0,36
297,83	0,10	0,19
297,79	0,12	0,22
297,80	0,11	0,19
297,78	0,09	0,13
297,82	0,08	0,21

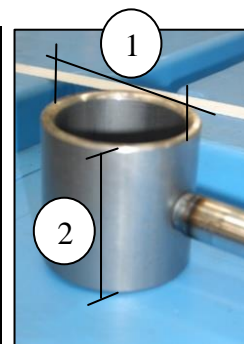


Tabla 1: Estudio de capacidad del proceso punteado

La cota, según plano, de la longitud total es  $297,40 \pm 0,3$ . Estamos fuera de especificación por 0,13 mm del límite superior y a 0,43 mm de la nominal. Como solución, adoptamos aumentar la intensidad un poco más para reducir ese medio milímetro.

En cuanto al paralelismo entre caras y laterales del anillo, la tolerancia es de 0,8 mm. Viendo los resultados, están dentro de especificación.

### 2.3.3 Reforzadora CO<sub>2</sub>

La reforzadora CO<sub>2</sub> es una máquina nueva situada al final de la línea de carcasa. Su objetivo es realizar un cordón de soldadura de 360° que una al vástago + anillo con una tapa protectora. En la siguiente imagen se puede apreciar el subconjunto vástago anillo que obtenemos:

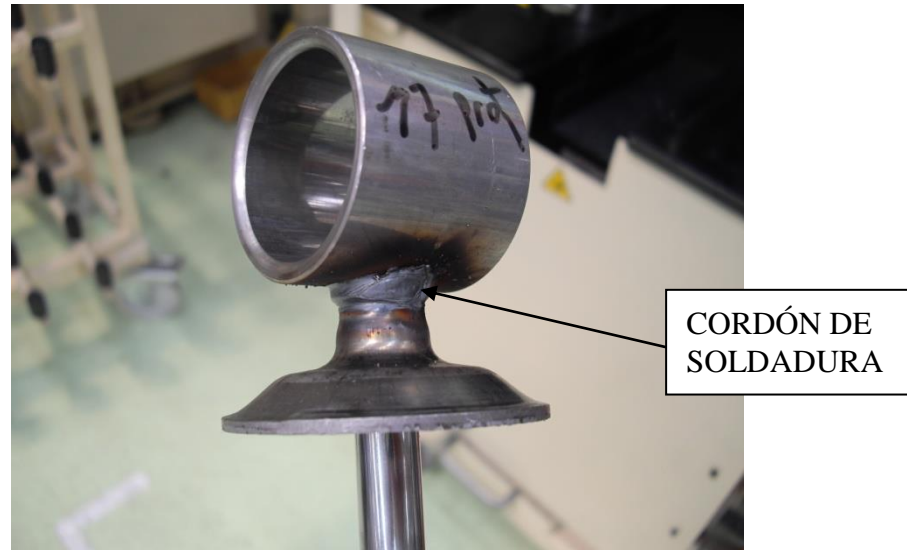


Fig. 80: Subconjunto reforzado

Dicha tapa, junto con el llamado tubo protector, se encargan de proteger al vástago de cualquier partícula o sustancia que pueda dañarlo. Además, es muy importante evitar que cualquier partícula que se quede adherida a la superficie del vástago con un tamaño inferior al milímetro cuadrado pueda introducirse en el interior del amortiguador y dañar, por ejemplo, los labios del retén. Ello provoca fugas durante el funcionamiento del amortiguador y, en carretera, peligrar la seguridad de los pasajeros del vehículo.

Las especificaciones de esta máquina fueron las siguientes:

#### 1. Capacidad de máquina:

- Limitación de valores:
  - L1 = [200, 450] mm
  - L2 = [20, 40] mm
  - ØA = [11, 16] mm
  - ØB = [30, 60] mm
  - ØC = [-, 70] mm

Tiempo máquina: 8 segundos

Tiempo operario: 4 segundos

Total: 12 segundos

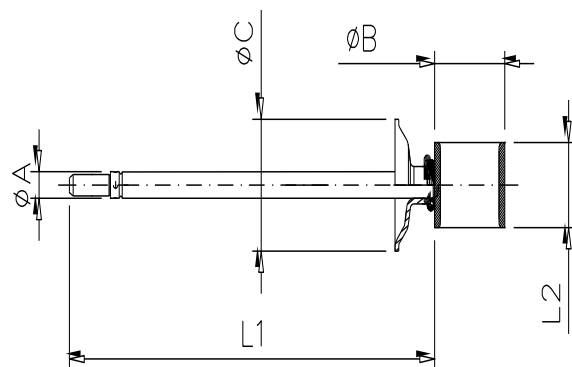


Fig. 81: Indicación de cotas (1)

## 2. Condiciones de trabajo:

- Tensión alimentación: 380V.AC.III+N+T
- Tensión maniobra: 24V.DC
- Presión neumática: 5 bar
- Presión hidráulica: no tiene grupo hidráulico
- Nivel sonoro: pico máximo: 80 dB
- Tiempo de soldadura: 4,5 segundos

## 3. Especificación detallada de la máquina:

3.1 Reforma de la máquina (Nº 1004 de Turquía) preparándola para soldar subcto. vástago anillo.

3.2 Utilitar para el cto. vástago ref.0304-390-1538. Colocar equipo de soldadura nuevo/oferta KYBSE.

3.3 Cajón de evacuación piezas NOK con detector. Autómata OMRON y botonera con display.

3.4 Material neumático y eléctrico s/acuerdo con KAMS. Servos Lenze.

3.5 Barrera de seguridad en el puesto de soldadura.

3.6 Deberá cumplir el ijiwaru test definitivo.

3.7 Listado de repuestos y consumibles. Presostatos en bares.

3.8 Deberá cumplir el RD 1644/08 sobre seguridad de máquinas.

3.9 Prioridad de esta hoja sobre el pliego de condiciones de maquinaria (rev10).

Como parámetros de la máquina empleados y necesarios de controlar son:

- Flujo de gas (Argón) [l/min] :  $17 \pm 5$
- Presión neumática [bar] :  $5,5 \pm 0,5$
- Distancia de boquilla a pieza [mm] :  $17 \pm 1$
- Posición objetivo de hilo [mm] : 0-1
- Antorcha "offset" [mm] :  $10 \pm 1$

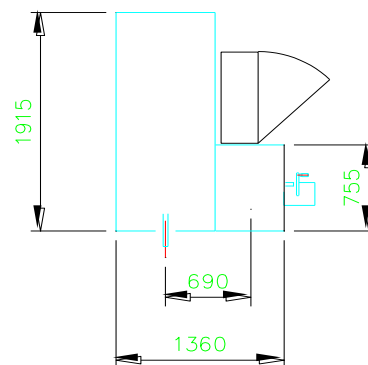


Fig. 82: Medidas de la reforzadora

Para finalizar, voy a explicar el proceso de

refuerzo de vástago anillo:

1. Introducimos la tapa en el vástago de manera que el cuello de la tapa quede tocando el anillo. Introducimos el subcto. vástago anillo por el extremo libre del vástago en la máquina hasta hacer tope con la tapa.

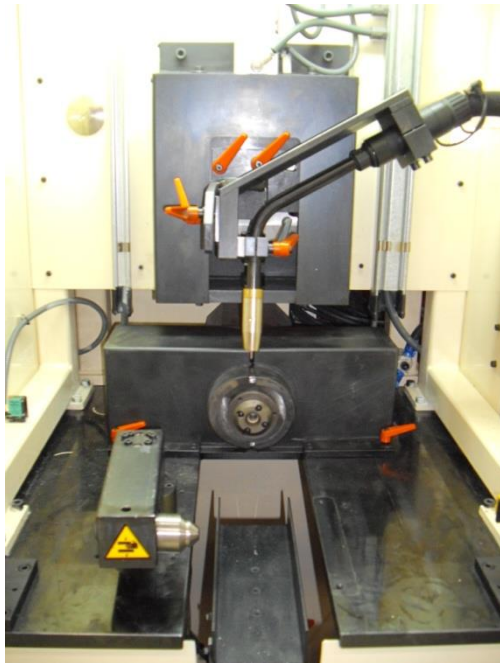


Fig. 83: Disposición de la reforzadora

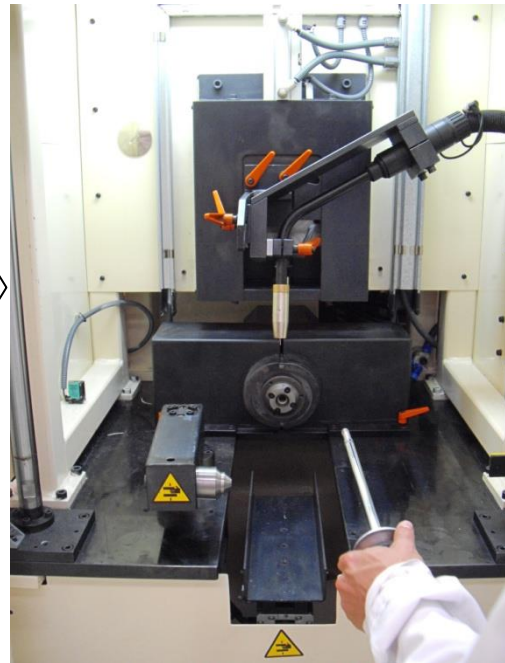
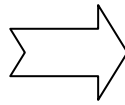


Fig. 84: Colocación del subconjunto

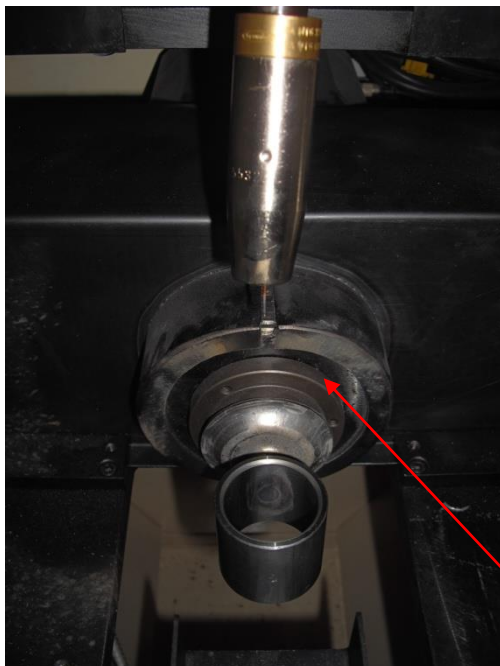
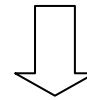


Fig. 86: Detalle de la posición de la antorcha

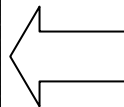


Fig. 85: Subconjunto en posición

Tope mecánico ejercido contra la cuna de apoyo. De esta forma, nos aseguramos de que el cuello de la tapa queda bien pegado al anillo.



- Al accionar el interruptor, se cierra la puerta de seguridad y se acciona un mecanismo que ajusta el subconjunto contra la cuna para que no haya posibilidad de desplazamiento del vástago y evitar que el cuello de la tapa se aleje del anillo.

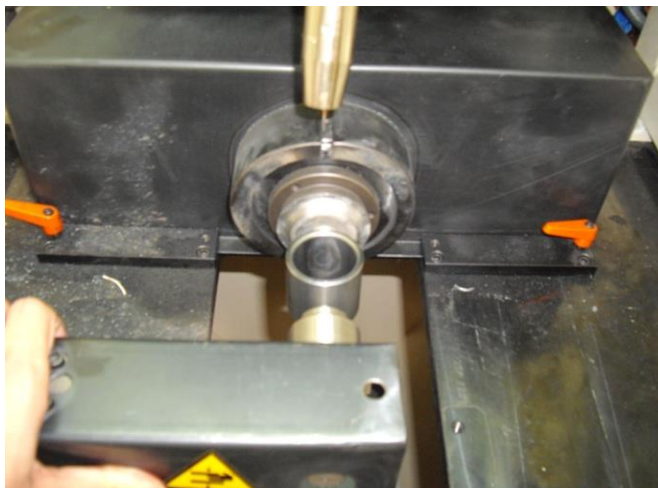


Fig. 87: Accionamiento mecánico

Termina el ciclo de soldadura y el subconjunto es expulsado de la máquina por un empujador interno. La pieza se deposita en una bandeja justo delante del operario para que la recoja.

A principios del mes de junio, realizamos una serie de 9 refuerzos en anillo-vástago para comprobar si están dentro de las especificaciones marcadas en el plano del subconjunto. Estos son los resultados obtenidos:

Distancia axial 1->2 [mm]	Distancia axial 1->3 [mm]
71,880	71,772
72,121	71,713
72,152	72,220
72,046	71,955
72,428	72,330
71,880	72,080
72,229	72,133
71,933	71,852
71,770	71,862

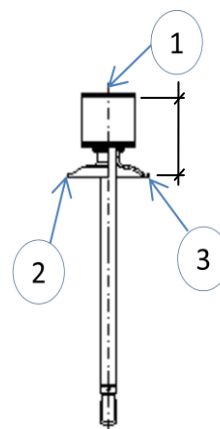


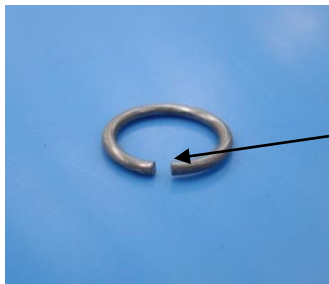
Tabla 2: Estudio de capacidad del proceso refuerzo

La cota especificada en plano es  $72 \pm 0,8$  mm y la tolerancia geométrica de perpendicularidad entre tapa y vástago es  $\pm 0,6$  mm. Salvo el segundo y tercer subcto. medido, que andan algo más justos, los demás cumplen con plano, y todos están dentro de la tolerancia geométrica solicitada.

### 2.3.4 Montaje y mellado de circlip

La máquina de montaje y mellado de circlip se trata de otra máquina nueva. Se sitúa en la sala de montaje de la línea 03 y se compone de dos estaciones:

- La primera consiste en situar el circlip en una ranura del subconjunto vástago.
- La segunda sirve para mellar la arandela retén tope rebote (ARTR) en el circlip.



Destacar que el circlip no es una arandela cerrada, tiene los extremos abiertos y los centros desfasados verticalmente unos milímetros.



Fig. 89: Circlip

Fig. 88: ARTR amortiguador trasero

Un circlip es un elemento de ensamblaje que suele montarse en una ranura prevista para ese efecto en un árbol, eje u orificio (en nuestro caso, en un eje). Sirve, principalmente, para efectuar retenciones axiales.

Una ARTR es una arandela que se sitúa a una distancia específica del extremo de la espiga del vástago (se indica en cada plano de cada modelo de amortiguador). Su misión es ejercer de tope del retén cuando el vástago alcanza la máxima extensión permitida. La extensión del vástago se sucede en periodos de tiempo muy cortos, lo cual hace que lleguen a producirse impactos repentinos importantes. De no tener esta arandela, se dañaría bastante el pistón y dejaría de funcionar el amortiguador.

En el amortiguador delantero lo que se hace es puntear la arandela retén tope rebote a través de dos estaciones de soldadura por resistencia y, seguidamente, se le da un lavado por ultrasonidos para eliminar impurezas y reducir la temperatura del vástago. En el amortiguador trasero no podemos hacer el proceso anterior debido a que el vástago tiene un diámetro de 12,5 mm y el del delantero es de 22 mm. A un vástago con un diámetro por debajo de 15 mm no se le puede puntear la ARTR porque el calor generado en el punto de soldadura daña el núcleo del vástago, haciendo que se vuelva más frágil.

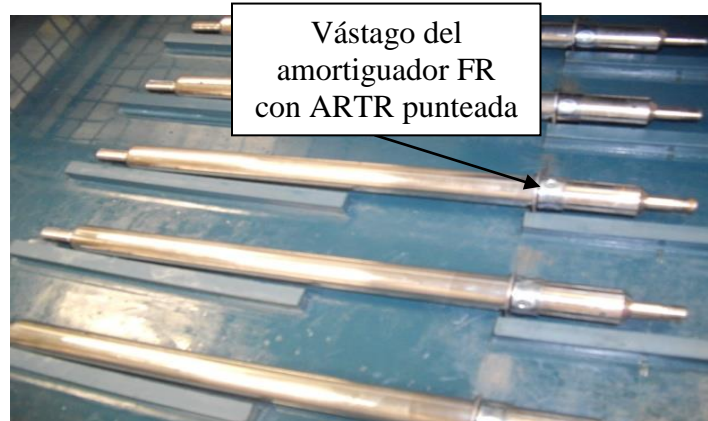


Fig. 90: Vástagos del amortiguador FR recién punteados

Las especificaciones de esta máquina fueron las siguientes:

1. Capacidad de máquina:

- Limitación de valores:

- $L1 = [30, 150]$  mm
- $L2 = [200, 450]$  mm
- $L3 = [50, -]$  mm
- $L4 = [200, 550]$  mm
- $\varnothing A = [11, 20]$  mm

Tiempo máquina: 6 segundos

Tiempo operario: 3 segundos

Total: 9 segundos

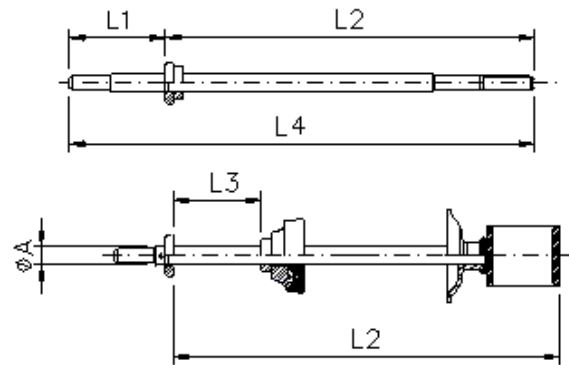


Fig. 91: Indicación de cotas (2)

2. Condiciones de trabajo:

- Tensión alimentación: 380V.AC.III+N+T
- Tensión maniobra: 24V.DC
- Presión neumática: 5 bar
- Nivel sonoro: pico máximo: 80 dB
- Fuerza mellado: 250 kgf

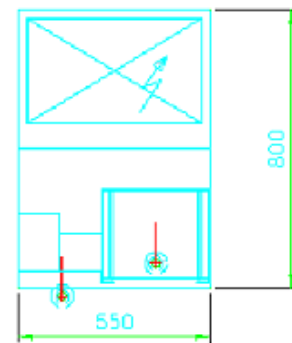


Fig. 92: Medidas de la máquina

3. Especificación detallada de la máquina:

- 3.1 Máquina para el montaje del circlip en MAN, y calado de la arandela al circlip en AUT.
- 3.2 La máquina estará formada por un puesto de montaje de la arandela más el circlip en MAN, con apoyo inferior y utillaje para facilitar el calado del circlip (pinza), y un segundo puesto para el calado y mellado de la arandela al circlip.
- 3.3 Soporte para cajas de arandelas y circlips con detector de mano para el circlip.
- 3.4 Cilindro de mellado del circlip especial DESTAKO K-4500-200-6 ( $\varnothing 100$ ).
- 3.5 Verificación de la posición de la ARTR con galga pasa/no pasa, después del calado.
- 3.6 Cajón de defectuosos con detector de verificación.
- 3.7 Autómata OMRON y botonera sin display. Pilotos aviso chequeos de calidad y evacuación piezas NOK.

3.8 Material neumático y eléctrico s/acuerdo con Kams. Servos Lenze.

3.9 Barrera de seguridad en el puesto de calado.

3.10 Detector que se coge el circlip y que se manipula el útil de calado.

3.11 Secuenciar ambos puestos para evitar el salto de proceso.

3.12 Confirmar la presión de calado mediante presostato digital.

3.13 Deberá cumplir el ijiwaru test definitivo.

3.14 Listado de repuestos y consumibles. Presostatos en bares.

Como parámetros de la máquina empleados y necesarios de controlar son:

- Presión neumática [bar] :  $5,5 \pm 0,5$
- Presión de mellado [bar] :  $3,5 \pm 0,5$

Ahora, voy a explicar en qué consiste cada estación de trabajo. Previo al inicio de este proceso, lo que hacemos es montar la tapa superior y el retén con la guía a través del vástago porque, de no hacerlo, al iniciar el montaje del circlip, no podríamos montarlos.

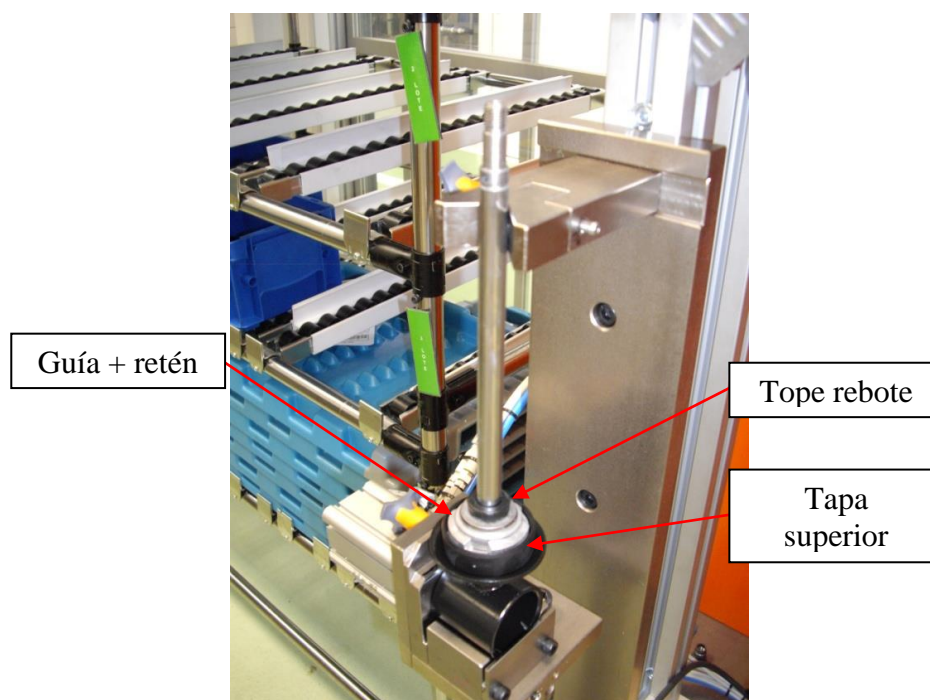


Fig. 93: Colocación inicial del subconjunto

En la primera estación colocamos el vástago con el extremo del anillo en un apoyo curvo que aprisione al subconjunto. Colocamos el balón en el extremo libre del vástago de tal forma que el diámetro del balón coincida con el del vástago. Después, colocamos la ARTR y, de seguido, el circlip en el balón. Con la ayuda de la pinza indicada en la imagen, llevamos los componentes hacia su sitio.

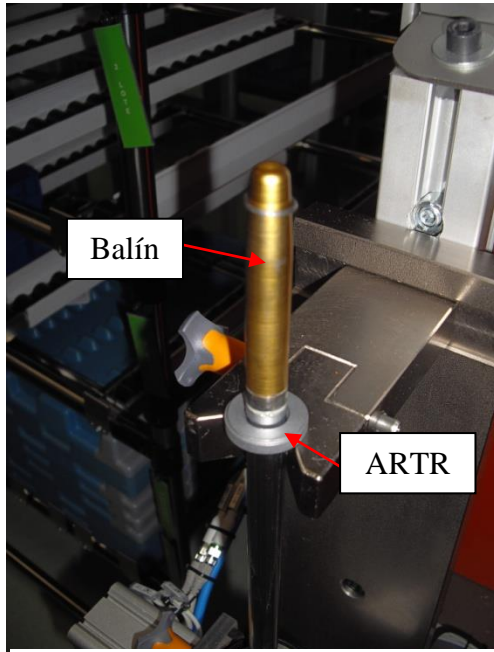


Fig. 94: Colocación del balón

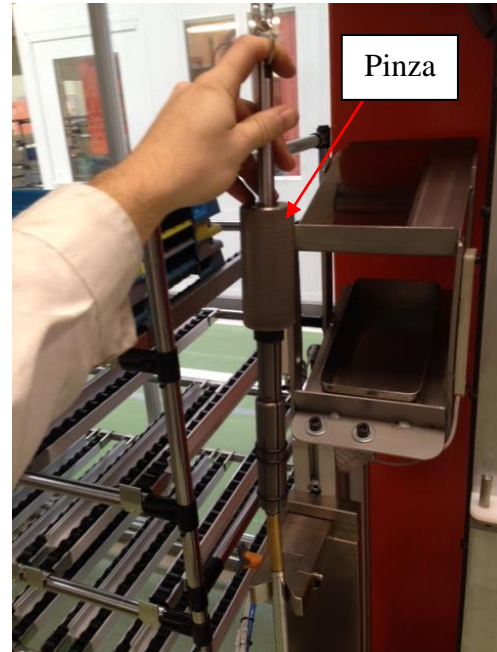


Fig. 95: Pinza para el circlip

Ranura disponible en el  
 vástago para colocar el  
 circlip

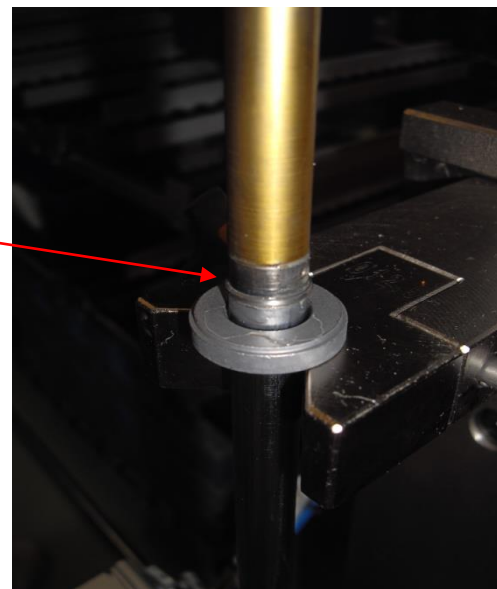


Fig. 96: Circlip montado

Una vez montado el circlip en la ranura, pasamos al puesto de mellado de la ARTR. Situamos el vástago suspendido, sólo sujetado por la ARTR que queda apoyada en la sufridera cerca del circlip. Al accionar el interruptor, un cilindro con el mellador en su extremo descenden hasta la arandela. Dicho mellador se encarga de deformar el interior de la arandela lo justo y necesario para que el circlip quede alojado en si interior. De esta manera, se consigue que la ARTR quede perfectamente sujeta en el vástago y pueda soportar las cargas necesarias durante el funcionamiento del amortiguador.

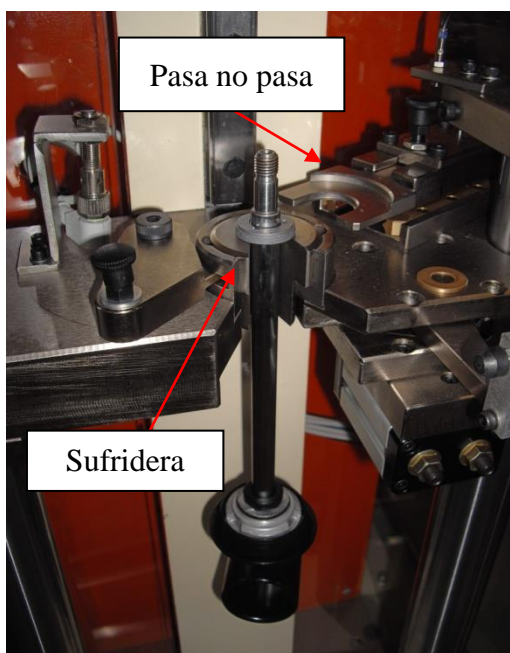


Fig. 97: Utilajes del puesto de la melladora



Fig. 98: Verificación con pasa no pasa

Mellas realizadas en la ARTR. El mellador deforma la cavidad de la ARTR en tres puntos, de forma que permita la introducción a presión del circlip. Se consigue una fijación de la arandela suficiente para soportar los impactos del tope rebote contra la guía.



Fig. 99: Detalle mellas en la arandela

### 2.3.5 Caladora de guía

La caladora de guía es una máquina situada en la sala de montaje de la línea 03. Se trata de la última máquina por la que pasa cada amortiguador antes de realizar el rebordeado y su función es calar la guía del vástago en el tubo interior. Con ello logramos un guiado concéntrico entre el vástago y el tubo interior.

Todos los amortiguadores, llegados a esta máquina, tienen el extremo del vástago libre, sin soldaduras y sin componentes por encima del tubo exterior. Por tanto, el calado no tiene mucha complicación, sólo se necesita un cilindro por el que se pueda alojar el vástago y, mediante un accionamiento neumático, que baje hasta tocar con el retén + guía del vástago. De esta forma, la guía se queda calada en el tubo interior y el retén queda libre en el borde del tubo exterior. En la siguiente imagen se aprecia lo explicado:

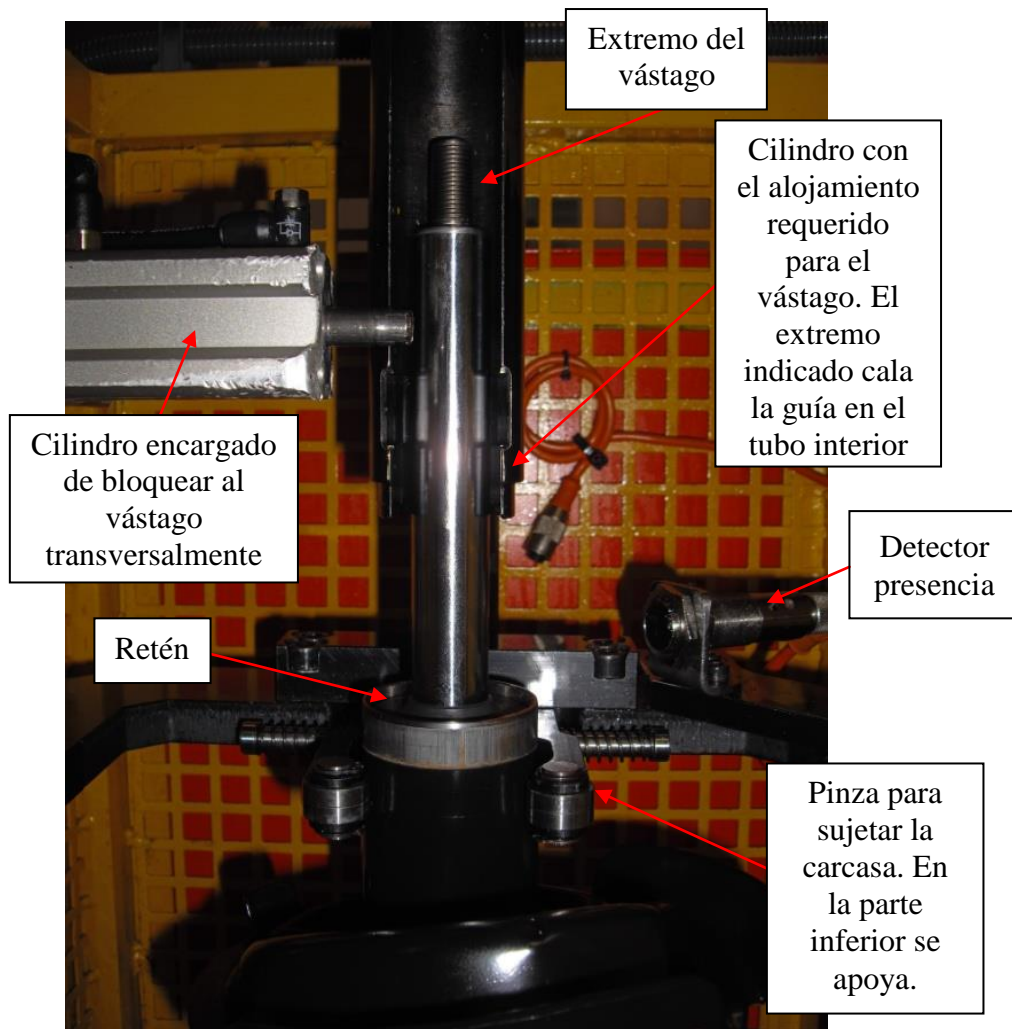


Fig. 100: Descripción de la caladora de guía

En el caso de mi amortiguador trasero, el extremo libre del vástago llega a la máquina con un anillo y tapa soldados, lo cual hace que el utillaje que tenemos para calar no sirva en este modelo. Para ello, se tuvo que diseñar uno nuevo que permitiese alojar el anillo y la tapa en su interior y, así, poder calar la guía sin problemas. La siguiente imagen muestra el utillaje ya fabricado.



Fig. 101: Utillaje de calado del amortiguador RR



Las siguientes imágenes muestran el proceso de calado de la guía en el amortiguador delantero y trasero.

- AMORTIGUADOR DELANTERO

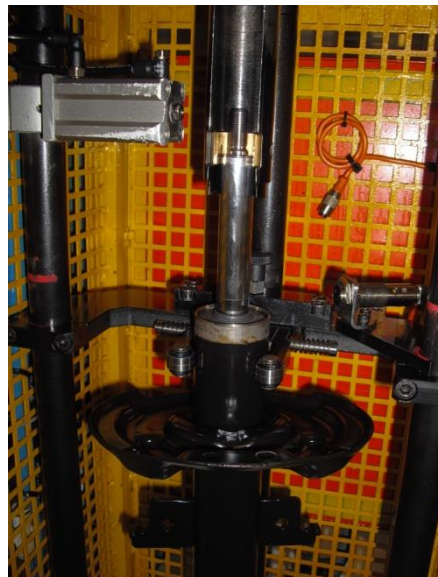
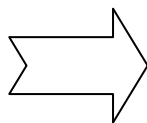
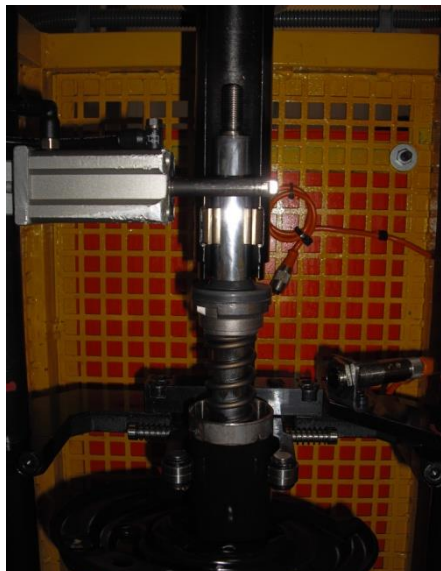


Fig. 102: Antes del calado FR

Fig. 103: Después del calado FR

- AMORTIGUADOR TRASERO

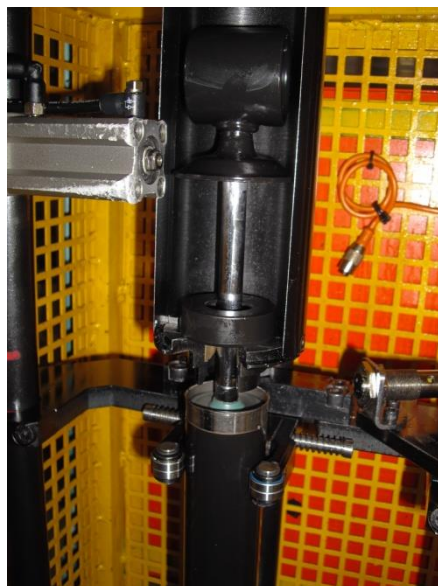
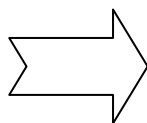
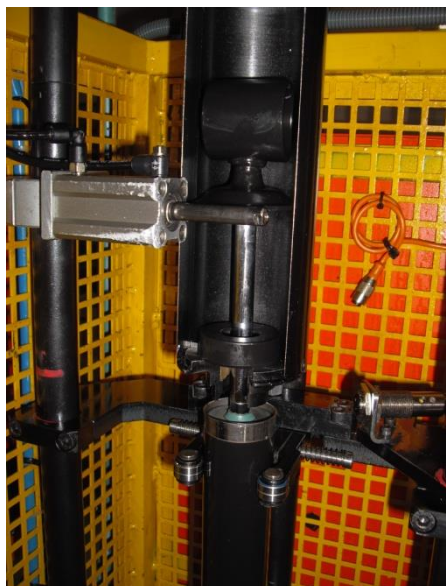


Fig. 104: Antes del calado RR

Fig. 105: Después del calado RR

### 2.3.6 Rebordeadora

La rebordeadora es una máquina situada a la salida de la sala de montaje, encargada de rebordear el borde libre del tubo exterior. La finalidad de esta acción es conseguir que el retén se deforme contra las paredes del tubo exterior, garantizando un cierre hermético entre el interior y el exterior del amortiguador. Se muestra una imagen del rebordeado realizado a un amortiguador:



Fig. 107: Proceso rebordeado

Destacar el detalle de  
 la deformación sufrida  
 por el retén.

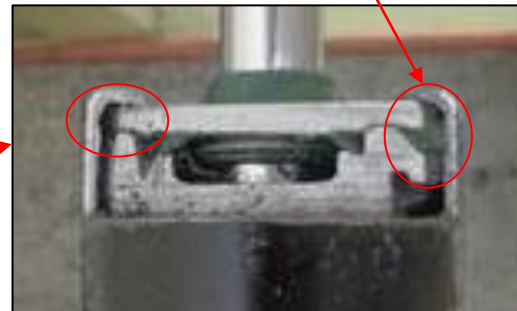


Fig. 106: Detalle rebordeado

Como norma general, la longitud de rebordeado es de 5,5 mm. Con ello se “garantiza” el sello entre el retén y el tubo exterior. Dicha acción también ayuda a centrar el tubo interior respecto al tubo exterior.

¿Cómo se puede saber si la altura de rebordeado es la correcta? Se realiza un chequeo en un puesto anexo a la máquina. Lo que se hace es aplicar en el retén una fuerza de 300 N y tomamos como referencia ese punto. Luego, aplicamos 3000 N y vemos cuánto se ha desplazado. El máximo desplazamiento permitido es de 0,14 mm. Si es mayor que dicho valor, se considera altura de rebordeado NOK.

Para amortiguadores de recambio no se suele hacer una verificación del rebordeado porque, como he mencionado antes, el proceso garantiza que el retén se deforma correctamente. Como el amortiguador de este proyecto es de primer equipo, es 100%

obligatorio realizar un chequeo para estar seguros de que el proceso ha salido bien. Se denomina “chequeo 100%”.

¿Por qué tenemos que hacer una adaptación en esta máquina para el amortiguador trasero? Porque nunca ha tocado rebordar un amortiguador con un anillo y una tapa soldados en el vástago. Para ello, hay que diseñar un nuevo cabezal que permita alojar en su interior al anillo y a la tapa protectora sin que sufran ningún daño y que no interfieran en el proceso de rebordado. Además, también hay que incorporar un pokayoke para asegurarnos de que el operario pone el cabezal correcto. De colocar el incorrecto, destrozaría el amortiguador al ser la carrera a realizar más corta que el resto de referencias.

El diseño realizado es el siguiente:

- Se trata de un cabezal más ancho que los que se usan para el resto de amortiguadores, ya que tenemos que alojar el anillo con la tapa mientras que con el resto de modelos solo se tiene que introducir el vástago en su interior para poder rebordar.
- El hecho de que este cabezal sea menos ancho y más alto que los demás nos ayuda a pensar en el pokayoke. Colocamos dos detectores de un alcance determinado, enfrentados, a la altura del cabezal. Al ser el de este modelo menos ancho que el resto, los detectores tendrán que detectar presencia de utillaje a una distancia mayor que con el resto. La señal de presencia será transmitida al programa de nuestro amortiguador y dará la respuesta de “CABEZAL OK” para poder iniciar ciclo. Si se coloca cualquier otro cabezal, los detectores reconocerían el cabezal a una distancia menor de la que debe ser, y darían el aviso al programa de que no es el utillaje correcto.

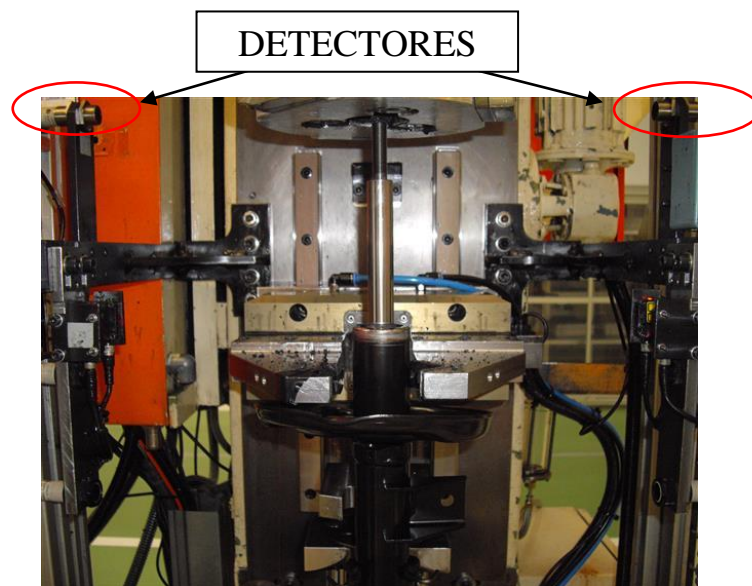


Fig. 108: Imagen de la rebordeadora

- 
- También destacar la forma que tiene el cabezal para poder introducir el amortiguador en su interior. La sección es la indicada en cian. La imagen muestra la posición en la que el cabezal debe finalizar el ciclo siempre porque, de lo contrario, no podríamos introducir el amortiguador. Para ello, se controlan las revoluciones del cabezal con el programa al que está asociado, y con la ayuda de los sensores explicados en el guión anterior, podemos asegurar la misma posición del cabezal al inicio y al final de cada ciclo.

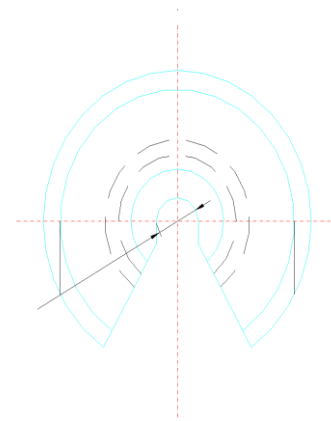


Fig. 109: Sección del utilaje

Se adjunta una imagen del cabezal real para el amortiguador trasero. Los tornillos indicados en la figura se encuentran justo delante de cada sensor y su detección en esa posición permite que el programa reconozca al cabezal como el correcto.



Fig. 110: Utilaje de rebordeado RR

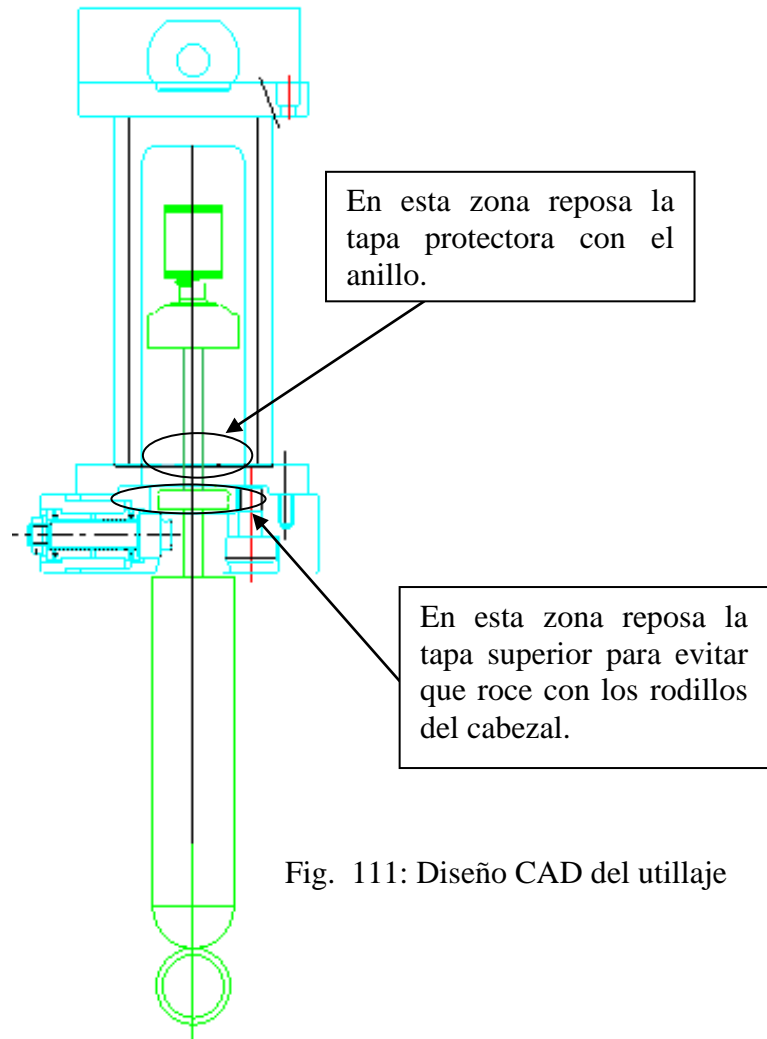


Fig. 111: Diseño CAD del utillaje

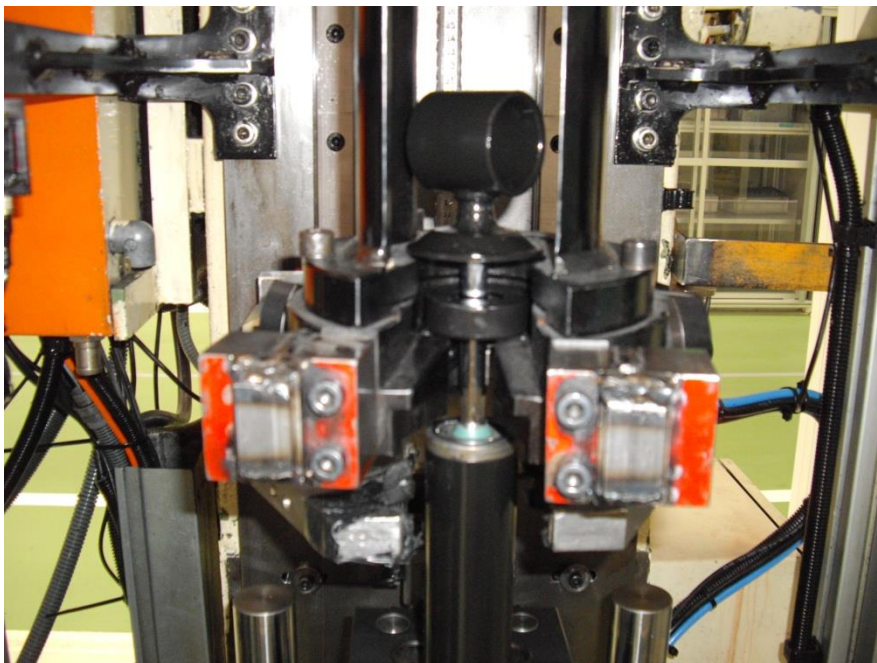


Fig. 112: Detalle amortiguador RR en el  
utillaje de rebordeado

### 2.3.7 Tuerca alternativa

La “tuerca alternativa” es el componente más relevante e innovador de estos amortiguadores y la novedad que los distingue del resto de modelos. Está compuesto de una carcasa, un pistón flotante, una tuerca y dos muelles. Su misión es la de regular las fuerzas de amortiguación que realiza el amortiguador en función de la frecuencia a la que trabaja.

Su montaje se realiza en la sala de montaje, y se atornilla en el vástago como cualquier tuerca de las demás referencias. El tiempo de ciclo de este montaje es de 30 segundos. La carcasa dispone de una superficie hexagonal (como una tuerca) que se introduce en la boca de atornillado del atornillador. Se le proporciona un par de apriete de  $23 \pm 2$  N, según especifica el plano del subconjunto vástago pistón.



Fig. 113: Tapa-carcasa de la tuerca alternativa

La producción de dichas tuercas se puede realizar en cualquier momento del turno de trabajo, ya que se trata de un componente que se puede almacenar en stock el tiempo que sea necesario. Las máquinas se sitúan en la línea 04 y han sido traídas desde Japón, diseñadas por el equipo de Kayaba Japón (KYBJ). Se tratan de dos máquinas que funcionan cicladas entre ellas:

- La primera permite realizar el montaje de la tuerca (Fig.114).
- La segunda permite rebordear y chequear la tuerca (Fig.116).

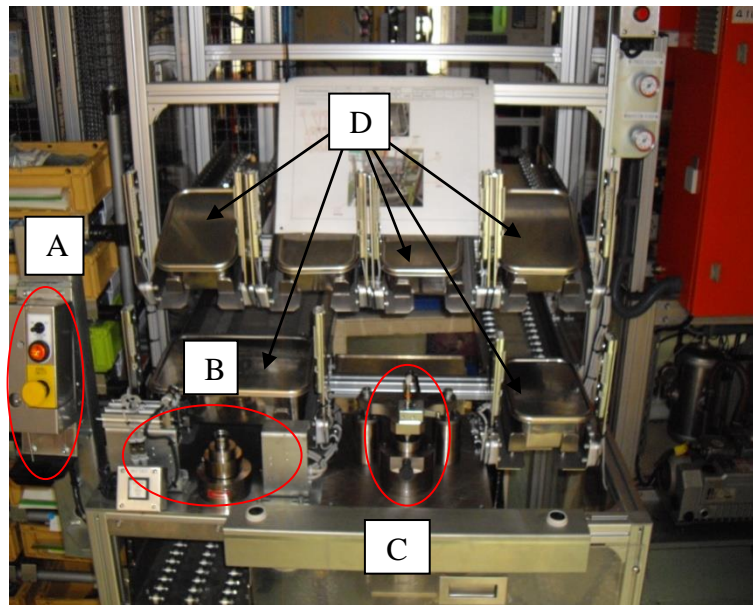


Fig. 114: Puesto de montaje

El puesto de montaje está formado por los siguientes dispositivos:

- A) Accionador del puesto de verificación de agujeros de la carcasa.
- B) Puesto de verificación de agujeros de la carcasa OK.
- C) Puesto bimanual para introducir el pistón flotante en la carcasa.
- D) Bandejas con los diferentes componentes.

En la imagen se pueden apreciar unas barreras colocadas antes de las bandejas (D). Se tratan de los dispositivos de verificación de presencia, compuestos por un par de detectores y leds. Concretamente, por programa, se secuencia el orden en el que el operario debe recoger los componentes y montarlos en la tuerca. Si los leds parpadean, ese es el componente que se debe coger para continuar montando. Si se mantienen las luces encendidas, es que no debes coger ese componente y, en el caso de hacerlo, aparecería un mensaje de error en el procedimiento. Si la mayoría de las barreras tienen las luces sin parpadear, quiere decir que o que hay que hacer uso de alguno de los dispositivos de verificación o de montaje o que hay un error.

El puesto de verificación de los agujeros de la carcasa (B) consta de tres fibras ópticas, una para cada agujero. Si no detectan que están esos agujeros y a las cotas programadas, tendríamos un mensaje de error y se tendría que arrojar la carcasa mala al cajón NOK.

Fibras instaladas en el  
 puesto de verificación



Fig. 115: Detalle del puesto de verificación de agujeros

Por último, el puesto bimanual (C) sirve para introducir el pistón flotante en el interior de la carcasa. Previamente, al pistón se le coloca en una ranura diametral de sección cuadrada una junta de la misma sección. En la parte inferior se coloca la carcasa y en la parte superior se dispone de un pequeño cilindro provisto de un sistema de vacío para sujetar el pistón. Con ayuda de un cilindro neumático, el pistón baja hasta introducirse en el interior de la carcasa. Gracias a la junta, el pistón se queda fijo en esa posición y se iluminará la siguiente bandeja con el componente que va a continuación. La presión empleada a través del circuito neumático para realizar esta función es de  $0,4 \pm 0,05$  MPa.

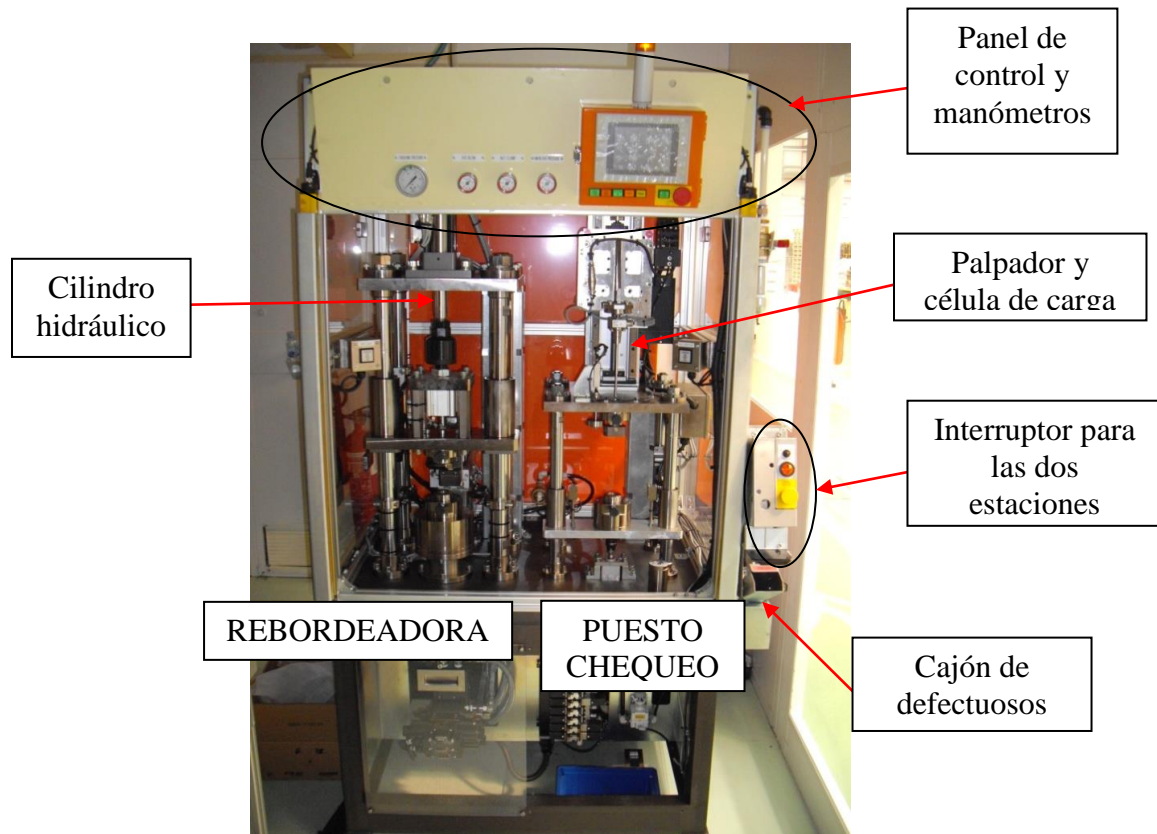


Fig. 116: Puestos de rebordeado y chequeo

El puesto de rebordeado se encarga de rebordar la carcasa. Está ciclado con el puesto de montaje, de tal forma que, cuando el operario termina de montar todos los componentes, el programa no le deja preparar otra tuerca hasta que no deposite la que ha terminado en la rebordeadora.

El proceso completo consiste en situar el conjunto en un utillaje diseñado para que sólo entre la carcasa. Accionamos el interruptor manual y el cabezal de rebordeado desciende hasta alcanzar la parte superior de la carcasa. El cilindro empleado para rebordar es hidráulico, y la presión de rebordeado es de  $10 \pm 0,5$  MPa. El tiempo de rebordeado es de 3 segundos.



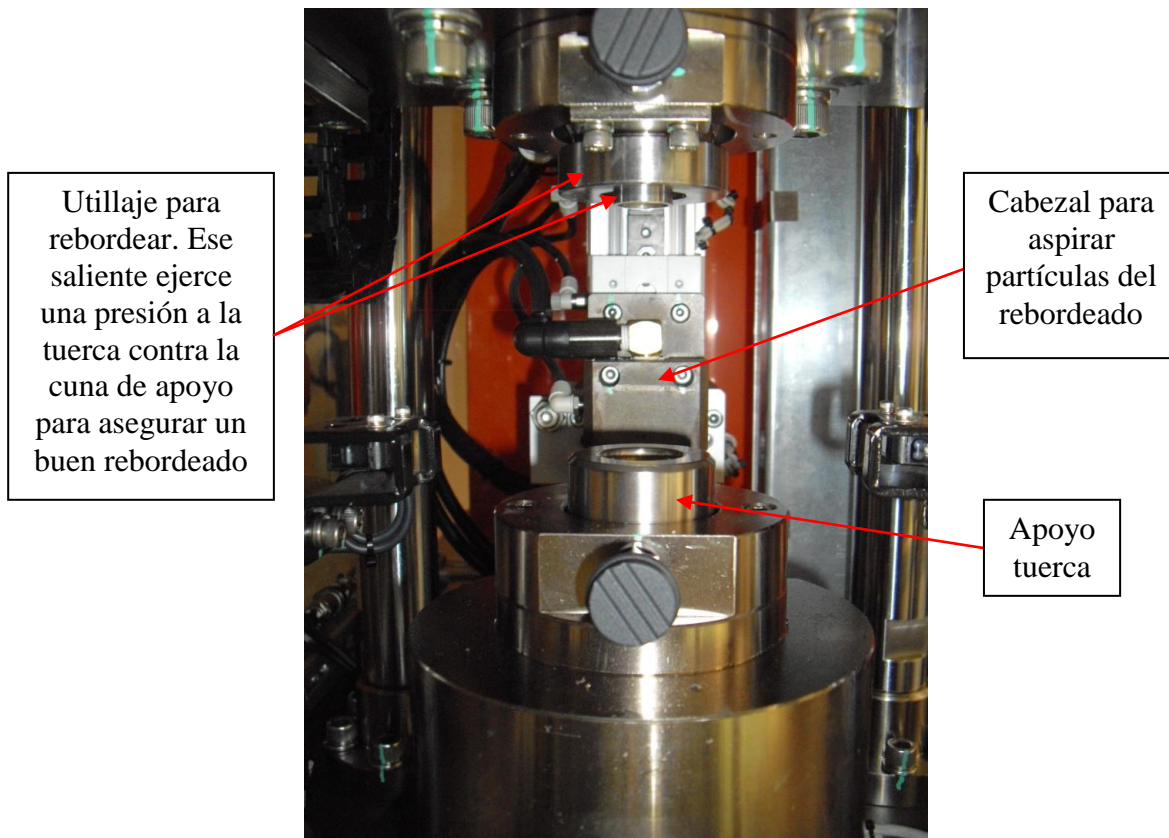


Fig. 117: Detalle puesto de rebordeado

Una vez finaliza el rebordeado, el cabezal asciende hasta su posición de reposo. Seguidamente, un segundo cabezal (Fig. 117) aparece de la parte trasera del puesto y se sitúa justo en la boca de entrada del conjunto. Su misión es aspirar cualquier partícula que se haya podido generar durante el rebordeado y, así, evitar que, con el tiempo, obstruyan los agujeros de la carcasa y el amortiguador no funcione como debe.

Cuando finaliza el cabezal de aspiración, el programa da permiso al operario para introducir el conjunto en el último puesto de la máquina. Se trata del puesto de chequeo de cargas, encargado de comprobar que la tuerca alternativa funciona según lo especificado en los planos. Se comprueban dos cosas:

- A) Que la altura de rebordeado esta dentro de los límites solicitados por el responsable del proyecto. Debe encontrarse dentro del intervalo: [0.5, 0.7] mm aproximadamente. Ello se comprueba con un palpador manual que es calibrado al arrancar la máquina por primera vez.
- B) Que el conjunto, al recibir una carga determinada, da una respuesta según lo especificado. Se emplea un palpador con una célula de carga y se realizan dos chequeos. El primero a 0,2 mm para verificar la existencia de componentes y el segundo a 1,4 mm para comprobar que la fuerza aplicada en el pistón da una respuesta concreta por parte del muelle situado en la zona inferior. La gráfica que nos tiene que salir es lineal, acotada a un valor máximo y mínimo.

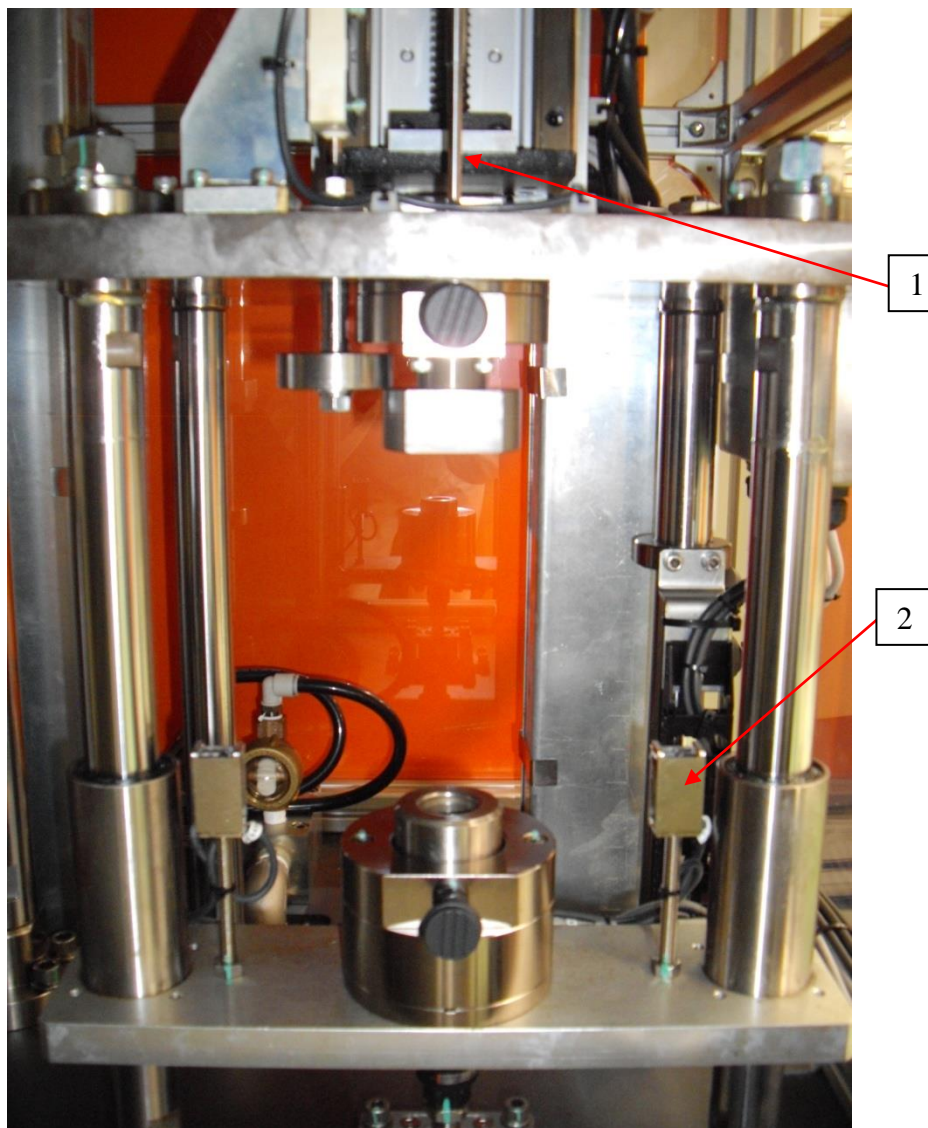


Fig. 118: Detalle puesto de chequeo

Para finalizar, este puesto funciona gracias a un circuito neumático que proporciona una presión neumática de  $0,45 \pm 0,05$  MPa. Se adjunta una imagen de la chequeadora donde se puede apreciar:

1. Palpador cilíndrico. Su extremo superior dispone de una célula de carga de manera que cuando la parte inferior encuentra oposición, la fuerza de reacción que recibe la traduce en un valor visual en pantalla. El palpador desciende rápidamente por acción del circuito neumático y cuando requiere de desplazamientos cortos y progresivos, avanza gracias a un husillo.
2. Fibras ópticas instaladas a ambos lados de la posición del conjunto para verificar existencia de pieza en el habitáculo. Si no detecta presencia, este puesto no realiza su ciclo. Lo mismo sucede con el puesto de rebordeado.

## 2.4 DOCUMENTACIÓN “ANZEN SENGEN”

La “documentación Anzen Sengen” o, dicho en castellano, la “documentación para la auditoría de calidad y seguridad” consiste en la realización de los informes necesarios que certifiquen que las máquinas empleadas cumplen con los requisitos de calidad y seguridad exigidos. Una auditoría es un examen metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades de gestión y sus resultados satisfacen una serie de disposiciones previamente establecidas, y para comprobar que estas disposiciones se llevan a cabo eficazmente y que son adecuadas para alcanzar los objetivos previstos. La realizan tanto la empresa de manera interna como el cliente para el que se fabrican los amortiguadores, sobre todo si se tratan de amortiguadores para primer equipo.

Toda la documentación se recoge en los siguientes apartados:

- 1.- Hoja de especificaciones de la máquina**
- 2.- Informe de calidad
- 3.- Documentos de parámetros**
- 4.- Iji-waru & Pokayoke**
- 5.- Plan de Control QA
- 6.- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)**
- 7.- Secuencias de trabajo**
- 8.- Hoja de instrucciones de manejo de la máquina**
- 9.- Hoja de instrucciones de cambio de referencia**
- 10.- Instrucciones mantenimiento preventivo**
- 11.- Método A (Puntos de control del operario)
- 12.- Método B (Método de trabajo)
- 13.- Método C (Método de cambio)

En esta auditoría intervienen los directores de los diferentes departamentos. Se trata de probar que las máquinas funcionan correctamente y, una vez que todos están de acuerdo en aceptarla, firman el documento y la línea ya puede comenzar a producir.

En negrita se destaca la parte de la documentación que tiene que desarrollar el departamento de manufactura. A continuación, se explican los documentos de la auditoría y, sobre todo, los que he realizado en la empresa como ingeniero de manufactura. Del informe de calidad explicaré un poco en qué consiste porque afecta al Departamento de Manufactura y de Producción a la hora de industrializar los amortiguadores. Los Métodos A, B y C los realizan el Departamento de Producción y el Plan de Control el Departamento de Calidad. Sólo adjuntaré ejemplos de estos últimos y

### **2.4.1 Hoja de especificaciones de la máquina**

El primer punto del documento está realizado con anterioridad al resto de informes, puesto que es el punto de partida para encargar el diseño de la maquinaria necesaria a los proveedores. Está compuesto por los siguientes apartados:

- Grado de precisión (especificaciones)
- Capacidad de máquina
- Condiciones de trabajo
- Esquema de la máquina y de la pieza
- Especificaciones detalladas de la máquina
- Garantía de calidad

La mayoría de apartados mencionados llevan adjuntados una evaluación que se le realiza a la máquina en cada visita que se le realiza para ir comprobando el cumplimiento de las condiciones impuestas. A estas evaluaciones o informes de seguridad, funcionalidad...etc. se les denomina “Run-off” de la máquina.

### **2.4.2 Informe de calidad**

Los informes de calidad son un resumen de los datos anotados en las gamas de control. Una gama de control es un autocontrol que se realiza a cada componente de un amortiguador. Consiste en un documento compuesto por una tabla donde nos aparece un croquis del componente a controlar, y en cada fila lo que debemos medir de ese componente. También se indican las especificaciones nominales con sus márgenes superior e inferior, el tipo de método que debe llevarse a cabo, el efecto que puede llegar a tener si un componente se considerase bueno sin cumplir las condiciones indicadas en la hoja...etc.

### **2.4.3 Documentos de parámetros**

Estos informes se realizan uno por máquina. Generalmente, se componen de dos apartados:

- Hoja de parámetros:

En ella se indican los parámetros más importantes y relevantes de la máquina que se esté documentando. Se indican las unidades de medida, el valor nominal con sus márgenes, método de chequeo, frecuencia y el trabajador o departamento encargado de controlar dicho parámetro. Si alguno de esos parámetros está fuera de lo que marca esta hoja, habría que corregirlo y buscar la causa de dicha desviación.

- Esquema de máquina y tablas:

En el esquema de la máquina se indican la ubicación de los equipos de medida de cada parámetro e información de los distintos puestos de la máquina.

Las tablas contienen información de un parámetro concreto que es muy variable según el modelo como, por ejemplo, el volumen de aceite, el par de apriete de la tuerca del pistón, presión de llenado de gas... etc.

#### **2.4.4 Ijiwaru & Pokayoke**

Un “ijiaru” (en japonés, “mala leche”) es un examen funcional básico de cada máquina. Consiste en provocar fallos en cada máquina y comprobar que la máquina es totalmente segura para el operario. Se centra más en el correcto funcionamiento de la seta amarilla y seta roja, barreras de seguridad, funcionamiento a presión neumática e hidráulica bajas... etc.

Un pokayoke es un dispositivo destinado a evitar errores. Las principales funciones por las que se instalan son garantizar la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, proceso o procedimiento en el cual se encuentren relacionados, evitar accidentes como, por ejemplo, que piezas mal fabricadas sigan el proceso y eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. Se deciden máquina a máquina cuales pueden ser los posibles fallos a la hora de colocar las piezas en las máquinas. Una vez localizados, con los pokayokes nos aseguramos que los procesos se produzcan de manera satisfactoria.

Para tratar la situación descrita en las últimas líneas del párrafo anterior, primero se realiza un informe con su objetivo y el fallo a corregir. En este mismo informe se hace una descripción del pokayoke y método de chequeo. Lo último que se hace es reunir toda la información anterior en un ijiwaru específico del pokayoke para probar su fiabilidad. Se indica un ejemplo:

*Proceso:* montaje paquete componentes

*Item a testear:* confirmación de correcto montaje

*Cómo testearlo:* no colocar uno de los componentes

*Método de chequeo:* dos detectores de presencia que chequean altura del paquete

(Instalamos el pokayoke en la máquina)

*Resultado del test (después de la mejora):* detecta ausencia de componente. No permite retirar el balín con el paquete de componentes. No se puede continuar ciclo.

#### **2.4.5 Plan de control QA (Quality Audit)**

Es un documento que debe rellenar el responsable del departamento de calidad de este proyecto. Consiste en llevar las gamas de control, utillajes... etc. de calidad a la línea para poder chequear las partes que sea necesario.

#### **2.4.6 AMFE**

El AMFE se encarga de contemplar los posibles fallos y efectos que pueden aparecer durante el funcionamiento de la máquina. Se piensa en las posibles causas de los mismos, fallos críticos que puedan producirse y soluciones que se pueden plantear en cada situación. Este documento se genera con la colaboración de un encargado de cada departamento.

#### **2.4.7 Secuencias de trabajo**

Las secuencias de trabajo nos indican el tiempo de ciclo de cada máquina, el número de operarios necesarios en cada zona (carcasa, montaje) para producir los amortiguadores y las máquinas en las que tiene que trabajar cada operario. Cada operario se distingue con un color y se realiza una breve descripción de lo que tiene que hacer.

#### **2.4.8 Hoja de instrucciones de manejo de la máquina**

Básicamente, es el “libro de instrucciones” de cómo se maneja la máquina en cuestión. Es fundamental realizarla con total rigor para que el operario que tenga que trabajar lo haga sin problemas de seguridad.

#### **2.4.9 Hoja de instrucciones cambio de referencia**

Se trata de los pasos que debe realizar el operario para poder realizar el cambio de programa y de utillajes de forma segura. Dichos cambios se hacen porque cada amortiguador tiene algunos o todos los utillajes diferentes (forma del soporte muelle, diámetro de tubo exterior, si es tipo amarre o mangueta...).

#### **2.4.10 Instrucciones mantenimiento preventivo**

Este documento va dirigido especialmente a los técnicos de mantenimiento de la planta. Se prepara un esquema completo de la máquina, señalando los puntos a controlar, la marca de la pieza, fluido o componente a cambiar y cada cuánto tiempo se debe realizar el cambio de, por ejemplo, filtros, aceites, boquillas especiales, correas...etc.





## **BIBLIOGRAFÍA**

- Información proporcionada por KAMS.
- Catálogos de las nuevas máquinas suministrados por el fabricante.
- <http://www.pincasa.es/es/tratamientos/cataforesis.html>
- Modern Welding, 7th Edition  
Andrew D. Althouse, Carl H. Turnquist  
Ed. Goodheart-Wilcox
- <http://www.substech.com/>
- <http://www.steelnumber.com/>



## **ANEXO I**

### **DOCUMENTACIÓN “ANZEN SENGEN”**



KYB Our Passion. Your Advantage		Check list for quality safety audit										Approved for Safety audit - Aprobado para la Auditoría de Aseguramiento Calidad		Manufacturing - Dpto. Producción			
Lista de chequeo para la auditoría de aseguramiento de la calidad												Aproved Aprobado	Checked Chequeado	Checked Chequeado	Realized Realizado		
Line / Línea:	AMORTIGUADOR FR T01-W03-A03											Approved Aprobado	Checked Chequeado	Checked Chequeado	Realized Realizado		
Requirements Requisitos	Process/ Machine Nº Procesor Nº Máquina	RESPONSABLES	Cargador de tubo Nº	Achicadora Nº	Marcadora Nº	CNC Nº	Lavadora de tubo Nº	Bulge Nº	Caladora de tapa Nº	Soldadura por roldana Nº	Punteadora anillo Nº	Refuerzo anillo Nº	Ensambladora SM Nº	Refuerzo CO2 Nº	ROBOT (BAD+LOC) Nº	Chequeo fugas Nº	
			T01 TUBO EXTERIOR/OUTER TUBE										W03 CARCASA/ OUTER SHELL				
Quality Calidad	Quality data (measure) Datos de Calidad (medidas)	Q Kams (Jefe Calidad)															
	Quality data (condition) Datos de Calidad (condiciones)	MAN KEH (R. Corvo)	NA		NA		NA	NA		NA						NA	
	Process condition table Hoja parámetros proceso	MAN KEH (R. Corvo)															
	Ijwaru-test Plan, Evaluation Ijwaru-test Plan, Evaluación	MAN KEH (R. Corvo)															
	Ijwaru-test & Pokayoke	MAN KEH (R. Corvo)															
	Process Control Level Evaluation Sheet Plan de Control	Q KAMS (Jefe Calidad)															
	Process FMEA FMEA de Proceso	MAN KEH (Manufactura)															
Manufacturing Productivity	Cycle Time (Target: 10/22/14/60 SEC)	MAN KEH (Manufactura)															
Fabricación Productividad	Standardized work chart Secuencia de trabajo	MAN KEH (Manufactura)															
	Machine operation manual sheet Manual de uso de la máquina	MAN KEH (R. Corvo)															
	Machine set-up instruction sheet Hoja cambio rta. En máquina	MAN KEH (R. Corvo)															
	Maintenance instruction sheet Hoja instrucción Mantenimiento	MAN KEH (R. Corvo)															
Manufacturing Control Tool	Critical quality point (A) Método autocontrol A	Q KAMS (Jefe Calidad)															
Fabricación Control utilajes	Operator instruction sheet (B) Método trabajo B	PROD KAMS (Jefe Producción)															
	Change over instruction (C) Método de cambio C	PROD KAMS (Jefe Producción)															
	Operator check points Puntos chequeo Operario	PROD KAMS (Jefe Producción)															
	KANBAN Tarjetas kanban	KPS (Producción)															
	Display for manufacturing tool Disposición/ orden utilajes máquina	KPS (Producción)															
	Mesuring tool and Data sheet Equipos de medida y Registros	Q KAMS (Jefe Calidad)															
	Operators & Machine Safety Seguridad Operario y Máquina	MAN REHPRIL REHINKAMS (Revisión, RR. HH.)															
	Process modification pending PM's proceso realizándose o pendientes																
	Meeting minutes DR process & check list Acta DR proceso y listado chequeo																

KYB Our Precision. Your Advantage		Check list for quality safety audit										Approved for Safety audit - Aprobado para la Auditoría de Aseguramiento Calidad		Manufacturing - Dpto. Producción							
Lista de chequeo para la auditoría de aseguramiento de la calidad		AMORTIGUADOR FR T01-W03-A03										Date of Audit - Fecha auditoría		Approved Aprobado		Checked Chequeado		Checked Chequeado		Realized Realizado	
Line / Línea:		AMORTIGUADOR FR T01-W03-A03										Must be approved 5 days before Safety audit		Written: Escrito							
Requirements Requisitos		Process/ Machine Nº Proceso/ Nº Máquina	RESPONSABLES	Soldadura ARTR Nº	Lavadora de carcasa Nº	Soldadura ARTR Nº	Montaje de componentes Nº	Pistón y Locite Nº	Llenado de aceite Nº	Calado de guía Nº	Reboredadora Nº	Llenado de gas Nº	MTS Nº	Calado Tapa Nº	Máquina chequeo Nº	Montaje de componentes Nº	Reboreado de yunque turca Nº				
		A03 MONTAJE/ ASSEMBLING															A04 NUT ASSEMBLING				
Quality Calidad	Quality data (measure) Datos Calidad (medidas)	Q Kams (Jefe Calidad)																			
	Quality data (condition) Datos de Calidad (condiciones)	MAN KEH (R. Corvo)	●	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	●	NA	NA	NA	NA	NA	●				
	Process condition table Hoja parametros proceso	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Jiwaru-test Plan, Evaluation Jiwaru-test Plan, Evaluación	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Jiwaru-test & Pokayoke	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Process Control Level Evaluation Sheet Plan de Control	Q KAMS (Jefe Calidad)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Process FMEA FMEA de Proceso	MAN KEH (Manufatura)															●				
Manufacturing Productivity	Cycle Time (Target: 10/22/14/60 sec)	MAN KEH (Manufatura)									●				○	●	●				
Fabricación Productividad	Standardized work chart Secuencia de trabajo	MAN KEH (Manufatura)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Machine operation instruction sheet Manual de uso de la máquina	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Machine set-up instruction sheet Hoja cambio de máquina	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
	Maintenance instruction sheet Hoja instrucción Mantenimiento	MAN KEH (R. Corvo)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●				
Manufacturing Control Tool	Critical quality point (A) Método autocontrol A	Q KAMS (Jefe Calidad)														●	●				
Fabricación Control utilajes	Operator instruction sheet (B) Método trabajo B	PROD KAMS (Jefe Producción)													○	●	●				
	Change over instruction (C) Método de cambio C	PROD KAMS (Jefe Producción)													○	●	●				
	Operator check points Puntos chequeo Operario	PROD KAMS (Jefe Producción)													○						
	KANBAN	KPS (Producción)																			
	Display for manufacturing tool Dispensador orden utilajes máquina	KPS (Producción)													○						
	Mesuring tool and Data sheet Equipos de medida y Registros	Q KAMS (Jefe Calidad)																			
	Operators & Machine Safety Seguridad Operario y Máquina	MAN KEH/PRD, KEN/KAMS (Manufatura, Producción)													○	●					
	Process modification pending Pendientes proceso realizándose o pendientes																				

KYB Our Passion. Your Advantage		Approved for Safety audit - Aprobado para la Auditoría de Aseguramiento Calidad										Manufacturing - Dpto. Producción				
Check list for quality safety audit		Aproved Aprobado		Checked Chequeado		Written Escrito		Aproved Aprobado		Checked Chequeado		Checked Chequeado		Realized Realizado		
Lista de chequeo para la auditoría de aseguramiento de la calidad																
Line / Línea:		AMORTIGUADOR RR T01-W03-A03										Date of Audit - Fecha auditoría		Must be approved 5 days before Safety audit		
		Identificada C.raiz		Planear acciones		Realizado		Validado								
Requirements Requisitos	Process/ Machine Nº Proceso/ Nº Máquina	RESPONSABLES	Cargador de tubo Nº	Achicadora Nº	Marcadora Nº	CNC Nº	Lavadora de tubo Nº	Bulge Nº	Caladora de tapa Nº	Soldadura por roldana Nº	Punteadora anillo Nº	Refuerzo anillo Nº	Punteado anillo Nº	Refuerzo CO2 Nº		
			T01 TUBO EXTERIOR/OUTER TUBE										W03 PISTON ROD			
Quality Calidad	Quality data (measure) Datos Calidad (medidas)	Q.KAMS (Jefe Calidad)														
	Quality data (condition) Datos de Calidad (condiciones)	MAN KEH (R. Corvo)	NA	NA	NA	NA	NA	NA								
	Process condition table Hoja parámetros proceso	MAN KEH (R. Corvo)														
	Ijwaru-test Plan, Evaluation Ijwaru-test Plan, Evaluación	MAN KEH (R. Corvo)														
	Ijwaru-test & Pokayoke	MAN KEH (R. Corvo)														
	Process Control Level Evaluation Sheet Plan de Control	Q.KAMS (Jefe Calidad)														
	Process FMEA FMEA de Proceso	MAN KEH (Manufactura)														
Manufacturing Productivity	Cycle Time (Target: 10/22/14/60 SEC)	MAN KEH (Manufactura)														
Fabricación Productividad	Standardized work chart Secuencia de trabajo	MAN KEH (Manufactura)														
	Machine operation instruction sheet Manual de uso de la máquina	MAN KEH (R. Corvo)														
	Machine setup instruction sheet Hoja cambio de máquina	MAN KEH (R. Corvo)														
	Maintenance instruction sheet Hoja instrucción Mantenimiento	MAN KEH (R. Corvo)														
Manufacturing Control Tool	Critical quality point (A) Método autocontrol A	Q.KAMS (Jefe Calidad)														
Fabricación Control utilidades	Operator instruction sheet (B) Método trabajo B	PROD KAMS (Jefe Producción)														
	Change over instruction (C) Método de cambio C	PROD KAMS (Jefe Producción)													NA	
	Operator check points Puntos chequeo Operario	PROD. KAMS (Jefe Producción)														
	KANBAN Tarjetas kanban	KPS (Producción)														
	Display for manufacturing tool Disposición orden utilidades máquina	KPS (Producción)														
	Measuring tool and Data sheet Equipos de medida y Registros	Q.KAMS (Jefe Calidad)														
	Operators & Machine Safety Seguridad Operario y Máquina	MAN KEH/KPS, KEH/KAMS (Manufactura, RR, RR)														
	Process modification pending PMA proceso realizándose o pendientes															
	Meeting minutes DR process & check list Acta DR proceso y listado chequeo															

KYB Our Passion, Your Advantage		Check list for quality safety audit Lista de chequeo para la auditoría de aseguramiento de la calidad														Approved for Safety audit - Aprobado para la Auditoría de Aseguramiento Calidad																							
																Approved Aprobado		Checked Chequeado		Manufacturing - Dpto. Producción																			
																Written: Escrito				Checked Chequeado		Checked Chequeado		Realized Realizado															
Line / Línea:		AMORTIGUADOR RR T01-W03-A03														Date of Audit - Fecha auditoría		Must be approved 5 days before Safety audit																					
																Identificada C.raíz		Planear acciones		Realizado		Validado																	
Requirements Requisitos		Process/ Machine Nº Proceso/ Nº Máquina		RESPONSABLES		Soldadura ARTR Nº		Lavadora de carcasa Nº		Soldadura ARTR Nº		Montaje de componentes Nº		Montaje y mellado ciclop Nº		Pistón y Lockete Nº		Llenado de aceite Nº		Calado de guía Nº		Reboreadora Nº		Llenado de gas Nº		MTS Nº		Silentblock Nº		Flexiblock Nº		Montaje tubo protector Nº		Máquina chequea Nº		Montaje de componentes Nº		Reboreado y chequeo fuerza Nº	
				A03 MONTAJE/ ASSEMBLING														A04 NUT ASSEMBLING																					
Quality Calidad		Quality data (measure) Datos Calidad (medidas)		Q. Korte (Jefe Calidad)																																			
		Document Nº (en "nombre compañía")		MAN KEH (R. Corvo)		●		NA		NA		NA		●		NA		NA		NA		●		NA		NA		NA		NA		●		●					
		Quality data (condition) Datos de Calidad (condiciones)		MAN KEH (R. Corvo)		●		NA		NA		NA		●		NA		NA		NA		●		NA		NA		NA		NA		●		●					
		Process condition table Hoja parámetros proceso		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-110																																			
		Iwara-test Plan, Evaluation Iwara-test Plan, Evaluación		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-113																																			
		Iwara-test & Pokayoke		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-119																																			
		Process Control Level Evaluation Sheet Plan de Control		Q. KAMS (Jefe Calidad)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-178																																			
		Process FMEA FMEA de Proceso		MAN KEH (Manufactura)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
Manufacturing Productivity		Cycle Time (Target: 10/22/14:00 SDC)		MAN KEH (Manufactura)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-145																																			
Fabricación Productividad		Standardized work chart Secuencia de trabajo		MAN KEH (Manufactura)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Machine operation instruction sheet Manual de uso de la máquina		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Machine set-up instruction sheet Hoja cambios de la máquina		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-005																																			
		Maintenance instruction sheet Hoja instrucciones Mantenimiento		MAN KEH (R. Corvo)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
Manufacturing Control Tool		Critical quality point (A) Método autocontrol A		Q. KAMS (Jefe Calidad)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-108																																			
Fabricación Control utilidades		Operator instruction sheet (B) Método trabajo B		PROD KAMS (Jefe Producción)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-218																																			
		Change over instruction (C) Método de cambio C		PROD KAMS (Jefe Producción)		●		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA		NA							
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-213																																			
		Operator check points Puntos chequeo Operario		PROD KAMS (Jefe Producción)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		KANBAN Tarjetas kanban		KPS (Producción)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Display for manufacturing tool Disponición orden utilidades máquina		KPS (Producción)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Measuring tool and Data sheet Equipos de medida y Registros		Q. KAMS (Jefe Calidad)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Operators & Machine Safety Seguridad Operario y Máquina		MAN KEH/PR, KEH/KAMS (Manufactura, RR. RR)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		---																																			
		Process modification pending PMA proceso realizable o pendientes		Q. KAMS (Jefe Calidad)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-101																																			
		Meeting minutes DR process & check list Acta DR proceso y listado chequeo		Q. KAMS (Jefe Calidad)		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●					
		Document Nº (en "nombre compañía")		04-114																																			
		Document Nº (en "nombre compañía")		07-117																																			

Marque  
TRADUCIR A  
CASTELLANO





Our Precision, Your Advantage

ESPECIFICACIONES Y EVALUACION DE  
MAQUINAS E INSTALACIONES

FECHA RESPUESTA DEPARTAMENTOS						13/02/2009	NIVEL	FECHA	NOTA	N. MODIFICACION	FECHA COMIENZO	REDACT	SUPERV	AUTORIZ	FECHA:	PAGINA			
G. CALIDAD	MANTENIMEN	PRODUCCION	PRODUCTO	ING. FABRICO	S. PREVENICION	1			CAMBIO CARACS MÁQUINA						REF. ORI	FECHA EV:			
DIRECTOR	DIRECTOR	DIRECTOR	DIRECTOR	DIRECTOR	DIRECTOR										EDITADO	CHEQUEADO	APROBADO	APROBADO	EVALUADO

NOMBRE	CO2 CIRCULAR
PROCESO	CARCARA
LUGAR	KAMS
CANTIDAD	1
CLASE	SEGURIDAD "S" REGLEMENTACION "M"
COSTO ESTIMADO	
COSTO REAL	
PUESTA MARCHA PREVISTA	may-09
PUESTA EN MARCHA REAL	
N. PEDIDO	
N. MAQ	1001

O B J E T I V O S D E	<input checked="" type="checkbox"/>	NUEVOS PRODUCTOS	LEY LABORAL
	<input type="checkbox"/>	AUMENTO PRODUCCION	MANTENIMIENTO PREV.
	<input type="checkbox"/>	REDUCIR COSTOS	ADAPTAC. NORMA APA
	<input type="checkbox"/>	MEJORA CALIDAD	LEY SOB ALTA PRESION
	<input type="checkbox"/>	REDUCCION PERSONAL	INCENDIOS
	<input type="checkbox"/>	REDUCCION SUBCOMT.	MEDIO AMBIENTE
	<input type="checkbox"/>	MEJORA AMBIENTE	LEY ELECTRICIDAD
	<input type="checkbox"/>	MEJORA SEGURIDAD	SEGURIDAD ROBOTS
	<input type="checkbox"/>	CAMBIO METODO	NORMA EDIFICIOS
	<input type="checkbox"/>	CAMBIO POR AMORTIZ.	

R E D O C A U M I O N T A D O S	<input checked="" type="checkbox"/>	PLANOS PRODUCTO
	<input type="checkbox"/>	LISTA QA
	<input checked="" type="checkbox"/>	FMEA PROCESO
	<input checked="" type="checkbox"/>	PLANIF. PROCESO
	<input type="checkbox"/>	PROB. CON EXPERIE.
	<input type="checkbox"/>	GAMA DE TRABAJO
	<input checked="" type="checkbox"/>	LAYOUT
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	

**DIMENSIONES DE MAQUINA**

LARGO MAX 1150 mm  
ANCHO MAX 1550 mm  
ALTO MAX 2200 mm

1) TAMAÑO DE MAQUINA, LUGAR DE ARMARIO ELECTRICO, PUESTA EN MARCHA, ETC.  
2) MOVIMIENTO DEL OPERARIO, SITUACION Y DIRECCION DE MOVIMIENTOS DEL PRODUCTO  
3) SITUACION DE UTILAJES Y UTENSILIOS  
4) SITUACION DE MAQUINAS RELACIONADAS

No.	ESPECIFICACION DETALLADA DE MAQUINA	CHEQUEO
1	Máquina semiautomática para soldar tubo con subcto. Tapa horquilla por soldadura CO2 en sentido circular- Máquina con una única pistola.	
2	Máquina con diseño basado en el diseño de KYBJ	
3	Proceso: 1º Carga manual de pieza a soldar en utillaje inferior 2º Pulsar marcha. Soldadura de pieza 3º Apertura de puerta y extracción manual de pieza soldada	
4	Apoyo inferior de tubo en forma de vaso. El apoyo inferior gira controlado por servomotor	
5	Utillaje superior cónico para controlar la desviación de la horquilla durante la soldadura, debido a las tensiones.	
6	El movimiento de giro del utillaje inferior se transmite también al superior.	
7	Cilindro neumático en cono superior para empuje de la pieza contra el utillaje inferior y movimiento de giro (evitar que la pieza patine)	
8	Posicionamiento de utillaje inferior por servomotor.	
9	Multistopper para acercamiento de pistola a pieza a soldar.	
10	Campana de extracción de humos con extractor sobre la máquina.	
11	Equipos de soldadura Fronius TPS 4000	
12	Control de parámetros de soldadura, pieza OK/NOK. Equipo de control RCL	
13	Cajón de defectuosos para piezas NOK cableado con máquina.	
14	Soporte para utillajes e identificados y para documentación.	
15	Programación de menu en pantallas según indicaciones de KYBSE.	
16	Botonera con display cuadro eléctrico.	
17	Parámetros según modelo en el PLC con protección para usuario	
18	Manómetros de glicerina en panel frontal identificados y ajustados a rango	
19	Deberá cumplir el Ijivwar test que se defina en su momento.	
20	Cumplirá el Pliego de Condiciones Técnicas de KYBSE (versión 9 Dic 2001	
21	Prioridad de esta hoja sobre el pliego de condiciones	
22	Debe cumplir el RD 1215/97 sobre seguridad de máquinas.	

P R E C I S I O N D E	ESPECIFICACION				EVALUACION				EVALUADOR:		
	CARACTERISTICAS	NIVEL DE IMPORT.	VALOR ESPECIFICO	CP	METODO DE MEDIDA	CRITERIO DE EVALUACION	RESULTADO			No. DE INFORME	OK NG
	POSICION SUBCTO INF	A	±0.2		Control Equip.		n	x	CP		
	FUGAS	A	NO								
	LIBRE DE GOLPES, RAYAS, ETC.	A	LIBRE		Visual						

C A M P A C U I D A D	DENOMINACION		VALOR PEDIDO		VALOR REAL		ESQUEMA PIEZA			
	LIMITACION	ØA	MIN	MAX	MIN	MAX				
		L1	300	700						
	L2	250	550							
	L3	40	140							
	Res	alfa	60	60						
	TIEMPO MAQUINA	14	seg							
	T. MANIPULACION	0	seg							
	TIEMPO OPERARIO	3	seg							
	TOTAL	17	seg							
	CAMBIO DIAMETRO	120	seg							
	CAMBIO LONGITUD	30	seg							

C O N D I C I O N E S	CONDICIONES DE TRABAJO		VALOR
	PRESION NEUMÁTICA	5 Kgs cm2	
	PRESION HIDRAULICA	80 Kgs cm2	
	TENSION ALIMENTACION	380V. AC. III+N+T	
	TENSION MANIOBRA	24V. DC.	
	NIVEL SONORO	CANT. MÁX. 70 dB; DE PICO MÁX 80 dB	
	VELOCIDAD SOLDADURA	110 cm/min MAXIMO	
	EQUIPOS DE SOLDADURA	Fronius TPS4000 + RCU5000i	
	HILO SOLDADURA	ER70S-6 Ø10 mm ESAB / Lincoln 250Kg.	
	GAS	85% Ar / 15% CO2	

MODELO	NOMBRE PIEZA	REFERENCIA
D53.2 X 2.0	CTO. TUBO EXTERIOR	PL6 DELANTERO

GARANZIA DE CALIDAD			EVALUADOR:		FECHA: / /	
No.	TEMA DE GARANTIA	EQUIPO MEDIDA	RESULTADO DEL FALLO	VISION DEL FALLO	EVALUADOR	SIZNO
1	Control de parámetros	RCU5000i	Paro máquina y aviso			
2	Control caudal de gas	DIGITAL GAS CONTR	Paro máquina y aviso			
3	Control velocidad avance	ELECTRÓNICO	Paro máquina y aviso			
4	Control velocidad hilo	RCU5000i	Paro máquina y aviso			
5	Ciclo incompleto	AUTÓMATA	Paro máquina y aviso			
6	Control existencia hilo	SENSOR	Paro máquina y aviso			

RESULTADO DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINA				NOTA (KNOW-HOW)
E M S F A O I O N U N U E A I M L N A	COND. ELECTRICAS	Ø AC	V	KVA
	CONSUMO AIRE			
	CAPAC. BOMBA HDR.	KW	Kgf/cm2	L
	LARGO	mm		
	ANCHO	mm		
	ALTO	mm		
	PESO	ton		

KYB Suspensions Europe, S.A.		GAMA DE CONTROL / AUTOCONTROL										
GARANTIA DE CALIDAD		MODELO	POSICION	REFERENCIA A MORTIGUADOR	NIVEL AMORT.	REF. COMPONENTE REF. SUBCONJUNTO	HOJA					
CROQUIS COMPONENTES	FASE PROCESO	PUNTO GAMA	CARACTERÍSTICA A CONTROLAR	LA SE. ESPECIFICACION	METODO DE CONTROL		OBSERVACIONE	REC. OPERARI	REC. JEFE LINE	EFECTO DE UNA NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES (CROQUIS)	
					TIPO	PATRON		NICIGORNADA	NICIGORNADA			
	B70	1206	CONTROL 100% LONGITUD EN LINEA	B	"PROVOCAR FALLO"	MANUAL	82	1	---	REBORDEADO DEFECTUOSO		
	B020	Z345	Ø MENOR DE ACHICADO INFERIOR	S	Ø 48,4 ± 0,06 mm	GN-50057		1	1xh	PROBLEMA MONTAJE		
	B020	Z362	LONGITUD ACHICADO MENOR	B	5,5 ± 6 mm	PIE DE REY		1	1xh	PROBLEMA MONTAJE		
	B020	Z346	Ø MAYOR DE ACHICADO INFERIOR	S	Ø 49,95 ± 0,12/-0,11mm	GN-40571 GE-40572		1	1xh	PROBLEMA MONTAJE		
	B020	Z363	LONGITUD ACHICADO MAYOR	S	84 ± 1 mm	PIE DE REY		1	1xh	PROBLEMA MONTAJE		
	B040	1261	Ø CAJERA INFERIOR	C	Ø 46,2 ± 0,1	TN-50056		1	1h	FUGA		
	B040	1262	LONGITUD CAJERA INFERIOR	C	4,3 ± 0,3 mm	TN-50056		1	1h	REBORDEADO DEFECTUOSO		
	B030	1251	Ø CAJERA SUPERIOR	C	Ø 46,8 ± 0,15	TN-02104		1	1h	FRICCION / RUIDO		
	B030	1252	LONGITUD CAJERA SUPERIOR	C	20 +1/-0 mm	GE-02103		1	1h	RUIDO		
	B120	1275	LONGITUD TUBO-TAPA	B	380,7 ± 0,5	U-41900		1	1h			
B91	1278	ASPECTO TUBOS		LIMPIOS, SECOS	VISUAL		1	---		CONTAMINACION		
ENSAYOS RUTINARIOS ( A realizar por el Inspector Volante )												
INSTRUCCIONES DE APOYO A LA FABRICACION												
	1201		LA REFERENCIA DE LOS MATERIALES EMPLEADOS ES LA INDICADA LA LISTA BASE									
	1202		EL DIAMETRO EXTERIOR Y EL ESPESOR DEL TUBO ES : Ø50,8 x 2,3									
B30/40	1254		REALIZAR LOS CHAFLANES INTERIORES CONCENTRICOS, EN AMBOS EXTREMOS									
B70	1205		LA LONGITUD TOTAL DESPUES DE MECANIZAR ES: 375 ± 0,4									
B110	1273		ES IMPORTANTE QUE AL REBORDEAR LA TAPA QUEDE PERPENDICULAR AL TUBO Y NO SE MUEVA.									
FRECUENCIA INSPECCION VOLANTE		MODIFICACION		FECHA	FIRMA	MODIFICACION		FECHA	FIRMA	FECHA EDICION	APROBADO	NOTA:
EL INSPECTOR VOLANTE REALIZARÁ AUDITORÍA A LAS CARACTERÍSTICAS Y LOS ENSAYOS INDICADOS, SEGÚN PROGRAMA ESPECÍFICO.												EL NIVEL DE LOS COMPONENTES Y SUBCONJUNTOS, SERÁ EL INDICADO EN SU CORRESPONDIENTE PLANO







**Ijiwaru Test Planning & Evaluation Table**

Evaluation				Planning		
Approved by	Checked by	Reviewed by	Written by	Approved by	Checked by	Written by

1/1

Line : Assembly Line

Nº 2016 Rebordeadora y chequeo tuerca

Ref.No.	
Date	

No	Process	Item to be tested	How to Test	Model	Qty	Date		Result of Test	Judge	Improvement	Result of Test	Judge
						Target	Actual					
1	Rebordear y chequeo	Confirmación del sensor de presión del aire	Empezar (Trabajar) después de una reducción de presión		1	09/05/14	04/06/2014	No inicia ciclo, presión insuficiente				
2	↑	Confirmación de seguridad	Empezar mientras la barrera esta cortada		1	09/05/14	04/06/2014	No inicia ciclo.				
3	↑	Confirmación de seguridad	Pulsar la seta amarilla antes de empezar a rebordear		1	09/05/14	04/06/2014	Paro de máquina. Después continua el ciclo.				
4	↑	Confirmación de seguridad	Cortar barrera durante ciclo		1	09/05/14	04/06/2014	Interrupcion del ciclo mientras está la barrera cortada, despues continua ciclo.				
5	↑	Conformación de seguridad	Pulsar la seta amarilla mientras esta rebordeando		1	09/05/14	04/06/2014	Paro de máquina. Después continua el ciclo.				
6	↑	Confirmación de seguridad	Pulsar la seta roja		1	09/05/14	04/06/2014	Paro de máquina. Rearme de máquina.				
7	↑	Confirmación de la funcion de chequeo	Realizar chequeo sin muelle inferior		1	13/05/14	04/06/2014	Pieza NOK, malo en cargas.				
8	↑	Confirmación de la funcion de chequeo	Realizar chequeo con pistón al revés		1	13/05/14	04/06/2014	Pieza OK, altura OK y cargas OK	X	Cargar tolerancias de parámetros correctamente	Pieza NOK, depositar en cajón de malos	○
9	↑	Confirmación de la funcion de chequeo	Realizar chequeo con tuerca al revés		1	13/05/14	04/06/2014	Pieza NOK, altura rebordeado malo.				
10												
11												
12												
13												
14												
15												



FICHA POKA-YOKE / INSPECCION

Ref./Nivel: **5 A**

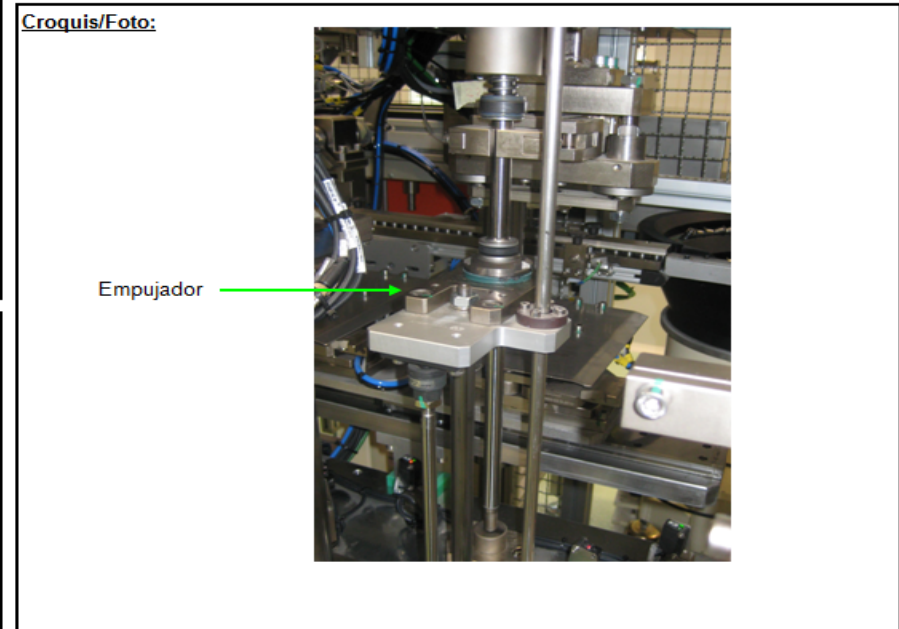
<b>Denominación:</b>	<b>CHEQUEO DE COMPONENTES</b>
<b>Proceso:</b>	Montaje del paquete superior y del piston
<b>Objetivo:</b>	Verificar que todos los componentes del subconjunto vástago piston han sido montados correctamente
<b>Fallo:</b>	Falta alguno de los componentes del subconjunto vástago piston.

DEP. FABRICACION		D. PRODUCCION	D. CALIDAD	CACTERISTICA PROCESO
Realizado	Supervisado	Mejora continua	Calidad Planta	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Ninguna

**Observaciones:**

**Descripción:**

- Operario carga vástago con componentes en máquina de piston y atornillado
- En puesto de chequeo, un empujador lleva todos los componentes contra la ARTR
- La regla Tempsononics mide la posición del empujador
- Si Ok => continúa proceso. La máquina evacua la pieza a la cinta de salida  
Si NOK => se detiene el proceso. La máquina se para y hay que evacuar manualmente la pieza NOK



**Método de chequeo:**


**Componentes del paquete superior NOK :** provocar el fallo. Se elimina el componentes más pequeño y se verifica que el sistema lo detecta. En este caso, se elimina el tope rebote de goma del modelo trasero y se introduce el subconjunto vástago en la máquina. La máquina se para y el proceso no continúa.

**Componentes del paquete superior OK -** se introduce subconjunto vástago con todos los componentes OK. La máquina lee la longitud del paquete superior y lo da por bueno. El proceso continúa con normalidad

Línea	Fecha	Area	Máquina	Punto de chequeo	Modo chequeo	Criterio	Frecuencia	Tiempo	Modelos	Responsable chequeo
1	14/07/09	Montaje	Montaje Paquete Sup. /	Chequeo de componen	Provocar fallo	Parada del proceso	1 /turno	10 seg.	Todos	Operario montaje

Nivel	Fecha	Modificación	Responsable	Supervisado	Aprobado	Notas
1A	14/07/09	Implantación en Línea de montaje de KAMS				

POKA-YOKE /  
 INSPECCION  
 REF. NIVEL  
**5 A**

 <b>FICHA POKA-YOKE / INSPECCION</b>										Ref./Nivel: <b>5 A</b>	
<b>Denominación:</b> CHEQUEO DE COMPONENTES					DEP. FABRICACION		D. PRODUCCION		D. CALIDAD		CRCTERISTIC
<b>Proceso:</b> Montaje del paquete superior y del piston					Realizado		Supervisado		Mejora continua		Calidad Planta
<b>Objetivo:</b> Verificar que todos los componentes del subconjunto vastago piston han sido montados correctamente											A PROCESO
<b>Fallo:</b> Falta alguno de los componentes del subconjunto vástago piston.											Ninguna
Observaciones:					Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:
Nº	Proceso	Test	Modo de chequeo	Modelo	Nº muestras	Criterio esperado	Resultado test	Resultado	Mejora	Resultado de la mejora	Juicio
1	Montaje paquete superior / piston	Medida del paquete superior OK	Regla.	Todos	1	El proceso continua con normalidad	OK				
2	Montaje paquete superior / piston	Medida del paquete superior NOK. Falta componente	Regla.	Todos	1	La máquina se para. Proceso no continua	OK				
3											
4											Página 3
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
Nivel	Fecha	Modificación			Responsable	Supervisado	Aprobado	Notas			
A	14/07/09	Implantación en línea de montaje de KAMS									
										POKA-YOKE / INSPECCION	
										REF. NIVEL	
										<b>5 A</b>	

<b>KYB</b> Dur Precision, Your Advantage	<b>ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS</b>	AMORTIGUADOR:
---	---	---------------

ELEMENTO: TUBO EXTERIOR DELANTERO

ANALISTAS:

FECHA:

REVISIÓN:

Fase	Función	Efectos potenciales del fallo	CL	G	Fallo potencial	Causas potenciales del fallo	Medidas de prevención	O	Medidas de detección	D	NPR	Plan de acciones						
												Acción Responsable	Fecha prevista	Fecha real	G	O	D	NPR
B018 ACHICAR EXTREMO INFERIOR	CALIBRAR / ADAPTAR TUBO A DIAMETRO REQUERIDO	- FUGAS - MENOR DURABILIDAD - AMORTIGUADOR SUELTO	S	10	DIAMETRO ACHICADO PEQUEÑO	ESTADO HILERA O BAQUETA INCORRECTO UTILLAJES EQUIVOCADOS	1ª PIEZA FORMACION OPERARIO METODO TRABAJO CONTROL PARAMETROS: PRESION Y RECORRIDO POR PROGRAMA	2	CONTROL SEGUN GAMA	3	60	- CAMBIAR PLAN DE CONTROL: CONTROL PRIMERA Y ULTIMA PIEZA DEL LOTE - REALIZAR ESTUDIO CAPACIDAD SPC			10	1	3	30
B018 ACHICAR EXTREMO INFERIOR	CALIBRAR / ADAPTAR TUBO A DIAMETRO REQUERIDO	- MENOR DURABILIDAD - PAR DE APRIETE EN FALSO - PROBLEMAS DE MONTAJE	S	10	DIAMETRO ACHICADO GRANDE	ESTADO HILERA O BAQUETA INCORRECTO UTILLAJES EQUIVOCADOS AUSENCIA DE BAQUETA	1ª PIEZA FORMACION OPERARIO METODO TRABAJO CONTROL PARAMETROS: PRESION Y RECORRIDO POR PROGRAMA	2	CONTROL SEGUN GAMA	3	60	- CAMBIAR PLAN DE CONTROL: CONTROL PRIMERA Y ULTIMA PIEZA DEL LOTE - REALIZAR ESTUDIO CAPACIDAD SPC  - REALIZAR CHEQUEO MANGUETA F018			10	1	2	20
B018 ACHICAR EXTREMO INFERIOR	CALIBRAR / ADAPTAR TUBO A DIAMETRO REQUERIDO	- MENOR DURABILIDAD - PROBLEMAS DE MONTAJE	S	10	LONGITUD DE ACHICADO MENOR QUE ESPECIFICACION	MALA PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINA	1ª PIEZA FORMACION OPERARIO METODO TRABAJO CONTROL PARAMETROS: PRESION Y RECORRIDO POR PROGRAMA	2	CONTROL SEGUN GAMA	3	60	- CAMBIAR PLAN DE CONTROL: CONTROL PRIMERA Y ULTIMA PIEZA DEL LOTE - REALIZAR ESTUDIO CAPACIDAD SPC  - REALIZAR CHEQUEO MANGUETA F018			10	1	2	20
B018 ACHICAR EXTREMO INFERIOR	CALIBRAR / ADAPTAR TUBO A DIAMETRO REQUERIDO	APOYO INCORRECTO DE LOCATOR PROBLEMAS DE MONTAJE EN CLIENTE		7	LONGITUD DE ACHICADO MAYOR QUE ESPECIFICACION	MALA PUESTA A PUNTO DE LA MAQUINA	1ª PIEZA FORMACION OPERARIO METODO TRABAJO CONTROL PARAMETROS: PRESION Y RECORRIDO POR PROGRAMA	2	CONTROL SEGUN GAMA	3	42	- CAMBIAR PLAN DE CONTROL: CONTROL PRIMERA Y ULTIMA PIEZA DEL LOTE - REALIZAR ESTUDIO CAPACIDAD SPC			7	1	3	21
B018 ACHICAR EXTREMO INFERIOR	CALIBRAR / ADAPTAR TUBO A DIAMETRO REQUERIDO	PROBLEMAS DE MONTAJE EN CLIENTE		7	MARCAS EN TUBO EN LA ZONA DE ACHICADO	HILERA EN MAL ESTADO	1ª PIEZA FORMACION OPERARIO METODO TRABAJO CONTROL PARAMETROS: PRESION Y RECORRIDO POR PROGRAMA	1	CONTROL SEGUN GAMA	3	21	- CAMBIAR PLAN DE CONTROL: CONTROL PRIMERA Y ULTIMA PIEZA DEL LOTE - REALIZAR ESTUDIO CAPACIDAD SPC			7	1	2	14

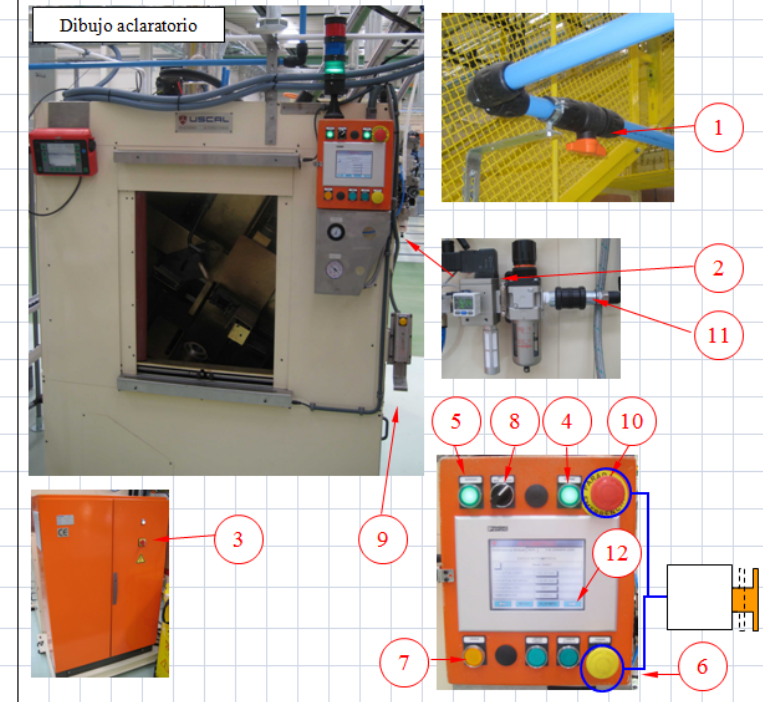


**Hoja de Instrucción de  
 Manejo de Máquina**

LINEA	MAQUINA	Fixed asset No.	Documento No.	Aprobado	Revisado	Responsable	Preparado	1 1
CARCASA	SOLDADURA CO2 CIRCULAR	Plano Nº	Creado					

Inicio de turno, Cond. normales, Final de turno, Cond. anormales

Tarea diaria	Punto de operación	No.	Método de operación	Puntos claves (confirmar que la operación se ha desarrollado de forma correcta y sin problemas)	Clasificación							
					Seguridad	Calidad	Fallo	Ahorro Energía	Residuo Ambiente	Operación		
Inicio de turno	Presión neumática	1	Abrir la llave de aire de la línea (1)	Girar el mando a la posición "OPEN"	*					*		
	Armario eléctrico	2	Encender el interruptor general de máquina (3)							*		
	Panel de operación	3	Pulsar REARME SEGURIDADES (4)	Si la SETA DE EMERGENCIA (10) esta pulsada, desenclavarla y pulsar el REARME SEGURIDADES (4)							*	
				Se enciende la lámpara REARME SEGURIDADES (4)								
				Confirmar que el PRESOSTATO (2) marca la presión de trabajo y los números son de color verde								
		4	Pulsar SERVICIO (5)	Se enciende la lámpara SERVICIO (5)							*	
		5	Confirmar que la PARADA CONTROLADA (6) esta fuera								*	
		6	Pulsar ORIGEN (7)	Se enciende la lámpara de ORIGEN (7)							*	
	7	Ajustar la máquina de acuerdo al modelo que corresponda	Introducir la referencia y cantidad de piezas a producir Ver "Set-up Instruction Sheet (KAMS R07S-11B-0011)"	*	*	*				*		
	8	Poner la máquina en modo automático	Girar el selector MAN AUT (8) a la posición AUTOMATICO La máquina se pondrá en marcha al darle al pulsador (9)							*		
Final de turno	Estación de trabajo	1	Confirmar la descarga de piezas	Se enciende la lámpara de ORIGEN (7)		*						
	Panel de operación	2	Passar la máquina a modo manual	Girar el selector MAN AUT (8) a la posición MANUAL		*						
		3	Pulsar la PARADA CONTROLADA (6)	Pulsar también en la pausa del descanso		*		*	*			
		4	Pulsar la SETA DE EMERGENCIA (10)	Se apaga la lámpara de REARME SEGURIDADES (4) y la lámpara de SERVICIO (5)		*		*	*			
	Armario eléctrico	5	Apagar el interruptor general de máquina (3)			*		*				
	Presión neumática	6	Cerrar la llave (1)	Girar el mando a la posición "CLOSE"		*		*				
Condiciones anormales	Panel de operación	1	Pulsar la PARADA CONTROLADA (6)			*						
		2	Confirmar el alcance de las condiciones anormales.	Diversos errores pueden aparecer al mismo tiempo, comprobar el número de errores en la pantalla.		*	*					
	Presión neumática	3	Mover la VALVULA DE DESCARGA (11) a la posición de descarga	Se cierra el aire a la máquina		*						
	Punto anómalo	4	Eliminar las causas de las condiciones anormales	Verificar la calidad de la pieza		*	*	*				
	Panel de operación	5	Confirmar que la PARADA CONTROLADA (6) esta fuera o desenclavarla en su defecto.							*		
	Presión neumática	6	Mover la VALVULA DE DESCARGA (11) a la posición de carga	Se suministra aire a la máquina		*						
	Panel de operación	7	Pulsar ORIGEN (7)	Pulsar hasta que la lámpara de condición anormal se apague y se encienda la de ORIGEN (7)						*		
	Pantalla	8	Hacer reset de alarmas activas	Ir a pantalla de alarmas pulsando el boton ALARMAS (12) en la pantalla Resetear las alarmas activas pulsando RESET en pantalla						*		
	Panel de operación	10	Poner la máquina en modo automático	Girar el selector MAN AUT (8) a la posición AUTOMATICO						*		



**Reglas básicas para actuación en condiciones anormales**

1. PARAR pulsando la seta de emergencia
2. LLAMAR AL JEFE DE LINEA
3. ESPERAR AL JEFE DE LINEA

**Instrucciones de seguridad para resolver problemas**

1. PARAR la máquina
2. CORTAR suministro de corriente
3. CORTAR suministro de aire
4. RETIRAR GRADUALMENTE la presión residual del circuito de aire.

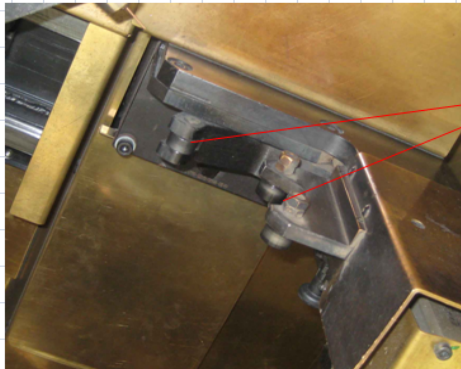
Registro de revisión	Fecha	Descripción	Responsable	Revisado	Aprobado
△					
△					
△					
△					

Hoja de Instrucción de Cambio de Modelo		LINEA	MAQUINA	Fixed asset No.	Documento No.	Aprobado	Revisado	Responsable	Preparado	1 / 1																														
		CARCASA	SOLDADURA CO2 CIRCULAR																																					
Preparación para el cambio, cambio de modelo, chequeo de calidad				Plano Nº	Creado																																			
Clasificación	Método de operación	Puntos claves (confirmar que la operación se ha desarrollado de forma correcta y sin problemas)	Tiempo standard	Efectos en calidad	Descripción (herramientas usadas, etc.)	<div style="text-align: center;"> <b>Dibujo aclaratorio</b> </div>																																		
	No.																																							
Preparación para el cambio	1	Confirmar la descarga de la última pieza procesada	La lámpara ORIGEN (1) se enciende.																																					
	2	Pasar de modo automático a modo manual	Girar el selector a la posición MAN (2)																																					
	3	Ir al menu principal	Pulsar la tecla MENU (3) en la pantalla AUTOMÁTICO																																					
Seleccionar el modelo siguiente	4	Ir a la pantalla OTROS	Pulsar la tecla OTROS (4) en la pantalla PRINCIPAL																																					
	5	Ir a la pantalla para cargar la próxima referencia	Pulsar la tecla REFERENCIA (5) en la pantalla OTROS Pulsar la tecla CAMBIO REFERENCIA (6) en la pantalla REFERENCIAS																																					
	6	Ver la lista de referencias disponibles	Pulsar la tecla CAMBIAR (6) en la pantalla CAMBIO REF ACTUAL Se abre una nueva ventana en la pantalla con la lista de referencias disponibles																																					
	7	Seleccionar la siguiente referencia a producir	Pulsar en la pantalla la referencia a producir (7) y pulsar la tecla OK (8) Esperar hasta que aparezca la ventana para confirmar la referencia. Pulsar OK (9)																																					
Preparar la máquina para la referencia	8	Ajustar la máquina	Pulsar ORIGEN (1) para que la bancada se mueva a su posición correcta. La lámpara ORIGEN (1) se enciende.	Daños en carcasa																																				
	9	Ir a modo automático	Pulsar la tecla MENU (10) en la pantalla CAMBIO REF ACTUAL Pulsar la tecla AUTOMÁTICO (11) en la pantalla PRINCIPAL Girar el selector a la posición AUT (2)																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Registro de revision</th> <th>No.</th> <th>Fecha</th> <th>Descripción</th> <th>Responsable</th> <th>Revisado</th> <th>Aprobado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>											Registro de revision	No.	Fecha	Descripción	Responsable	Revisado	Aprobado																							
Registro de revision	No.	Fecha	Descripción	Responsable	Revisado	Aprobado																																		

Hoja de Instrucción de  
 Mantenimiento de Máquina

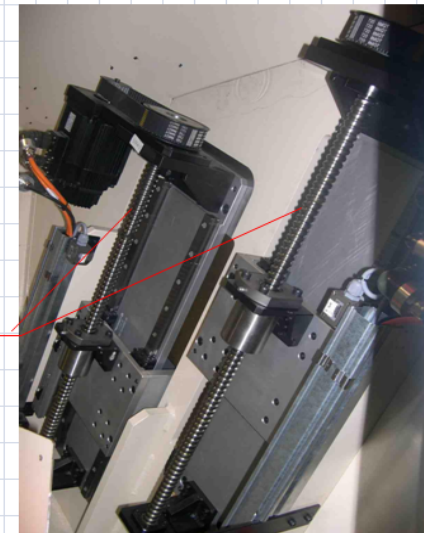
Linea	Máquina	Fixed asset No.	Documento No.	Aprobado	Revisado	Responsable	Preparado	1 1
KAMS LINEA CARCASA	CO2 Circular	Nº Maquina	Creado					

Dibujo aclaratorio



Varios  
 Grasa de litio  
 Reponer piezas NOK  
 Una vez / 3 meses

Varios  
 Grasa de litio  
 Una vez / 3 meses



**BATERIA DEL PLC**  
 Cambiar cada 5 años

Instrucción general

- Chequeo de las condiciones del circuito neumático mensual
- Chequeo de las condiciones del circuito hidráulico mensual

Nota: indicar claramente los tipos de aceite (grados de grasa, aceite hidráulico, aceite de engranajes, etc) y su frecuencia de reposición (diaria, semanal, mensual, dos veces al mes, cada tres meses, cada seis meses y anual)

Registro de revision	Fecha	Descripcion	Responsable	Revisado	Aprobado
▲					
▲					
▲					
▲					



## Método A

Para la formación de trabajo de control de calidad

Línea	W03	Clas. Proceso	
Proceso	Ensambladora de amarres	B	

Nº proceso	
Código doc.	
Fecha inicio	

\* [El proceso S (seguridad) debe estar aprobado por el Director. Otros -]

Aprobado		Verificado		Elaborado	
* Director	Manager	Calidad	Supervisor	Jefe de línea	Nombre

Proceso (máquina)  
 Punto de Control

### Mis puntos de control

Clase	Puntos de control	Tolerancia / parámetros	Eq. Medida	Persona	Inicio lote	Fin lote	Registro
C	Ref. componentes	Inspección visual entre referencia a montar y Kanban	Visual	Operario	1/ embalaje		-
B	Aspecto tubo	Limpio sin aceite	Visual	Operario	100%		-
B	Aspecto embutido	Uniforme	Visual	Operario	100%		-

Exposición en la línea de "Mis puntos de control" Recortar por el borde discontinuo de "Mis puntos de control" -> Plastificar y colgar en la línea.

Puntos de control	Pasos de trabajo de comprobación de calidad
1 Ref. componentes	Verificar que coinciden la referencia de los componentes a montar y el Kanban
2 Aspecto tubo	Verificar que el tubo no tiene restos de aceite
3 Aspecto embutido	Verificar que el tubo no sobresale del amarre y que no existen huecos entre ellos

### Puntos críticos en los pasos de trabajo de comprobación de calidad

**1**

**2**

**3**

Sin huecos

El tubo no sobresale

### LEMA

"La calidad gana la confianza del cliente. No causaré problemas a los procesos posteriores"

Modificaciones	Vers.	Fecha	Contenido de modificación	Elaborado por	Verificado por	Aprobado por	Verificado por
	^						
^							
^							
^							



## Método B

Para la formación de trabajos de 1 ciclo

Línea	W03	Clas. Proceso	
Proceso	Ensambladora Amarre y soporte muelle	<b>B</b>	

Nº proceso	
Código doc.	
Fecha inicio	

\* [El proceso S (seguridad) debe estar aprobado por el Director. Otros -]

Aprobado		Verificado		Elaborado	
* Director	Manager	Calidad	Supervisor	Jefe de línea	Nombre
—					

Nº	Procedimiento operación (el qué, cómo, qué hacer)	Seg +	Cal ◇
1	Sacar conjunto ensamblado (izda) y dejarlo en proceso siguiente		
2	Coger de la caja amarre( dcha) y colocarlo en la parte inferior de la máquina		
3	Coger soporte muelle (izda) y colocarlo encima de la huella del soporte		
4	Coger tubo de la caja( dcha), colocarlo con la tapa haccia abajo, dentro del soporte muelle y con el marcaje según indique la tarjeta de cambio.		
5	Accionar marcha		

### Puntos críticos de la operación (Calidad / Seguridad)

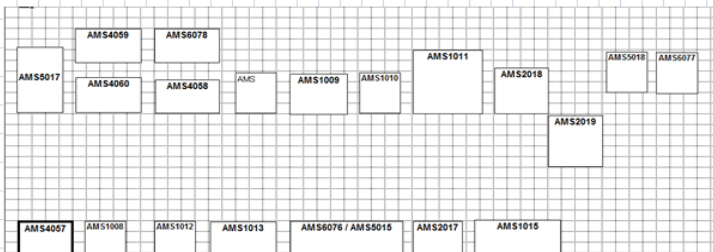
1, 2

**Amarre**

3

**Huella del soporte**

### LUGAR



### LEMA

"La calidad gana la confianza del cliente. No causaré problemas a los procesos posteriores"

Modificación	Vers.	Fecha	Contenido de modificación	Elaborado	Verificado	Aprobado
	▲					
▲						
▲						

**Método C**

Para la formación de  
 trabajos de cambio

Materia prima / Comprobación / Utilaje / Medidas / Introducción

Línea	Nombre de la máquina
W03	Ensambladora

Nº proceso	
Código doc.	
Fecha inicio	

Aprobado	Verificado	Elaborado
Manager	Supervisor	Jefe línea

Clasificación	Nº	Procedimiento de operación de cambio	Seguridad +	Área
	2	Soltar norelen y quitar empujador de tubo (1) y colocar nuevo s/ tarjeta de cambio		
	3	Quitar los dos topes de avance (2) y colocar nuevo s/ tarjeta de cambio		
	4	Quitar soporte plato (3) y colocar nuevo s/ tarjeta de cambio		
	5	Quitar apoyo amarre inferior (4) y colocar nuevo s/ tarjeta de cambio		
	6	Colocar apoyo de tubo (5), s/tarjeta de cambio		
	7	Poner selector en automático		

**Puntos críticos de calidad**

**Tarjeta de cambio**

**Selector manual/ automático**  
1, 7

**Norelen: 1º sacar 2º girar**

**LEMA**  
 "La calidad gana la confianza del cliente. No causará problemas a los procesos posteriores"

Modificación	Versión	Fecha	Contenido de modificación	Elaborado	Verificado	Aprobado
▲						
▲						
▲						

