





	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones Soldadura Aire Caliente PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	1 de 27

Fecha	2021-09-20	Estado	En vigor
-------	------------	--------	----------

Redactor	Técnico Ingeniería Maquinaria Miguel Diez, Eduardo	
Revisores	Técnico de Calidad Ramos, Ander	
	Responsable Ingeniería Materiales Iriando, Patxi	
Aprobador	Director de Tecnología Grupo Fdez. De Mendiola, Javier	

Resumen modificación	<p>  Las novedades están indicadas con una marca a la izquierda del párrafo con una barra vertical</p> <p><b>Toda la información que consideramos básica y muy importante aparece sombreada en amarillo.</b></p>
Anula y sustituye	<p>X.00.00034 – v02</p> <p>Se incluyen recomendaciones de ajuste máquina para tubos de espesor, cabeza y tapón reducido.</p>

## INDICE

<b>1. OBJETO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>3. DEFINICIONES - ABREVIATURAS</b> .....	<b>4</b>
<b>4. GUIA RAPIDA DE REGLAJE</b> .....	<b>5</b>
<b>5. DESCRIPCION ACTIVIDADES</b> .....	<b>7</b>
5.1. PRINCIPIO DEL SISTEMA .....	7
5.2. RECOMENDACIONES .....	7
5.2.1. Recomendaciones antes de la fase de llenado de los tubos .....	7
5.2.2. Recomendaciones llenado/soldadura tubos con productos alta concentración alcohólica ....	8
5.2.3. Recomendaciones para el sellado de tubos con espesor reducido .....	8
5.2.3.1. Alimentación tubos espesor reducido y tapones con perfil bajo .....	8
5.2.3.2. Calentamiento .....	9
5.2.3.3. Compresión.....	10
5.2.4. Recomendaciones sobre los factores que afectan a la soldadura.....	11
5.2.4.1. Material del cuerpo del tubo .....	11
5.2.4.2. Alimentación de tubos.....	11
5.2.4.3. Dosificación de producto .....	12
5.2.4.4. Boquilla de aire caliente .....	12
5.2.4.5. Suciedad de la boquilla aire caliente .....	15
5.2.4.6. Anillo exterior (Anillo de refrigeración) .....	15
5.2.4.7. Presión de aire caliente .....	16
5.2.4.8. Temperatura aire caliente .....	17
5.2.4.9. Compresión de la soldadura .....	17
5.2.5. Reglajes varios .....	18
5.2.5.1. Tiempo de calentamiento .....	18
5.2.5.2. Espesor de la soldadura:.....	18
5.2.5.3. Altura soldadura .....	18
5.2.5.4. Sistema de Corte.....	19
5.2.5.5. Altura boquilla aire caliente.....	19
5.3. METODO OPERATIVO DE LA PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA-SOLDADORA. ....	20
5.4. ASPECTOS A CONTROLAR DESPUÉS DEL SELLADO .....	20
5.4.1. Resistencia de la soldadura .....	20
5.4.1.1. Método 1. Resistencia soldadura a presión interior .....	21
5.4.1.2. Método 2. Resistencia soldadura a presión exterior .....	22
5.5. VARIOS .....	23
5.6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	24
5.6.1. Resistencia soldadura .....	24
5.6.2. Aspecto .....	25
<b>6. ASPECTOS A CONSIDERAR</b> .....	<b>27</b>
6.1. SEGURIDAD Y SALUD .....	27



Guía de instrucciones y recomendaciones  
**Soldadura Aire Caliente**  
**PE Extruido**

Código	X.00.00034
Versión	03
Página	3 de 27

6.2.	AMBIENTE .....	27
6.3.	RSE.....	27
7.	DOCUMENTOS ASOCIADOS.....	27

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	4 de 27

## 1. OBJETO

El objeto del presente documento es proporcionar una serie de pautas y recomendaciones para optimizar el proceso de soldadura de los tubos de plástico PE extruidos por medio de sistemas de aire caliente.

Estas instrucciones y recomendaciones están basados en nuestra experiencia y en los ensayos realizados con nuestra máquina de soldadura de aire caliente.

Los Clientes deben ajustar los parámetros de soldadura a las características de sus procesos, máquinas y utillajes.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

- Tubos de plástico extruido en polietileno

## 3. DEFINICIONES - ABREVIATURAS

Ver glosario, en documento interno CTL-TH Packaging, código **X.00.00000**.

## 4. GUIA RAPIDA DE REGLAJE

(Base de trabajo que debe ser adaptado en función de la máquina y utillaje de cada cliente)



**Atemperar los tubos en la sala de acondicionamiento, al menos 24h antes.**



**Recomendaciones para la soldadura de tubos extruidos PE basados en nuestra máquina y utillaje:** KX 501 – Velocidad 42t/min - Tº refrigeración de 18°C - Compresión mordazas de 0.2~0.3 mm – Con anillo exterior (de centrado) – Boquilla con 3 tres filas de agujeros



### 1er paso: SELECCIONAR EL DIÁMETRO DE BOQUILLA CORRECTO

- Medir el diámetro interior del tubo
- Seleccionar la boquilla adecuada

*NOTA: pueden existir pequeñas diferencias de  $\varnothing$  interior tubo en función del material de extrusión.*

$\varnothing$ interior_tubo	CON Anillo Exterior	SIN Anillo Exterior
Medir $\varnothing$ interior tubo	$\varnothing$ boquilla = $\varnothing$ interior_tubo – 0,2mm	$\varnothing$ boquilla = $\varnothing$ interior_tubo – 0,2mm

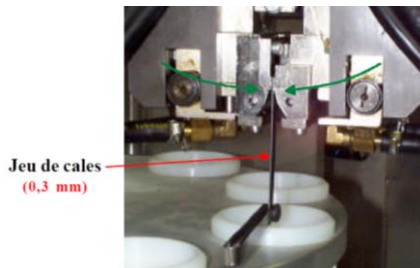
### 2º paso: UTILIZAR ANILLO EXTERIOR

	ANILLO EXTERIOR ▼▼▼ <b>RECOMENDADO</b>	VENTAJAS
Tubo CILINDRICO	Tubos ECO-f (espesor reducido) ANILLO EXTERIOR ▼▼▼ <b>MUY RECOMENDADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Soldadura más homogénea</li> <li>➤ Tiempos de reglaje más cortos</li> <li>➤ Temperatura de trabajo más baja</li> <li>➤ Menos defectos de aspecto</li> </ul>
Tubo ELIPTICO	ANILLO EXTERIOR ▼▼▼ <b>MUY RECOMENDADO</b>	

### 3er paso: REGULAR LA ALTURA DE CORTE

La altura de la boquilla de aire caliente debe estar alineada con las mordazas de compresión y la unidad de corte.

#### **4º paso: AJUSTAR LA COMPRESION DE LAS MORDAZAS**



- Limpia de cualquier residuo.
- Correctamente **alineada y paralela**.
- **Separación entre 0.2mm y 0.3mm en posición cerrada.**
- Refrigerada por agua aproximadamente entre 16° y 18°C

#### **5º paso: AJUSTAR LA TEMPERATURA DEL AIRE CALIENTE**

Seleccionar una Temperatura Baja, dónde no llegue a soldar el tubo.

- Si falta mucho para conseguir que selle, subir unos 25°C, y posteriormente,
- Si está cerca de alcanzar un sellado correcto, pero aún no es conforme, aumentar la Tª de 10° en 10° hasta que la soldadura sea correcta. Después aumentar unos 5° o 15° para tener un margen de seguridad.

TEST RESISTENCIA: Dejar que el tubo se enfríe durante 5 minutos, luego compruebe la soldadura introduciendo en el interior de los tubos aire a 3 bar durante 10 segundos.

NOTA: pueden existir pequeñas diferencias de *temperatura* en función del material de extrusión.

#### **6º paso: OTROS REGLAJES**

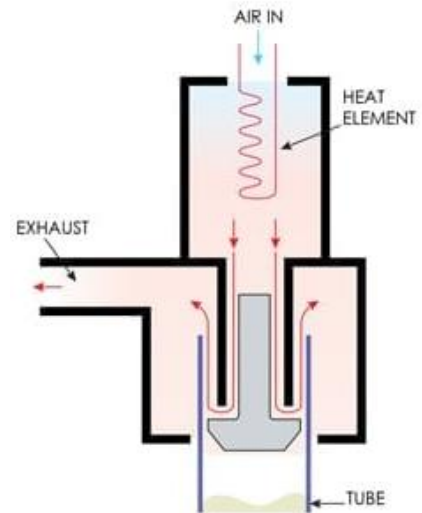
(Para adaptar también según la máquina)

## 5. DESCRIPCION ACTIVIDADES

### 5.1. PRINCIPIO DEL SISTEMA

La soldadura por aire caliente consiste en:

1. Calentar localmente la parte interior del tubo, donde se vaya a realizar la soldadura, por medio de aire caliente. El aire caliente se genera por un calentador de aire eléctrico y su temperatura puede alcanzar hasta los 650° C.
2. Posteriormente, el tubo es soldado por dos mordazas enfriadas por agua.
3. Finalmente, se realiza un corte del sobrante del tubo después del sellado.



### 5.2. RECOMENDACIONES

#### 5.2.1. Recomendaciones antes de la fase de llenado de los tubos

A continuación, se enumeran una serie de recomendaciones para la manipulación de los tubos previo al proceso de llenado y soldadura.

- o Los tubos almacenados deberán de estar en cajas perfectamente cerradas y en ambiente limpio (no graso).
- o Los tubos antes de ser llenados y soldados deberán ser atemperados en la sala de acondicionamiento, como mínimo durante 24 horas, sobre todo en el caso de que el almacenamiento se realice a temperaturas relativamente más bajas que las de la sala de acondicionamiento.
- o No se deben de mezclar dos lotes diferentes de tubos, ya que pueden tener pequeñas diferencias en los diámetros interiores y acarreará problemas en la soldadura. (Se recomienda ajustar el diámetro en la boquilla de aire caliente)
- o Los tubos no se deben de tocar por el interior con los dedos.
- o Los tubos no deberán estar expuestos en cajas abiertas en periodos prolongados de tiempo. Los tubos pueden estar cargados de electricidad estática, con la consiguiente absorción de suciedad, la cual repercute directamente a la calidad del producto y en la de la soldadura.

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	8 de 27

### **5.2.2. Recomendaciones llenado/soldadura tubos con productos alta concentración alcohólica**

Debido a la propia naturaleza de los productos con alta concentración alcohólica, en función de las características de la máquina, sistema de llenado, sala de acondicionamiento... se recomienda realizar una evaluación de riesgos completa del proceso de llenado y soldadura de los tubos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Ficha de seguridad del producto (porcentaje concentración alcohólica, LIE, LSE...)
- Revisión de la fase de llenado del producto (contenedor de producto, sistema de dosificación, probabilidad de acumulación de vapores peligrosos...)
- Revisión de la fase de soldadura del tubo (equilibrio proceso de soplado/aspirado de aire caliente, ausencia de posibles fuentes de ignición, elementos eléctricos...)
- Revisión de la sala de acondicionamiento, recirculación de aire...

En base a la experiencia y conocimientos adquiridos por parte de fabricantes de máquinas de llenado y usuarios, se puede estimar que los riesgos (generación de vapores...) derivados del llenado pueden ser de la misma naturaleza tanto en el llenado de tubos como de otros envases (frascos, botes...)

Las soluciones que han sido adoptadas por algunos fabricantes y usuarios de máquinas de llenado están orientadas los siguientes aspectos:

- Monitorización de la acumulación de gases/vapores.
- Extracción controlada de gases/vapores.
- Desplazar elementos eléctricos (reguladores de temperatura...) a zonas potencialmente no peligrosas.
- Aumento de la recirculación de aire en la sala o zona de acondicionamiento.
- Otros

### **5.2.3. Recomendaciones para el sellado de tubos con espesor reducido**

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos a la hora de realizar el sellado de los tubos PE con espesor reducido y tapones de perfil bajo con sistemas de soldadura por aire caliente.

Estas recomendaciones son genéricas, será necesario evaluar cada caso, teniendo en cuenta la máquina y el utillaje disponible.

#### **5.2.3.1. Alimentación tubos espesor reducido y tapones con perfil bajo**

Debido a que el tubo tiene menos espesor, se debe revisar la fase de alimentación del tubo para evitar que se produzcan deformaciones o arrugas en la falda del tubo por exceso de presión o fuerza.

Al ser un tapón de perfil bajo, la longitud de la falda del tubo en el portatubos es más grande (*ver fotos a continuación*). El ajuste del tubo en los portatubos no se realizará en el



hombro/tapón sino en la falda del tubo, lo cual podría provocar marcas en el tubo, si la sujeción de los muelles es muy fuerte.



*Diferencias introducción tubos debido a diferencias altura tapón*



*(IZQ) Ajuste sobre tapón, en tubo estándar  
(CEN) Ajuste sobre falda, en tubo con tapón reducido*

Podría ser necesario:

- Modificar el fondo del portatubos (más alto) para adaptar la nueva altura del tapón de tal manera que el ajuste del portatubos siga siendo en el hombro/tapón del tubo.
- Reducir la fuerza o el número de muelles, para evitar marcar la falda del tubo o deformar la base del tubo en la alimentación.

### 5.2.3.2. Calentamiento

Boquilla de calentamiento: se recomienda utilizar boquillas con un diámetro exterior de aproximadamente  $-0.2\text{mm}$ , respecto al diámetro interior del tubo.

El espesor de este nuevo tipo de tubo es menor que el de un tubo PE tradicional. Es probable que se requiera una menor temperatura respecto a un tubo del mismo material, pero de mayor espesor.

Se recomienda iniciar los ensayos desde una temperatura inferior a la habitual e ir incrementando la temperatura, hasta encontrar la mínima necesaria para garantizar la calidad y resistencia de la soldadura.

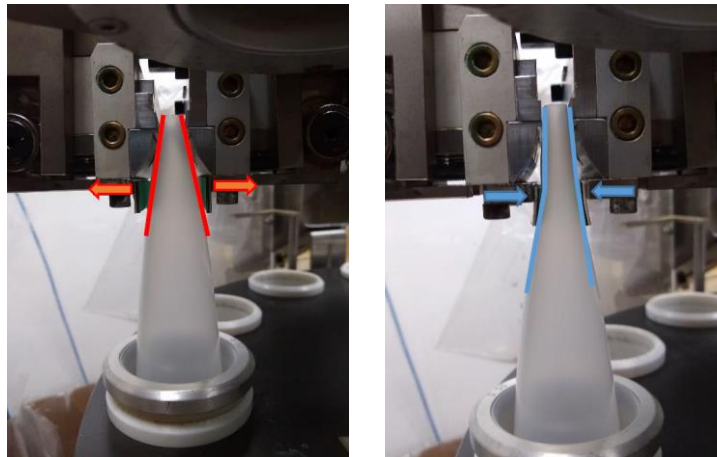
Un exceso de temperatura, además de darnos un aspecto deteriorado (arrugas, orejas...) nos puede dar una mala resistencia de la soldadura.

Es muy recomendable la utilización de un anillo exterior de refrigeración, dado que nos permite mantener centrado el tubo y redondo, y reducir las pequeñas deformaciones u ovalizaciones. De esta manera permitirá un calentamiento del tubo más eficiente del interior del tubo en todo su perímetro.

Además, la utilización de este anillo de refrigeración nos ayuda a reducir la aparición de arrugas bajo la soldadura u orejas en los extremos.

### 5.2.3.3. Compresión

En los ensayos realizados en nuestra máquina, hemos observado que las mordazas de acompañamiento o pre-mordazas un poco más cerradas mejoran la calidad de la soldadura. (ver fotos a continuación)



	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	11 de 27

#### 5.2.4. Recomendaciones sobre los factores que afectan a la soldadura

Los siguientes factores, variables y parámetros a regular en cada máquina afectan considerablemente a la calidad de la soldadura final:

- Material del cuerpo del tubo
- Alimentación del tubo
- Dosificación del producto contenido en el tubo
- Boquilla de aire caliente
- Suciedad en la boquilla de aire caliente
- Anillo exterior (anillo de refrigeración)
- Presión de aire caliente
- Temperatura de aire caliente
- Velocidad (tubos/minuto)
- Compresión de la soldadura
- Reglajes varios

##### 5.2.4.1. Material del cuerpo del tubo

Diferentes materiales o mezcla de materiales de polietileno del cuerpo del tubo, por ejemplo, PEAD, PEMD, PEBD o PE-PCR, PE-Green podrían hacer variar:

- Ligeramente el diámetro interior del tubo y, por lo tanto, el diámetro de la boquilla de aire caliente.
- Temperaturas de soldadura.

##### 5.2.4.2. Alimentación de tubos

Es muy importante que la alimentación del tubo se realice correctamente en los vasos portatubos. Para ello:

- Se recomienda que el tubo esté controlado en el paso de la rampa de alimentación al portatubos por medio de aspiración u otro sistema, de tal manera que la colocación del tubo en los portatubos sea lo más eficaz y controlada posible.
- Los tubos deben quedar sujetos en los vasos portatubos. Si tienen holgura o se mueven con facilidad, puede provocar que no entren bien alineados en la boquilla de aire caliente y la soldadura no sea correcta.
- Sin embargo, los tubos tampoco deben entrar excesivamente duros ni el empujador cónico debe realizar excesiva presión, para evitar deformar o arrugar los tubos lo cual también puede provocar que la soldadura no sea correcta.
- El diseño de los portatubos, en forma y tamaño, debe ser el adecuado para cada formato de tubo. (atención al diámetro exterior nominal – ver [tabla de medidas](#))

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	12 de 27

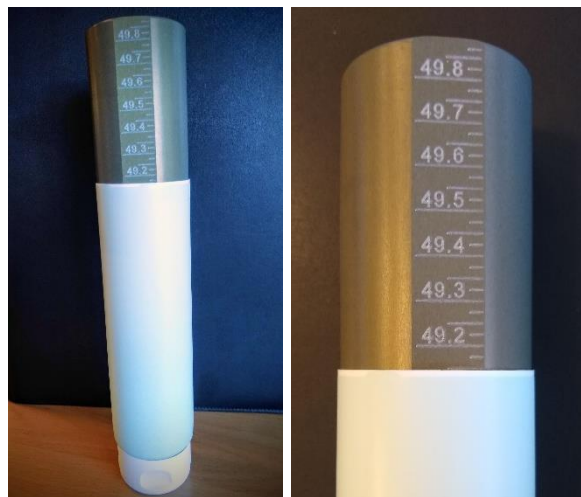
### 5.2.4.3. Dosificación de producto

El vástago utilizado para la dosificación del producto debe tener el diámetro y forma adecuado en función del tipo de tubo, para evitar tocar el interior de éste. De esta manera se evitará manchar o deteriorar el tubo.

Si la superficie interior del tubo a soldar está manchada o salpicada con producto, por pequeña que sea (aunque sean pequeñas gotas), afectará negativamente a la calidad/funcionalidad de la soldadura.

### 5.2.4.4. Boquilla de aire caliente

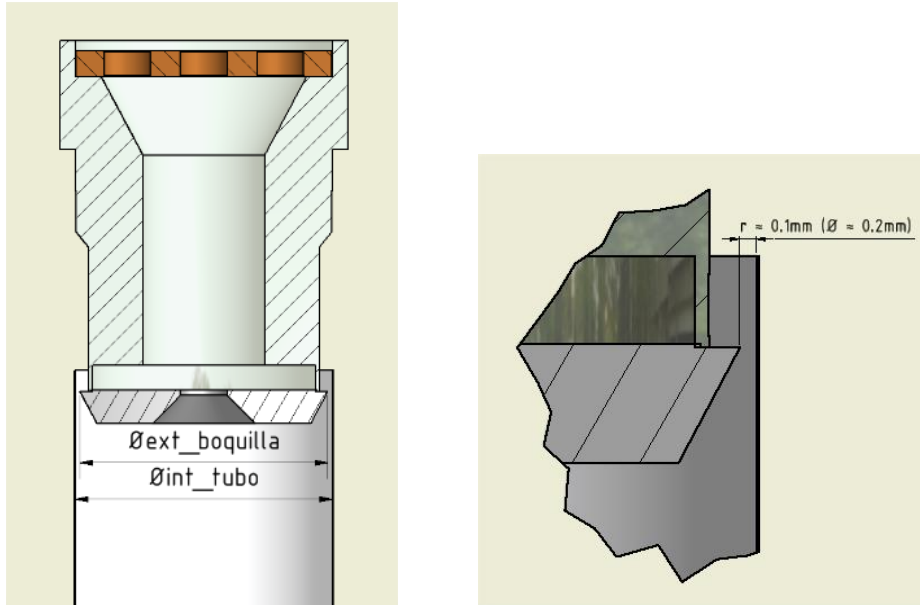
- **Medir el diámetro interior del tubo**, para ello nosotros usamos un utillaje diseñado en Tuboplast, que nos permite fácilmente visualizarlo (más información sobre este utillaje, contactar con nuestro servicio comercial)



- **Seleccionar una boquilla adecuada**, en función del diámetro interior del tubo, para los siguientes casos:

$$\varnothing_{\text{interior tubo}} - \varnothing_{\text{exterior boquilla}} \cong 0,2 \text{ mm (diámetro)}$$

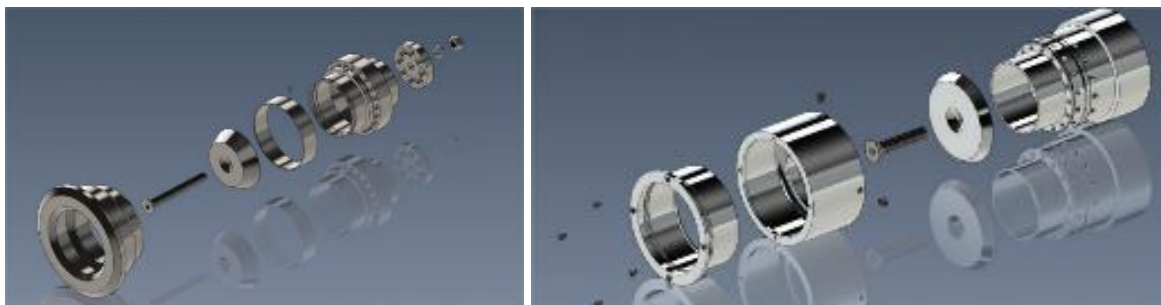
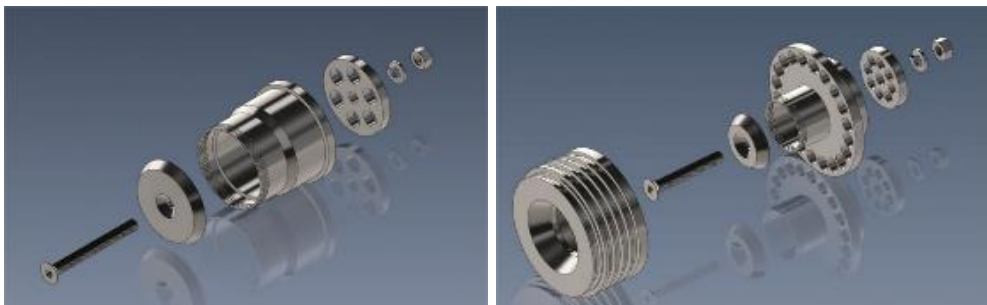
**NOTA:** Dos lotes con diferente material de extrusión o incluso dos fabricaciones diferentes de la misma referencia de tubo, podrían tener pequeñas diferencias de diámetro interior del tubo, por lo que recomendamos siempre medir el diámetro interior del tubo de cada lote, para asegurar que la boquilla seleccionada es la adecuada.



Para cada lote de fabricación, se debe verificar el diámetro interior de los tubos para seleccionar la boquilla de aire caliente cuyo diámetro exterior sea el adecuado.

Dependiendo del fabricante de la máquina, se debe cambiar la boquilla completa o sólo la arandela que se ajusta al diámetro del tubo.

A continuación, se pueden ver diferentes diseños de boquillas, en función de cada fabricante:



Una mala elección de boquilla puede generar defectos como:

- **Boquilla demasiado grande:** puede generar rozamiento a la hora de introducir y sacar la boquilla del tubo y eso supone riesgo de:
  - Deteriorar la zona de soldadura.
  - Manchar las boquillas de material fundido.
  - Mover el tubo, por lo tanto, sellará incorrectamente
- **Boquilla demasiado pequeña:**
  - El aire caliente no llega a calentar correctamente la zona interior de soldadura. Requerirá utilizar una temperatura más alta que en el caso de haber seleccionado una boquilla adecuada al diámetro interior del tubo.
  - Pequeñas arrugas bajo la soldadura.

A fecha de redacción del presente documento, definimos una tabla comparativa con las diferencias de los valores y tolerancias de los diámetros de los tubos de plásticos Extruidos:

TUBOS PLASTICOS PE Extruido			
	Ø Exterior Nominal	Ø Interior Nominal	Tolerancia
TUBO CILINDRICO	Ø 13,5	Ø 12,7	± 0,2
	Ø 16	Ø 15,2	
	Ø 19	Ø 18,2	+ 0,2 - 0,3
	Ø 22	Ø 21,2	
	Ø 25	Ø 24	
	Ø 30	Ø 29	+ 0,2 - 0,4
	Ø 35	Ø 34	
	Ø 40	Ø 39	+ 0,2 - 0,5
	Ø 50	Ø 48,8	
	Ø 56	Ø 54,8	
TUBO ELIPTICO	Ø 30	Ø 29	± 0,3
	Ø 35	Ø 34	
	Ø 40	Ø 39	
	Ø 50	Ø 48,8	+ 0,3 - 0,4
TUBO ELIPTOP	Ø 40	Ø 39	± 0,3
	Ø 50	Ø 48,8	+ 0,2 - 0,5

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones Soldadura Aire Caliente PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	15 de 27

Los valores de los diámetros interiores se encuentran en las siguientes Normas Generales (NG) definidas en las especificaciones técnicas del Grupo CTL-TH Packaging:

- **NG 113** → E.00.00000 (Tubo Plástico Extruido).

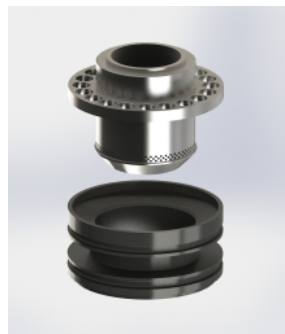
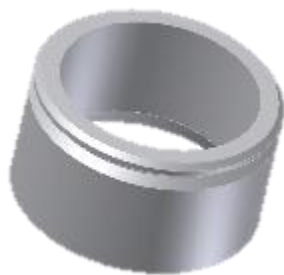
#### 5.2.4.5. Suciedad de la boquilla aire caliente

Los orificios de salida de aire caliente de la boquilla deberán estar perfectamente limpios y sin obstrucciones. Algunas veces tienden a obstruirse con plástico fundido normalmente, **cuando se elige una boquilla demasiado grande para el diámetro de tubo**, no dejando pasar debidamente el flujo de aire caliente y originando problemas de soldadura en esa zona del tubo.



#### 5.2.4.6. Anillo exterior (Anillo de refrigeración)

Algunas máquinas de soldadura de aire caliente están equipadas para poder utilizar un anillo exterior o anillo de refrigeración.



Su función principal es la de **asegurar que el tubo:**

- **permanece lo más redondo posible**
- **esté centrado durante la entrada de la boquilla.**

de tal forma que el calentamiento del interior del tubo sea lo más uniforme posible.

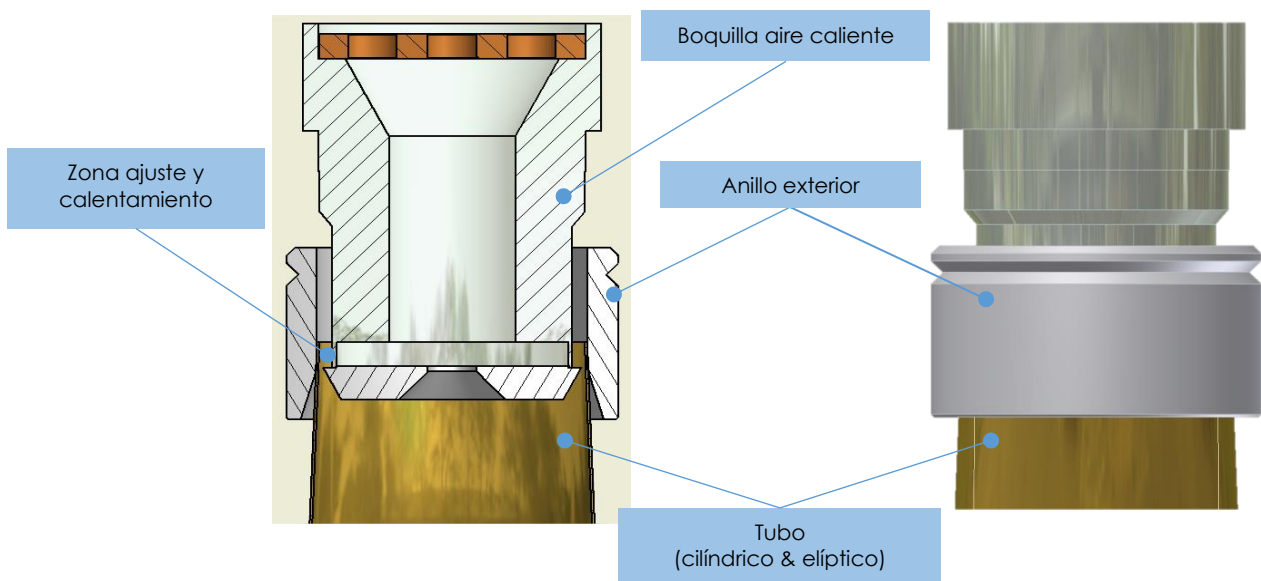
En otros casos se utiliza para refrigerar la parte externa del tubo.

Cada fabricante, tiene un diseño particular de esta pieza, así como su funcionalidad específica y su colocación en máquina (se debe adecuar al diámetro exterior del tubo, teniendo en cuenta la tolerancia máxima de fabricación).

Para asegurar un calentamiento uniforme sobre toda la superficie interior del tubo, de tal manera que la soldadura sea correcta, **nosotros consideramos que el uso del anillo exterior para los tubos plástico PE Extruido:**

❖ **RECOMENDABLE** para los **tubos cilíndricos**.

❖ Muy **RECOMENDABLE** para los **tubos elípticos y tubos con espesor reducido**



#### 5.2.4.7. Presión de aire caliente

Según nuestra experiencia el diseño de la boquilla de aire caliente es particular y específica de cada fabricante de máquinas llenadoras. El diámetro de los agujeros y número de filas de agujeros puede afectar a la presión de aire caliente con la que se deba trabajar.



Esto es, la presión de aire caliente puede variar en función de cada máquina y diseño de boquilla. Pudiendo ser completamente diferente de una máquina a otra, o de un tipo de boquilla a otra.



	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	17 de 27

En nuestra máquina y con nuestro utillaje solemos usar una presión de aire de 0.6 bares, aunque hemos tenido experiencia con algún cliente, con presiones de aire desde 2 a 6 bares.

#### 5.2.4.8. Temperatura aire caliente

La temperatura del aire caliente está relacionada directamente con el resto de los parámetros que afectan al calentamiento del interior del tubo como son la presión de aire caliente, velocidad de la máquina, tiempo de calentamiento, tipo de utillaje... por lo tanto en función de dichos parámetros, la temperatura del aire caliente necesaria podría variar entre diferentes máquinas.

En el caso de los tubos PE, el material de extrusión también influye en las temperaturas de sellado de los tubos, por lo que pueden existir diferencias de temperatura en lotes de fabricación con diferentes materiales de extrusión.

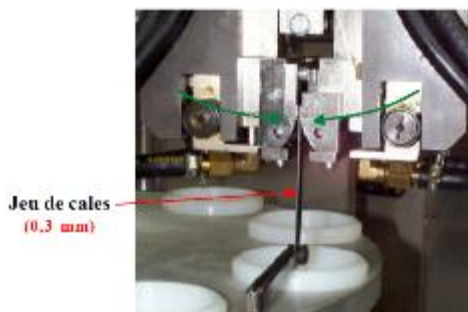
Para encontrar la temperatura de soldadura adecuada para cada material o mezcla de material del cuerpo, recomendamos:

Seleccionar una Temperatura Baja, dónde no llegue a soldar el tubo.

- Si falta mucho para conseguir que selle, subir unos 25°C, y posteriormente,
- Si está cerca de alcanzar un sellado correcto, pero aún no es conforme, aumentar la T° de 10° en 10° hasta que la soldadura sea correcta. Después aumentar unos 5° o 15° para tener un margen de seguridad.

#### 5.2.4.9. Compresión de la soldadura

La mordaza puede ser plana o estriada, con o sin marcación de lote.  
Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:



- Limpia de cualquier residuo.
- Correctamente **alineada y paralela.**
- Separación entre 0.2mm y 0.3mm en posición cerrada.
- Refrigerada por agua aproximadamente entre 16° y 18°C

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	18 de 27

## 5.2.5. Reglajes varios

### 5.2.5.1. Tiempo de calentamiento

El tiempo de calentamiento, es el tiempo que la boquilla permanece en el interior del tubo calentándolo. En función del fabricante de la máquina, puede ser:

- Tiempo calentamiento en función de la velocidad de la máquina:
  - Más velocidad de máquina, menor tiempo de calentamiento.
  - Menor velocidad de máquina, mayor tiempo de calentamiento.
- Tiempo de calentamiento, parametrizable. Se selecciona el tiempo de calentamiento, independientemente de la velocidad de la máquina.

### 5.2.5.2. Espesor de la soldadura:

Se recomienda ajustar la mordaza de tal manera que el espesor de la soldadura (definido en la foto) mida aproximadamente el 75 – 85% del espesor total del tubo.

#### Ejemplo:



Si el espesor del tubo en el área de sellado es de 0,43mm, el espesor total sería 0,86mm. Por lo tanto, el espesor de la soldadura debería de ser alrededor de 0,64 – 0,74mm (75 – 85%).

Si la soldadura está demasiado comprimida (por ejemplo, sobre 0,40mm de espesor) hay riesgo de rotura del tubo. Pero si la soldadura está poco comprimida (por ejemplo, sobre 0,80mm de espesor), existe riesgo de que el tubo se abra.

### 5.2.5.3. Altura soldadura

Se recomienda que la altura de la soldadura tenga como aproximadamente 5 o 6mm como se muestra en la siguiente foto:



La variación de grosor en la línea de sellado y la soldadura debe tener diferencias máximas de 0.05mm, como se indica en la foto. Este control se realiza para verificar el paralelismo entre las mordazas.

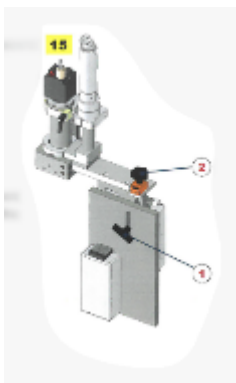
#### 5.2.5.4. Sistema de Corte

El corte se utiliza para quitar el sobrante de la soldadura y para dar un acabado adecuado estético al tubo.

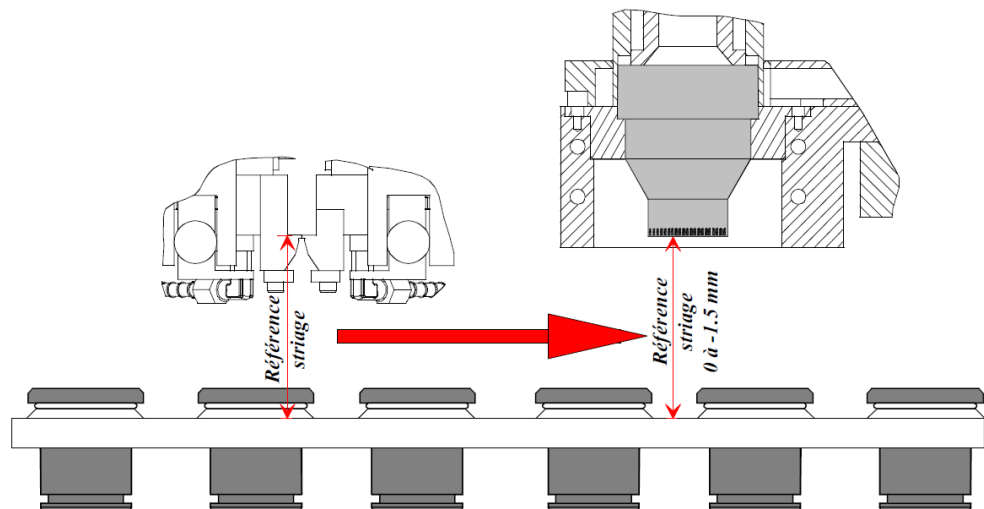
La cuchilla de corte deberá estar perfectamente limpia, afilada y ajustada, con el fin de realizar un corte perfecto que no sea realizado por desgarro.

#### 5.2.5.5. Altura boquilla aire caliente

En algunas máquinas se puede regular la altura de la boquilla de aire caliente independientemente del resto de movimientos de máquina.



La altura de la boquilla de aire caliente debe estar alineada con la mordaza de compresión y la unidad de corte.



	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	20 de 27

### 5.3. METODO OPERATIVO DE LA PUESTA A PUNTO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA-SOLDADORA.

Verificar que los siguientes parámetros están correctamente regulados:

- Selección boquilla aire caliente, adecuada al diámetro del tubo.
- Regulación dosificación.
- Regulación presión aire caliente.
- Verificar compresión de la soldadura
- Verificar sistema de corte.
- Velocidad de máquina, según la producción.

A continuación, se continúa con la selección de la temperatura de aire caliente.

**Teniendo en cuenta el rango de temperaturas recomendadas para cada tipo de tubo, se seleccionará una temperatura inferior a la establecida en la tabla.** De tal forma que verifiquemos que el tubo no suelda correctamente.

Se incrementa la temperatura de 10 en 10°C, comprobando con cada incremento de temperatura la calidad y la resistencia de la soldadura de los tubos, hasta llegar a la temperatura mínima que suelde correctamente el tubo.

Una vez determinemos la temperatura mínima de soldadura para ese lote de tubos, se aumentará la temperatura del aire caliente, como margen de seguridad de 5°C a 15°C.

**NOTA:** Hay que tener en cuenta como se ha explicado en capítulos anteriores que un cambio de velocidad de máquina, tiempo de calentamiento o presión de aire también puede repercutir en la calidad y resistencia de la soldadura. No se recomienda hacer dos cambios a la vez, de esta forma es más sencillo evaluar cómo afecta el cambio realizado.

Por otro lado, habría que tener en cuenta que si se realiza un exceso de calentamiento en la cara interior del tubo (por temperatura, presión aire y/o tiempo calentamiento) puede deteriorar el material del tubo, haciendo que no suelde de forma correcta.

## 5.4. ASPECTOS A CONTROLAR DESPUÉS DEL SELLADO

### 5.4.1. Resistencia de la soldadura

Existen dos métodos para verificar que la resistencia soldadura es correcta:

- Método 1. Resistencia soldadura a presión interior
- Método 2. Resistencia soldadura a presión exterior

#### 5.4.1.1. Método 1. Resistencia soldadura a presión interior

Este método **se recomienda para ensayos de resistencia de soldadura de tubos vacíos**, el sistema utilizado puede ser un sistema made "in house". Basta con una toma de aire a presión, un regulador de caudal y una boquilla que ajuste a la cabeza del tubo o tapón.

1. Los tubos deben estar atemperados en la sala donde se realice el test.
2. Si los tubos están recién soldados, esperar mínimo de 5 minutos para que la soldadura se enfríe y se estabilice.
3. Sujetar el tubo con una mano. Regular el manómetro a 3 bares
4. Posteriormente, con la otra mano, insertar el cono del soplador en la cabeza del tubo o en la perforación del tapón y hacer circular el aire hacia el interior del tubo durante un tiempo definido en la tabla que se muestra a continuación:



TIPO DE TUBO	PRESIÓN	TIEMPO
Tubos de plástico PE Extruido	<b>3 bar</b>	<b>10 seg.</b>

Los resultados se consideran positivos si la soldadura soporta el ensayo sin mostrar deficiencias.

#### 5.4.1.2. Método 2. Resistencia soldadura a presión exterior

Este método de ensayo no es empleado por CTL-TH Packaging, como método de validación de la soldadura de tubos, sin embargo es empleado por numerosos llenadores y clientes, por lo que lo incluimos en la presente guía a título informativo.

Este método **se recomienda para ensayos de resistencia de soldadura de tubos llenos**. El sistema utilizado es cómo el suministrado por fabricantes como ACRN, JACOMEX, ACF-MEASUREMENT entre otros...



JACOMEX – Tube Tester



ACRN – ATS Tube Seal Tester

1. Los tubos deben estar atemperados en la sala donde se realice el test.
2. Si los tubos están recién soldados, esperar mínimo de 5 minutos para que la soldadura se enfríe y se estabilice.
3. Regular la presión del cilindro según las recomendaciones de los fabricantes, con el objeto de que se genere una presión en el interior del tubo de salida de 2 bares.
4. Colocar el tubo en la base del sistema habilitada para tal fin. Se recomienda introducir el tubo en una bolsa tipo "ZIP" para evitar las proyecciones de producto en caso de rotura de la soldadura.



5. Cerrar la protección y poner en marcha el sistema durante 10 o 20 segundos, según recomendaciones del proveedor del sistema de test.

Los resultados se consideran positivos si la soldadura soporta el ensayo sin mostrar deficiencias.

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones Soldadura Aire Caliente PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	23 de 27

## 5.5. VARIOS

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	24 de 27

## 5.6. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### 5.6.1. Resistencia soldadura

En el caso de que aparezcan deficiencias en la soldadura del tubo tras el ensayo de resistencia, se define la siguiente tabla con las posibles causas y la actuación que hay que llevar a cabo para solucionarlo.

Los problemas más típicos están **sombreados en amarillo**:

Posibles causas defecto resistencia soldadura	Recomendaciones
Boquilla y utillaje inadecuado	Verificar que tanto la boquilla y el utillaje sean adecuados a las características del tubo a soldar, según nuestras recomendaciones ( <a href="#">ver capítulo 4.2.2.3</a> )
Presión de aire y/o Temperatura inadecuada a la velocidad de máquina (tubos/minuto) establecida	Adaptar la presión de aire y la Temperatura a la velocidad de máquina (tubos/minuto) establecida
Ensayo de la resistencia de la soldadura de cierre del tubo vacío mediante presión de aire no corresponde a nuestra recomendación de 3 bares (presión de ensayo inadecuada)	Verificar la presión de aire según nuestra recomendación de 3 bares
Alineamiento axial entre la boquilla y el tubo incorrecto	Asegurar la concetricidad entre la boquilla y el tubo -► Si es posible, utilizar anillo exterior.
Orificios de la boquilla de aire caliente obstruidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Limpiar el utillaje de boquillas</li> <li>* Asegurar que la boquilla de aire caliente y el tubo son concéntricos</li> <li>* Verificar que tanto la boquilla y el utillaje sean adecuados a las características del tubo a soldar, según nuestras recomendaciones (<a href="#">ver capítulo 4.2.2.3</a>)</li> <li>* Utilizar anillo exterior</li> </ul>
Presión de la mordaza incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Verificar presión de mordaza</li> <li>* Verificar el paralelismo entre las mordazas</li> <li>* Distancia entre las mordazas recomendada = 0.2 ~ 0.3</li> </ul>
Tubos manchados con producto en la zona de soldadura	Verificar que el vástago de dosificación se encuentra correctamente centrado y limpio. Verificar que después de la dosificación del producto no queda ningún resto de producto en la zona de soldadura.
No se utiliza anillo exterior con tubo cilíndrico.	Se recomienda utilizar anillo exterior.  Permite centrar correctamente el tubo con respecto a la boquilla permitiendo un calentamiento uniforme del tubo.



No se utiliza anillo exterior con tubo elíptico.

Es muy recomendable utilizar anillo exterior.

Para redondear el tubo y asegurar un calentamiento uniforme de todo el interior del tubo.

## 5.6.2. Aspecto

Los defectos de aspecto que pueden ocurrir y las acciones a realizar para corregirlos, se definen en la siguiente tabla:

DEFECTOS DE ASPECTO	CAUSA DEL DEFECTO	FACTORES DE CORRECCIÓN
<p><b><u>OREJAS</u></b></p> 	<p><b>Calentamiento excesivo:</b> Temperatura muy alta Presión de aire muy alta</p> <p><b>Compresión excesiva:</b> Las mordazas están muy apretadas</p>	<p><b><u>Verificar parámetros de soldadura:</u></b> * Reducir Temperatura * Reducir Presión Aire</p> <p>* Revisar compresión de las mordazas.</p>
<p><b><u>SOLDADURA NO UNIFORME O PRESENTA DEFORMACIONES</u></b></p> 	<p>Mal alineamiento de las mordazas de cierre.</p> <p>Reglaje inadecuado altura boquilla aire caliente</p> <p>Mal alineamiento de las mordazas de acompañamiento.</p> <p>Temperatura de aire caliente excesiva</p> <p>Presión de aire excesiva</p> <p>Boquilla/Arandela de aire caliente muy grande (toca en exceso el interior del tubo)</p>	<p>Alinear las mordazas de cierre</p> <p>Ajuste altura boquilla aire caliente</p> <p>Alinear mordazas de acompañamiento.</p> <p>Reducir la temperatura de aire caliente</p> <p>Reducir la presión de aire</p> <p>Seleccionar una boquilla/arandela un poco más pequeña según nuestras recomendaciones.</p>

DEFECTOS DE ASPECTO	CAUSA DEL DEFECTO	FACTORES DE CORRECCIÓN
<p><b><u>BOQUILLA MANCHADA CON MATERIAL FUNDIDO</u></b></p>  	<p><b><u>La boquilla toca en el tubo, porque:</u></b></p> <p>El tubo no está centrado (axialmente) respecto a la boquilla de aire caliente.</p> <p>No se usa anillo exterior.</p> <p>La boquilla es demasiado grande para el diámetro del tubo.</p> <p>Es un tubo elíptico y no se usa anillo exterior.</p> <p>El anillo exterior no redondea correctamente el tubo.</p>	<p>Verificar el centrado del tubo.</p> <p>Usar anillo exterior.</p> <p>Reducir el diámetro de la boquilla de aire caliente, según nuestras recomendaciones (<a href="#">ver capítulo 4.2.2.3</a>)</p> <p>Utilizar anillo exterior para redondear el tubo elíptico.</p> <p>Verificar que el anillo exterior redondea correctamente el tubo elíptico.</p>
<p><b><u>MORDAZAS MANCHADAS CON MATERIAL FUNDIDO</u></b></p>  	<p><b><u>Boquilla demasiado grande</u></b></p> <p>La boquilla demasiado grande arrastra el material fundido fuera del tubo.</p> <p><b><u>Temperatura demasiado grande</u></b></p> <p>El material PE fundido, queda demasiado fluido.</p> <p><b><u>Compresión mordazas demasiado grande</u></b></p> <p>El material PE fundido, con una presión excesiva puede sacar restos de material y dejarlos en la mordaza.</p>	<p>Reducir el diámetro de la boquilla de aire caliente, según nuestras recomendaciones (<a href="#">ver capítulo 4.2.2.3</a>)</p> <p>Reducir la temperatura</p> <p>Verificar la presión de las mordazas</p> <p>Distancia entre mordazas recomendado = 0.2 ~ 0.3mm</p>

	<b>Guía de instrucciones y recomendaciones</b> <b>Soldadura Aire Caliente</b> <b>PE Extruido</b>	Código	X.00.00034
		Versión	03
		Página	27 de 27

## 6. ASPECTOS A CONSIDERAR

### 6.1. SEGURIDAD Y SALUD

Realizar el uso adecuado de la máquina de soldar para evitar atrapamientos, quemaduras, etc.

### 6.2. AMBIENTE

Respetar la instrucción de gestión de residuos de la empresa.

### 6.3. RSE

NO APLICA

## 7. DOCUMENTOS ASOCIADOS

Denominación	Código documento
Glosario del SIG	X.00.00000
Especificaciones Técnicas Tubo Plástico Extruido	E.00.00000