

Treball de Fi de Grau/Màster

**GRAU EN ENGIYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIAL**

**ESTUDI, ANÀLISI I IMPLANTACIÓ DE MILLORES EN UN  
TALLER DE FABRICACIÓ DE CANONADES**

**MEMÒRIA**

**Autor:** Javier Enrique Jiménez Hernández  
**Director:** Lluís Andreu Garbayo  
**Convocatòria:** Febrer 2020



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





## Resum

Basat en la continua millora dels mètodes de treball i la introducció de nous avanços tecnològics en el dia a dia de les empreses, l'objecte de treball d'aquest projecte es la anàlisi y estudi de millores per a un taller de fabricació industrial de canonades per la seva posterior implantació.

En primer lloc, es fa una explicació sobre la construcció de sistemes de transport de fluids o canonades, així com del principal mètode d'unió de les seccions de tub amb els seus components o accessoris presents en una línia. D'aquesta manera, s'explica els principis de la soldadura, la seva classificació i els residus produïts durant el procés.

Tot seguit, es presenta el procediment constructiu de la fabricació d'aquets sistemes, on expliquen la preparació per la unió, el procediment de soldadura, amb els diversos processos amb els que realitzem les unions, els tractaments tèrmics post soldadura i finalment, la inspecció de qualitat mitjançant els assajos no destructius. Una vegada definit el procediment, definim el cas base d'estudi on tractarem d'implementar les millores estudiades.

Seguidament, es fa referencia a les possibles millores a implementar amb el fi d'optimitzar el procediment constructiu, així com aconseguir una major eficiència de treball.

Finalment, amb la anàlisi i l'estudi de les millores, es mostra els diferents aspectes on es tractarà d'implementar les diverses millores estudiades amb el fi de trobar una major eficiència en el procés reduint temps d'espera i variabilitat en la composició de les soldadures.





## Sumari

<b>SUMARI</b>	<b>5</b>
SUMARI DE FIGURES .....	6
<b>1. GLOSSARI</b>	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCCIÓ</b>	<b>11</b>
2.1. Objectius del projecte .....	11
2.2. Origen del projecte .....	11
<b>3. CONCEPTES PREVIS</b>	<b>13</b>
3.1. PIPING .....	13
3.2. SOLDADURA .....	14
3.2.1. CLASSIFICACIÓ SOLDADURA .....	16
3.2.2. PROCEDIMENT DE SOLDADURA .....	16
3.2.3. RESIDUS DE SOLDADURA .....	17
<b>4. PROCEDIMENT CONSTRUCTIU</b>	<b>19</b>
4.1. PREPARACIÓ SUPERFÍCIES SOLDADURA .....	20
4.2. SOLDADURA AMB ARC ELÈCTRIC .....	22
4.2.1. SOLDADURA TIG .....	23
4.2.1.1. Mode d'ús .....	24
4.2.1.2. Normativa TIG .....	25
4.2.2. SOLDADURA MIG .....	26
4.2.2.1. Mode d'ús .....	27
4.2.2.2. Normativa MIG .....	28
4.3. TRACTAMENT POST-SOLDADURA .....	29
4.4. ASSAJOS NO DESTRUCTIUS .....	31
<b>5. CAS BASE</b>	<b>34</b>
<b>6. ESTUDI DE MILLORES</b>	<b>36</b>
6.1. SOLDADORS ORBITALS .....	36
6.2. IOT/BIG DATA .....	39
6.3. ACTUACIONS PREVENTIVES DE VENTILACIÓ .....	41
6.4. DISPOSITIUS EPI .....	42
<b>7. IMPLANTACIÓ DE MILLORES</b>	<b>44</b>

7.1. DISTRIBUCIÓ DE PLANTA.....	44
7.2. ESTACIÓ DE SOLDEIG .....	46
7.3. IMPLANTACIÓ BIG DATA.....	50
7.4. VENTILACIÓ.....	53
7.4.1. CÀLCUL RENOVACIÓ DE L'AIRE.....	55
7.4.1.1. Categories de qualitat de l'aire .....	55
7.4.1.2. Cabal mínim d'aire exterior de ventilació .....	56
7.4.1.3. Aire d'extracció .....	57
<b>8. PRESSUPOST .....</b>	<b>59</b>
<b>9. IMPACTE AMBIENTAL I SOCIAL.....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>61</b>
<b>AGRAÏMENTS .....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>64</b>
Bibliografia complementària.....	64
Productes.....	66
Normativa.....	66
Figures .....	66
<b>ANNEXE A - NORMATIVA.....</b>	<b>69</b>
<b>ANNEXE B – PRESSUPOST.....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXE C .....</b>	<b>71</b>

## SUMARI DE FIGURES

<b>3.1</b>	Sistema de canonades. <i>Font:</i> Honiron
<b>3.2</b>	Soldadura MIG/MAG. <i>Font:</i> Ilmo
<b>3.3</b>	Escòria de la soldadura. <i>Font:</i> Herreros Argentinos
<b>4.1</b>	Juntes por soldar. <i>Font:</i> Carbueros
<b>4.2</b>	Bisell tipus 'V' i tipus 'Y'. <i>Font:</i> Metalmecànica

- 4.3 Taula bisell UNE-EN ISO 9692-1:2014. *Font:* AENOR
- 4.4 Procediment TIG. *Font:* Jet-Arco España
- 4.5 Procediment MIG/MAG. *Font:* Jet-Arco España
- 4.6 Esquema font MIG/MAG. *Font:* Carburos
- 4.7 Soldadura amb dispositius calefactores. *Font:* PWHT-heat
- 4.8 Etapes dels PWHT. *Font:* Sparkweld
- 4.9 Inspecció visual amb galga. *Font:* Arcoweld
- 4.10 Prova d'ultrasons. *Font:* Ferrepro
- 6.1 Capçal obert de soldadura. *Font:* Direct Industry
- 6.2 Carro de soldadura. *Font:* De Maquinas y Herramientas
- 6.3 Pantalla amb respiració automàtica. *Font:* 3m
- 7.1 Distribució de planta
- 7.2 Maquina de soldadura estacionaria. *Font:* Fronius
- 7.3 Posicionament del capçal. *Font:* Direct Industry
- 7.4 Rang intensitats en funció filferro. *Font:* Carburos
- 7.5 Sistema centralitzat de control de dades. *Font:* Fronius
- 7.6 Campana d'extracció mòbil. *Font:* AEPSAL
- 7.7 Mesurador qualitat aire. *Font:* FLUKE
- 7.8 Esquema renovació aire. *Font:* Casals fans of innovation



## 1. Glossari

<i>arrel de soldadura</i>	punt d'intersecció de la soldadura amb el metall base
<i>soldadura a tope</i>	soldadura en la qual els dos extrems del material base es troba'n situats en el mateix pla
<i>efectes sensibilitzant</i>	efectes que poden generar reaccions d'hipersensibilitat
<i>efectes teratògens</i>	efectes capaços de provocar defectes congènits durant la gestació
<i>austenita</i>	forma d'ordenament del àtoms de ferro i carboni
<i>martensita</i>	nom del aliatge fèrric amb una fase cristal·lina BCT
<i>penetració soldadura</i>	fusió del metall a traves de tot el gruix del metall base
<i>encebament del arc</i>	encesa inicial de l'arc elèctric, produït propiciant un breu contacte entre l'elèctrode i la peça a soldar
<i>ANSI</i>	American National Standard Institute
<i>API</i>	American Petroleum Institute
<i>ASME</i>	American Society of Mechanical Engineers
<i>ISO</i>	International Organisation for Standardization
<i>PVC</i>	Policlorur de Vinil
<i>PE</i>	Polietilè
<i>PP</i>	Polipropilè
<i>PWHT</i>	Post Weld Heat Treatment
<i>UNE</i>	Una Norma Española, associació espanyola de normalització



## **2. Introducció**

### **2.1. Objectius del projecte**

L'objectiu principal d'aquest projecte consisteix en l'anàlisi i estudi de millores per a un taller de fabricació de canonades industrials. D'aquesta manera, es pretén trobar possibles alternatives i millores en la producció d'aquests sistemes de transport de fluids basant-nos sobretot en l'optimització del procés d'unió dels tubs amb els seus components o accessoris de la línia.

Posteriorment, realitzant un estudi del cas base, tractarem d'implantar aquestes millores amb la finalitat d'obtenir un procediment constructiu més efectiu a través de l'optimització de les seves etapes, així com reduir la quantitat dels possibles defectes que trobaríem.

### **2.2. Origen del projecte**

L'origen del projecte neix arran de treballar en un taller de fabricació d'aquests sistemes i poder observar com la realització de les unions dels components es duia a terme d'una manera molt artesanal, fet que generava una gran variabilitat en elles. Durant el temps de treball, va néixer la curiositat de l'estudi de mercat per a una possible automatització del procés que implicaria la reducció de les variables influents en ell aportant major eficiència.





### **3. CONCEPTES PREVIS**

#### **3.1. PIPING**

Les canonades o piping són un sistema formats per tubs que compleixen amb la funció de permetre el transport de líquids, gasos o solguts en suspensió (mescles) de manera eficient, seguint un conjunt de normes estandarditzades, i la selecció de les quals es realitza estudiant les necessitats del treball.

Les canonades amb destinació industrial tenen una aplicació molt àmplia, és per mitjà d'elles que es transporten tots els fluids (gasos, mescles, líquids, etc) per a optimitzar i no limitar els processos industrials. Tenen com a principal destinació la indústria de la construcció, la elèctrica i la metal·lúrgica. Aquest mitjà de transport de fluids industrials, es pot fabricar a partir de materials metàl·lics i materials no-metàl·lics com a ceràmics, PVC, PE, PP, etc.



Figura 3.1: Sistema de canonades

Un sistema de canonades està compost de les seves seccions rectes de tub més els components de les línies o accessoris. Els accessoris són el conjunt de peces mecanitzades que unides als tubs mitjançant un procés de soldeig determinat formen les línies estructurals de canonades d'una planta. Dins d'aquests components trobem:

- i. Brides: s'utilitzen per a connectar la canonada als equips de les línies o a

accessoris.

- ii. Colzes: accessoris de manera corba que serveixen per a canviar la direcció de flux de la línia.
- iii. T: accessori utilitzat per a bifurcar o unir el flux
- iv. Reduccions: element de forma cònica que s'utilitza per a la disminució del volum de fluid a través d'una línia.
- v. Vàlvules: són accessoris que s'utilitzen per a regular i controlar el pas de fluid través de la línia.
- vi. Taps: s'utilitzen per a bloquejar o impedir el pas del fluid.
- vii. Elements de control: són equips utilitzats per a poder mesurar i controlar el correcte funcionament del sistema. ex. reguladors de pressió, mesuradors de flux

El procés de disseny i fabricació de les línies de canonades ha de seguir certs codis estàndard i normatives internacionals. Entre la normativa podem trobar:

- **ASME B31** - Norma de canonades a pressió: Requeriments mínims per al disseny, materials, fabricació, construcció, proves, i inspecció per als sistemes de canonades.
- **API 51** - Indústries del petroli i del gas natural: Canonada d'acer per a sistemes de transport per canonada
- **EN 13480** - Codi europeu metàl·lic per a canonades industrials

### 3.2. SOLDADURA

La soldadura és un procés d'unió entre metalls per l'acció de la calor, amb o sense aportació de material metàl·lic nou, donant continuïtat als elements units.

Cal subministrar calor fins que el material d'aportació i les dues superfícies es fonguin,

o bé, ho faci el propi metall de les peces. Per a que el metall d'aportació pugui realitzar correctament la soldadura és necessari que “mulli” als metalls que s'uniran, la qual cosa es verificarà sempre que les forces d'adherència entre el metall d'aportació i les peces que se soldaran siguin majors que les forces de cohesió entre els àtoms del material afegit.



Figura 3.2: Soldadura MIG/MAG

Els efectes de la soldadura resulten determinants per a la utilitat del material soldat. El metall d'aportació i les conseqüències derivades del subministrament de calor poden afectar les propietats de la peça soldada. S'han d'evitar porositats i esquerdes afegint elements d'aliatge al metall d'aportació, així com, subjectant fermament les peces a soldar per a evitar deformacions. També pot succeir que la zona afectada per la calor quedi dura i trencadissa. Per a evitar aquests efectes indesitjables, a vegades es fan preescalfaments o tractaments tèrmics posteriors. D'altra banda, la calor de la soldadura causa distorsions que poden reduir-se al mínim triant de manera adequada els elements de subjecció i estudiant prèviament la seqüència de la soldadura.

Tot procés de soldadura ha de ser realitzat mitjançant un soldador homologat en el procediment de soldadura destinada.

### **3.2.1. CLASSIFICACIÓ SOLDADURA**

- Heterogènia → és una manera de realitzar la soldadura per fusió amb l'aplicació de farciment extern, la composició metal·lúrgica del qual és substancialment diferent de la dels metalls base. Llavors, si el material de farciment que s'aplica durant la unió i la composició metal·lúrgica del farciment és diferent de la del metall base, llavors es denomina soldadura heterogènia. Dins d'aquest tipus de soldadura podem diferenciar entre dos grups: soldadura tova i soldadura forta. Aquestes es distingeixen per la temperatura de fusió del metall d'aportació, que per a la soldadura tova és inferior a uns 450 °C i per a la forta superior a aquesta. Aquesta última s'utilitza quan la unió ha de ser molt resistent.
- Homogènia → és una manera de realitzar la soldadura per fusió amb l'aplicació de material de farciment extern, la composició metal·lúrgica del farciment és gairebé la mateixa que la dels metalls bàsics. Així, en la soldadura homogènia, s'aplica material de farciment que té una composició igual a la del metall base. Dins d'aquest grup trobem diferents processos de soldadura que són: per pressió, per fusió i per una combinació d'ambdues. La soldadura per pressió és un tipus de soldadura que es produeix sense aportació de calor per a mantenir les propietats i l'estructura del material que els uneix. En la soldadura per fusió, en canvi, aplicant una calor intensa es provoca la fusió dels metalls presents en la unió arribant a entremesclar-se.
- Autògena → s'entén aquella que es realitza sense metall d'aportació, de manera que s'uneixen cossos d'igual naturalesa per mitjà de la fusió d'aquests; així, en refredar-se, formen un tot únic

### **3.2.2. PROCEDIMENT DE SOLDADURA**

El procediment de soldadura o WPS (Welding Procedure Specification) és un document que proporciona les directrius per a la realització d'una soldadura amb base

als requeriments establerts en les normes. Aquest document ha d'estar redactat per un departament tècnic amb la corresponent signatura d'un inspector de soldadura. L'homologació d'aquest procés es realitza en base del WPS i es detallen els rangs de qualificació del procediment i els controls de qualitat als quals ha d'estar sotmès.

### 3.2.3. RESIDUS DE SOLDADURA

Durant el procediment de soldadura es generen un gran nombre de residus a tractar durant el procés i posterior a aquest. Aquests residus es poden dividir en residus inerts i residus perillosos.

RESIDUS INERTS → són els enderrocs i materials derivats del procés constructiu. En aquest grup de residus podem trobar les restes de tubs metàl·lics, restes de varetes i elèctrodes, així com, restes dels equips de protecció individual i eines gastades i velles.

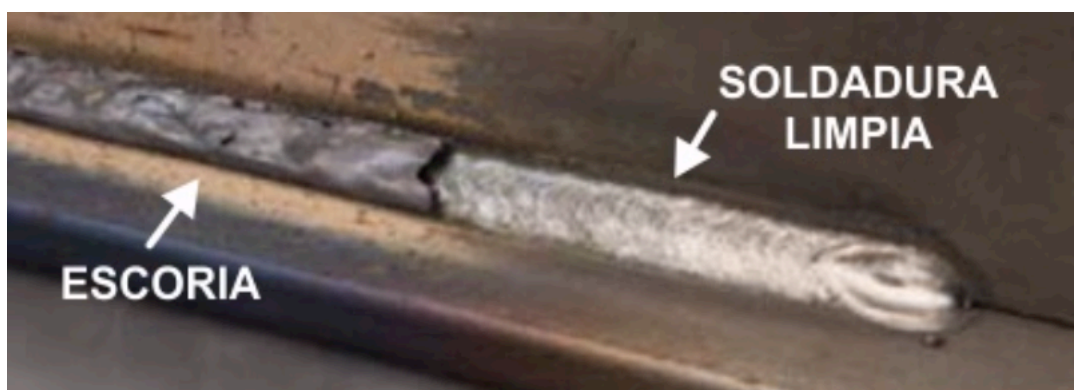


Figura 3.3: Escòria de la soldadura

Aquests s'han de separar i dipositar en els contenidors corresponents per a la seva posterior gestió.

RESIDUS PERILLOSOS → són les substàncies produïdes que poden afectar la salut de les persones i al medi ambient. Durant el procés de soldadura, es produeixen fums de soldadura composts per partícules, pols metàl·liques i gasos. Aquestes substàncies procedeixen del metall de treball, els materials d'aportació de les soldadures i de l'entorn del treball per les possibles impureses presents en l'aire.

La inhalació d'aquests fums pot provocar diversos trastorns en la salut com a intoxicacions cròniques, agudes i efectes cancerígens, sensibilitzant i teratògens. Per a aconseguir el control eficaç d'aquests fums i evitar així els possibles trastorns és necessari aplicar unes mesures preventives actuant sobre la propagació de contaminants mitjançant una ventilació localitzada en el punt de treball i una general encarregada de la renovació de l'aire.

## 4. PROCEDIMENT CONSTRUCTIU

Dins de la fabricació de canonades no sempre s'empren els mateixos materials, gruixos i tècniques de soldadura, per aquest motiu tota tècnica de soldadura ve concretada en un procés de soldadura prèviament homologada al qual ens hem de cenyir.

En general, la gran majoria de soldadures presents en la fabricació de canonades presenten una composició homogènia, és a dir, que tot el material aportat en la soldadura presenta la mateixa composició que la del metall base. Aquestes soldadures estan compostes per una passada d'arrel, un material de farciment i un pentinat final.

Existeixen tres tipus principals de juntes a soldar en les canonades: a tope, brida y ramificació.

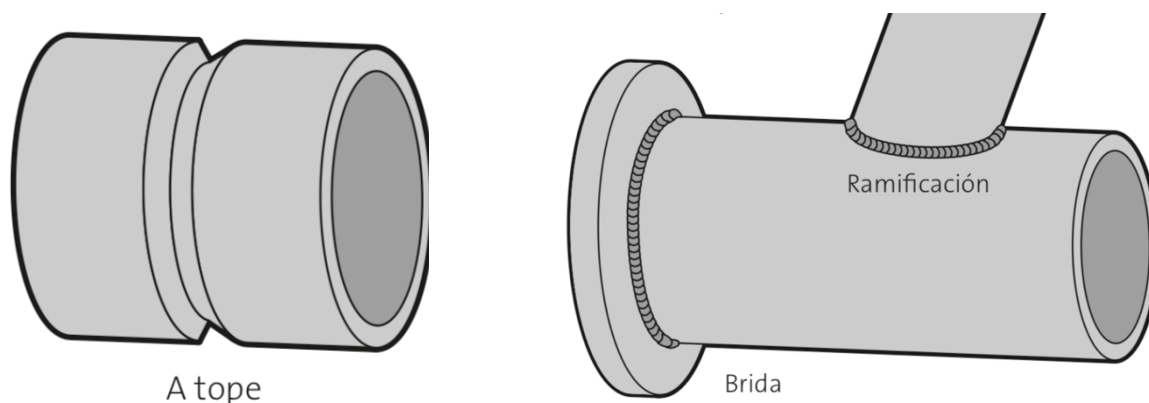


Figura 4.1: Juntes por soldar

Durant el procediment de soldadura podríem diferenciar tres fases: una primera fase en la qual les superfícies que s'uniran es preparen per a evitar l'aparició d'imperficcions durant l'etapa de soldadura; en la segona etapa, d'aplicació del procés de soldadura segons ve especificat en l'homologació del procediment; i finalment, en alguns casos, els cordons de soldadura passen per uns tractaments tèrmics post-soldadura per a garantir la resistència de les unions realitzades.

La composició d'una soldadura pot estar realitzada completament per un únic procediment de soldadura o la seva passada d'arrel pot estar realitzada mitjançant un



procés i la resta de la soldadura estar soldat per un altre. Aquest aspecte, es deu al fet que cada procediment de soldadura presenta els seus avantatges i inconvenients, i en utilitzar una combinació de tècniques en la composició de la soldadura es poden aprofitar els avantatges de diferents processos, obtenint així unions soldades de major qualitat. Aquest és el cas per a soldadura de canonades de gran gruix, que el seu cordó d'arrel es realitza mitjançant una soldadura TIG, proporcionant una major qualitat a aquesta passada, i el material de farciment i el pentinat final es realitzen mitjançant una soldadura MIG.

Una vegada finalitzat el procediment de soldadura i durant aquest, les unions poden estar sotmeses a uns controls de qualitat mitjançant l'ús d'assajos no destructius amb la finalitat de detectar defectes que poguessin comprometre la integritat de la unió.

#### **4.1. PREPARACIÓ SUPERFÍCIES SOLDADURA**

Una preparació i neteja adequades de la superfície de soldadura abans de soldar i entre les passades de soldadura també són importants per a ajudar a evitar la possibilitat d'aparició de defectes durant el procés.

Les vores a unir mitjançant un procés de soldadura s'han de netejar acuradament eliminant així tot l'òxid i la brutícia present per a evitar la formació d'impureses durant el procés, anant amb compte amb la possible presència de taques de greix i pintura.

La preparació de les vores a unir mitjançant una soldadura a tope, té com a objectiu assegurar una completa penetració i facilitar el procés, també tracta d'aconseguir una soldadura sana amb la mínima quantitat de metall d'aportació a la soldadura. L'elecció del tipus de preparació de les vores ve donada per un nombre de factors tecnològics que influiran en el procés de soldadura, així com factors econòmics: la forma de la unió, el metall base, la necessitat de metall d'aportació, el gruix de la peça i el



procediment de soldadura triada.

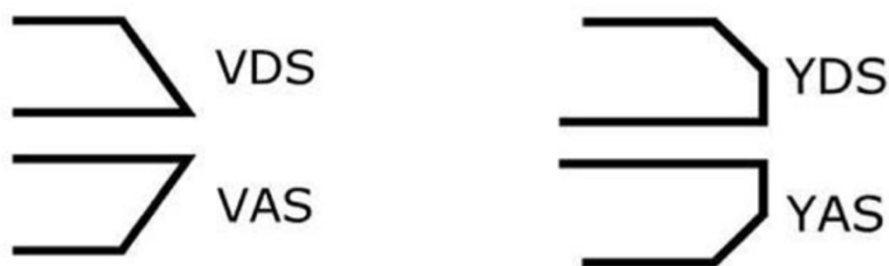


Figura 4.2: Bisell tipus 'V' i tipus 'Y'

El bisell és una superfície obliqua respecte de les seves cares principals per a suavitzar les vores agudes amb la finalitat d'afavorir la soldadura. En diferents normatives podem trobar la norma que regula el bisellat del material base, podem diferenciar els principals bisellats en:

- i. Bisell a fons: aquest tipus de bisellat té una única superfície i manté la mateixa inclinació des de la superfície superior a la part inferior, aquest tipus també es denominat 'V'
- ii. Bisell i taló: aquest bisellat consta d'un taló necessari en algun procés de soldadura per a aconseguir executar la passada d'arrel sense que es fundi el material base. També es denomina tipus 'Y'

Tots els tipus de preparació de les superfícies i el tipus de bisellat que ha de presentar el nostre material base ve especificat mitjançant una normativa UNE-EN ISO. En aquesta normativa, podem trobar diferenciat la preparació del material base diferenciat per tipus i gruix del material com per la mena de mètode de soldadura: a tope d'una banda, a tope per dos costats i en T.

- **UNE-EN ISO 9692-1:2014** → Soldadura i processos afins. Tipus de preparació d'unions. Part 1: Soldadura per arc amb elèctrodes revestits, soldadura per arc protegit amb gas i elèctrode d'aportació, soldadura per flama, soldadura per arc amb gas inert i elèctrode de wolframi i soldadura per feix d'alta energia d'acers.

- **UNE-EN ISO 9692-3:2016** → Soldadura i tècniques afins. Tipus de preparació de les unions. Part 3: Soldadura MIG i TIG de l'alumini i els seus aliatges.
- **UNE-EN ISO 9692-4:2004** → Soldadura i tècniques afins. Recomanacions per a la preparació de les unions. Part 4: Acers plaquejats

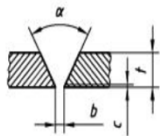

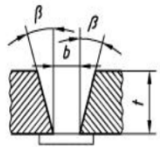
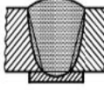
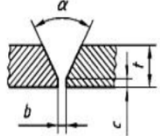

Nº Ref.	Espesor del material <i>t</i> mm	Tipo de preparación	Símbolo (según la Norma ISO 2553 [1])	Sección transversal	Medidas				Proceso de soldado recomendado (número de referencia según la Norma ISO 4063 [2])	Representación gráfica de la soldadura	Observaciones
					Ángulo <sup>a</sup> $\alpha, \beta$	Sepa- ración <sup>b</sup> <i>b</i> mm	Espesor del talón de la raíz <i>c</i> mm	Profundidad de la preparación <i>h</i> mm			
1.3	$3 < t \leq 10$	Preparación en V simple	V		$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\leq 4$	$\leq 2$	-		Cuando sea aplicable con pletina de respaldo	
	$6^\circ \leq \alpha \leq 8^\circ$				-	52 <sup>d</sup>					
1.4	$> 16$	Preparación en V simple con bisel cerrado	$\nabla$		$5^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$5 \leq b \leq 15$	-	-		Con pletina de respaldo	
1.5	$5 \leq t \leq 40$	Preparación en V simple con talón en la raíz amplio	Y		$\alpha = 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$2 \leq c \leq 4$	-		-	

Figura 4.3: Taula bisell UNE-EN ISO 9692-1:2014

## 4.2. SOLDADURA AMB ARC ELÈCTRIC

La soldadura per arc és un dels processos de fusió per a la unió de metalls. Mitjançant l'aplicació de calor intens, el metall en la unió entre les dues parts es fon i provoca que s'entremesclin amb el metall de farciment fos intermedi. Després del refredament i la solidificació, es crea una unió metal·lúrgica. Ja que la unió és una mescla de metalls, la soldadura final, té similars propietats de resistència al metall base de les peces.

En la soldadura per arc, la intensa calor necessària per a fondre el metall és produït per un arc elèctric. L'arc es forma entre el material de treball i un elèctrode que és

manualment o mecànicament guiat al llarg la junta. L'elèctrode és una vareta amb el simple propòsit de transportar el corrent entre la punta i el punt de treball. Aquest elèctrode pot ser una vareta o filferro especialment preparat que no sols condueix el corrent, sinó que també es fon i subministra metall de farciment a la unió.

En el que es refereix a soldadura per fusió amb arc elèctric, existeixen diversos processos per a la realització de les unions, però, entre aquests processos, els més utilitzats en la fabricació de canonada industrial són: la soldadura de gas inert de tungstè o TIG i la soldadura MIG/MAG (Metall Inert Gas o Metall Activi Gas).

#### 4.2.1. SOLDADURA TIG

La soldadura de gas inert de tungstè (soldadura TIG) és un procés de soldadura de gas protector que pertany al grup de procediments de soldadura per fusió. S'utilitza per a obtenir la màxima qualitat i uns cordons de soldadura sense projeccions.

Un arc elèctric s'estableix entre un elèctrode de tungstè no consumible i la peça de treball, proporcionant la calor necessària per al procés de soldadura. L'elèctrode de tungstè no es fon, i el metall d'aportació necessari per a crear el cordó soldadura s'afegeix per separat. El metall fos, en el bany de soldadura, la punta de la vareta d'aportació i l'elèctrode calent estan protegits de la contaminació atmosfèrica per un gas inert.

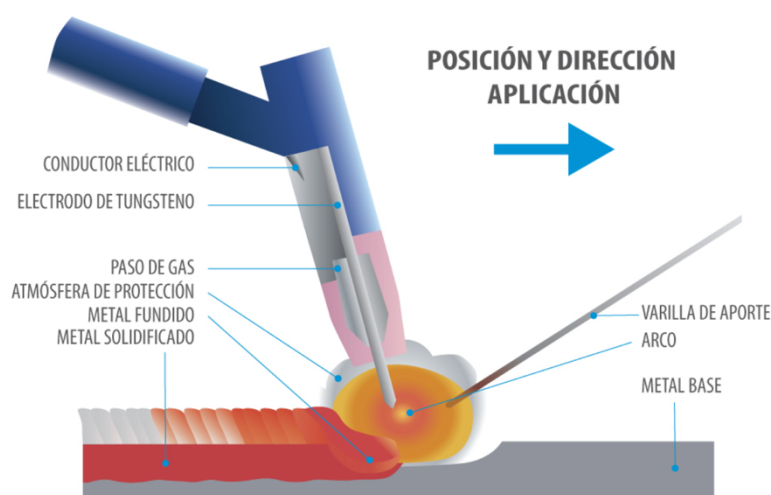


Figura 4.4: Procediment TIG

El gas protector inert que li dóna nom al procés crea una atmosfera de gas lliure d'oxigen i evita reaccions químiques amb el bany de soldadura líquida. Això dóna com a resultat costures de soldadura llises, anivellades i no poroses. El metall de farciment és guiat manualment o usant un alimentador de filferro.

L'elèctrode de tungstè és la peça clau de la soldadura TIG. El tungstè té el punt de fusió més alt de tots els metalls purs en la taula periòdica. Com a resultat, l'elèctrode no es fon, mentre emet un arc voltaic per a escalfar i liquar el material. Els elèctrodes es fabriquen amb un procés de sinterització. Per a millorar les seves propietats, poden estar aliats amb materials d'aportació d'òxid.

### AVANTATGES

### INCONVENIENTS

Sense formació de projeccions de soldadura

Cordons de soldadura amb la màxima qualitat visual

Qualsevol posició de soldadura és possible

Alta qualitat dels cordons

Requereix molta habilitat

Baixa velocitat de soldadura

Durant la preparació del cordó de

soldadura és imprescindible eliminar la corrosió

No resulta adequada per a grans gruixos de peça de treball

#### 4.2.1.1. Mode d'ús

En la soldadura TIG, l'operador es l'encarregat d'apuntar l'elèctrode en la direcció de la soldadura i utilitza l'arc creat per fondre el material de la junta. El material d'aportació, s'afegeix a l'extrem davanter del bany de soldadura.

La soldadura TIG permet controlar de forma independent l'energia aportada per l'arc i l'aplicació del material de farciment, aquest fet proporciona un control excel·lent sobre el bany de soldadura fent possible una major qualitat dels cordons sense formació de projeccions.

Les fonts de potència que s'utilitzen en la soldadura TIG poden ser de corrent altern (CA) o de corrent continu (CC) i ambdues han de poder produir un corrent constant a un valor predeterminat.

Una dels avantatges de la TIG és que permet soldar una àmplia gamma de materials. Les fonts de potència modernes combinen característiques d'intensitat i voltatge constants, i proporcionen una estabilitat d'arc excel·lent. Actualment es disposen de màquines que van des dels 5A (micro TIG) a més de 500A.

Utilitzar un dispositiu d'encesa d'alta freqüència per a l'arc permet que el mateix s'encengui sense necessitat de tocar la peça a soldar amb l'elèctrode.

#### **4.2.1.2. Normativa TIG**

D'acord amb la norma **UNE-EN ISO 4063:2011**, el procés TIG engloba diferents processos tals com:

- 14: Soldadura amb protecció gasosa i elèctrode no consumible de tungstè.
- 141: Soldadura per arc amb gas inert i elèctrode consumible massís; soldadura TIG.
- 142: Soldadura TIG autogen.
- 143: Soldadura per arc amb gas inert i filferro tubular consumible; soldadura TIG.
- 145: Soldadura per arc amb gas reductor i elèctrode consumible massís; soldadura TIG.
- 146: Soldadura per arc amb gas reductor i filferro tubular consumible;

soldadura TIG.

- 147: Soldadura amb protecció gasosa i elèctrode no consumible de tungstè i gas actiu; soldadura TAG.

#### 4.2.2. SOLDADURA MIG

La soldadura MIG / MAG (Metall Inert Gas o Metall Activi Gas) és una tècnica versàtil adequada tant per a làmines primes com per a components de seccions gruixudes. Es colpeja un arc entre l'extrem d'un elèctrode de filferro i la peça de treball, fonent-se tots dos per a formar un bany de soldadura. El filferro s'alimenta a través d'un tub de contacte de coure que condueix corrent de soldadura al filferro. La piscina de soldadura està protegida de l'atmosfera circumdant per un gas protector alimentat a través d'un filtre que envolta el cable. La selecció del gas de protecció depèn del material a soldar i l'aplicació. El procés ofereix una alta productivitat, ja que el filferro s'alimenta contínuament.

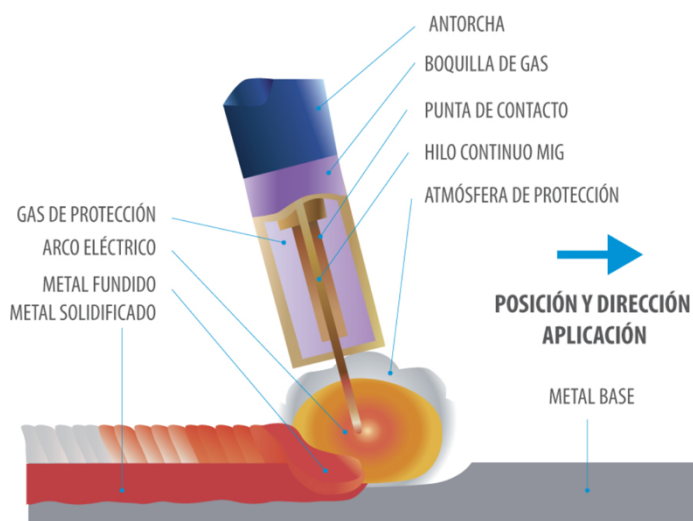


Figura 4.5: Procediment MIG/MAG

La soldadura MIG / MAG manual sovint es coneix com un procés semiautomàtic, ja que la velocitat d'alimentació del filferro i la longitud de l'arc són controlades per la font d'energia, però la velocitat de desplaçament i la posició del filferro estan baix control

manual.

### AVANTATGES

Fàcil d'aprendre

Alta velocitat de soldadura

Elevada taxa de deposició

Baixos costos per a material d'aportació

Ideal per a aplicacions de soldadura  
mecàniques o robotitzades

Encebament senzill de l'arc voltaic

### INCONVENIENTS

Pot resultar problemàtic mantenir el  
gas protector en ambients amb corrent  
d'aire

Sensibilitat contra corrosió i humitat

#### 4.2.2.1. Mode d'ús

Un motor es l'encarregat d'alimentar el filferro fins l'interior de l'arc y la font d'energia es l'encarregada de mantenir la longitud de l'arc en un valor constant dotant l'operari de una major concentració en la fusió total de la junta.

La intensitat i el voltatge de l'arc així com la velocitat de soldadura són els paràmetres més importants en quant a la soldadura MIG/MAG. La configuració correcta d'aquest paràmetres depèn en base al tipus de material, gruix, tipus de junta, etc. Per a la soldadura MIG/MAG sempre caldrà emprar el corrent continu (CC).

Les fonts de corrents que s'empren han de presentar una característica estàtica lleugerament descendent. En aquests equips el voltatge (V) que s'estableix en l'arc és pràcticament constant, gràcies al procés d'autoregulació que van equipats. Això suposa que la velocitat d'alimentació del fil, que és un paràmetre a regular, serà proporcional a la intensitat de corrent que es precisa per a fondre-ho, de manera que

la distància elèctrode peça es mantingui constant i així també el voltatge aplicat.

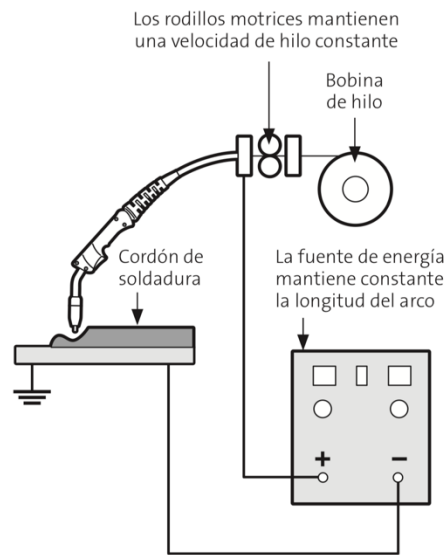


Figura 4.6: Esquema font MIG/MAG

#### 4.2.2.2. Normativa MIG

D'acord amb la norma **UNE-EN ISO 4063:2011**, el procés MIG engloba diferents processos tals com:

- 13: Soldadura per arc protegit amb gas i elèctrode d'aportació.
- 131: Soldadura per arc amb filferro elèctrode massís i gas inert; soldadura MIG.
- 132: Soldadura per arc amb filferro tubular farcit de fundent i gas inert; soldadura MIG.
- 133: Soldadura per arc amb filferro tubular farcit de pols metàl·lica i gas inert; soldadura MIG.
- 135: Soldadura per arc amb filferro elèctrode massís i gas actiu; soldadura



MAG.

- 136: Soldadura per arc amb filferro tubular farcit de fundent i protecció de gas actiu; soldadura MAG.
- 138: Soldadura per arc amb filferro tubular farcit de pols metàl·lica i protecció de gas actiu; soldadura MAG.

### 4.3. TRACTAMENT POST-SOLDADURA

Amb la finalitat de garantir la resistència d'un cordó de soldadura en acabar el procés, en alguns d'aquests es realitza un posterior tractament conegut com a tractament tèrmic post-soldadura (PWHT). Si un material ha de sotmetre's o no a un PWHT depèn de factors com l'aliatge del material, el gruix del cordó i si prèviament els materials de treball han sofert un tractament previ.



Figura 4.7: Soldadura amb dispositius calefactors

El PWHT té com a objectiu la reducció del nivell de tensions residuals i la millora d'alguna de les propietats de la unió.

El PWHT està compost per diferents processos per a l'obtenció dels seus principals objectius. Dins d'aquests processos trobem:

- Temple: és un tractament tèrmic que permet un augment de les propietats mecàniques dels acers. Aquest procés consta de dues etapes, l'acer és escalfat fins a la temperatura de austenització per a un posterior refredament

ràpid amb la finalitat d'obtenir una transformació a martensita.

- **Recocido:** tractament tèrmic utilitzat per a la reducció de la duresa del material, en contra, augmenta la ductilitat i ajuda a l'eliminació de tensions internes produïdes en el procés de soldeig. Aquest tractament està compost de tres fases: en la primera, es produeix un escalfament del material a la temperatura de recuita, posteriorment, es manté la peça a aquesta temperatura durant un temps determinat i finalment es produeix a un refredament lent del material.
- **Normalitzat:** s'utilitza aquest procés amb la finalitat de l'obtenció d'una microestructura previsible per a garantir les propietats de l'acer. Aquest procés té com a objectiu proporcionar una estructura uniforme i l'obtenció d'un gra fi. El procés consta d'una etapa d'escalfament a una temperatura equivalent aproximadament a una temperatura d'enduriment per a afavorir la creació de grans austenífics de menor grandària que els fèrrics anteriors. Posteriorment es procedeix a un refredament lliure a l'aire formant nous grans fèrrics amb una grandària de gra molt més refinat.

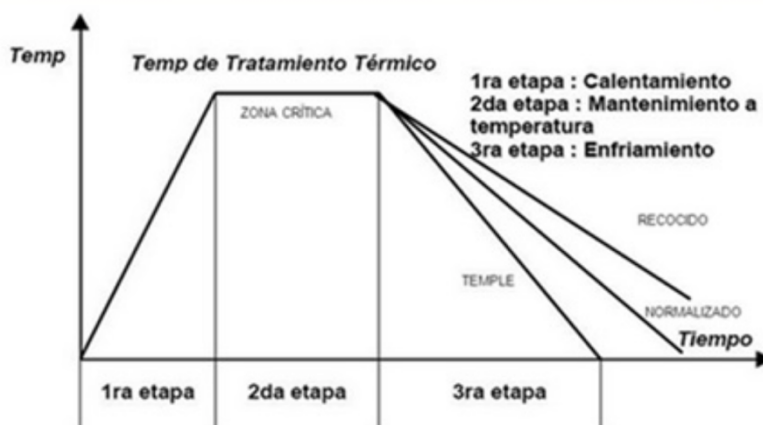


Figura 4.8: Etapes dels PWHT

- **Revenido:** tractament a baixa temperatura que es realitza després d'un procés de temperat per a l'obtenció d'una proporció de duresa i resistències requerida. Al seu torn, aquest tractament també es troba destinat a l'eliminació de

tensions internes produïdes durant el procés de soldadura i a eliminar la fragilitat del material adquirida durant el refredament ràpid produït en el temple.

#### 4.4. ASSAJOS NO DESTRUCTIUS

Posteriorment a la finalització del nostre procediment, en considerar-se la soldadura un procés especial dins de la fabricació pels requeriments als quals pot estar sotmès, ha d'estar sotmès a un control de qualitat continu, des del seu disseny fins al seu servei.

La inspecció de la qualitat de les soldadures mitjançant assajos no destructius permet la detecció de defectes que poguessin comprometre la integritat de la unió. Aquests assajos no destructius són tècniques no invasives per a la determinació de la integritat del material sense afectar les propietats i dimensions.

Dins dels assajos no destructius, els més emprats durant la fabricació de canonades industrials són:

- Inspecció visual de soldadures: assaig que es realitza durant tota la seqüència d'operacions al llarg del procés constructiu que té com a fi assegurar la qualitat de la unió soldada. La inspecció visual es caracteritza per la identificació de materials que incompleixen les seves especificacions i facilita la correcció de defectes que es produeixen durant el procés constructiu per a evitar el seu posterior rebuig i evitar la reproductibilitat de l'error. Aquesta inspecció ha de realitzar-se sempre, fins i tot i necessitant un altre tipus d'assajos no destructius, al seu torn, la correcta realització d'aquesta inspecció pot evitar l'ús d'altres assajos.



Figura 4.9: Inspecció visual amb galga

- Líquids penetrants: aquests assajos consisteixen en l'aplicació d'un líquid sobre la soldadura a examinar que penetra per capil·laritat en les imperfeccions de les soldadures. Una vegada aplicat el líquid penetrant i netejat l'excedent d'aquest, ens indica les imperfeccions presents. Aquest procés ens ajuda a detectar porus i fissures.
- Proves ultrasons: en aquest tipus d'assaig s'utilitza energia sonora d'alta freqüència per a inspeccionar i realitzar mesures. S'utilitza un equip que és capaç de generar, emetre i captar feixos d'ones, sent captades per a ser analitzades. El so que és emès recorre el material, es reflectit per les interfícies i es analitzat per a detectar la presència i localització de les discontinuïtats, aquestes poden ser tant internes com superficials donant la possibilitat de detectar inclusions, porus, fissures i penetració insuficient.



Figura 4.10: Prova ultrasons

Finalitzat el procediment de soldadura, depenent del tipus de procediment emprat durant la fabricació, serà necessari la inspecció de la totalitat de les soldadures o d'un mostreig, determinat el percentatge de soldadura estudiada en l'homologació del procés. Aquesta inspecció serà realitzada per una empresa externa acreditada per l'Entitat Nacional d'Acreditació (ENAC) amb la capacitat de la realització d'aquests

assajos i posteriorment emetent una documentació d'homologació de les soldadures estudiades.

Els nivells d'acceptació d'aquestes activitats vénen donats per una normativa UNE-EN ISO, tota soldadura haurà de ser refeta si no compleix els nivells de tolerància especificats.

- **UNE-EN ISO 17637:2017** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Examen visual d'unions soldades per fusió.
- **UNE-EN ISO 23277:2015** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Assaig mitjançant líquids penetrants. Nivells d'acceptació.
- **UNE-EN ISO 23279:2018** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Assaig per ultrasons. Caracterització de les discontinuïtats en les soldadures.

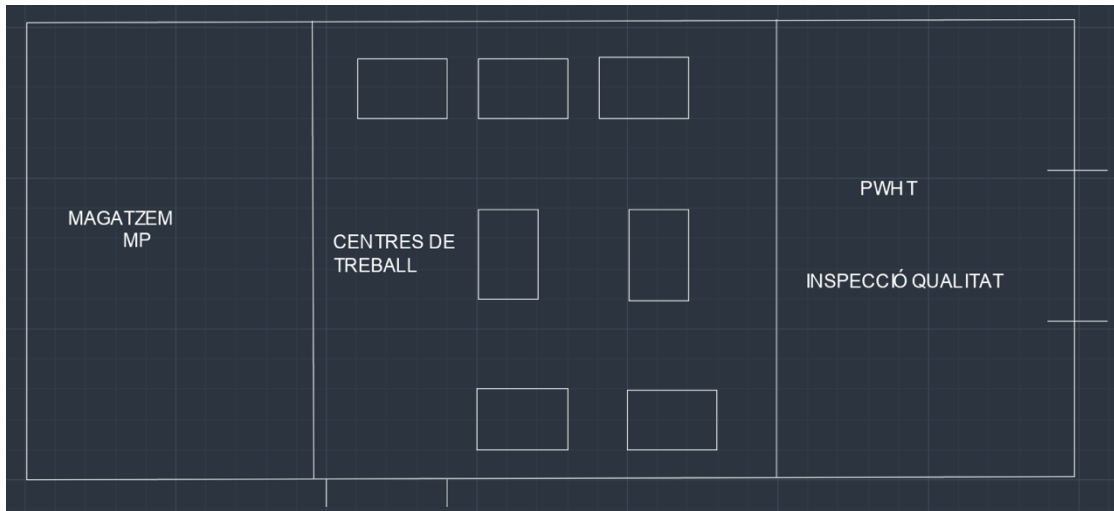
## 5. CAS BASE

El cas en què ens referirem en aquest projecte tracta sobre una empresa de treballs de canonada i caldereria dedicada principalment a la construcció i disseny de sistemes de transport de fluid industrials per al sector naval, tals com sistemes de canonades d'alta pressió per a estacions petrolieres.

Aquesta empresa consta d'una nau de 1000m<sup>2</sup> repartits en una planta de superfície rectangular, una grua de pòrtic, per al transport del material pesat al voltant de la nau, dues portes automàtiques, una a un lateral del magatzem i l'altra en un dels extrems d'aquest, i d'equips de soldadura manuals situats en els centres de treball de cada soldador. Aquestes zones estan situades de manera contigua generant un espai de treball a vegades massa petit quan tractem de realitzar unions d'elements de gran volum i pesats, ja que tan la preparació y la soldadura es realitzant en el mateix espai. Referit a la ventilació del local, presenta una ventilació localitzada sobre cada zona treball i uns finestrals que ajuden a la renovació de l'aire.

L'ús d'una maquinària de soldadura manual, implica que les soldadures puguin arribar a presentar una gran variabilitat durant el procés ja que no tot soldador realitza les unions de la mateixa manera i utilitzant els mateixos paràmetres, sinó que cada soldador té unes característiques personals, poden soldar amb major o menor velocitat de filferro o amb major o menor intensitat de corrent.

La distribució de planta no segueix cap ordre lògic per a l'optimització del procediment. La distribució física de l'espai es separa en petits centres per a cada operari, l'espai de treball no es troba diferenciat per etapes, sinó que els operaris realitzen totes les accions en un mateix lloc, és a dir, un operari prepara les superfícies y realitza la soldadura a la mateixa zona de treball. Les úniques zones diferenciades dintre de la planta son el magatzem i la destinada als PWHT i assajos no destructius, amb aquest dos últims compartint espai de treball.



Malgrat l'alta productivitat de l'empresa, es poden presentar alguns factors que impulsin una millora en l'optimització del procés, així com en la distribució de l'espai, ajudant amb aquests fets a una major productibilitat i fiabilitat en les soldadures realitzades.

## **6. ESTUDI DE MILLORES**

El concepte d'Indústria 4.0 o fabrica intel·ligent esta basat en la informatització del món de la fàbrica. Indústria 4.0 significa una nova manera d'organitzar l'estructura de les empreses de producció, aportant-los un valor afegit a través de la digitalització i nous avanços tecnològics.

Una vegada realitzat un breu estudi sobre el cas base i establert diversos punts en els quals podríem introduir millores, realitzarem un estudi de mercat on es poden trobar diferents mètodes i equipament, que a través de la seva implantació ajudarien a una major eficiència i a una optimització del procés reduint temps d'espera i de trasllat de materials.

### **6.1. SOLDADORS ORBITALS**

Els diferents tipus de soldadura es troben amb un problema de difícil solució, produït per l'efecte de l'acció de la gravetat sobre el bany de fusió que es genera durant el procés de soldar, aquest inconvenient limita la posició en la qual es fa la soldadura. Per mitjà de la soldadura orbital aquest problema es resol programant correctament el procés de soldadura orbital, la qual cosa permet fer els treballs en qualsevol posició.

La soldadura orbital és un mètode pel qual es solda en forma circular un element en forma cilíndrica fix o que pot estar fix mitjançant alguna mena de subjecció. Un sistema de soldadura orbital està compost per una font d'alimentació i el capçal, en el qual trobem la subjecció per a la torxa segons el tipus de procés de soldadura a exercir. La font d'alimentació és la que brinda el control dels paràmetres durant el procés de soldadura, així com la rotació del capçal.

Aquest procés de soldadura presenta un gran nombre d'avantatges contra el procés de soldadura manual. La seva major particularitat és el seu cordó de soldadura de molt alta qualitat, tant del punt de vista del seu aspecte com del punt de vista de la



puresa del cordó, factor fonamental per a així evitar la falta de penetració en la soldadura a tope.

A més de la seva major particularitat, aquest procés presenta avantatges com:

- Alta seguretat del mètode
- En ser soldadures programades, gran reproductibilitat del procés
- Disminueix l'aparició d'òxid en el cordó
- No és necessari soldadors qualificats
- Fàcil automatització del processo
- Reducció dels temps de producció
- Disminució dels nivells de contaminació

En els processos constructius en els quals és necessari un procediment de soldadura, podem trobar un gran rang d'activitats molt variades a les quals ens enfrontarem i per aquest motiu dins del mercat podem observar un gran nombre de possibles solucions. Dins de la soldadura orbital podem diferenciar entre:

- Soldadors específics: són equips especialitzats en un procés determinat, MIG/MAG, TIG o elèctrode, que disposa de les diferents funcions perquè un d'ells obtingui la màxima potència de soldadura i l'usuari tingui una gran facilitat d'ús. Les fonts de potència TIG, disposen d'un mòdul per a l'encebament d'alta freqüència. En el cas de les fonts de potència de soldadura per elèctrode, destaquen, les propietats d'encebament i l'alta estabilitat de l'arc. Els equips MIG/MAG es caracteritzen per les seves múltiples opcions d'ajust que faciliten l'adaptació de l'arc voltaic i del cordó de soldadura a les circumstàncies.
- Soldadors multifunció: fonts de potència capaces de donar el suport necessari a les funcions en els diferents processos de soldadura. Aquest tipus de fonts presenten una gran flexibilitat en els processos quant a la necessitat d'un ús de diversos d'ells en un mateix procediment amb la possibilitat de treballar amb nombrosos materials i gruixos i la necessitat d'un menor cost en la inversió en

comprar una única font de potència, però al seu torn pot presentar alguna limitació quant al procés.

A partir d'aquesta gran diferència quant a la funcionalitat i a la versatilitat de la maquinària de soldadura orbital, dins d'aquests dos grans grups podem diferenciar un gran numero de maquinaria:

- Capçals oberts: capçals oberts en forma de 'U', en els quals s'aconsegueix una excel·lent protecció. Durant el procés de soldadura, l'impacte de l'arc i del fil de farciment pot ser observat i controlat per l'operari, aquest disseny de capçal permet dur a terme el procés a una molt curta distància de les parets.



Figura 6.1: Capçal obert soldadura

- Capçals tancats: aquests capçals estan dissenyats per a dur a terme procediments de soldadura TIG, assegurant una subjecció de les peces segura sense la possibilitat de produir desalineacions. El disseny de la cambra tancada garanteix un flux continu de gas protector al voltant de tota la junta evitant així la possibilitat d'oxidació.
- Carros de soldadura: són els suports més versàtils, aquests capçals es desplacen al voltant dels tubs mitjançant les guies o rails. Mitjançant aquesta maquinària és possible aconseguir grans resultats gràcies a la seva precisió i

l'estabilitat que ofereix dels moviments. En presentar una gran varietat de carrils, aquest tipus de capçal pot ser usat tant per a soldadures internes o externes cobrint un ampli rang de diàmetres.

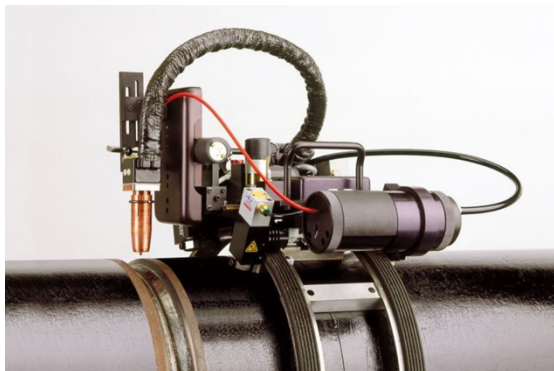


Figura 6.2: Carro de soldadura

- Màquines de soldadura estacionaria: són un tipus de màquines de gran capacitat capaces de la realització de les soldadures amb una major efectivitat. El tub i els seus components a soldar se situen sobre uns rails fent girar els materials i mitjançant un suport fix de soldadura es procedeix a la unió de tots dos components. Aquest tipus de maquinària aconsegueix aconseguir grans unions gràcies a la seva precisió i estabilitat dels moviments.

## 6.2. IOT/BIG DATA

El concepte d'integració vertical i horitzontal és sens dubte una de les oportunitats més importants en la idea de la Indústria 4.0. De fet, la Indústria 4.0 té com a objectiu digitalitzar i integrar processos verticalment, vinculant la línia de producció de la companyia, des del desenvolupament de nous productes fins a la venda i serveis per als clients. La lògica d'Indústria 4.0 implica que totes les dades relacionades amb la creació de prototips de productes, fabricació, distribució, eficiència i controls de qualitat estan disponibles en temps real, creuant la informació provinent dels diferents sensors. Els sistemes de programació podran barrejar aquestes dades per a proporcionar una avaluació intuïtiva de la tendència de producció. El desafiament més important per a les empreses no és la recopilació d'aquesta informació, sinó la capacitat d'atribuir-li un significat. L'empresa deu poder analitzar aquestes dades, que

no sols provenen de l'entorn intern, sinó també de l'entorn extern. Si estiguéssim pensant en una estratègia de BIG DATA, tres podrien ser les dimensions que podríem considerar:

- VELOCITAT: ens referim a la velocitat de transmissió de dades, quines tan ràpid es transmeten realment a un ordinador o programari. Com més alt és, més dades poden representar una situació simultània. Un "retard" de temps prou alt podria conduir a la inutilitat total de les dades, ja que representaria una cosa ja verificada i, per tant, ja no es pot corregir.
- VOLUM: significa la quantitat de dades transmeses i exposades a l'anàlisi. Un alt volum de dades sense una estructura de TU igualment sofisticada podria d'alguna manera "sobrecarregar" la infraestructura amb la conseqüència que no seria possible proporcionar un significat concret a les dades.
- VARIETAT: ens referim a la diversificació de dades, en quina mesura les dades són diferents entre si. La combinació de dades de diferents sensors fa que sigui més fàcil trobar relacions causa-efecte per a certs processos; També li permet tenir una imatge més completa i control sobre les estructures i sistemes.

Aquest concepte dins de la Indústria 4.0 presenta una gran quantitat de beneficis quant a la fabricació de canonades i la millora dels procediments de soldeig d'aquests.

Mitjançant l'ús del BIG DATA, podrem procedir al monitoratge de la totalitat del procediment ajudant així al màxim control de les operacions. A causa del monitoratge continu, podrem aconseguir obtenir una base de dades els quals podran ser objecte d'estudi per a una major optimització del procés alhora d'una contínua millora d'aquests procediments. A partir d'aquesta base de dades, obtindrem una major reproductibilitat reduint així la variabilitat atorgada pels paràmetres de soldadura.

### **6.3. ACTUACIONS PREVENTIVES DE VENTILACIÓ**

Els riscos per inhalació de fums de soldadura poden considerar-se raonablement controlats quan les concentracions de contaminants a les quals es troba exposat el soldador, són manifestament inferiors als límits d'exposició, l'avanç tecnològic també busca satisfer aquesta necessitat millorant els dispositius d'absorció de fums.

Dins dels sistemes de ventilació podem diferenciar dos grans grups, els sistemes de ventilació localitzats i els sistemes de ventilació generals.

La ventilació localitzada tracta d'evitar que els fums recentment generats durant el procediment es dirigeixin a les vies respiratòries de l'operari. Aquesta ventilació consisteix en la creació de corrents d'aire que actuïn sobre el soldador i la superfície de treball actuant directament sobre el focus. L'extracció localitzada és el principal mètode per a solucionar els problemes de contenció dels fums de soldadura. En aquest aspecte podem trobar dispositius com les taules d'aspiració, les cabines de soldadura i les campanes mòbils d'aspiració.

Quant a la ventilació general, el seu objectiu és tractar d'evitar que a l'entorn de treball global s'arribin a aconseguir concentracions significatives de contaminants perjudicials per a la salut. Durant un procés de soldadura, sempre és d'esperar que una part dels fums produïts no siguin controlats mitjançant l'extracció localitzada i que una fracció d'aquestes partícules contaminin progressivament el local afectant a tot el personal.

El control dels nivells de qualitat d'aire es realitza mitjançant uns mesuradors els quals en tot moment ens aporten informació sobre la qualitat de l'aire que estem respirant. Aquests mesuradors disposen de diverses sondes amb les que controlar els diversos contaminants que podem trobar en el nostre entorn de treball.

Per a mantenir aquests efectes de les partícules en uns nivells acceptables, en realitzar aquest procediment durant un llarg període de temps serà necessari procurar una renovació ambiental total. En mantenir el nostre grau de contaminació elevat, serà necessari l'ús de ventilació general mecanitzada mitjançant corrents d'aïres situades

estratègicament per a extreure l'aire interior amb la major eficàcia possible.

## 6.4. DISPOSITIUS EPI

La soldadura és un procés en el qual l'operari s'encarrega de la realització i el control de la unió produïda, per la qual cosa és necessari una protecció individual que li proporcioni la màxima seguretat enfront dels riscos presents durant el procés.

La pantalla de soldadura és un dels equips de protecció personal més important en el qual un soldador s'ha de centrar. És un equip que protegeix els ulls i la pell de la cara no sols de les projeccions resultants durant el procés sinó també prevé dels raigs infrarojos i ultraviolats que emet l'arc. Les pantalles d'avui dia estan dissenyades per a adaptar-se a les necessitats de cada soldador en qualsevol treball a realitzar. La innovació també a arribat a un element tan imprescindible com aquest.

A l'operari trobar-se en el focus de les emissions de fums de soldadura i partícules, es feia necessari una mesura que tractés de reduir la inhalació d'aquests residus perillosos. Entre les innovacions arribades a la pantalla, podem destacar les pantalles amb ventilació personal, un equip dotat un sistema de respiració motoritzat i un subministrament d'aire produint un flux continu d'aire proporcionant en tot moment aire filtrat lliure de contaminants.



Figura 6.4: Pantalla amb respiració automàtica

Un soldador ha de mirar contínuament a l'arc voltaic per a controlar el bany de fusió,

acció que fa que els ulls estiguin exposats a la radiació ultraviolada i infraroja que resulten nocius per a la salut en cas d'una alta concentració. Durant la jornada laboral, els operaris estan exposat durant llargs períodes de temps a aquestes emissions nocives de la llum podent arribar a provocar cegueres temporals. Per aquest fet, les pantalles tradicionals han donat pas a les pantalles amb sistemes anti-enfosquiment, pantalles amb sistemes de control continu de les condicions de treball ajustant la visió a les circumstàncies.

Aquest tipus de pantalles consten d'un sensor de llum que mesura la densitat de potència de l'arc voltaic oferint una visió òptima del cordó ajustant el grau de protecció automàticament. Aquestes pantalles permeten el treball més continuat, reduint parades i arrencades innecessàries i la necessitat del soldador de reajustar el rang de visió manualment.

## 7. IMPLANTACIÓ DE MILLORES

### 7.1. DISTRIBUCIÓ DE PLANTA

La planificació de la distribució de la planta es pot considerar una de les decisions més importants a l'hora d'obtenir la major eficàcia de treball tant de treballadors com de la maquinària emprada. Per a garantir la major productivitat i eficàcia del procés és necessari realitzar una separació del procés en petits centres de treball per al seu estudi i posterior disposició física dins de la instal·lació.

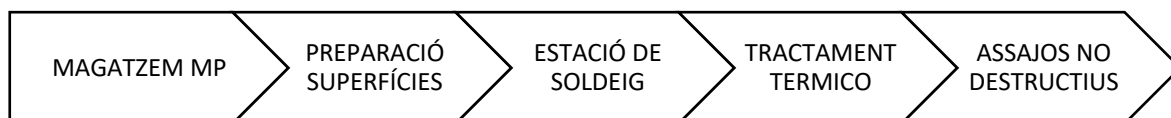
L'estudi d'aquests centres de treball haurà de tenir en compte aspectes com l'espai i capacitat que necessita, la seva configuració i la localització de l'espai. És necessari conèixer la totalitat dels factors en la distribució, així com la seva interrelació durant el procés de fabricació. Realitzant un estudi sobre el nostre procés constructiu podrem definir els centres de treball, d'aquesta manera podrem definir els aspectes importants presents en cadascun d'ells. Podem dividir-los en:

- Preparació superfícies: és la cèl·lula de treball encarregada de la realització dels talls de les canonades i la preparació de les superfícies a soldar mitjançant el refrendat de les cares i preparació del bisell necessari.
- Soldadura: àrea de treball en el qual es precedirà a la unió de les canonades mitjançant els diferents processos de soldadura.
- Tractaments tèrmics: àrea en la qual es realitzaran els possibles tractaments tèrmics a certes soldadures que les requereixin. Zona dotada de cavallets de subjecció y les adients resistències tèrmiques per l'escalfament de les unions
- Assajos no destructius: zona destinada al personal certificat d'empreses externes per a la inspecció de les unions soldades, dotada amb tot el material necessari de suport de les canonades.



Una vegada definit els nostres centres de treball i els aspectes bàsics de cadascun d'ells, passarem a buscar la millor disposició física d'aquests. Existeixen tres formes bàsiques de distribució en planta: les orientades al producte i associades a configuracions contínues o repetitives, les orientades al procés i associades a configuracions per lots, i les distribucions per posició fixa, corresponents a les configuracions per projecte.

Després de realitzar un estudi respecte a les tres diferents formes bàsiques, arribem a la conclusió que una disposició orientada al producte és la idònia per al nostre espai. Aquesta distribució, és l'adoptada quan la producció esta organitzada de manera repetitiva, en considerar-se una seqüència d'operacions, la distribució de planta se circumscriurà a la col·locació de la maquinària tan prop de la seva predecessora com sigui possible.



Mitjançant la utilització d'aquesta planificació de la disposició física obtindrem una reducció del temps de treball, una mínima manipulació dels materials i una simplificació dels sistemes de planificació i control de la producció, ajudant a garantir una major producció i una major eficàcia de treball tant dels operaris com de la maquinària.

Per a poder aprofitar tot l'espai del qual disposem, l'entrada de les matèries primeres es realitzarà per la porta situada en un dels laterals deixant el magatzem d'aquests materials situat en l'espai disponible entre la porta i l'extrem de la nau. Una vegada situada el nostre magatzem de matèries primeres, passarem a situar contiguament la zona de preparació de les superfícies.

Després de situar la zona de magatzematge i la de preparació prèvia a la realització de la soldadura, centrarem la nostra estació de soldadura en el centre de la nau, sent aquesta estació la que major espai ocupés. Aquesta estació, com seguidament

s'explicarà, constarà de diverses línies de producció entre les quals es buidarà un petit passadís pel qual es realitzarà el transport dels materials i peces soldades. El motiu pel qual deixarem aquest petit passadís, és per a realitzar aquesta operació amb la major seguretat possible i evitant passar per sobre de les zones de treball, evitant passar per zones en les quals es realitzi alguna activitat amb càrregues pesades.

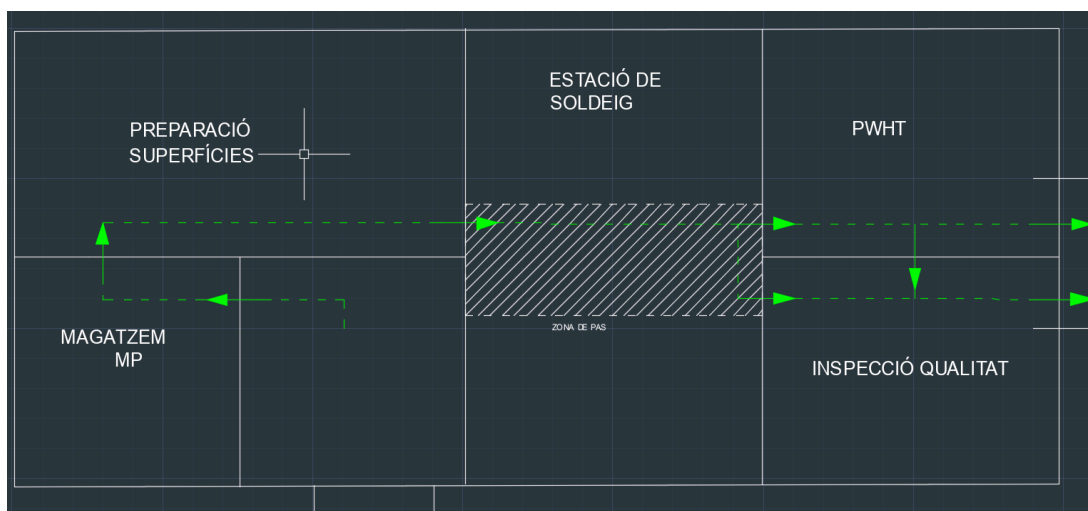


Figura 7.1: Distribució de planta

Finalment, en l'extrem oposat a la zona de magatzematge, dividirem l'espai en dues zones: una per als tractaments tèrmics i una altra per a la inspecció. El resultat final obtingut en totes dues zones, pot ser que, en certs casos, sigui la peça final ja que no totes les soldadures necessiten tractaments tèrmics ni totes necessiten una inspecció de qualitat, per aquest motiu totes dues zones estan situades amb sortida directa a l'altra porta de la nau.

## 7.2. ESTACIÓ DE SOLDEIG

En aquesta cèl·lula de treball, podem diferenciar dos aspectes sobre els quals aplicar les millores: maquinària i la distribució física d'aquesta en la cèl·lula de treball.

Quant a la maquinària, la soldadura és un procés en el qual intervenen un gran

nombre de variables i paràmetres de soldadura que afecten la qualitat i la possible aparició de defectes. Per aquesta raó, amb la implantació de millores en la maquinària, mitjançant l'ús de noves fonts d'energia i nous dispositius de soldadura, buscarem reduir la variabilitat present en el procés i buscar una major reproductibilitat d'aquest.

Respecte a les fonts d'energia, actualment trobem en el mercat sistemes de soldadura que estan equipats amb processadors d'alt rendiment i sistemes de bus d'alta velocitat perquè puguin processar, emmagatzemar i transmetre de forma digitalitzada durant tot el procés els paràmetres de treball. L'ús d'aquesta nova tecnologia beneficia notòriament la reproductibilitat dels cordons, podent guardar les condicions de treball en les quals es realitza la unió per a la utilització dels mateixos paràmetres de soldadura en posteriors treballs.

En relació als nous dispositius de soldadura, com s'ha estudiat en l'apartat anterior, la principal solució a aquest efecte de l'acció de la gravetat en el bany de fusió són els dispositius de soldadura orbital, però no tots els tipus de capçals són funcionals en la fabricació de canonada.



Figura 7.2 : Maquina de soldadura estacionaria

La soldadura de canonada industrial i dels seus components, no presenta un únic tipus d'unió, sinó que dins d'una mateixa línia presenta diverses soldadures amb diferents condicions de soldadura, trobem canvi de directrius i de components a soldar, no presenten les mateixes condicions de treball una unió tub-colze que una unió tub-brida. Per tant, haurem d'identificar tots els tipus d'unions que podrem trobar dins del nostre procediment i en relació a aquests seleccionar els tipus de capçals més idonis.

La major part de les soldadures a realitzar, els materials base de la unió seran un tub i un dels components de línia. Aquest fet no implica que únicament procedim a la unió de seccions rectes de tub a un dels seus components, sinó que, en un elevat número de cas procedim a la unió d'una part de la línia, composta per diverses seccions rectes de tub i components, a nous components o seccions de la línia. A causa de la nostra demanda de treball, procedirem a l'ús de màquina de soldadura estacionaria, de capçals oberts i de carros de soldadura, aconseguint així cobrir tota la gamma de possibles situacions de treball. La màquina orbital estacionaria estarà destinada a la unió de seccions rectes de tub amb components, i tant el capçal obert com el carro de soldadura estaran destinats a la resta de soldadures presents en la línia aprofitant la versatilitat i la possibilitat de treball en situacions de poc espai.



Figura 7.3: Posicionament del capçal

Els operaris encarregats dels sistemes de soldadura orbital seran els encarregats del correcte posicionament del capçal en el lloc de inici del treball desitjat.

El procediment de soldadura de canonades industrials, basa el seu procés de soldadura en dos tipus diferents de soldadura: el procés TIG i el procés MIG/MAG. La major part d'unions estan únicament realitzades mitjançant un procés concret a pesar que alguns procediments requereixen d'una combinació de tots dos.

Per aquest motiu, i amb la finalitat de garantir una major producció optimitzant els processos a realitzar, separarem els dos processos en línies de producció diferents, aprofitant així els avantatges de l'ús de fonts de soldadura específiques per a cada procés maximitzant la potència de soldadura per a obtenir soldadures de gran qualitat. En quants als procediments que combinen tots dos processos, procedirem a la creació d'una línia auxiliar amb components multitasca evitant les pèrdues de temps en el transport dels materials deguts al seu gran volum i pes.

Les línies de producció dels processos estaran compostes per una màquina de soldadura estacionaria i un joc dels diferents capçals que utilitzarem durant el nostre procés. Amb el que respecta a la línia multiprocés, únicament estarà dotada dels diferents capçals amb les fonts d'energia multiprocés corresponent, aquest fet es deu a l'estalvi d'espai i disminuir la inversió en una línia únicament requerida en una minoria de processos. Una dels avantatges d'afegir aquesta línia i que els components d'aquesta siguin multiprocés, és la possible utilització per a donar suport a les altres dues línies.

Després d'aquestes línies de producció disposarem d'un lloc habilitat per a la realització de les soldadures amb major complexitat i que els diferents dispositius de la línia no puguin dur a terme. Aquestes soldadures estran realitzades per soldadors qualificats de manera manual.

En aquesta secció, no hem d'oblidar-nos dels operaris encarregats del correcte funcionament i del correcte posicionament dels capçals en els punts de treball. A causa del treball exercit, aquests operaris són els que es troben exposats a majors concentracions de fums de soldadura i amb un major percentatge de sofrir trastorns

en la seva salut. Per aquest motiu, aquests operaris estaran dotats de pantalles de protecció personal amb respiració assistida i tecnologia d'anti-enfosquiment per a evitar la fatiga ocular i la ceguesa temporal.

### **7.3. IMPLANTACIÓ BIG DATA**

Les unions de soldadura estables i sense defectes són crucials perquè els productes fabricats funcionin de manera adequada i segura ja que els fabricants i usuaris d'aquests esperen una qualitat impecable i demostrable. Per aquest motiu, un assessorament continu de la qualitat del procediment és de vital importància mitjançant l'ús de sistemes especials de monitoratge i verificació.

Durant el procediment de soldadura, és recomanable no sols monitorar la qualitat del producte final sinó també el procés de producció per a agafar a temps possibles defectes que s'estiguin produint. Mentre es realitza un procés de soldadura, un operador pot variar els paràmetres de soldadura a mesura que va realitzant la unió, el voltatge, el corrent, la velocitat de filferro entre altres. Per aquesta raó, és important identificar clarament aquestes variacions monitorant el procés.

La recol·lecció massiva, l'emmagatzematge i el processament de dades, ofereix un gran potencial en aquesta àrea. La major part de la informació que és rellevant per a l'anàlisi, la documentació i l'optimització del procés es produeix dins dels sistemes de soldadura. Actualment en el mercat, les fonts d'energia estan equipades amb processadors d'alt rendiment i sistemes de bus d'alta velocitat perquè puguin processar, emmagatzemar i transmetre de forma digitalitzada durant tot el procés els paràmetres de treball.

Aquesta recol·lecció massiva de dades, se centrarà en la recopilació a través de les fonts d'energia presents en la planta. Per a l'anàlisi i optimització del procés, les dades a recollir seran els paràmetres de soldadura que poden modificar el nostre procés, tenint un major control del voltatge, el corrent i la velocitat de filferro ja que són els

paràmetres més significatius durant la realització d'una d'aquestes unions.

Un altre avantatge present en l'ús de BIG DATA, és la possibilitat de definir uns valors límit per als diferents paràmetres de soldadura. Amb aquesta opció, definirem les toleràncies marcades en les homologacions dels processos i si el valor d'un d'aquests paràmetres excedeix o cau per sota d'aquests límits, el sistema de soldadura vaig poder arribar a emetre un avís a l'operari i si fos necessari produir una detenció automàtica del procés. Aquesta funció que podem implementar en el nostre sistema, ens pot ajudar a protegir la qualitat de les nostres unions soldades.

Diámetro del hilo (mm)	Intensidad de soldadura (A)	
	Mín.	Máx.
0,8	60	200
1,0	80	300
1,2	120	380
1,4	150	420
1,6	225	550
2,0	300	650

Figura 7.4: Rang Intensitat en funció filferro

L'ús d'un gran nombre de sistemes de soldadura automatitzats ajudarà a treure un major partit a les dades recopilades durant el procés. Aquest fet afavorirà a la major optimització de la informació creant un entorn de producció xarxa totalment automatitzat. Un programari recopilarà i avaluarà en tot moment la informació procedent de totes les fonts d'energia possibilitant així la detecció de defectes en el procés en la pantalla de control.



Mitjançant l'ús d'aquest sistema centralitzat, podem crear i editar treballs de forma centralitzada, definint uns paràmetres comuns, i transferir-los als diferents equips de la xarxa, estalviant així temps enfront d'haver de programar les fonts de manera individual, on la vista o edició de les dades es fa per a cada sistema de soldadura. Aquest aspecte de la fabricació, brinda la possibilitat de l'estudi i la contínua millora dels processos de soldadura.

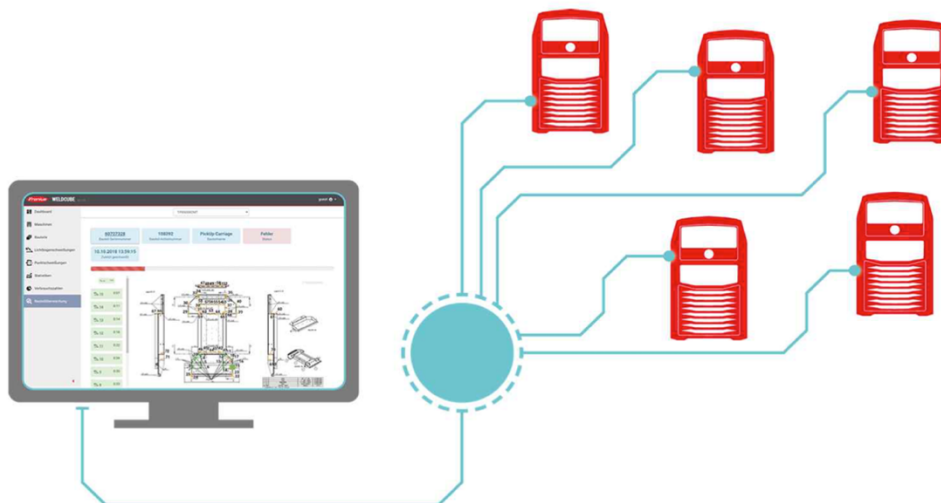


Figura 7.5: Sistema centralitzat de control de dades

La reproductibilitat que aconseguim mitjançant l'ús de fonts d'energia capaces de processar, emmagatzemar i transmetre informació més l'ús d'un sistema centralitzat de control, afavoreix a la disminució dels assajos no destructius necessaris. L'ús de treballs predeterminats i la implementació dels límits de tolerància, afavoreix a mantenir la qualitat de la soldadura reduint així la necessitat de controls de qualitat en finalitzar el procés.

Per a aprofitar al màxim la gran quantitat de dades obtingudes durant la producció, tota la informació rellevant ha d'estar present en forma digital i les estacions involucrades sempre han d'estar disponibles, per aquest motiu, la seguretat és un aspecte important.



Dins del mercat, podem trobar software de BIG DATA referits als equips de soldadura, com per exemple el sistema WeldConnect de l'empresa Fronius. [24]

#### 7.4. VENTILACIÓ

Pel que fa a la ventilació present en el cas d'estudi, podem observar com la ventilació localitzada és específica per a una única zona de treball i que quant a la ventilació general disposem únicament dels finestrals per a la renovació de l'aire present en l'entorn de treball. Tots dos factors compleixen amb el seu funcionament mantenint els nivells de contaminants, però podem implantar millores en el sistema.

Per a la millora de la ventilació localitzada, procedirem al canvi dels extractors fixos per unes campanes d'extracció mòbils que permeten situar la boca d'aspiració sobre el punt de treball. Mitjançant l'ús de braços articulats acoblats al conducte d'extracció connectat al ventilador aconseguirem una major captació dels fums de soldadura in situ. La disposició d'aquests dispositius d'aspiració, estaran situats sobre les línies de producció amb la possibilitat que si un treball el requereix la utilització de diversos d'ells gràcies a la mobilitat que ens proporcionen.



Figura 7.6: Campana d'extracció mòbil

Com hem esmentat prèviament, l'ús de finestrals per a la renovació ambiental de l'espai de treball compleix amb aquesta funció, però al seu torn presenta un gran inconvenient. Aquest es deu a la possibilitat de crear grans corrents d'aire perjudicials quant a mantenir la atmosfera inerta necessària per a dur a terme la unió. A causa d'aquest problema, per a evitar la formació de grans corrents d'aire, procedirem a la col·locació ventilació mecànica. Aquest tipus de ventilació està basat en aconseguir una renovació ambiental total del local mitjançant corrents d'aire estratègiques creades mitjançant ventiladors que extreguin i introdueixin aire de l'exterior. Per a la creació d'aquests corrents, disposarem quatre ventiladors mecànics: dos d'ells que extreguin aire i els restants que ho introdueixin. La situació d'aquests ventiladors estarà en els extrems de la nau, col·locant els extractors en un costat i els introductors d'aire en el contrari.



Figura 7.7: Mesurador qualitat aire

Quant a l'ús d'aquesta ventilació no ha de ser sempre necessària, ja que si mitjançant la ventilació localitzada aconseguim controlar els nivells de contaminants seriosa innecessari l'ús de la ventilació mecànica. Per aquest motiu, per a controlar els nivells de contaminants dins de l'ambient de treball, procedirem a la instal·lació d'uns

mesuradors de qualitat de l'aire per a mantenir un mostreig continu.

Aquest tipus de mesuradors, ja incorporen mecanismes de comunicació per a de manera remota poder saber en tot moment les condicions presents, gràcies a aquesta oportunitat de mercat, podem introduir d'una manera senzilla els nostres mesuradors dins del sistema centralitzat encarregat del control de la maquinària de soldadura.

Mitjançant el programari de control podem definir uns límits sobre els quals la ventilació mecànica comenci i acabi de funcionar podent controlar així tot el nostre sistema de ventilació general mitjançant la pantalla de control general.

#### **7.4.1. CÀLCUL RENOVACIÓ DE L'AIRE**

Al moment que hem de triar un ventilador per a la renovació d'aire d'un local s'han de tenir en compte diversos factors: el cabal, volum d'aire necessari per a ventilar l'espai, i la pressió necessària per a vèncer la resistència que ofereix la instal·lació.

Per a ventilar o renovar l'aire d'un local, haurem d'aportar aire per un extrem de la nau i extreure'l per l'oposat. Està aportació d'aire dependrà de l'activitat o de l'ús que es realitza a l'interior del local, les alteracions que sofreix l'aire i la calor i impureses que es desprenen durant l'activitat.

##### **7.4.1.1. Categories de qualitat de l'aire**

El Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE), en funció de l'edifici o local, estableix diferents categories en la qualitat d'aire interior (IDA) que s'hauran d'aconseguir.

- **IDA 1:** és la categoria de qualitat òptima de l'aire. S'exigeix en edificis d'ús molt sensibles, com hospitals, clíniques, laboratoris, etc.
- **IDA 2:** significa una qualitat d'aire bona.
- **IDA 3:** qualitat d'aire mitja. Tipus d'aire vàlid per la gran majoria d'edificacions, com edificis comercials, cines, hotels, restaurants, etc.
- **IDA 4:** correspon a un tipus de qualitat baixa

El nostre objecte de estudi tindrà una IDA 4, per la presència de residus perillosos

procedents dels processos de soldeig.

#### 7.4.1.2. Cabal mínim d'aire exterior de ventilació

En funció d'aquests factors, es podrà determinar el numero de renovacions que requereix un local, és el denominat R/H. La normativa DIN 1946 indica el numero aconsellable de renovacions en locals tipus. Quant al sector industrial, observem que aconsellen un major numero de renovacions per hora. Concretant en un taller de soldadura, les renovacions d'aire per hora aconsellables es troben entre unes 20 i 30.

Tenint en compte que en un taller de soldadura es recomana entre 20 i 30 renovacions per hora, prendrem com a mitjana 25 renovacions per al calculo del cabal necessari.

$$Q_{min} = V * R/H \quad \text{amb } V = S * altura$$

Aplicant la formula del cabal i amb l'aproximació de les renovacions per hora, obtenim un cabal mínim de 125.000 m<sup>3</sup>/hora, amb un  $V = 5000\text{m}^3$ .

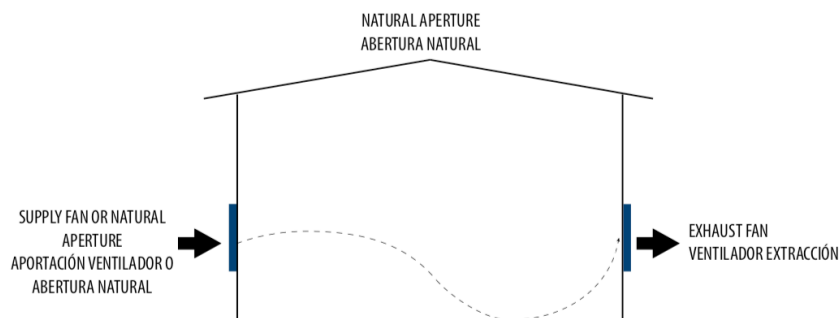


Figura 7.8: Esquema renovació aire

Una vegada calculat el cabal mínim d'aire exterior, quan un local desenvolupa activitats en les quals les persones intervenen, les exigències de renovació d'aire són majors. Com més contaminat està l'ambient de treball, els valors de renovació d'aire hauran de ser encara majors. Segons el tipus de local, els metres cúbics d'aire aportat seran diversos. Per a un taller o fàbrica, el cabal per persona establert aquesta

determinat entre uns 60 i 150 metres cúbics d'aire per persona. En tractar-se d'un taller de soldadura, optarem per un major cabal.

$$Q_{total} = Q_{min} + n^{\circ} \text{personas} * 140$$

Aplicant aquesta formula, dependent del nombre d'operaris, obtindrem el caudal mínim d'aire exterior necessari que haurà d'aportar el sistema de ventilació. Que per a un nombre de onze operaris serà de 126.540 m<sup>3</sup>/h.

Per fer front a aquesta demanda d'aire exterior, els dispositius que instal·larem tindran una capacitat de setanta mil metres cúbics de cabal per obtenir una introducció d'aire superior a la mínima demandada.

#### 7.4.1.3. Aire d'extracció

Igualment, l'aire d'extracció procedent de l'interior de l'edifici es classifica en funció de l'ús dels locals o dependències de l'edifici del qual provenen. D'aquesta forma es tenen les següents categories per a l'aire d'extracció:

- **AE 1:** es correspon amb un aire extret que té un baix nivell de contaminació. Solen procedir de locals i dependències on les emissions més importants de contaminants procedeixen dels mateixos materials de construcció i de decoració que constitueixen la sala, a més de les persones. Són locals on està prohibit fumar.
- **AE 2:** aire extret amb un moderat nivell de contaminació. Procedeixen de locals ocupats amb més contaminants que la categoria anterior, i a més no està prohibit fumar.
- **AE 3:** aire d'extracció amb alt nivell de contaminació. Procedeix de locals on s'emmagatzemen o produeixen productes químics, on existeix humitat, etc.
- **AE 4:** aire d'extracció amb molt alt nivell de contaminació. És aire que conté substàncies oloroses i contaminants perjudicials per a la salut a partir de determinades concentracions.

Pel que fa a la nostra nau industrial, presenta una AE 4, ja que l'aire extret a l'exterior

podrà presentar concentracions de residus perillosos produïts durant el nostre procediment constructiu. Per aquest motiu, els nostres extractors hauran de presentar dispositius de filtratge per a impedir la difusió aquestes concentracions a l'atmosfera.

## **8. PRESSUPOST**

El resum general del pressupost, per un nombre de 11 operari, es el següent:

1. EQUIPS DE SOLDADURA	58900 euros
2. SISTEMA DE VENTILACIÓ	42321,3 euros
3. DISPOSITIUS EPI	12500 euros
4. IMPLANTACIÓ BIG DATA	900 euros/mes + mant

TOTAL	113.721 euros
-------	---------------

El pressupost total del equips del projecte ascendeix a cent tretze mil set-cents vint i un euros més la suma total de la implantació del software de control. Per el càlcul del pressupost en equips de soldadura i en dispositius EPI, s'ha utilitzat unes dades aproximades cedides per diferents proveïdors.

El pressupost d'obra i instal·lació dels equips, així com la canalització de l'aire, la instal·lació de la fibra de control i el sistema elèctric necessari ascendeix a un vint i set mil set-cents cinquanta euros més la mà d'obra que es paga a trenta euros per hora. Obtenint un pressupost total:

TOTAL	141.472 euros
-------	---------------

## 9. IMPACTE AMBIENTAL I SOCIAL

Els diferents processos de fabricació generen una sèrie de residus i emissions que afecten significativament el medi ambient. És important conèixer l'impacte ambiental produït per a tractar, sempre que sigui possible, de minimitzar-lo.

El nostre procés de fabricació consta de diverses activitat perjudicial per al medi ambient, aquestes etapes son: la preparació de les superfícies i la soldadura. A partir de la implementació de les millores, actuarem sobre aquest aspectes ambiental per tal de reduir la seva propagació al medi ambient.

	ACTIVITATS	IMPACTE AMBIENTAL
<b>SOLDADURA</b>	Soldadura TIG	- Emissió de gasos i partícules en suspensió
	Soldadura MIG/MAG	- Residus de escòria i elèctrodes
<b>PREPARACIÓ DE SUPERFÍCIES</b>	Arrancada de virutas	- Partícules de pols en suspensió - Residus sòlids

Pel que fa a l'impacte social, la implementació de les millores esmentades el principal àmbit d'impacte es sobre la salut, amb la reducció de la incidència d'afeccions oculars y respiratòries. Aquest aspecte es deu a la introducció de millores en les pantalles de soldadura, proporcionant una major protecció enfront als residus generats, i al nou sistemes de ventilació, tant localitzat com general, que ajuda a mantenir una bona atmosfera de treball.



## **Conclusions**

Tal com aquest treball explica, el mercat industrial aquesta sotmès a un continu avanç tecnològic i logístic per a aportar a la gran varietat d'empreses dels diversos sectors un conjunt de solucions, dotant a aquestes la possibilitat d'una major eficàcia de treball. A causa d'aquesta major eficàcia, aquestes empreses sofreixen una optimització del treball reduint costos i temps d'espera ajudant així a augmentar la productivitat.

Aquesta contínua anàlisi i estudi dels diversos problemes dins de les empreses, no sols influeixen en les seves línies d'operació, sinó també trobem millores destinades a la major comoditat dels operaris i, en el cas de la necessitat d'ús de dispositius individuals de protecció, una major seguretat enfront de les inclemències presents en cada activitat.

Respecte al món de la soldadura, observem una gran millora quant als processos de soldadura i les seves actuacions en situacions de difícil pràctica. Aquest sector, generalment molt artesà, cada vegada troba millors solucions per a les dificultats presents, així com la possibilitat d'una major automatització dels processos amb l'ajuda de les màquines de soldadura autònomes i la implantació del control mitjançant un sistema centralitzat.

De la contínua millora dels mètodes de treball, part la necessitat de les empreses d'estar en un continu estudi de mercat i en contínua cerca de nous avanços que proporcionin un major benefici.



## **Agraïments**

En primer lloc, m'agradaria agrair al tutor del present projecte, Lluís Andreu Garbayo, per la confiança dipositada en mi per realitzar aquest treball, per la ajuda rebuda, ací com pels consells atorgats durant tota la durada del treball.

També vull agrair el suport incondicional que mostra tota la meva família, animant-me i ajudant-me sempre que és necessari.

## **Bibliografia**

### **Bibliografia complementària**

- [1] CODESOL, *Cabezales abiertos de soldadura, catalogo*. Disponible a: <https://codesolcatalogo.nutec.cloud/Documentos/2.0%20PRODUCTOS/2.4%20Orbital/2.4.1%20SOLDADURA%20ORBITAL/2.4.1.3%20Cabezales%20abiertos%20tubo%20a%20tubo/2.4.1.3.1%20ORBIWELD%20TP.pdf>
- [2] SOLDADURAS SPARKWELD, *Tratamientos térmicos*. Disponible a: <https://sparkweld.wordpress.com/2017/02/16/tratamientos-termicos/>
- [3] TWI GLOBAL, *Metal Iner Gas (MIG) welding – Process and Applications*. Disponible a: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/mig-welding-004>
- [4] TWI GLOBAL, *Health, safety and accident prevention – Control of welding fume*. Disponible a: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/job-knowledge/health-safety-and-accident-prevention-control-of-welding-fume-032>
- [5] ESAB WELDING, *Basic welding filler metal technology*. Disponible a: [https://www.esabna.com/euweb/awtc/lesson1\\_1.htm](https://www.esabna.com/euweb/awtc/lesson1_1.htm)
- [6] CONSTRUMATICA, *Trabajos de soldadura*. Disponible a: [https://www.construmatica.com/construpedia/Trabajos\\_de\\_Soldadura](https://www.construmatica.com/construpedia/Trabajos_de_Soldadura)
- [7] REFINING COMMUNITY, *Tratamiento térmico post-soldadura*. Disponible a: <https://refiningcommunity.com/wp-content/uploads/2017/07/Tratamiento-termico-post-soldadura-de-coke-drums-en-servicio-y-de-nueva-fabricacion-Kovach-Boswell-Martinez-Couso-Stress-Engineering-Services-Idesa-DCU-Rio-de-Janiero-2009.pdf>
- [8] KOBELCO WELDING, *El ABC de la soldadura, PWHT determina*. Disponible a: [https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC\\_2001-02.html](https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC_2001-02.html)

- [9] KOBELCO WELDING, *El ABC de la soldadura, Pre-calentamiento y Post-calentamiento: Propositos y Procedimientos*. Disponible a: [https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC\\_2002-04.html](https://www.kobelco-welding.jp/espanol/education-center/abc/ABC_2002-04.html)
- [10] KOBE STEEL, LTD, *Essential factors in gas shielded metal arc welding*. Disponible a: [https://www.kobelco-welding.jp/espanol/images/education-center/pdf/GMAW\\_5Ed.pdf](https://www.kobelco-welding.jp/espanol/images/education-center/pdf/GMAW_5Ed.pdf)
- [11] KOBE STEEL, LTD, *Weld imperfections and Preventive measures*. Disponible a: [https://www.kobelco-welding.jp/espanol/images/education-center/pdf/Defect\\_5Ed.pdf](https://www.kobelco-welding.jp/espanol/images/education-center/pdf/Defect_5Ed.pdf)
- [12] *The basics of industrial piping System valves*, por Jorge Solorio, Setembre de 2018. Disponible a: <https://www.corzan.com/blog/the-basics-of-industrial-piping-system-valves>
- [13] ESAB WELDING, *Factores fundamentales para obtener una buena soldadura*. Disponible a: <https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/factores-fundamentales-para-obtener-una-buena-soldadura.cfm>
- [14] DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, *Introducción al proceso de "piping"*. Disponible a: <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/introduccion-al-proceso-de-piping>
- [15] METALMECÁNICA, *Preparación de bordes para soldadura en calderería de pequeñas y grandes dimensiones*. Disponible a: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/53016-Preparacion-de-bordes-para-soldadura-en-caldereria-de-pequenas-y-grandes-dimensiones.html>
- [16] AEPSAL, *Soldadura y humos metálicos*. Disponible a: <https://www.aepsal.com/soldadura-y-humos-metalicos/>
- [17] FRONIUS, *Documentación y análisis, todos los datos de soldadura bajo control*. Disponible a: <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/el-mundo-de-la-soldadura/documentacin-de-datos-de-soldadura>

## **Productes**

- [18] CODESOL, Productos. Disponible a: <https://www.codesol.com/productos/>
- [19] LINCOLN ELECTRICS, Pantallas de soldadura. Disponible a: <https://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/welding-gear/helmets/Pages/helmets.aspx>
- [20] LINCOLN ELECTRICS, Control de humos. Disponible a: <https://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/weld-fume-control/Pages/weldfumecontrol.aspx>
- [21] LINCOLN ELECTRICS, Equipos multiproceso. Disponible a: <https://www.lincolnelectric.com/es-es/equipment/multi-process-welders/Pages/multi-process-welders.aspx>
- [22] FRONIUS, Lista de productos, Automatismos. Disponible a: <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/lista-de-productos?filter=2862>
- [23] 3M, Cascos de soldadura. Disponible a: [https://www.3m.com/es/3M/es\\_ES/empresa-es/todos-productos-3m/~/Todos-los-productos-3M/Equipos-de-Protección-Individual/Soldadura/Cascos-de-soldadura/?N=5002385+8711017+8711405+8720539+8720551+8720790&rt=r3](https://www.3m.com/es/3M/es_ES/empresa-es/todos-productos-3m/~/Todos-los-productos-3M/Equipos-de-Protección-Individual/Soldadura/Cascos-de-soldadura/?N=5002385+8711017+8711405+8720539+8720551+8720790&rt=r3)
- [24] FRONIUS, Weldconnect. Disponible a: <https://www.fronius.com/es/latin-america/tecnologia-de-soldadura/productos/productos-digitales/productos-digitales/weldcube/weldcube-basic>

## **Normativa**

- [25] AENOR, Buscador de normas. Disponible a: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas#>

## **Figures**

- 3.1 Font: Honiron. <https://www.honiron.com/designing-condensate-piping->

- [systems-5-factors-consider/](#) consultat dia: 8/10/2019
- 3.2 Font: Ilmo. <https://ilmo.es/especialistas-en-soldadura-en-15085/>  
consultat dia: 2/1/2020
- 3.3 Font: Herreros Argentinos.  
<https://www.herrerargentinos.com.ar/articulo-96-soldadura-manual-de-metal-por-arco/> consultada dia: 2/1/2020
- 4.1 Font: Carbueros.  
<http://www.carbueros.com/~media/Files/PDF/microsites/welders-handbook/231-18-039-ES-Welders-ManualDelSoldador.pdf>  
consultada dia: 2/1/2020
- 4.2 Font: Metalmecánica  
<https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/53016-Preparacion-de-bordes-para-soldadura-en-caldereria-de-pequenas-y-grandes-dimensiones.html> consultada dia:2/1/2020
- 4.3 Font: AENOR  
<https://portal.aenormas.aenor.com/aenor/visor.asp?pidnorma=087057057062059062065063-715391883&pidioma=ES&pidtipo=N#page=10>  
consultada dia:2/1/2020
- 4.4 Font: Jet-Arco España <https://jet-arco.com/soldadura-tig/> consultada dia: 4/1/2020
- 4.5 Font: Jet-Arco España <https://jet-arco.com/soldadura-mig-mag/>  
consultada dia: 4/1/2020
- 4.6 Font: Carbueros  
<http://www.carbueros.com/~media/Files/PDF/microsites/welders-handbook/231-18-039-ES-Welders-ManualDelSoldador.pdf> consultada dia: 2/1/2020
- 4.7 Font: PWHT-heat <http://www.pwht-heat.com/heater/pwht-heater/post-weld-heat-treating-equipment.html> consultada dia:2/1/2020
- 4.8 Font: Sparkweld  
<https://sparkweld.wordpress.com/2017/02/16/tratamientos-termicos/>  
consultada dia: 3/1/2020
- 4.9 Font: Arcoweld <http://arcoweld.pe/servicio/inspeccion-visual/>  
consultada dia: 4/1/2020
- 4.10 Font: Ferrepro <http://ferrepro.mx/control-de-calidad-inspecciones-con-ensayos-no-destructivos-end/> consultada dia: 3/1/2020
- 6.1 Font: Direct Industry <https://www.directindustry.es/prod/orbitec->

- [gmbh/product-165773-1829772.html](https://www.gmbh.com/product-165773-1829772.html) consultada dia: 2/1/2020
- 6.2 Font: De Maquinas y Herramientas  
<https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/introduccion-al-proceso-de-piping> consultada dia: 2/1/2020
- 6.3 Font: 3m [https://www.3m.com.es/3M/es\\_ES/empresa-es/todos-productos-3m/~/Todos-los-productos-3M/Seguridad/Seguridad-personal/Equipos-de-Protección-Individual/Soldadura/Sistemas-de-protección-respiratoria-para-soldadores/?N=5002385+8709322+8711017+8711405+8720539+8720551+8720747&rt=r3](https://www.3m.com.es/3M/es_ES/empresa-es/todos-productos-3m/~/Todos-los-productos-3M/Seguridad/Seguridad-personal/Equipos-de-Protección-Individual/Soldadura/Sistemas-de-protección-respiratoria-para-soldadores/?N=5002385+8709322+8711017+8711405+8720539+8720551+8720747&rt=r3) consultada dia: 2/1/2020
- 7.2 Font: Fronius <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/productos/automatismos/aplicaciones/aplicaciones-de-soldadura-múltiple/tuber%C3%ADasbridasaccesoriosválvulas/tuber%C3%ADasbridasaccesoriosválvulas> consultada dia: 2/1/2020
- 7.3 Font: Direct Industry <https://www.directindustry.es/prod/orbitalum-tools-gmbh/product-31955-488587.html> consultada dia: 4/1/2020
- 7.4 Font: Carburos  
<http://www.carburos.com/~media/Files/PDF/microsites/welders-handbook/231-18-039-ES-Welders-ManualDelSoldador.pdf>  
consultada dia: 2/1/2020
- 7.5 Font: Fronius <https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/el-mundo-de-la-soldadura/documentacin-de-datos-de-soldadura> consultada dia: 2/1/2020
- 7.6 Font: AEPSAL <https://www.aepsal.com/humos-soldadura-riesgo-cancerigeno/> consultada dia: 3/1/2020
- 7.7 Font: FLUKE  
[http://www.isotest.es/web/Soporte/fluke/catalogos/FLUKE\\_975.pdf](http://www.isotest.es/web/Soporte/fluke/catalogos/FLUKE_975.pdf)  
consultada dia: 4/1/2020
- 7.8 Font: Casals fans of innovation  
[https://www.casals.com/assets/uploads/editor/file/renovacion\\_de\\_aire\\_en\\_locales\\_tipicos\\_casals.pdf](https://www.casals.com/assets/uploads/editor/file/renovacion_de_aire_en_locales_tipicos_casals.pdf) consultada dia: 3/1/2020



## **ANNEXE A - Normativa**

- **ASME B31** - Norma de canonades a pressió: Requeriments mínims per al disseny, materials, fabricació, construcció, proves, i inspecció per als sistemes de canonades.
- **API 51** - Indústries del petroli i del gas natural: Canonada d'acer per a sistemes de transport per canonada
- **EN 13480** - Codi europeu metàl·lic per a canonades industrials
- **UNE-EN ISO 9692-1:2014** → Soldadura i processos afins. Tipus de preparació d'unions. Part 1: Soldadura per arc amb elèctrodes revestits, soldadura per arc protegit amb gas i elèctrode d'aportació, soldadura per flama, soldadura per arc amb gas inert i elèctrode de wolframi i soldadura per feix d'alta energia d'acers.
- **UNE-EN ISO 9692-3:2016** → Soldadura i tècniques afins. Tipus de preparació de les unions. Part 3: Soldadura MIG i TIG de l'alumini i els seus aliatges.
- **UNE-EN ISO 9692-4:2004** → Soldadura i tècniques afins. Recomanacions per a la preparació de les unions. Part 4: Acers plaquejats
- **UNE-EN ISO 17637:2017** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Examen visual d'unions soldades per fusió.
- **UNE-EN ISO 23277:2015** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Assaig mitjançant líquids penetrants. Nivells d'acceptació.
- **UNE-EN ISO 23279:2018** → Assaig no destructiu d'unions soldades. Assaig per ultrasons. Caracterització de les discontinuïtats en les soldadures.

**ANNEXE B – Pressupost**

<b>VENTILACIÓ</b>	Uds	Preu	Total
Mesurador qualitat aire	5	2500	12500
Ventilador helicoidal	2	4651,2	9302,4
Extractor helicoidal	2	4259,45	8518,9
Campanes extractores	6	2000	12000
<b>TOTAL</b>			<b>42321,3</b>

<b>DISPOSITIUS EPI</b>	Uds	Preu	Total
Pantalles automàtiques	11	1000	11000
Pantalles manuals	5	300	1500
<b>TOTAL</b>			<b>12500</b>

<b>EQUIPS SOLDADURA</b>		Uds	Preu	Total
SOLDADURA ORBITAL	Màquina estacionaria	2	20000	40000
	Capçal obert	5	1500	7500
	Carros soldadura	5	1000	5000
	TIG	4	500	2000
FONTS ENERGIA	MIG	4	500	2000
	MULTIPROCES	2	1200	2400
<b>TOTAL</b>				<b>58900</b>

## **ANNEXE C**

Fitxes tècniques de alguns dels possibles dispositius a implantar.



### **DATOS TÉCNICOS PARA UNA UNIDAD DE FILTRO DE VENTILADOR**

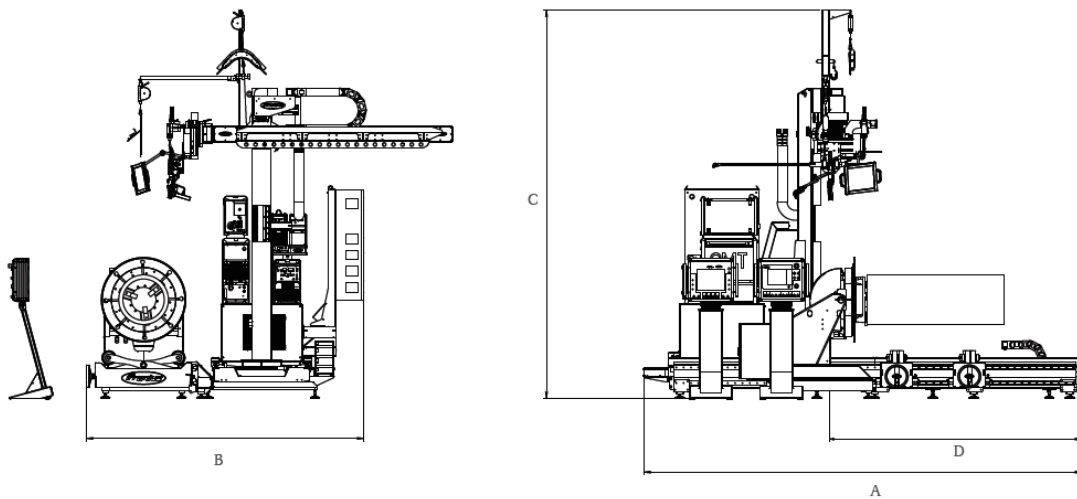
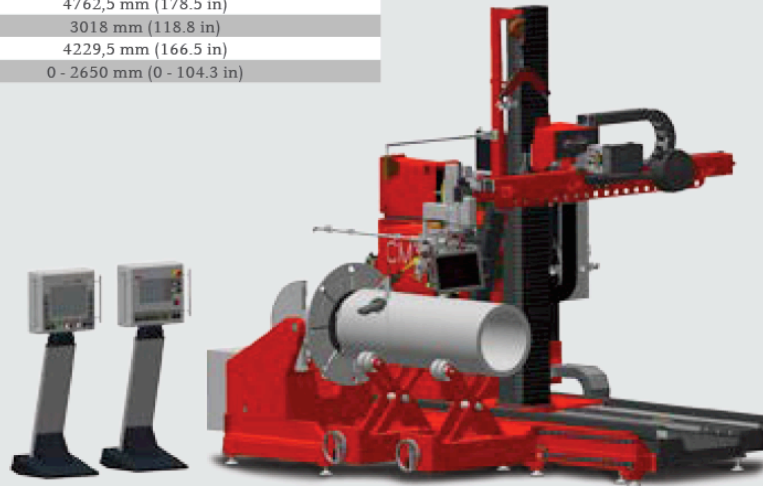
Factor de protección	TH3 (EN 12941)
Regulación del flujo de aire	Stufe 1: min. 150 l/min Stufe 2: min. 200 l/min Stufe 3: min. 250 l/min
Nivel de ruido	máx. 70 dbA
Peso	1560 g (incluyendo filtro, correa y batería)
Dimensiones	222 x 213 x 92,6 mm (LxWxH)

### **DATOS TÉCNICOS PARA CASCOS DE AIRE FRESCO**

	Vizor 4000 Professional Air/3	Vizor 4000 Plus Air/3
Clasificación	1/1/1/1	1/1/1/2
Selección del grado de protección manual	5-9/9-13	8-12
Grado de protección en modo abierto	4	2,5
Filtro de color verdadero		✓
Regulador de retraso de apertura continua	0,1 s – 2,0 s	0,05 s – 1,0 s
Modo de esmerilado		✓
Guía del sensor		✓

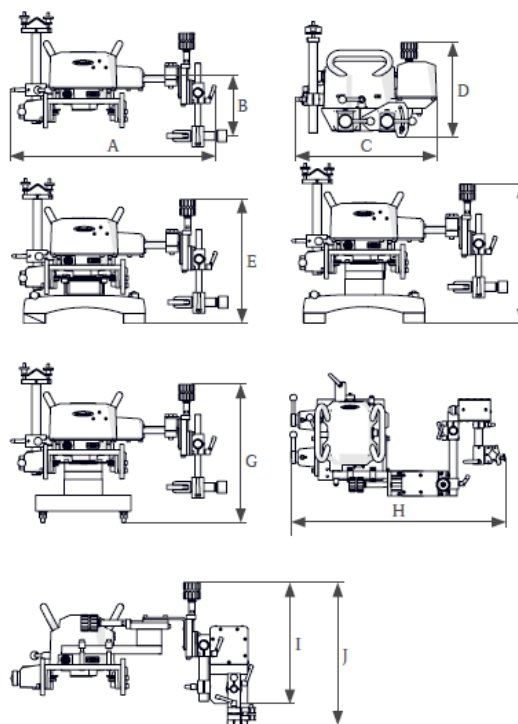
**TECHNICAL DATA**

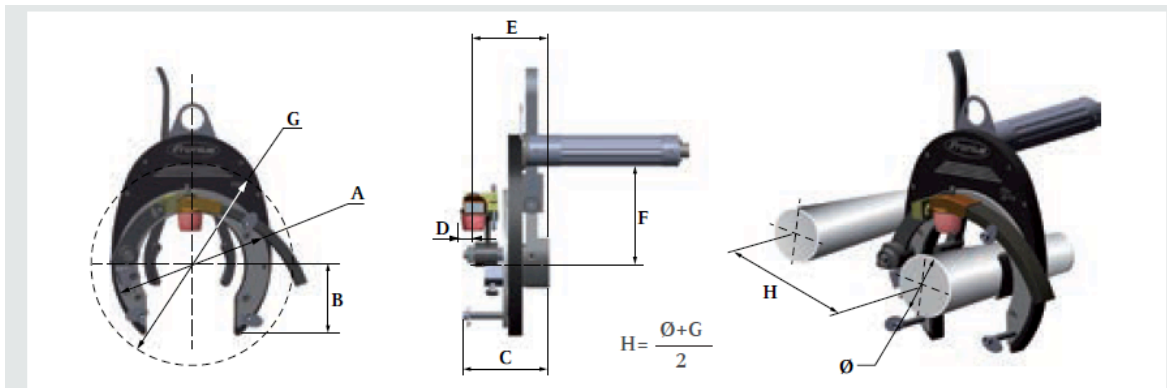
<b>FMW</b>	
Welding process	MIG-MAG/CMT/TIG/PLASMA/COLDWIRE/HOTWIRE
Mains voltage 50 - 60 Hz (excl. positioner)	3 x 400 V/63 A
Hollow shaft (gripper chuck)	270 mm (10.6 in)
Work piece diameter (gripper chuck)	50 - 540 mm (2 - 21.3 in)
Work piece length	max. 2500 mm (98.4 in)
Work piece weight	max. 1000 kg (2204.6 lb)
Overall weight	4500 kg (9920.8 lb)
<b>DIMENSIONS</b>	
A (length)	4762,5 mm (178.5 in)
B (width)	3018 mm (118.8 in)
C (height)	4229,5 mm (166.5 in)
D (base travel)	0 - 2650 mm (0 - 104.3 in)




## DATOS TÉCNICOS

FLEXTRACK 45 PRO	
<b>CARRO</b>	
Posición de soldadura	PA, PB, PC, PF, PG
Mínimo espesor de material	4 mm
Velocidad de desplazamiento horizontal	5 - 300 cm/min
Velocidad de desplazamiento vertical	5 - 250 cm/min
Tiempo de relleno de cráter	0 - 5 seg
Máx. capacidad de carga horizontal/vertical	45/30 kg
Peso (Sin soporte antorcha)	8,5 kg
Valor de protección de entrada IEC	IP 23
Temperatura de trabajo	0 - 50 °C
<b>ARMARIO ELÉCTRICO</b>	
Tensión de red 50 - 60 Hz	115/230 V
Fuente de alimentación	24 V DC
Peso (sin cables)	4,5 kg
Valor de protección de entrada IEC	IP 23
<b>CONTROL REMOTO</b>	
Longitud cable	10 m
Peso (sin cable)	1,5 kg
Valor de protección de entrada IEC	IP 23
Temperatura de trabajo	0 - 50 °C
<b>DIMENSIONES</b>	
A (con OSC lineal)	469 - 556 mm
(sin OSC lineal)	452 - 542 mm
B (con OSC lineal)	56 - 240 mm
(sin OSC lineal)	80 - 263 mm
C (con OSC lineal)	357 mm
(sin OSC lineal)	342 mm
D (con OSC lineal)	239 mm
(sin OSC lineal)	270 mm
E (altura total con configuración de raíl recto rígido)	313 mm
F (altura total con puente magnético)	310 - 408 mm
G (altura total con puente con pies de tornillo)	310 - 408 mm
H (con OSC radial)	543 - 653 mm
(sin OSC radial)	452 - 542 mm
I (con OSC radial)	191 - 311 mm
(sin OSC radial)	80 - 263 mm
J (con OSC radial) L (altura)	243 - 363 mm



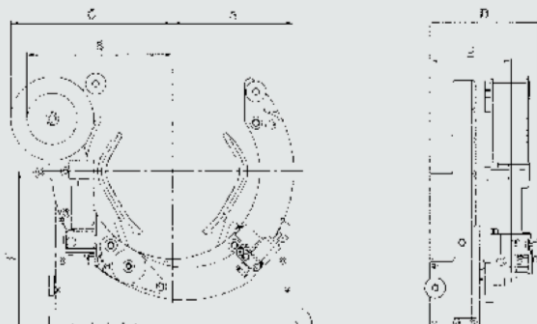


ORBITAL WELD HEAD	FOH 8-40	FOH 10-76	FOH 20-114	FOH 40-168	ORBITAL WELDING TORCH	TTGO	TTWO
Tube outer-Ø	8 - 40 mm (0.31 - 1.57 in)	10 - 76 mm (0.39 - 2.99 in)	20 - 114 mm (0.79 - 4.49 in)	40 - 168 mm (1.57 - 6.14 in)	Duty cycle	DC 100% 60 A DC 60% 80 A DC 35% 100 A	DC 100% 200 A AC 100% 140 A
A	90 mm	142 mm	200 mm	300 mm	Electrode-Ø	2,4 / 3,2 mm (0.09 / 0.13 inch)	2,4 / 3,2 mm (0.09 / 0.13 inch)
B	40 mm (1.57 in)	64 mm (2.52 in)	90 mm (3.54 in)	134 mm (5.28 in)	Cooling	Gas	Water
C	95 mm (3.74 in)	108 mm (4.25 in)	111 mm (4.37 in)	111 mm (4.37 in)	Net weight hose pack	1,9 kg (4.19 lbs)	1,9 kg (4.19 lbs)
D	7 mm (0.28 in)	7 mm (0.28 in)	7 mm (0.28 in)	10 mm (0.39 in)	<b>WIRE FEED</b>		
E	77 mm (3.03 in)	91 mm (3.58 in)	91 mm (3.58 in)	91 mm (3.58 in)	Wire speed	<b>KD 4000 D-11</b> 0,1 - 11 m (3.94 - 433.07 in) /min	
F	66 mm (2.56 in)	90 mm (3.54 in)	130 mm (5.12 in)	185 mm (7.28 in)	Wire drive	4-rolls drive	
G max.	120 mm (4.72 in)	230 mm (9.06 in)	260 mm (10.24 in)	400 mm (15.75 in)	Standard: Feed rollers Optional: Range of wire-Ø	1,0 H Profi 0,8 - 1,2 mm (0.03 - 0.05 in)	
Net weight (without hose pack)	1,87 kg (4.12 lb)	2,39 kg (5.27 lb)	3,97 kg (8.75 lb)	6,96 kg (15.34 lb)	Wire coils-Ø	max. 300 mm (11.81 in)	
 / Watch the video on our YouTube channel.					Wire coil weight	max. 16 kg (35.27 lb)	
					Type of wire coils	all standardized coils	
					Dimensions l/w/h	650 x 290 x 410 mm (25.59 x 11.42 x 16.14 in)	
					Weight	15,7 kg (34.61 lb)	

MODELO	TP 250	TP 250	TP 400	TP 400	TP 400	TP 600	TP 600	TP 600	TP 1000	TP 1000	TP 1000
Con aliment. hilo en frío (KD):		KD4		KD3-100	KD3-100		KD3-100	KD3-100		KD3-100	KD3-100
Con control voltaje arco (AVC) y oscilación (OSC):					AVC/OSC			AVC/OSC			AVC/OSC
Código	811000001	811000005	812000001	812000006	812000002	813000001	813000005	813000002	814000001	814000005	814000002
Rango de aplicación	[mm] (12)"/22-77 [inch] (0.472)"/	(12)"/22-77 (0.472)"/	(15)"/30-115 (0.591)"/	(15)"/30-115 (0.591)"/	(15)"/30-115 (0.591)"/	70 - 170 2.756 - 6.693	70 - 170 2.756 - 6.693	70 - 170 2.756 - 6.693	120 - 275 4.724-10.827	120 - 275 4.724-10.827	120 - 275 4.724-10.827
Longitudes electrodos	[mm] 18 - 32 [inch] 0.709-1.260	18 - 32 0.709-1.260	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165	30 - 55 1.181-2.165
Diámetro de hilo *	[mm] 0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**	0.8/ 1.0**
	[inch] 0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**	0.031/ 0.039**
Peso de la máquina con set de manguera	[kg] 7.0 [lbs] 15.4	8.9 19.6	11.0 24.3	12.5 27.6	15.2 33.5	13.7 30.2	15.2 33.5	18.9 41.7	22.5 49.6	24.0 52.9	28.7 63.3
Longitud set manguera	[m] 7.5 [ft] 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6	7.5 24.6
Dimensión "A"	[mm] 86.00 [inch] 3.386	86.00 3.386	108.00 4.252	108.00 4.252	150.00 5.906	147.00 5.787	147.00 5.787	185.00 7.283	215.00 8.465	215.00 8.465	245.00 9.646
Dimensión "B", sin Alimentador en frío KD:	[mm] 86.00 [inch] 3.386	86.00 3.386	108.00 4.252	-	-	147.00 5.787	-	-	215.00 8.465	-	-
Dimensión "C", con Alimentador en frío KD:	[mm] - [inch] -	-	-	180.00 7.087	175.00 6.890	-	196.00 7.717	215.00 8.465	-	237.00 9.331	274.00 10.787
Dimensión "D"	[mm] 85.00 [inch] 3.346	85.00 3.346	120.00 4.724	182.00 7.165	182.00 7.165	140.00 5.512	140.00 5.512	186.00 7.323	170.00 6.693	170.00 6.693	206.00 8.110
Dimensión "E"	[mm] 74.00 [inch] 2.913	74.00 2.913	90.00 3.543	165.00 6.496	165.00 6.496	97.00 3.819	97.00 3.819	172.00 6.772	146.00 5.748	146.00 5.748	191.00 7.520
Dimensión "F"	[mm] 125.00 [inch] 4.921	125.00 4.921	200.00 7.874	200.00 7.874	200.00 7.874	202.00 7.953	202.00 7.953	202.00 7.953	270.00 10.630	270.00 10.630	270.00 10.630
Mando a distancia integrado	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cuerpo antorcha refriger. agua	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cuerpo antorcha giratorio	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ajuste preciso de la posición deelectrodo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Acoplamiento para rotación manual del rotor	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mecanismo de sujeción infinitamente variable	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Extensión opcional del rango de sujeción	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Aliment. hilo en frío integrado	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Aliment. hilo en frío externa	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Excelente ajuste de posición hilo	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Control voltaje arco AVC ***	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Oscilación OSC ***	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●

● = Contiene caract. ○ = No contiene caract. ○ = Contiene característica limitada (adaptable) \*Con accesorios \*\* kit opcional de adaptación (página 52) \*\*\* Sólo aplicable en combinación con el generador de soldadura ORBIMAT 300 CA AVC/OSC

**DIMENSIONES (VALORES, VEA TABLA):**



**INCLUIDO EN EL SUMINISTRO**

- Incluido:
- 1 Cabezal abierto sold. orbital ORBIWELD TP
  - 1 Caja resistente de transporte y almacenaje
  - 1 Empuñadura (TP 1000: 2 empuñaduras)
  - 1 Set de herramientas
  - 1 Manual de instrucciones y lista de piezas de recambio
- Accesorios adec. opción disponible
- U. de sujeción "V2" (kits de adaptación)
  - Alimentadores de hilo en frío "KD" (kits adapt.)
  - Kits de extensión para chapas de sujeción
  - Mordazas de sujeción "Form-fitting"
  - Mordazas de sujeción de acero inoxidable
  - Kits de extensión para mordazas de sujeción fabricadas en acero y acero inoxidable
  - Cable de control
  - Mando a distancia
  - Rectificadoras de tungsteno ESG
  - Medidor de oxígeno residual ORBmax



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Producto	Referencia	Tensión Alimentación, cos φ	Fusible (lento)	Peso (kg)	Dimensiones AlxAnxL (mm)	Clase Protección	Normas Aplicadas
Speedtec® 180C	K14098-1	230V1Fs, 50/60Hz, 0.99	16A (I <sub>eff</sub> =14,7A, I <sub>max</sub> =27A)	17,2	396x246x527	IP23	EN60974-1 / EN50199CE, ROHS/ EN61000-3-12
Speedtec® 200C	K14099-1						

### CORRIENTE DE SALIDA

Producto	Factor Marcha	O.C.V.	GMAW & FCAW SS (MIG)	SMAW (ELECTRODO)	GTAW (TIG)
Speedtec® 180C	200A @ 25%	57Vdc	20-200A/24V dc	20-160A/26,4V dc	-
Speedtec® 200C	200A @ 25%	57Vdc	20-200A/24V dc	20-160A/26,4V dc	20-160A/16,4V dc

### PROCESO/DIÁMETRO HILO/VELOCIDAD HILO

PROCESO	SPEEDTEC 180C	SPEEDTEC 200C
Manual MIG CV	✓	✓
Sinérgico MIG CV	x	✓
FCW	✓	✓
ELECTRODO	✓	✓
LIFT TIG	x	✓
DIAM. HILO / WSF	SPEEDTEC 180C	SPEEDTEC 200C
RANGO Velocidad Hilo	1 ÷ 15 m/min	1 ÷ 15 m/min
Hilos Macizos (mm)	0.6 ÷ 1.0	0.6 ÷ 1.0
Hilos Aluminio (mm)	x	1.0
Hilos Tubulares (mm)	0.9 ÷ 1.1	0.9 ÷ 1.1

### ACCESORIOS

Referencia	Descripción
KP14016-0,8	Kit rod. arrastre- hilo macizo 0,6-0,8mm
KP14016-1,0	Kit rod. arrastre - hilo macizo 0,8-1,0mm
KP14016-1,1R	Kit rod. arrastre - hilo tubular 0,9-1,1mm
KP14016-1,2A	Kit rod. arrastre - Hilo aluminio 1,0-1,2mm
K14114-1	Carro ST/VTX
K10413-14-3M	Pistola LG140 G (140A 60%)
K10413-15-3M	Pistola LG150 G (150A 60%)
K10413-25-3M	Pistola LG 250 G (200A 60%)
K10513-17-4V	Antorcha LT 17 G (140A 35%)
K14010-1	Cable pinza masa
E/H-200A-25-3M	Cable pinza portaelectrodos
KIT-200A-25-3M	KIT cables 200A- 25 mm <sup>2</sup> - 3m
K14115-1	Caja herramientas para Cart ST/VTX



#### MENÚ ESTÁNDAR



En display:

Sólo información proceso principal, parámetros de soldadura (preajuste y actual)

#### MENÚ AVANZADO (CARACTERÍSTICAS COMPLETAS)

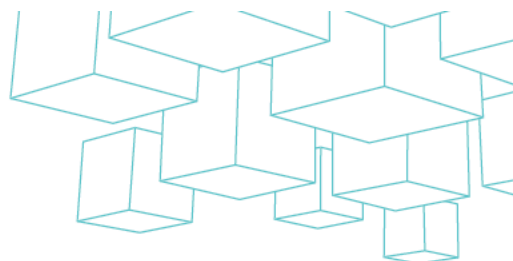


En display:

Información proceso principal, parámetros de soldadura (preajuste y actual), funciones avanzadas ajustables, memoria, etc.



# VISIÓN GENERAL DE LAS FUNCIONES DE WeldCube



	Light	Basic	Premium
<b>ALMACENAMIENTO DE DATOS</b>			
Descentralizado (en cada sistema de soldadura)	■	■	
Base de datos centralizada			■
<b>PANEL DE CONTROL PERSONALIZADO</b>			
Panel de control editable			■
<b>VISTA GENERAL DE SISTEMAS Y DETALLES DE LA MÁQUINA</b>			
Resúmen de los componentes del sistema	■	■	■
Historial de los componentes del sistema			■
Vista general de la ubicación, incluido el estado			■
Copia de seguridad automática	■	■	■
Ajustes para la restauración del sistema	■	■	■
<b>GESTIÓN DE JOBS/ VALORES NOMINALES</b>			
Mostrar Jobs	■	■	■
Editar Jobs		■	■
Crear Jobs		■	■
Borrar Jobs		■	■
Comparar Jobs	■	■	
Exportación de datos de Jobs en PDF	■	■	
Exportación de datos de Jobs en CSV		■	
Exportación e importación de Jobs en XML		■	
Gestión centralizada de Jobs (mostrar, crear, editar, copiar, calcular límites de tolerancia)			■
Historial de Jobs			■
Copia de seguridad automática de Jobs	■	■	■
Restauración de Jobs		■	■
<b>ESTADÍSTICAS Y ANÁLISIS</b>			
Creación de estadísticas			■

	Light	Basic	Premium
<b>DOCUMENTACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE DATOS DE SOLDADURA</b>			
Valores medios de cada cordón de soldadura individual (U, I, Vd)	■	■	■
Frecuencia de muestreo de datos (hasta 100 ms)		■	■
Hora de realización de cada cordón de soldadura	■	■	■
Soldador del cordón de soldadura		■	■
Exportación de datos del cordón de soldadura (PDF)	■	■	■
Exportación de datos del cordón de soldadura (CSV)		■	■
Exportación de datos del cordón de soldadura (JSON, XML)			■
Diagramas de representación de cordones			■
Función de limitación (I, U, Vd) – definición de límites de tolerancia y reacciones		■	■
Documentación y visualización de infracciones de los límites de tolerancia		■	■
Cálculo automatizado de valores límite			■
<b>GESTIÓN DE LAS PIEZAS DE TRABAJO</b>			
Documentación de las piezas			■
Administración de las piezas			■
Monitorización de las piezas			■
Exportación de informes de piezas (PDF)			■
Información de costes por consumo de gas e hilo por cada pieza			■
Información sobre límites en la documentación y los informes de las piezas			■
<b>WELDCUBE CONNECT</b>			
Web API para sistemas de terceros			■

Información actualizada correspondiente a las versiones TPS/i 1.9.0 y WeldCube Premium 2.2